ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y Atención de Emergencias

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

CONSULTOR:

CONSULTORES EN INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTAL – CI AMBIENTAL LTDA

RESUMEN:

De acuerdo al contrato suscrito entre el Fondo de Prevención y atención de Emergencias - FOPAE y CI AMBIENTAL LTDA, y teniendo como referencia las condiciones del contrato, el presente informe incluye los antecedentes del Sector Altos de la Estancia, una recopilación de los estudios realizados en el área de estudio, sectorización del área de estudio, definición de secciones de análisis, instrumentación Campañas de monitoreo Topográfico, geotécnico, y estructural de 215 viviendas definidas previamente por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, los resultados de la primera campaña de monitoreo y análisis de los resultados obtenidos.

PALABRAS CLAVES:

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

TERMINOS PARA GLOSARIO E INDICE:

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

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:	**CONTRATO:**	**IDIOMA:**	**NUMERO DE PAGINAS:**	**NUMERO DE COPIAS:**
CLASIFICADO	No:363-2011	ESPAÑOL	**384**	**2 DE 2**

CLASIFICADO

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

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS
FOPAE
Diagonal 47 No 77 B – 09 Interior 11
PBX 4297414
www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co
Bogotá – Colombia

Director: Ing. Guillermo Escobar Castro

Elaborado por:

CONSULTORES EN INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE – CI AMBIENTAL LTDA

CI AMBIENTAL Ingeniería Geotécnica y Ambiental

CONTRATO 363 DE 2011
INFORME PARCIAL 1
COPIA
VOLUMEN 1
08 DE AGOSTO DE 2011

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

1 TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 16

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO 17

1.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 18

1.3. ALTOS DE LA ESTANCIA Y SU PROBLEMATICA 19

1.4. ANTECEDENTES SOBRE LOS FENÓMENOS Y ACCIONES QUE SE HAN DESARROLLADO EN EL SECTOR POR PARTE DEL FOPAE 22

1.5. PROFESIONALES PARTICIPANTES EN EL MONITOREO 36

2. METODOLOGIA DE TRABAJO 38

3. ACTIVIDADES PRELIMINARES 43

3.1. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON LA COMUNIDAD 43

3.2. RECOPILACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN EXISTENTE 44

3.2.1. IngemétricaLtda, 2000 48
3.2.2. Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2001 51
3.2.3. Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2002 53
3.2.4. MGL Moya y García Ltda. 2003 54
3.2.5. Ingeniería y Georiesgos. 2004 55
3.2.6. Agencia de Cooperación Internacional de Japón – JICA, 2008 58
3.2.7. Consorcio Altos de la Estancia. 2009 (CC 755 – 2009) 59

3.3. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PROYECTO 61

3.4. SECTORIZACION DEL AREA DE ESTUDIO – ZONIFICACIÓN GEOTECNICA 62

3.4.1. Análisis de comportamiento homogéneo 65

3.5. DIAGNOSTICO DE LA INSTRUMENTACIÓN EXISTENTE 69

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 72

4.1. OBJETIVOS 72

4.2. PERSONAL Y EQUIPOS 72

4.2.1. Relación de Personal 72
4.2.2. Relación de Equipos 72

4.3. METODOLOGÍA 74

4.4. LEVANTAMIENTO DE LAS OBRAS EN LA ZONA DE DESLIZAMIENTO 87

4.5. LEVANTAMIENTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN 92

4.6. SECCIONES TOPOGRÁFICAS PARA ESTABILIDAD 93

5. INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN 97

5.1. INCLINÓMETROS - PIEZÓMETROS 97

5.1.1. Perfiles estratigráficos de las perforaciones adelantadas en la zona 100

5.2. MOJONES DE CONTROL TOPOGRÁFICO 106

5.3. MEDIDORES DE GRIETAS 109

6. CAMPAÑAS DE MONITOREO 114

6.1. CAMPAÑAS DE CONTROLES TOPOGRÁFICOS 114

6.1.1. Objetivos 114

6.1.2. Metodología 114

6.1.3. Conclusiones 119

6.2. CAMPAÑAS DE SEGUIMIENTO Y LEVANTAMIENTO DE PROCESOS 119

6.2.1 Objetivo 119

6.2.2 Metodología 119

6.2.3 Conclusiones 139

6.3. CAMPAÑAS DE CONTROL INSTRUMENTADO 139

6.3.1 Objetivo 139

6.3.2 Metodología del monitoreo geotécnico 139

6.3.3 Monitoreo de los Piezómetros 140

6.3.4 Análisis variación Nivel Freático 141

6.3.5 Monitoreo de los Inclinómetros 156

6.3.6 Conclusiones 172

6.4. CAMPAÑAS DE CONTROL ESTRUCTURAL 173

6.4.1 Objetivo 173

6.4.2 Alcance 173

6.4.3 Metodología Del Control Estructural 173

6.4.4 Clasificación Global del Riesgo 174

- Evaluación del Riesgo 174
- Metodología De La Evaluación Del Riesgo 175

Este análisis no se presenta en este informe, debido a que se debe realizar con la topografía actualizada del terreno y esta actividad se culmina en la semana 6 del presente contrato. 191

6.4.5 Análisis y Zonificación de Riesgo Global 191

6.4.6 Análisis de Resultado de La Campaña 1 191

- Santo Domingo 197
- Espino I 200
- Tres Reyes 203
- Rincón del Porvenir 211

- Carbonera 217
6.4.7. Limitaciones 228
6.4.8. Conclusiones y Recomendaciones 229

7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA 232

8. SISTEMA DE ALERTA 237

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENRALES 244

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 247

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización área de estudio 19
Figura 2.Vista panorámica deslizamiento El Espino. Fecha de toma de fotografías año 2006 y 2003 21
Figura 3. Vista general deslizamiento La Carbonera. Fecha de toma de fotografías, año 2007 22
Figura 4. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 1997 23
Figura 5. Zonificación de amenaza por Remoción en Masa para el "Sector Altos de la Estancia" (líneas discontinuas). 24
Figura 6. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 1999 25
Figura 7. Estado de las viviendas año 1999. 25
Figura 8. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 2000 26
Figura 9. Estado de las viviendas año 2000. 26
Figura 10. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 2001 27
Figura 11. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 2002 28
Figura 12. Estado de las viviendas año 2002. 28
Figura 13. División del Sector Altos de la Estancia, definido por la DPAE para la reubicación de la población (Tomado del Plan de Acción para la mitigación y rehabilitación del sector altos de la estancia – FOPAE, 2005) 30
Figura 14. Ampliación del polígono según concepto técnico 31
Figura 15. Vista general Barrio San Rafael. Año 2005 31
Figura 16. Estado de la grieta Abril 17 de 2006 32
Figura 17. Estado de la grieta Mayo 5 de 2006 32
Figura 18. Red de monitoreo empleada por JICA, 2008 33
Figura 19. Polígono declarado como suelo de Protección por Riesgo 36
Figura 20.Reunión con la comunidad 23 de julio de 2011 44
Figura 21. Área de monitoreoIngemetrica Ltda. 49
Figura 22. Área de monitoreo Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2000 52
Figura 23. Área de monitoreo Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2002 53
Figura 24. Área de monitoreo MGL Moya y García Ltda. 2003 55
Figura 25. Área de monitoreo Ingeniería y Georiesgos. 2004 56
Figura 26. Lugares en que los bloques deslizados se encuentran cerca del área residencial según JICA, 2008 58
Figura 27. Área de monitoreo Consorcio Altos de la Estancia 2009 60
Figura 28. Canal construido en gaviones 62
Figura 29. Vista general Sector Altos de la estancia 62
Figura 30. Canal construido con sacos de suelo-cemento 62
Figura 31. Zonificación geotécnica. IGR 2004 63

Figura 32. Canalización de las quebradas la Carbonera y Santa Rita donde se alteró la condición de los depósitos aluviales. 66
Figura 33. Canalización de las quebradas la Carbonera y Santa Rita donde se alteró la condición de los depósitos aluviales. 67
Figura 34. Deslizamiento traslacional reciente en la zona de levantamiento el Espino. 68
Figura 35. Corona y grietas de movimientos recientes y activos en el flanco sur del movimiento la Carbonera donde afloran niveles de arcillolitas de la formación Guaduas, El material deslizado puede taponar el cauce y destruir la canalización. 69
Figura 36. Evidencia del mal estado en el que se encuentran los Inclinómetros entregado por el FOPAE. 71
Figura 37. Poligonales de amarre para el proyecto 76
Figura 38. Reporte cierre de la Poligonal 1 79
Figura 39. Reporte cierre de la poligonal 2. 81
Figura 40. Reporte cierre de la poligonal 3 83
Figura 41. Registro Fotográfico del replanteo de los instrumentos del proyecto. 91
Figura 42. Gráfica de la nube de puntos producto del levantamiento. 92
Figura 43. Localización secciones Topográficas. 94
Figura 44. Registro Fotográfico del levantamiento de las secciones de análisis. 95
Figura 45. Topografía general de la zona de deslizamiento. 96
Figura 46. Perforación mecánica IP-2 97
Figura 47. Ubicación 6 Inclinómetros - Piezómetros instalados por CI AMBIENTAL LTDA 99
Figura 48. Perfil estratigráfico IP – 01 100
Figura 49. Perfil estratigráfico IP-02 101
Figura 50. Perfil estratigráfico IP-03 102
Figura 51. Perfil estratigráfico IP-04 103
Figura 52. Perfil estratigráfico IP-05 104
Figura 53. Perfil estratigráfico IP-06 105
Figura 54. Instalación mojones. Hueco de 0.25x0.25x0.5 107
Figura 55. Mojón instalado de acuerdo a las especificaciones técnicas 107
Figura 56. Mojones instalados en el sector Altos de la Estancia y secciones definidas 109
Figura 57. Detalle Típico de un extensómetro. 110
Figura 58. Instalación de extensómetros. 111
Figura 59. Extensómetro 4. Deslizamiento la Carbonera. 112
Figura 60. Toma de medidas extensómetro 1. 113
Figura 61. Grieta identificada en el deslizamiento la Carbonera. 120
Figura 62. Registro de levantamiento del deslizamiento la Carbonera. 122
Figura 63. Panorámica deslizamiento La Carbonera donde se observan cambios morfológicos producto del movimiento y la construcción de obras para el manejo de agua 123
Figura 64. Corona principal del movimiento la Carbonera en el sector occidental donde afloran niveles de areniscas muy fracturadas 123
Figura 65. Contraste de color que evidencia el área por donde fluyen sin control las aguas servidas de los barrios ubicados en la parte alta del movimiento 124

Figura 66. Panorámica deslizamiento La Carbonera donde se observan cambios morfológicos producto del movimiento y la construcción de obras para el manejo de agua. En primer plano recuperación morfológica 127
Figura 67. Corona de movimiento reciente, activo en el flanco sur del movimiento la Carbonera donde afloran niveles de arcillolitas de la formación Guaduas, puede destruir el canal construido recientemente. 127
Figura 68. Grietas muestran la corona de un movimiento reciente que afecta materiales removidos para reconformar el terreno, el movimiento puede taponar parte del canal construido recientemente. 128
Figura 69. Grietas muestran la corona de un movimiento reciente que afecta materiales removidos para reconformar el terreno, el movimiento puede taponar parte del canal construido recientemente. 128
Figura 70. Registro de levantamiento del deslizamiento El Espino. 130
Figura 71. Panorámica movimiento El Espino donde se observa el escarpe principal, escarpes secundarios y grietas en diferentes direcciones. 131
Figura 72. Movimiento traslacional en la zona aledaña al canal construido recientemente, hace parte del gran movimiento del Espino 131
Figura 73. Movimiento reciente en el sector norte del Espino, desplaza niveles de areniscas muy fracturadas en dirección al canal construido recientemente 132
Figura 74. Grietas de dirección N 25 W desarrolladas en niveles de areniscas que afloran en la parte central del movimiento de El Espino 132
Figura 75. Proceso Espino reciente 134
Figura 76. Movimiento reciente en el sector norte del Espino, desplaza niveles de areniscas muy fracturadas en dirección al canal construido recientemente 135
Figura 77. Vista lateral del Movimiento reciente en el sector norte del Espino, desplaza niveles de areniscas muy fracturadas y suelos residuales en dirección al canal construido recientemente. 135
Figura 78. Estación de seguimiento fotográfico 1. Panorámica San Rafael Agosto 2011 136
Figura 79. Estación de seguimiento fotográfico 2. Tomada desde la cancha de Espino III. Agosto 2011 136
Figura 80. Estación de seguimiento fotográfico 3. Vista al deslizamiento el espino, desde el levantamiento de San Rafael. Agosto 2011 137
Figura 81. Estación de seguimiento fotográfico 4. Desde M-14. Deslizamiento la carbonera panorámica a la altura del barrio espino sector 3, límite con el barrio la Carbonera. 137
Figura 82. Estación de seguimiento fotográfico 5. Tomada desde el barrio santo domingo a la altura de la manzana 52, hacia el deslizamiento la Carbonera 138
Figura 83. Estación de seguimiento fotográfico 6. Vista a la corona del deslizamiento la Carbonera, tomada desde la valla de Santa Vivian Vista Hermosa. 138
Figura 84. Dispositivos del sistema de medición 157
Figura 85. Ejes de la sonda digital 157
Figura 86. Orientación de la sonda digital 157
Figura 87. Toma de medidas con el computador de mano 157
Figura 88. Registro Fotográfico monitoreo Inclinómetros. 159
Figura 89. Lectura Inclinómetro 1. Campaña de monitoreo 1. 160
Figura 90. Lectura Inclinómetro 4. Campaña de monitoreo 1. 161
Figura 91. Lectura Inclinómetro 5. Campaña de monitoreo 1. 162
Figura 92. Lectura Inclinómetro 6. Campaña de monitoreo 1. 163

Figura 93. Lectura Inclinómetro 10. Campaña de monitoreo 1. 164
Figura 94. Lectura Inclinómetro 11. Campaña de monitoreo 1. 165
Figura 95. Lectura Inclinómetro 3. Campaña de monitoreo 1. 166
Figura 96. Lectura Inclinómetro 16. Campaña de monitoreo 1. 167
Figura 97. Lectura Inclinómetro 17. Campaña de monitoreo 1. 168
Figura 98. Lectura Inclinómetro 19. Campaña de monitoreo 1. 169
Figura 99. Lectura Inclinómetro 20. Campaña de monitoreo 1. 170
Figura 100. Lectura Inclinómetro 21. Campaña de monitoreo 1. 171
Figura 101. Matriz para la Cuantificación Global del Riesgo 175
Figura 102. Formato utilizado para la inspección de viviendas 177
Figura 103. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Santa Viviana 194
Figura 104. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Santa Viviana 195
Figura 105. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Santa Viviana 195
Figura 106. Manzana 27, Predio 30 196
Figura 107. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 196
Figura 108. Rangos Índice de Vulnerabilidad 197
Figura 109. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Santo Domingo 198
Figura 110. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Santo Domingo 198
Figura 111. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Santo Domingo 199
Figura 112. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 199
Figura 113. Rangos Índice de Vulnerabilidad 200
Figura 114. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Espino I 201
Figura 115. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Espino I 201
Figura 116. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Espino I 202
Figura 117 . Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 202
Figura 118. Rangos Índice de Vulnerabilidad 203
Figura 119. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Tres Reyes 204
Figura 120. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Tres Reyes 204
Figura 121. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Tres Reyes 205
Figura 122. Manzana 1, Predio 27 206
Figura 123. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 206
Figura 124. Rangos Índice de Vulnerabilidad 207
Figura 125. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Mirador de la Estancia 208
Figura 126. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Mirador de la Estancia 208
Figura 127. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Mirador de la Estancia 209
Figura 128. Manzana 16, Predio 18 209
Figura 129. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 210
Figura 130. Rangos Índice de Vulnerabilidad 210
Figura 131. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Rincón del Porvenir 212
Figura 132. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Rincón del Porvenir 212
Figura 133 Calificación Índice de Daño Campaña 1 Rincón del Porvenir 213
Figura 134. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 213
Figura 135 Rangos Índice de Vulnerabilidad 214

Figura 136. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 San Rafael del Alto de la Estancia 215
Figura 137. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 San Rafael del Alto de la Estancia 215
Figura 138. Calificación Índice de Daño Campaña 1 San Rafael del Alto de la Estancia 216
Figura 139. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 216
Figura 140. Rangos Índice de Vulnerabilidad 217
Figura 141. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Carbonera 218
Figura 142. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Carbonera 218
Figura 143. Rangos Índice de Vulnerabilidad 219
Figura 144. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Carbonera II 220
Figura 145. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Carbonera II 220
Figura 146. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Carbonera 221
Figura 147. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 221
Figura 148. Rangos Índice de Vulnerabilidad 222
Figura 149. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Santa Viviana – Sector Vista Hermosa. 223
Figura 150. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Santa Viviana – Sector Vista Hermosa. 223
Figura 151. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Santa Viviana – Sector Vista Hermosa. 224
Figura 152 Cambio en la Evaluación de Índice de Daño 224
Figura 153 Rangos Índice de Vulnerabilidad 225
Figura 154. Zonas Geotécnicas. Decreto Distrital 523/2010 234
Figura 155. Zonas de respuesta sísmica. Decreto Distrital 523/2010 235
Figura 156. Unidades Básicas para la evaluación de alerta. 239

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipo profesional consultoría 363 de 2011 37
Tabla 2. Instrumentación seguimiento Geotécnico 40
Tabla 3. Reuniones de socialización realizadas en el Sector 43
Tabla 4. Estudios realizados en el sector Altos de la Estancia 45
Tabla 5. Instrumentación entregada por FOPAE 69
Tabla 6. Coordenadas y cota del punto de Amarre de las poligonales 74
Tabla 7. Coordenadas y cota de puntos de monitoreo en la zona del proyecto 87
Tabla 8. Coordenadas secciones levantadas. 93
Tabla 9. Coordenadas aprobadas por FOPAE 98
Tabla 10. Ubicación Inclinómetros - Piezómetros 98
Tabla 11. Justificación mojones instalados por CI AMBIENTAL LTDA 107
Tabla 12. Justificación ubicación de extensómetros. 110
Tabla 13. Distancia entre estacas para cada extensómetro. 111
Tabla 14. Ubicación actual puntos de control instalados por anteriores consultorías 115
Tabla 15. Desplazamiento Horizontal y Vertical de Puntos de Control respecto campaña 30 Consultoría 755 de 2009 117
Tabla 16. Desplazamiento Horizontal y Vertical de Puntos de Control respecto campaña 29 Consultoría 755 de 2009 118
Tabla 17. Estaciones de seguimiento Fotográfico 136
Tabla 18. Piezómetros instalados por la Consultoría 755 de 2009 y su estado actual. Coordenadas del levantamiento Topográfico CI AMBIENTAL LTDA. 140
Tabla 19. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-1 142
Tabla 20. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-2 143
Tabla 21. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-7 144
Tabla 22. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-8 145
Tabla 23. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-9 146
Tabla 24. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-14 147
Tabla 25. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-15 148
Tabla 26. Localización piezómetros activos por Zona Geotécnica 149
Tabla 27. Orientación de los Inclinómetros monitoreados 156
Tabla 28 Matriz de riesgo 174
Tabla 29. Calificación de la Condición de la edificación 183
Tabla 30. Calificación de la Condición de la cimentación 183
Tabla 31. Calificación de la Condición de los muros 183
Tabla 32. Calificación de la Condición del entrepiso 184
Tabla 33. Calificación de la Condición de la cubierta 184
Tabla 34 Calificación de daño Estructural 184
Tabla 35 Calificación del nivel de daño estructural en la cimentación 185
Tabla 36 Calificación del nivel de daño estructural en los muros 185
Tabla 37 Calificación del nivel de daño estructural en el entrepiso 186

Tabla 38 Calificación del nivel de daño estructural en el entrepiso 186
Tabla 39 Calificación del índice de daño 186
Tabla 40. Recomendaciones preliminares según Índice de Daño 187
Tabla 41. Calificación de levantamientos o hundimientos – movimientos globales 188
Tabla 42 .Calificación de presencia de agua en los alrededores 188
Tabla 43. Calificación de fisuras o separación terreno-cimentación 189
Tabla 44. Calificación de fisuras o grietas en andenes y zonas verdes 189
Tabla 45. Escala de factores de seguridad y amenaza Polígono Suelo de Protección 190
Tabla 46. Escala de factores de seguridad y amenaza Áreas Aledañas al Polígono Suelo de Protección 191
Tabla 47. Monitoreo Campaña 1 192
Tabla 48. Abreviaturas Barrios Altos de la Estancia 193
Tabla 49. Predios Monitoreados en el Barrio Santa Viviana 194
Tabla 50. Predios Monitoreados en el Barrio Santo Domingo 197
Tabla 51. Predios Monitoreados en el Barrio Espino I 200
Tabla 52. Predios Monitoreados en el Barrio Tres Reyes 203
Tabla 53. Predios Monitoreados en el Barrio Mirador De La Estancia 207
Tabla 54. Predios Monitoreados en el Barrio Rincón del Porvenir 211
Tabla 55. Predios Monitoreados en el Barrio San Rafael del Alto de la Estancia 214
Tabla 56. Predios Monitoreados en el Barrio Carbonera 217
Tabla 57. Predios Monitoreados en el Barrio Carbonera II 219
Tabla 58. Predios Monitoreados en el Barrio Santa Viviana – Vista Hermosa 222
Tabla 59 Predios No Monitoreados 225
Tabla 60. Predios donde No se Permitió el Ingreso 226
Tabla 61. Predios sin Construir 226
Tabla 62. Viviendas en Material de Recuperación 227
Tabla 63. Viviendas con Índice de Daño (Vulnerabilidad) Alto 228
Tabla 64. Viviendas Inspeccionadas Campaña 1 230
Tabla 65. Viviendas con Índice de Daño (Vulnerabilidad) Alto 231
Tabla 66. Variables evaluadas según el tipo de control 237
Tabla 67. Características de los elementos de monitoreo e intervalos para definición de categorías, modificado de IGR, 2004 238
Tabla 68. Características de los elementos de monitoreo e intervalos para definición de categorías, modificado de IGR, 2004 para la Fase III. 239
Tabla 69. Descripción de unidades básicas definidas para La Carbonera IGR, 2004 240
Tabla 70. Descripción de unidades básicas definidas para El Espino IGR, 2004 240

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Presentación realizada a la comunidad
Anexo 2. Actas del contrato
Anexo 3. Plano de ubicación de mojones
Anexo 4. Plano de grietas y procesos
Anexo 5. Plano desplazamiento de mojones
Anexo 6. Plano de ubicación de Inclinómetros y piezómetros
Anexo 7. Ficha para el monitoreo estructural
Anexo 8. Predios objeto de monitoreo estructural
Anexo 9. Registros de monitoreo estructural
Anexo 10. Consolidado predios visitados campaña 1
Anexo 11. Predios no monitoreados
Anexo 12. Cuadro comparativo. Calificación índice de daño campaña 15 y campaña 1 de ci ambiental
Anexo 13. Plano Índice de Daño (Vulnerabilidad) Campaña 1
Anexo 14. Registro Fotográfico – Muestras obtenidas en las perforaciones
Anexo 15. Registro Fotográfico – Campaña Estructural

GLOSARIO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la problemática y dinámica de los procesos de remoción en masa, denominados el Espino y la Carbonera, existentes en la zona del sector Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, y el análisis y seguimiento que se ha realizado a dicho fenómeno por el Consorcio Altos de la Estancia 2007 y Monitoreo ejecutado por el Consorcio Altos de la Estancia 2009; El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE suscribió el Contrato de Consultoría No. 363 de 2011 con CONSULTORES EN INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE – CI AMBIENTAL LTDA, cuyo objeto es el "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".

Con este monitoreo topográfico, geotécnico y estructural se pretende analizar cambios en la configuración del terreno, los cuales tendrán repercusiones en la estabilidad del terreno y de las viviendas. De igual manera se analizarán las tasas de movimientos, dirección preferencial de los vectores de desplazamientos, extensión y magnitud de los procesos de remoción en masa presentes. Es importante precisar que los resultados de este monitoreo son un insumo técnico para la toma de decisiones tanto preventivas como correctivas por parte del FOPAE.

En consecuencia con lo anterior, el presente informe incluye los antecedentes del Sector Altos de la Estancia, una recopilación de los estudios realizados en el área de estudio, sectorización del área de estudio, definición de secciones de análisis, instrumentación Campañas de monitoreo Topográfico, geotécnico, y estructural de 215 viviendas definidas previamente por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. A continuación se muestran los resultados de la primera campaña de monitoreo y análisis de los resultados obtenidos.

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Los principales objetivos y alcances del estudio son los siguientes:

a) Levantamiento topográfico general del deslizamiento de Altos de la Estancia declarado suelo de protección mediante resolución 2199-2010 de la SDP con el fin de identificar el estado actual del terreno, incluyendo planimetría y altimetría de los elementos de control, los cuales servirán como referencia para el seguimiento.

b) Realizar el análisis de las condiciones de amenaza evaluadas en los estudios existentes y actualizar la zonificación de amenaza y riesgo a la luz de la interpretación de los resultados de controles topográficos, instrumentales y estructurales, seguimientos de procesos y análisis de estabilidad y presentarlos al FOPAE con sus respectivas representaciones gráficas (mapa).

c) Suministrar e instalar un sistema de instrumentación geotécnica conformada por piezómetros, Inclinómetros, medidores de grietas y puntos de control, teniendo en cuenta las necesidades evidenciadas y con previa aprobación de la Supervisión del FOPAE.

d) Evaluar el incremento en los daños de las viviendas monitoreadas ubicadas en el perímetro del polígono, para determinar el índice de daño de acuerdo con la clasificación global de riesgo, según la estabilidad de la estructura y del terreno.

e) Evaluar la actividad de los fenómenos de remoción en masa del sector denominado Altos de la Estancia y su afectación a las viviendas ubicadas en el perímetro del polígono y obras ejecutadas y/o en ejecución, además, de identificar nuevas zonas posibles de afectación por dichos movimientos; apoyados entre otros en el control topográfico como en los resultados obtenidos de la instrumentación.

f) Realizar por doce meses un total de veintidós (22) campañas de monitoreo con una frecuencia quincenal, que incluyen: lecturas de instrumentos instalados y existentes, aspectos topográficos y geotécnicos.

g) Realizar mensualmente el seguimiento y levantamiento de procesos de inestabilidad del sector y presentarlos al FOPAE con sus respectivos análisis y representación gráfica del seguimiento (mapa).

h) Realizar mensualmente análisis de estabilidad para condiciones normales y con agentes detonantes de inestabilidad (agua y sismo) en seis (6) secciones y presentarlos al FOPAE con sus respectivas representaciones gráficas.

i) Identificar las viviendas con mayor índice de daño y determinar las acciones a seguir con cada una de ellas en el marco del monitoreo, informando sobre posible compromiso de habitabilidad de forma oportuna al FOPAE.

j) Realizar un seguimiento periódico de las viviendas seleccionadas por el FOPAE para determinar la evolución de los daños.

k) Levantar, para cada una de las viviendas a monitorear, una ficha predial y hacer una base de datos que contenga toda la información levantada en cada una de la fichas conforme a estándar FOPAE.

l) Realizar (para cada campaña) una cobertura (en formato *.shp ó *.e00) georreferenciada (acorde con el sistema de coordenadas planas cartesianas origen Bogotá – 100.000N y 100.000 E) que contenga los resultados obtenidos en cada campaña de seguimiento. La cobertura debe contener la base de datos en su totalidad o un atributo con el cual se pueda vincular a dicha base.

m) Revisar, implementar, mejorar o rediseñar el sistema de alerta y Aviso frente a la posibilidad de deslizamiento en el sector, de acuerdo con la metodología establecida en la Consultoría No. 755 de 2009 y presentarlos al FOPAE con sus respectivas representaciones gráficas (mapa).

1.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Sector Altos de la Estancia se encuentra ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, Unidad de Planeamiento Zonal UPZ 69 Ismael Perdomo, en la parte suroccidental del Distrito Capital, está limitado 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.

El sector objeto de monitoreo se encuentra delimitado por el polígono definido por la Secretaria Distrital de Planeación mediante la Resolución No 436 de 2004 y actualizada mediante la resolución2199 de 2010, tal y como se precisa en la figura 1.

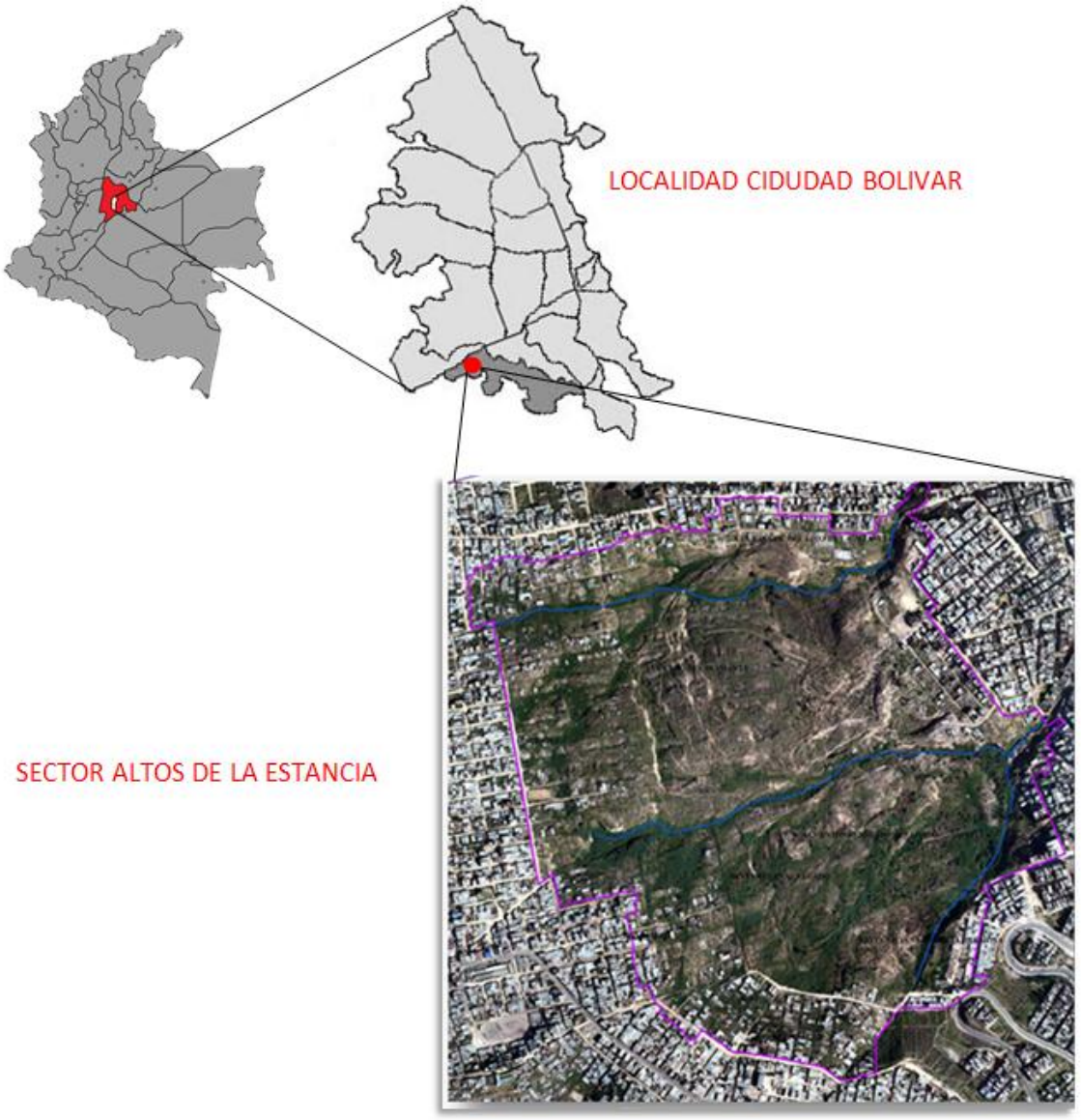


Figura 1. Localización área de estudio

1.3. ALTOS DE LA ESTANCIA Y SU PROBLEMATICA

El Sector denominado genéricamente Altos de la Estancia fue conformado por familias campesinas que huían de la violencia y que inicialmente se ocuparon de la explotación artesanal de las minas de carbón en lo que hoy se conoce como el barrio La Carbonera; la zona estaba conformada por haciendas, como Santa Rita, Casablanca, Candelaria, San Antonio del Resbalón y

Cazuca, y todas ellas formaban parte del denominado territorio El Chipo, testimonio de la herencia indígena y que perteneció a la Familia Cobos, la mayor parte de los barrios surgió del loteo de estas haciendas[1.]

A partir de allí se da inicio a un proceso de urbanización no planificado conformado por barrios de origen ilegal, que dio inició en la década de los 90's, sin obedecer a ningún criterio de planeación, sin el cumplimiento de técnicas de construcción adecuadas y sin las mínimas obras de urbanismo como redes de acueducto y alcantarillado; ocasionando la aparición de vertimientos de aguas servidas y fugas de agua potable al interior las laderas que sumado a las actividades de explotación minera en el sector nororiental del barrio Espino (Cantera Santa Rita: donde se retiró el material de la pata del talud), dejaron expuestos los frentes de explotación a las condiciones ambientales[2], los cuales se fueron deteriorando y generaron el reblandecimiento de los materiales tales como niveles arcillosos que se han constituido en la superficie de falla y han generado múltiples fenómenos de inestabilidad de variadas proporciones, entre los que se destacan los ocurridos en las últimas décadas: el deslizamiento de **La Carbonera** y el de **El Espino.**

Dichos deslizamientos se enmarcan entre las quebradas Carbonera, Santo Domingo y Santa Rita, deslizamientos que se encuentran activos de tipo compuesto, complejo y múltiple, con un área de afectación directa aproximada de 73.17 hectáreas y 110 hectáreas tomando el entorno, con corona retrogresiva generados por las pobres características geomecánicas del macizo rocoso y factores de intervención antrópica, sobre la cual se han desplazado cientos de miles de metros cúbicos y han generado la inclusión de 3214 familias en el Programa de Reasentamiento de Familias en Alto Riesgo no Mitigable que adelanta La Caja de la Vivienda Popular.

Las zonas de los deslizamientos de La Carbonera y El Espino se observan relativamente bien delimitadas en su escarpe principal. El cuerpo de estos movimientos presenta numerosas grietas y escarpes secundarios, que son especialmente notables en el sector de El Espino. En ambos casos, se reconocen sectores con movimientos más activos que otros. En cuanto a las dimensiones de las zonas evidentemente inestables, en el sector de La Carbonera se tiene un área de aproximadamente 132.000 m^2 (13.7 Ha) y en El Espino de 160.000 m2 (16.3 Ha). En general se encuentran algunos afloramientos desprovistos de vegetación en donde se pueden apreciar las pobres características geomecánicas de los materiales involucrados en el proceso. Por otro lado,

[1] De acuerdo con la Caracterización de la unidades de Planeamiento zonal prioritaria del Programa de Mejoramiento Integral de Barrios de la Localidad de Ciudad Bolívar, realizado por la Caja de la Vivienda Popular.
[2] Ingeniería y Georiesgos 2004.

existen también algunas zonas que se encuentran bien cubiertas por vegetación herbácea con una fuerte pigmentación verde indicando que son sectores de alta concentración de humedad[3].

1.3.1. Deslizamiento El Espino

El deslizamiento el Espino se encuentra activo y presenta tasas de movimiento del orden 3.3 mm/día en la parte media del deslizamiento. Tiene forma rectangular, con características complejas debido a los múltiples mecanismos de falla y de movimientos presentados en su interior, se caracteriza por desarrollarse como un movimiento planar y traslacional siguiendo un límite de contacto litológico entre capas de areniscas y arcillolitas de la parte media de la formación.

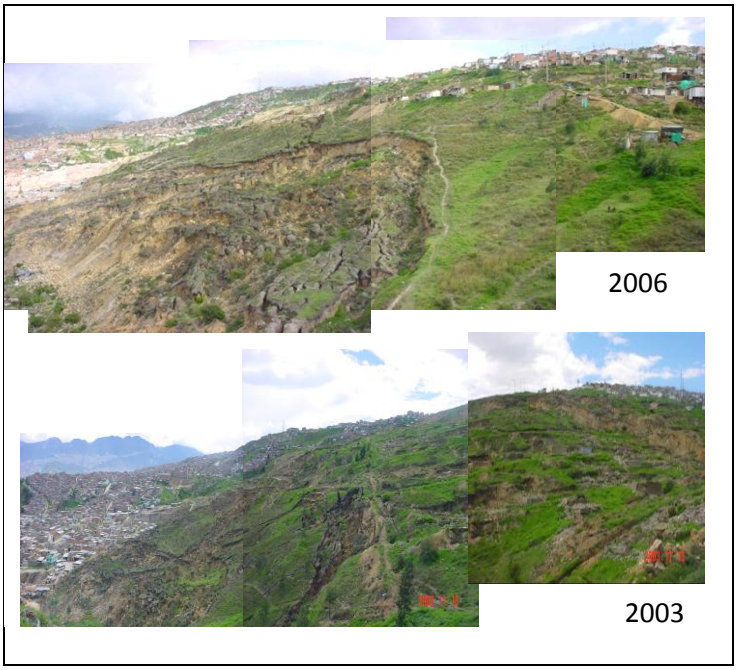


Figura 2.Vista panorámica deslizamiento El Espino. Fecha de toma de fotografías año 2006 y 2003

1.3.2. Deslizamiento La Carbonera

El deslizamiento la Carbonera es un movimiento en masa activo, de forma de embudo, con un área aproximadamente de 13.7 Ha. Presenta un mecanismo de falla rotacional múltiple y un espesor medio de la masa desplazada de 20 metros, presenta tasas de movimiento en su parte alta-media

[3]Tomado de Consorcio Altos de la Estancia 2009. "Monitoreo Geotécnico especializado en el sector altos de la estancia de la Localidad de ciudad Bolívar, en Bogotá D.C.

de 1.3 mm/día. Litológicamente este desplazamiento involucra rocas y depósitos inconsolidados de tipo fluvioglaciar, coluvial y suelos residuales.



Figura 3. Vista general deslizamiento La Carbonera. Fecha de toma de fotografías, año 2007

1.4. ANTECEDENTES SOBRE LOS FENÓMENOS Y ACCIONES QUE SE HAN DESARROLLADO EN EL SECTOR POR PARTE DEL FOPAE

En el año 1997 aparecen los primeros indicios del deslizamiento en la Carbonera, con caída de rocas en el Espino sector el Rodeo. En la figura 4 se visualiza los barrios afectados para esta época y su estado actual en términos de consolidación.

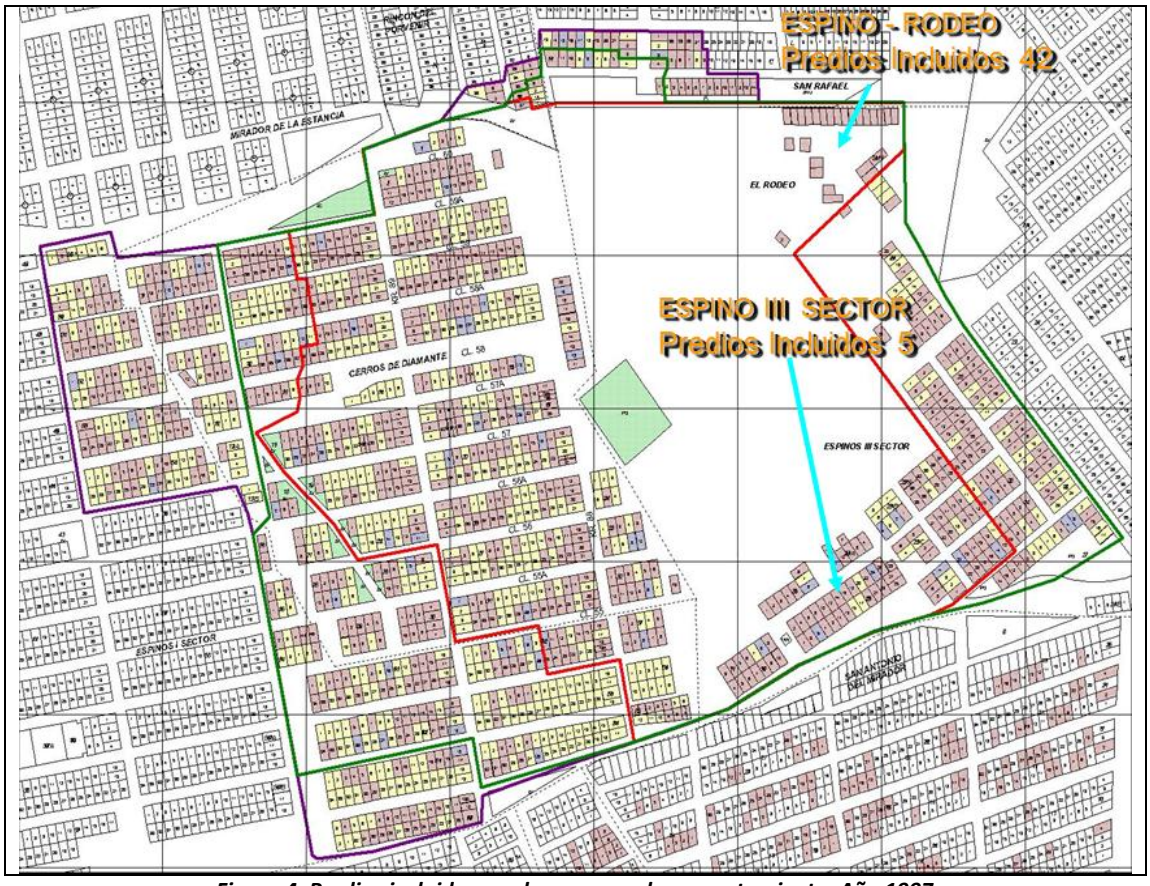


Figura 4. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 1997

Para el año 1998, El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias –FOPAE- contrató el estudio "Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá" (elaborado a escala 1:10.000), con la firma INGEOCIM Ltda., en el que se concluye que el Sector denominado como Altos de la Estancia está delimitado por zonas de amenaza alta y media por fenómenos de remoción en masa. Ver figura 5.

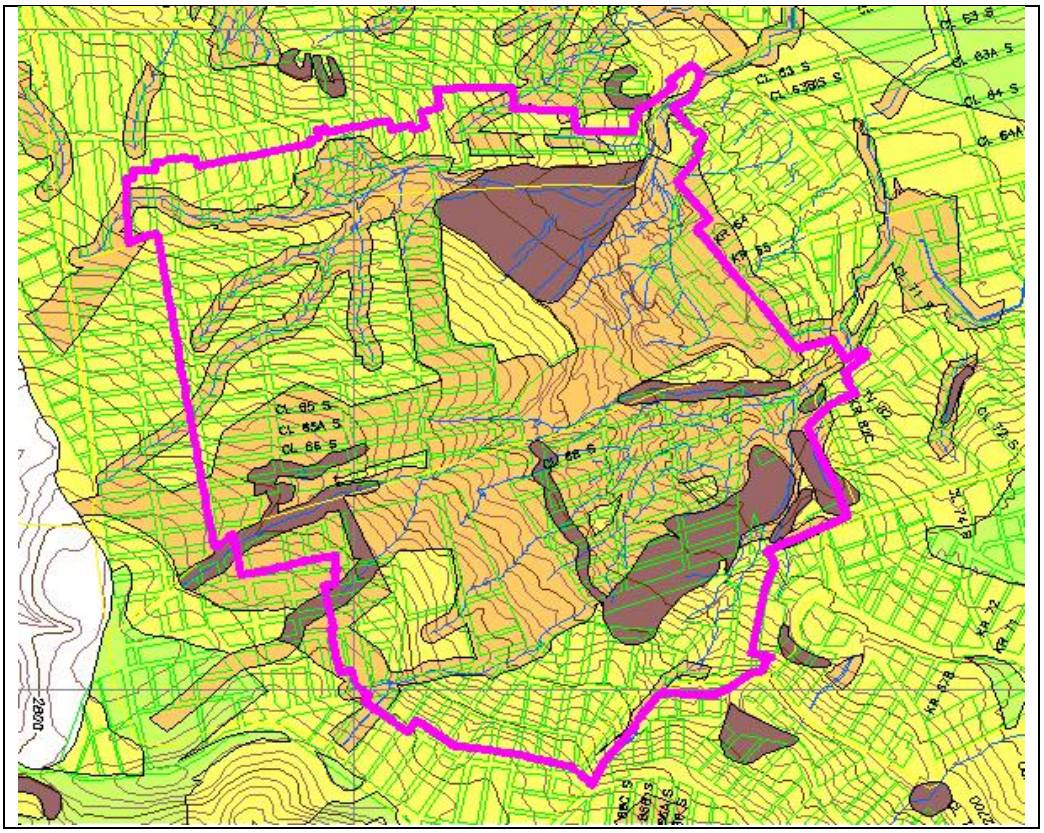


Figura 5. Zonificación de amenaza por Remoción en Masa para el "Sector Altos de la Estancia" (líneas discontinuas).

Seguidamente con esta información, se adelantaron estudios detallados (escala 1:1000) para los sectores denominados como **La Carbonera** (Sector Sur - Sector Altos de la Estancia) y **El Espino** (Sector Nororiental - Sector Altos de la Estancia), donde se concluye sobre la existencia de procesos activos y potenciales que derivan en la formulación y ejecución de monitoreos geotécnicos para el seguimiento al avance de las condiciones del terreno, de manera separada para cada uno, los cuales están delimitados por las quebradas Carbonera, Rosales y Santa Rita (de sur a norte), cuyos trazados corresponden al control estructural que imponen las fallas geológicas existentes.

En el año de 1999 cuando se emitieron los conceptos técnicos de riesgo, se encontraba activo el deslizamiento del barrio Santa Viviana sector Vista hermosa y se presentaba desprendimiento de bloques de la cantera de Santa Rita hacia el barrio Espino III Sector y sector El Rodeo. En estos sectores se realizó el reasentamiento de las familias afectadas (Ver figura 6), monitoreo geotécnico y se construyeron obras de ingeniería para controlar el avance del deslizamiento.

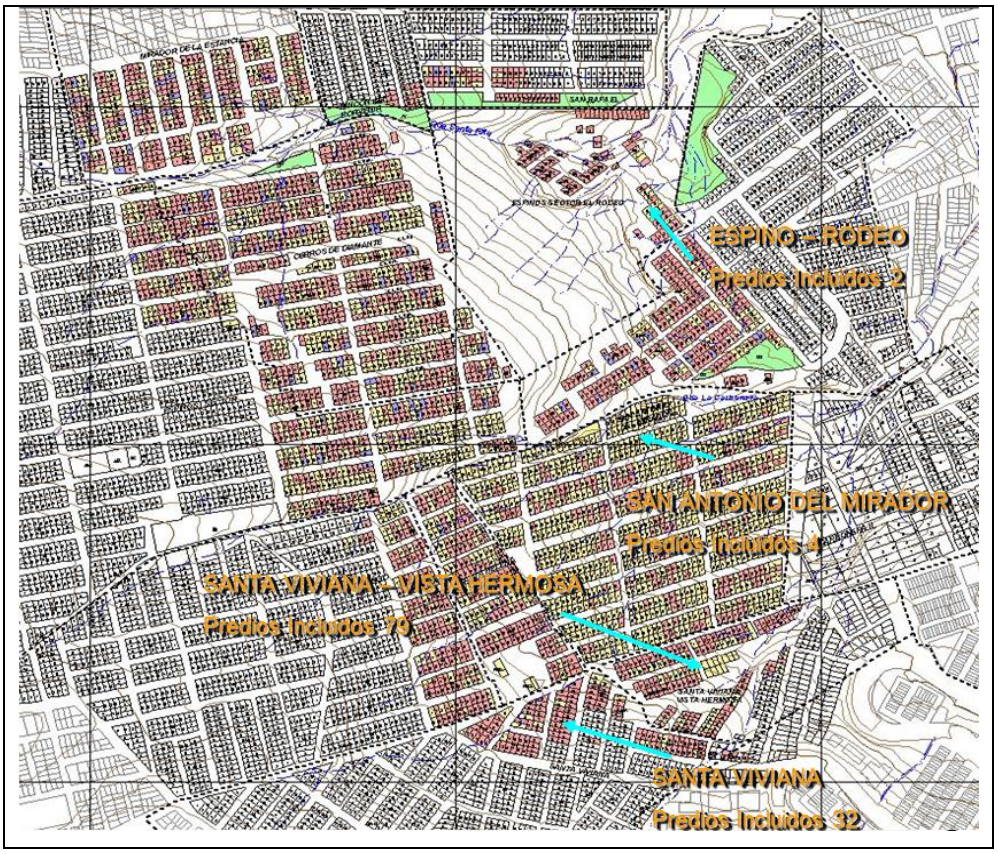


Figura 6. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 1999



Figura 7. Estado de las viviendas año 1999.

A finales de 2000 se activó un nuevo deslizamiento que afectó los barrios Santa Helena y San Antonio, implicó iniciar los procesos de reubicación con estas familias y la construcción de obras de drenaje con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, con el fin de controlar el aporte de aguas lluvias y negras al cuerpo del deslizamiento.

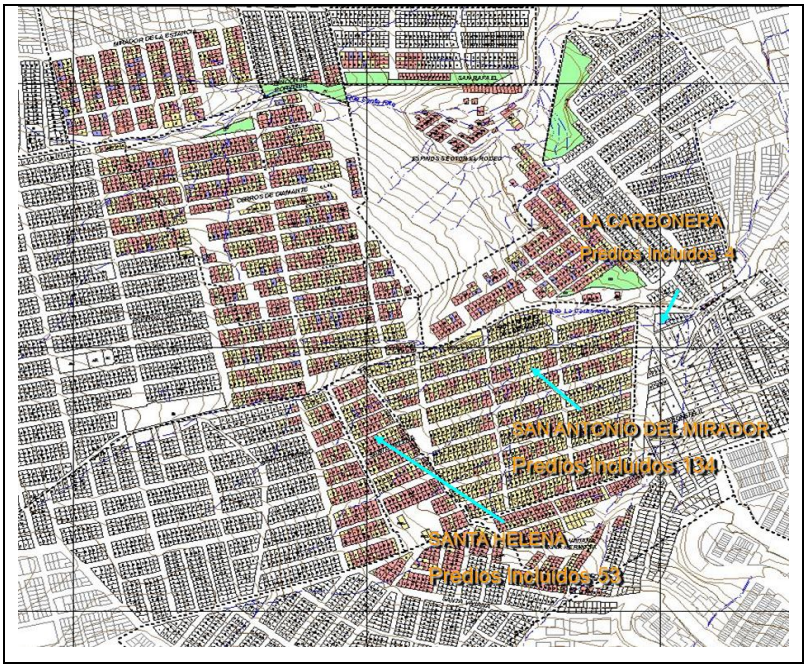


Figura 8. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 2000



Figura 9. Estado de las viviendas año 2000.

A mediados de Agosto de 2001 se presentaron indicios de un nuevo deslizamiento en el barrio Cerro del Diamante, cuyo movimiento destruyó 85 viviendas, y generó la inmediata evacuación de las familias afectadas (Marzo de 2002). A finales de Mayo de 2002 se produjo un incremento importante en la zona inestable, afectando nuevamente a numerosas familias (804 viviendas), produciéndose a partir de este momento un proceso masivo de evacuación de familias.

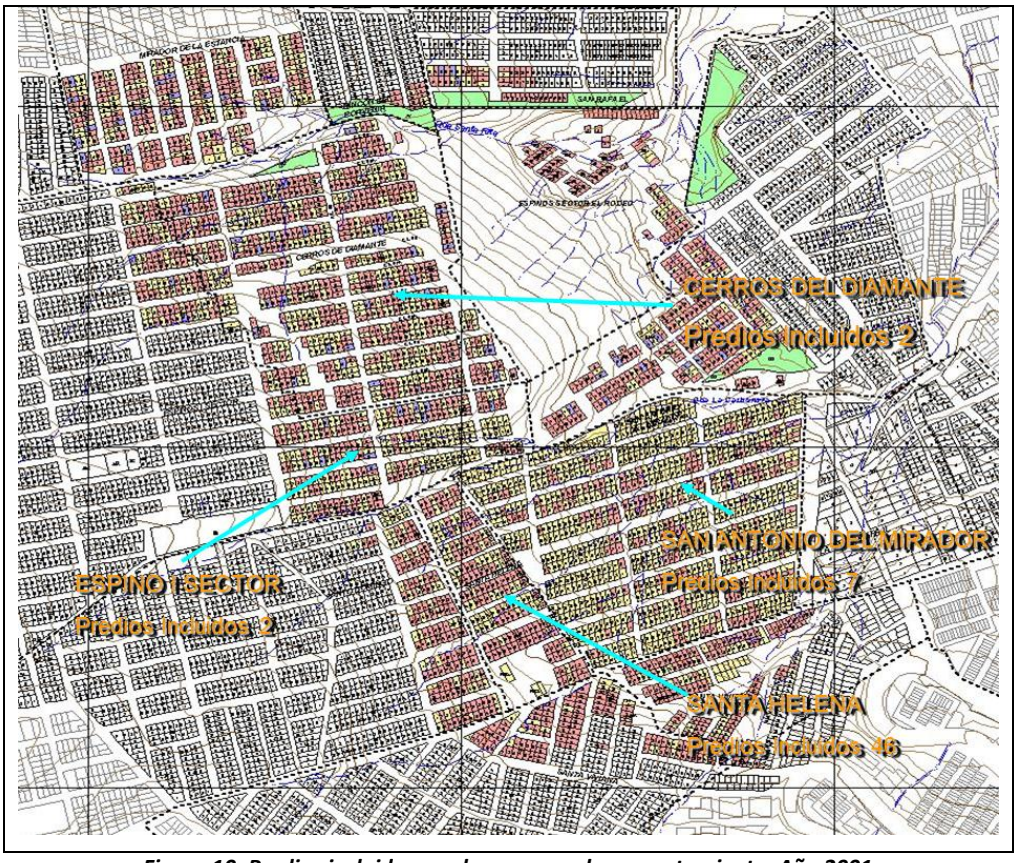


Figura 10. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 2001

En marzo de 2002 la DPAE contrató un equipo de 14 profesionales de las Ciencias Sociales, encargadas de notificar a las familias del proceso de reasentamientos y la evacuación de los predios correspondientes a 804 familias, a través del diligenciamiento del acta de evacuación, y realizando el acompañamiento social por familia en la búsqueda de viviendas en relocalización transitoria.

En Noviembre de 2002 se remitió al Departamento Administrativo de Planeación Distrital, DAPD, hoy Secretaria Distrital de Planeación la delimitación de la Zona de Alto riesgo No Mitigable para ser declarada como Suelo de Protección por Riesgo y los conceptos técnicos de riesgo de los barrios Cerros del Diamante, Espinos I y III Sector para modificar las resoluciones de legalización.

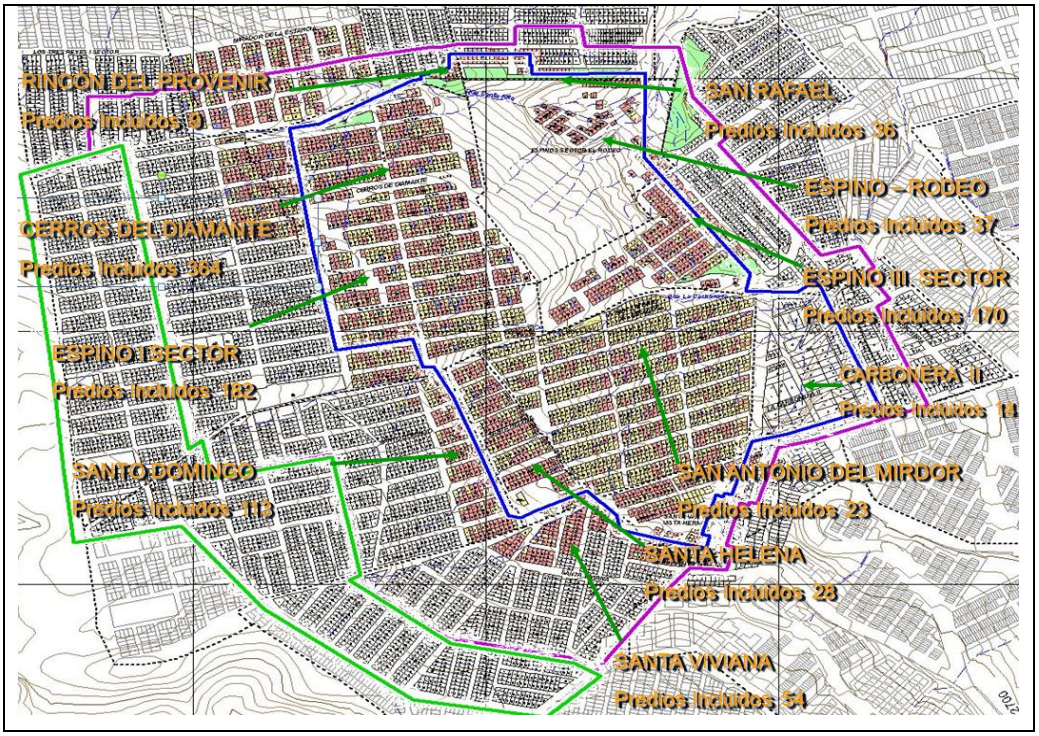


Figura 11. Predios incluidos en el programa de reasentamiento. Año 2002



Figura 12. Estado de las viviendas año 2002.

Debido a la dinámica y la evolución del proceso de inestabilidad, el carácter retrogresivo de los deslizamientos, la similitud en su mecanismo de falla y la combinación como causas detonantes o de actividades humanas (actividades mineras y vertimiento incontrolado de aguas), se optó por considerar los deslizamientos de “Cerro del Diamante” y “La Carbonera” como uno solo a fin de establecer un tratamiento igual. Por lo anterior de acuerdo con las recomendaciones del estudio de Ingeominas 2003), el FOPAE, hizo una división del área en tres fases de intervención así:

Fase I: compuesta por los asentamientos Cerros del Diamante, Santa Helena, San Antonio del Mirador, Espino Sector el Rodeo La Carbonera II y Santa Viviana sector Vista Hermosa,

Fase II: compuesta por algunas manzanas de los barrios San Rafael del Alto de la Estancia, Rincón del Porvenir, Mirador de la Estancia, Tres Reyes, Espino I sector, Santo Domingo, Santa Viviana, Santa Viviana sector Vista Hermosa, Carbonera, Espino III sector; los cuales hacen parte del polígono declarado en alto riesgo no mitigable debido a que las obras para el control del deslizamiento no se consideran viables desde el punto de vista técnico y económico. Esta división se hizo con fin de adoptar oportunamente las medidas necesarias para salvaguardar la vida de los habitantes del sector; mediante la evaluación técnica de la vivienda y de la evolución del fenómeno de inestabilidad, en la cual se determina si la vivienda se ve comprometida en el corto plazo e identificando el cambio de prioridad de atención en el programa y la necesidad de los predios que requieren ser evacuados definitivamente,

Fase III: polígono declarado Zona de Tratamiento Especial por Riesgo, compuesto por algunas manzanas de los barrios Espino I sector, Santa Viviana y Santo Domingo con el fin de ver la evolución y tendencia general de esta franja.

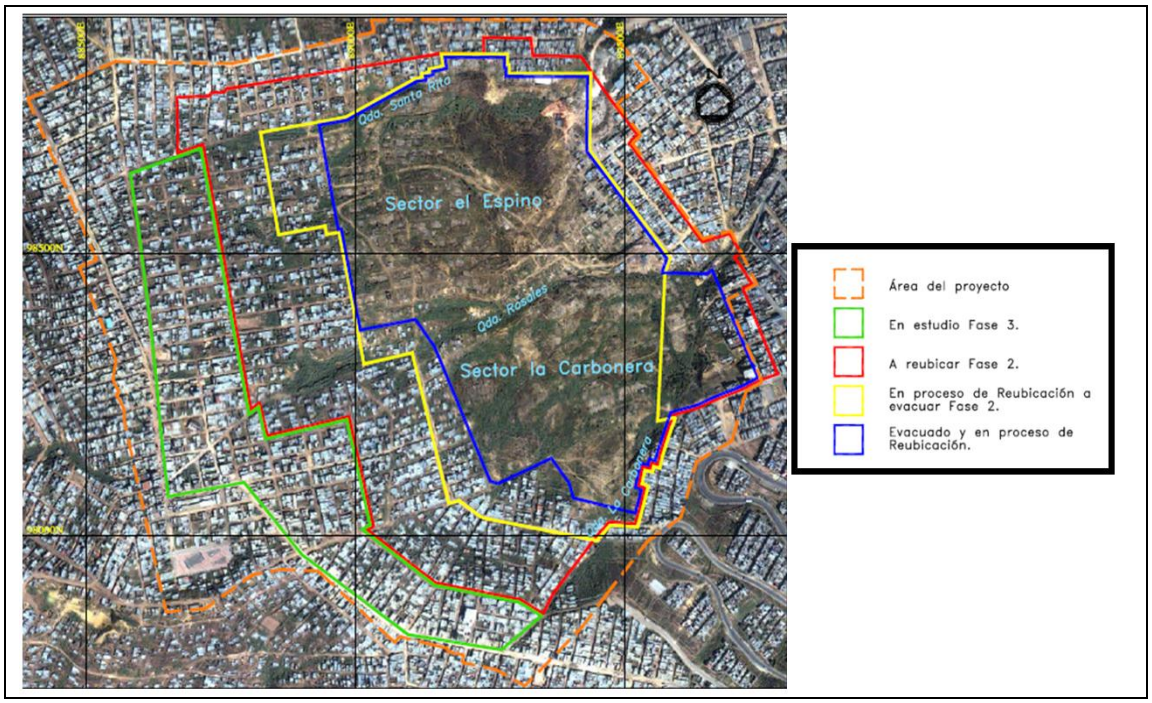


Figura 13. División del Sector Altos de la Estancia, definido por la DPAE para la reubicación de la población (Tomado del Plan de Acción para la mitigación y rehabilitación del sector altos de la estancia – FOPAE, 2005).

En virtud de estas tres fases de intervención (Fase I, Fase II y Fase III); se emiten los conceptos técnicos para la Fase I (Cerro del Diamante, Espino sector el Rodeo, San Rafael, Rincón del Porvenir, Santa Helena, San Antonio del Mirador, Santa Viviana sector Vista Hermosa y La Carbonera II) y Fase II (Santa Viviana, Santa Viviana sector Vista Hermosa, Santo Domingo, Espino I sector, Espino III sector, Carbonera, Carbonera II, San Rafael del Alto de la Estancia, Rincón del Porvenir, Mirador de la Estancia, Tres Reyes Primera Etapa) y Fase III (Espino I sector, Santo Domingo y Santa Viviana), con el fin de que fueran plasmados en los instrumentos de gestión y reglamentación del uso del suelo.

Mediante la Resolución 436 de 13 de agosto de 2004, la SDP declaró como Suelos de Protección por Riesgo Alto No Mitigable un área que involucra los barrios San Antonio del Mirador, Cerro Diamante, Santa Helena, Espino Sector el Rodeo y parte de los barrios Espino III sector, Carbonera I y II, Santa Viviana sector Vista Hermosa, Santa Viviana, Santo Domingo, Espino I sector, Tres Reyes, Mirador de la Estancia, Rincón del Porvenir y San Rafael Altos de la Estancia UPZ 69 – Ismael Perdomo de la Localidad de Ciudad Bolívar.

En Agosto de 2005 se emite el concepto técnico No. 4222 para el barrio Rincón del Porvenir y 4221 para el barrio San Rafael del Alto de la Estancia dada la dinámica y evolución del proceso de

inestabilidad en estos sectores y teniendo en cuenta las recomendaciones del Estudio de Georiesgos 2004.

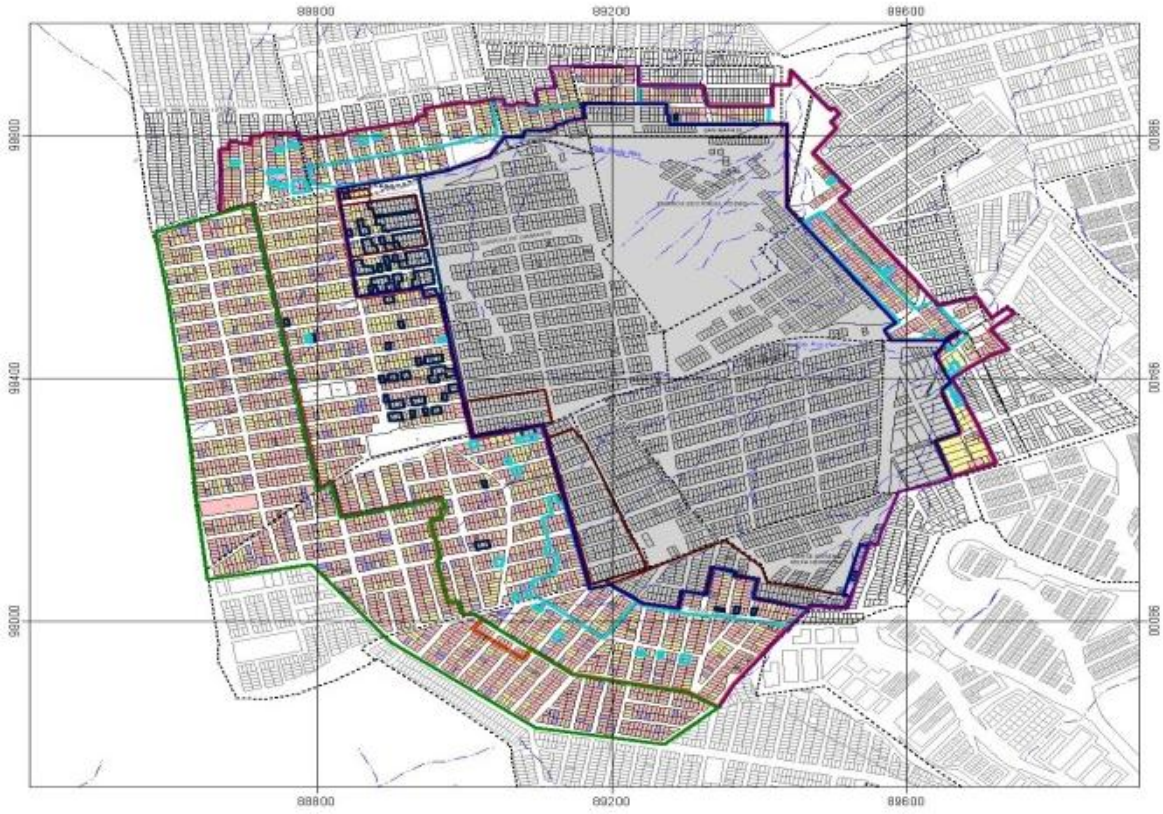


Figura 14. Ampliación del polígono según concepto técnico



Figura 15. Vista general Barrio San Rafael. Año 2005

En septiembre de 2005 se emite el concepto técnico 4225, el cual reemplaza los conceptos 3896, 3904 y 3903 de 2003 correspondientes a los desarrollos Espino I Sector, Santo Domingo y Santa Viviana respectivamente y más específicamente orientado a definir la condición de lo que en tales conceptos se denominó como "Fase 3" en virtud de los resultados del estudio realizado por la firma de Consultoría Ingeniería y Georiesgos.

En Abril de 2006, se reactivan los procesos de inestabilidad a la altura de los barrios el Espino I sector y Santo Domingo incluidos en la Fase II. Por tal motivo se recomendó la evacuación definitiva de las manzanas 43,44,45 del barrio Espino I sector y las manzanas 40, 41, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 del barrio Santo Domingo.



Figura 16. Estado de la grieta Abril 17 de 2006



Figura 17. Estado de la grieta Mayo 5 de 2006

De otro modo, en Junio de 2006, las Juntas de Acción Comunal de algunos barrios afectados, instauraron la Acción de Tutela No. 041 de 2006 cuyo fallo definitivo ordenó a la DPAE, en forma conjunta y solidaria con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, *pongan a disposición de inmediato material humano y operativo para que inicie las obras tendientes a erradicar definitivamente las irregularidades que se presentan en los barrios tres Reyes, Espino, Santo Domingo, Santa Viviana , Mirador, San Rafael, Rincón del Porvenir, Porvenir de la Estancia II, Altos de la estancia. Respecto a las filtraciones subterráneas, aguas estancadas y deslizamiento de tierras, para que se proceda a estabilizar el terreno y conjuntamente instalar en forma adecuada y en su totalidad el sistema de acueducto y alcantarillado que requieren con urgencia, y que es lo que ha ocasionado estos desastres, conforme a las recomendaciones del perito oficial Arquitecto, que conoció del asunto, sin que en ningún caso, se excusen en que la iniciación de las obras, prenda o se someta a disponibilidad presupuestal, pues es asunto de su competencia, buscar de qué forma obtienen dichos recursos; así mismo, el tiempo que requieran para llevar a cabo dichas labores debe ser el necesario y prudencial para este tipo de obras, sin dilaciones injustificadas, so pena de*

desacato. Para tal efecto se nombrará una Comisión institucional, con los miembros de la Junta de Acción comunal de los barrios afectado, para la inspección y vigilancia de las obras, además del informe de su gestión que debe rendir las entidades demandadas al juzgado de conocimiento de esta tutela..."

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

Así mismo, para esta época junio de 2006 se inicia el "Sistema de monitoreo y alerta temprana por deslizamientos e inundaciones para las áreas seleccionadas en Bogotá Distrito Capital y el Municipio de Soacha, en la República de Colombia", financiado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), quien para el desarrollo del proyecto contrató a la firma PacificConsultants Internacional en asociación con OYO Internacional Corporation y como caso piloto se seleccionó el sector de Altos de la Estancia para el monitoreo de deslizamientos.

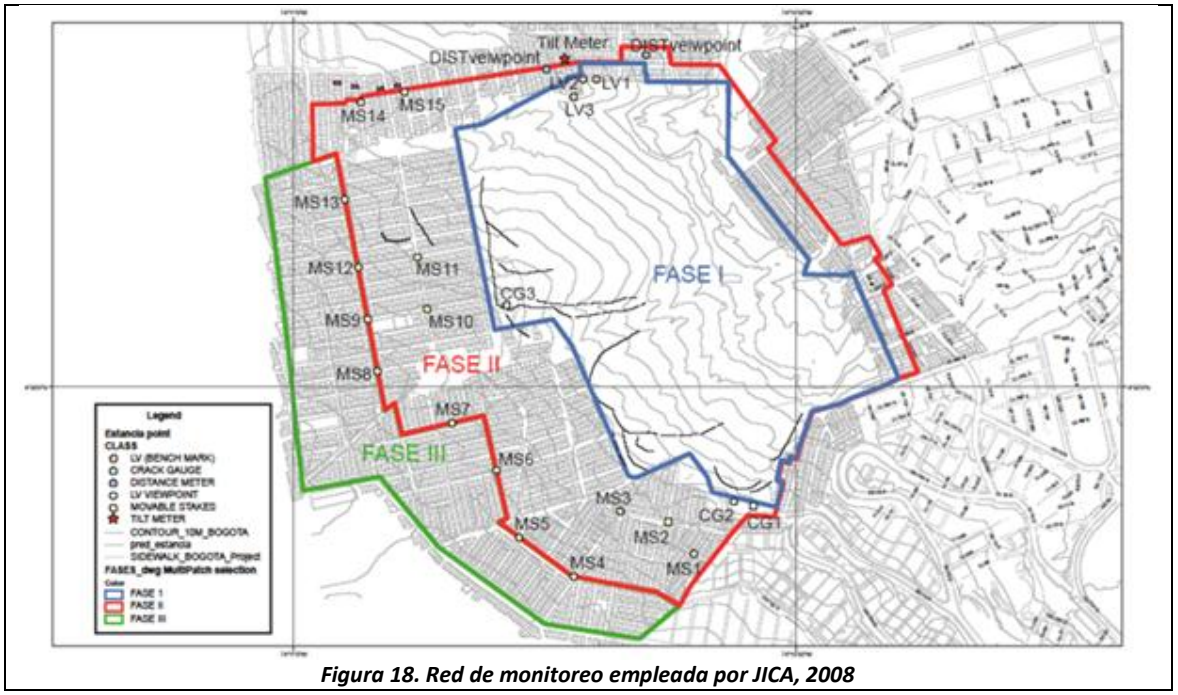


Figura 18. Red de monitoreo empleada por JICA, 2008

Posteriormente, mediante el Decreto Distrital 078 de 2006 ¨Por el cual se reglamenta la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) 69 Ismael Perdomo" se modifica el área de suelo de protección por alto

riesgo no mitigable para los barrios San Rafael del Alto de la Estancia, El Rincón del Porvenir, Espino I Sector, Santo Domingo y Santa Viviana y Altos de la Estancia, mediante los conceptos técnicos 4221, 4222 del 30 de agosto y 4225 del 2005.

En Septiembre de 2006 se socializo y concertó con la Entidades Distritales competentes en la zona una Propuesta de Plan de Acción para la Mitigación de Riesgos y Rehabilitación del sector Altos de La Estancia con el fin de Desarrollar estrategias conjuntas para la mitigación de riesgos, la recuperación y rehabilitación de la zona en un escenario de participación e intervención interinstitucional de acuerdo con sus competencias en el marco del Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias -SDPAE

Para enero de 2007, el FOPAE celebró el Contrato de Consultoría CONS No. 642 de 2007 entre Ingeniería y Georiesgos IGR LTDA y el FOPAE, con el objeto de realizar los términos de referencia para el Diseño y construcción de las Obras de Mitigación requeridas en el Sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar.

En Junio de 2007, el FOPAE emitió el Diagnóstico Técnico No. 3256, el cual recomienda cambiar de prioridad técnica 2 a1 a las familias incluidas en el programa de reasentamiento y evacuar definitivamente hasta que culminen el proceso de reasentamiento a 631familias ubicadas en la Fase II de los barrios Espino I sector, Santo Domingo (Rosales), Santa Viviana, Santa Viviana sector Vista Hermosa, Espino III sector y de 92familias que construyeron sus viviendas posterior al censo del 2003 y que no serán objeto del reasentamiento, con el fin de salvaguardar la vida de los habitantes dadas las condiciones del fenómeno y disponer de los predios para la ejecución de las obras de Mitigación requeridas en el Sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar en cumplimiento a la Acción de Tutela 041 de 2006.

En Septiembre 7 de 2007 mediante la Resolución 112 se adjudicó el Contrato CONS 410 de 2007 al ”Consorcio Altos de la Estancia” para la ejecución del Estudio para la Elaboración de Diseños Detallados, presupuesto y especificaciones técnicas para la construcción de obras de mitigación de riesgos en el sector Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C., con una duración de cuatro meses, con base en los planteamientos presentados en el estudio realizado por IGR 2004, por el cual se considera que las alternativas de solución conllevarían la implementación de un sistema de contención tipo anclajes, elementos verticales anclados, pantallas en concreto reforzado, pernos, con el fin proteger los diferentes sectores de las inestabilidades.

Estas alternativas se complementarán con obras hidráulicas tales como caissons o pozos drenantes, canales colectores, cunetas, drenes subhorizontales, etc. Adicionalmente y con el propósito de monitorear el comportamiento de estas obras y/o de los sectores inestables, en el

estudio referido se ha recomendado implementar un sistema de instrumentación geotécnica conformada por Inclinómetros, piezómetros y puntos de control.

En el año 2009, se contrata el Monitoreo Geotécnico Especializado en el sector Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C., ejecutado por el Consorcio Altos de la Estancia 2009 (Contrato 755 de 2009), mediante el cual se implementó un sistema de instrumentación geotécnica conformado por 21 Inclinómetros, 15 piezómetros y 17 mojones para un monitoreo topográfico, adicionalmente, se toman como puntos de control topográfico los Inclinómetros y piezómetros mencionados.

De igual forma, se adelantaron campañas de monitoreo estructural a 463 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. Como resultado de las diferentes campañas se identificaron 5 viviendas con índice de año alto (asociados a problemas locales o deficiencias constructivas) y el resto presenta índices de daño medio a bajo.

Finalmente, en el año 2010 la Secretaria Distrital de Planeación emite la Resolución 2199 de 2010, modifica y amplía la Resolución DAPD 436 de 2004 y declara el polígono de Altos de la Estancia como Suelo de Protección por Riesgo, como se delimita en la figura 19.

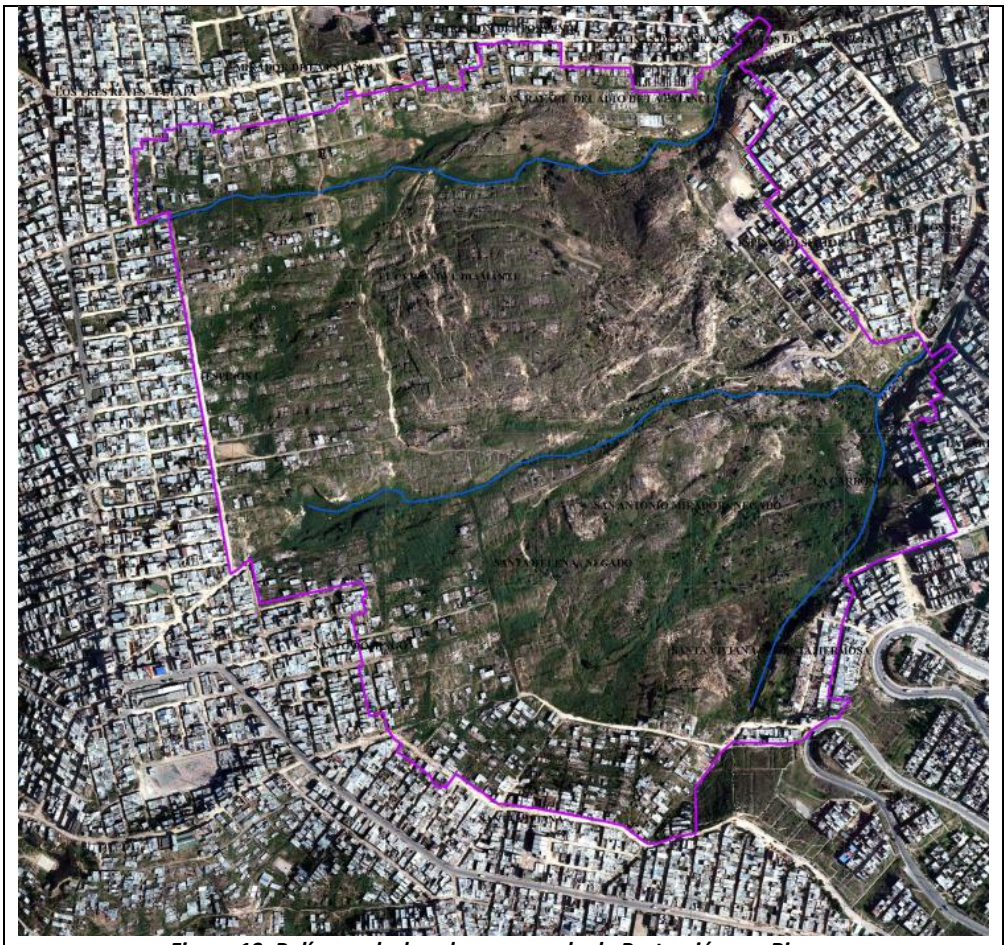
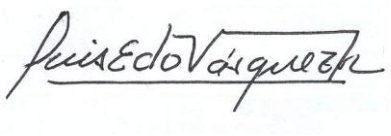
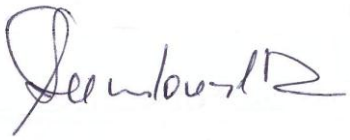


Figura 19. Polígono declarado como suelo de Protección por Riesgo

1.5. PROFESIONALES PARTICIPANTES EN EL MONITOREO

El monitoreo que está siendo ejecutado por CI AMBIENTAL LTDA cuenta con un equipo técnico conformado por expertos en geotecnia, estructuras, geología, SIG, y profesionales de apoyo con experiencia en geotecnia y estructuras, como se relaciona en la Tabla No 1.

Tabla 1. Equipo profesional consultoría 363 de 2011

PROFESIONAL	CARGO	FIRMA
Carlos Iván Gutiérrez	Especialista en Geotecnia	
Luis Eduardo Vásquez	Geólogo	
Alexander Gómez	Especialista en Estructuras	
Jesús Sandoval	Experto SIG	
Juan Jacobo Pinilla	Ingeniero Auxiliar 2	
Oscar Iván Galvis	Ingeniero Auxiliar 1	

2. METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología que se implementara para la ejecución del *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*; incluye las siguientes actividades:

- **Levantamiento topográfico:**

El levantamiento topográfico se realizará para un área de 73.5 ha, en donde se incluirá la localización de viviendas, vías, redes de servicios públicos, cajas de alcantarillado, tanques , corrientes de agua, cercado, accidentes topográficos, escarpes principales de los deslizamientos y grietas del terreno, postes (alumbrado y telefónicos), elementos de control existentes en la zona (mojones, piezómetros e Inclinómetros).

- **Socialización del Proyecto con la comunidad:**

La socialización del proyecto a la comunidad de Altos de la Estancia del "Contrato de consultoría 363 de 2011"se realizará por medio de reuniones a nivel de barrio, durante dos jornadas de trabajo con el objeto de socializar el alcance, desarrollo y tiempo de las actividades, para que la comunidad se apropie y se genere corresponsabilidad.

- **Recopilación y procesamiento de información existente:**

Se realizará a partir de la recopilación y análisis de la información disponible como estudios y monitoreo anteriores en el sector; y en general toda la información que se considere representativa para el objeto de monitoreo (topografía, identificación y seguimiento de procesos, instrumentación y análisis de estabilidad), así mismo información documental de tipo cartográfico, fotográfico, imágenes satélites y registros climáticos.

- **Evaluación de las condiciones del Proyecto**

Para la evaluación del proyecto se realizará una revisión general del estado actual del sector denominado Altos de la Estancia y las viviendas de la zona periférica, considerando los estudios de monitoreo y mitigación realizados en el sector. Esta evaluación se formalizará mediante una visita técnica por el equipo de CI AMBIENTAL en compañía del FOPAE el día 5 de julio de 2011.

- **Sectorización del área de estudio**

Para llevar a cabo el monitoreo, el área de estudio se dividirá en sectores de comportamiento homogéneo de estabilidad, según sus características geológicas, geotécnicas y de movimientos en el pasado. Como guía para la delimitación de los sectores se partirá de la zonificación realizada en 2004 por la firma IGR Ltda.y la efectuada por el Consorcio Altos de la Estancia 2009, actualizada y revisada por esta Consultoría con base en las visitas técnicas al sector.

- **Instalación de instrumentación**

Se implementará un sistema de instrumentación geotécnica conformada por 6 Inclinómetro – piezómetros, 28 mojones para monitoreo topográfico y 10 extensómetros de estacas, adicionalmente se tomaran como puntos de control topográfico los Inclinómetros y piezómetros existentes e instalados por la presente consultoría para un total de 62 puntos de control.

- **Campañas de control topográfico**

Las campañas de control topográfico consistirán en la ejecución de altimetría y planimetría de cada uno de los puntos de control, para detectar movimientos en cualquier sentido, para lo cual se realizarán campañas quincenales, para un total de veintidós (22) campañas con un GPS satelital de doble frecuencia, el equipo PROMARK 100 marca ASTECH. La nivelación de cada punto de control se realizará con precisión milimétrica con distancias de lectura no mayores a 100,0 m y dos (2) medidas como mínimo.

- **Campañas de seguimiento y levantamiento de procesos**

Con el fin de realizar un adecuado seguimiento de los procesos de inestabilidad presentes en el sector, se realizará la identificación y seguimiento de nuevos procesos, así como de aspectos morfométricos (grietas, elevaciones de terreno, entre otros) que permitieron establecer nuevos procesos. De igual forma, se realizará el seguimiento a los procesos y aspectos morfométricos identificados en las anteriores consultorías.

El seguimiento a los procesos de inestabilidad y los indicios morfométricos se realizará mensualmente apoyados en las campañas quincenales topográficas de seguimiento de mojones localizados en los escarpes y/o grietas. Adicional a esto, se instalaran 10 extensómetros de estacas los cuales servirán para determinar el avance de abertura de las grietas monitoreadas.

De igual forma y con el fin de llevar un seguimiento Topográfico de los procesos, se llevara un registro fotográfico desde 6 estaciones definidas en el sector.

- **Campaña de lectura de Inclinómetro – Piezómetros**

Para la medición y control de los desplazamientos de los deslizamientos en La Carbonera y en El Espino, se realizará una lectura quincenal de la instrumentación existente e instalada por CI AMBIENTAL. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Instrumentación seguimiento Geotécnico

INSTRUMENTOS	ENTIDAD
I-1	FOPAE
I-4	FOPAE
I-5	FOPAE
I-6	FOPAE
I-9	FOPAE
I-10	FOPAE
I-11	FOPAE
I-14	FOPAE
I-16	FOPAE
I-17	FOPAE
I-19	FOPAE
I-20	FOPAE
I-21	FOPAE
P-01	FOPAE
P-02	FOPAE
P-03	FOPAE
P-07	FOPAE
P-08	FOPAE
P-09	FOPAE
P-11	FOPAE
P-14	FOPAE
P-15	FOPAE
IP-1	CI AMBIENTAL
IP-2	CI AMBIENTAL
IP-3	CI AMBIENTAL
IP-4	CI AMBIENTAL
IP-5	CI AMBIENTAL
IP-6	CI AMBIENTAL

- **Análisis de estabilidad de laderas**

Con base en los estudios básicos (geología, geomorfología, hidrogeología), la topografía del terreno, los resultados de la exploración de campo y la información de otros estudios, se elaborara un modelo geológico-geotécnico para cada sector (La Carbonera y El Espino) representado por

secciones típicas de cada uno. Sobre este modelo se realizaran análisis de estabilidad de taludes para la condición actual del terreno y para varios escenarios de nivel de agua subterránea y fuerza sísmica.

- **Campañas de control estructural**

La campañas de control estructural se realizará a un grupo de 215 viviendas ubicadas en la zona periférica del polígono denominado Altos de la Estancia, definidas previamente por el FOPAE, con el fin de determinar la evaluación de los daños y establecer el nivel de riesgo permisible, de acuerdo con la metodología de Clasificación Global del Riesgo, que tiene en cuenta la estabilidad estructural y del entorno, identificando las viviendas con mayor grado de deterioro. Para dicha evaluación de daños se implementara un formato de campo el cual se diligenciará para cada vivienda a monitorear de forma mensual.

Así mismo, como elementos de control y medición se propone el uso de yeso en las grietas con el fin de medir el avance de las mismas y obtener datos reales relacionados con los daños en términos de agrietamiento e incrementos de estos.

- **Interpretación y Análisis de Resultados**

La interpretación y Análisis de Resultados se realizará dentro de cada uno de los capítulos correspondientes, esto incluye el procesamiento, cálculo, presentación de los registros (datos) e interpretación para la determinación del comportamiento del terreno en el área de proyecto a partir de los registros y análisis obtenidos en el monitoreo (piezómetros, Inclinómetros, control topográfico, medición de grietas del terreno, control estructural de viviendas, entre otros), teniendo en cuenta los modelos geotécnicos del subsuelo, actualización de sectores de comportamiento homogéneo de estabilidad.

El análisis incluye los resultados del seguimiento a la evolución de los procesos de inestabilidad, su avance retrogresivo y los desplazamientos sobre la ladera, determinando la influencia entre éstos y su correlación con el entorno regional.

Adicionalmente, en cada informe de monitoreo se realizará un análisis que incluye la descripción de los agentes detonantes y contribuyentes que generan aceleraciones de los deslizamientos y/o la propagación del área de influencia de los mismos.

- **Sistemas de Alerta y Aviso**

La metodología a implementar para el Sistema de Alerta y Aviso, se desarrollará teniendo como base la metodología establecida en la Consultoría No. 755 de 2009, que permita identificar los sectores que deben ser objeto de evacuación por parte del FOPAE y/o afectación de infraestructura, estableciendo los mecanismos de priorización de acciones inmediatas, así como los procedimientos de aviso para la activación oportuna de los protocolos establecidos con la Supervisión y el FOPAE. El sistema se actualizará de acuerdo con los sectores de comportamiento homogéneo de estabilidad.

Si producto de las actividades (instrumentación, campañas de topografía, seguimiento de procesos de inestabilidad, monitoreo estructural) del monitoreo se dan las condiciones para la emisión de una alerta que adviertan de una posible afectación a población y/o infraestructura, CI AMBIENTAL mediante correo electrónico (en el menor tiempo posible) y posteriormente mediante informe ejecutivo escrito informará de dicha alerta, indicando el sector, causas y las recomendaciones.

3. ACTIVIDADES PRELIMINARES

3.1. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON LA COMUNIDAD

Para el desarrollo de las actividades que hacen parte del presente monitoreo, se hace necesario, la interacción, colaboración y apropiación de la comunidad del sector de Altos de la Estancia del sistema de instrumentación instalada así como de la participación activa del control estructural a las viviendas objeto del mismo. Por lo tanto, se programaron reuniones para socializar el proyecto con la población beneficiada. En estas reuniones se explicó de forma general el objetivo, alcance, las actividades a desarrollar tanto del monitoreo geotécnico, instrumentación y del control estructural. La programación de las reuniones se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Reuniones de socialización realizadas en el Sector

PROGRAMACIÓN REUNIONES CON LA COMUNIDAD DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA					
REUNION	**FECHA**	**LUGAR**	**HORA**	**BARRIOS INVITADOS**	**TOTAL ASISTENTES**
1	16/07/2011	SALON COMUNAL MIRADOR DE LA ESTANCIA Carrera 75 M con Calle 63 A Esquina	9:00 - 10:00	SAN RAFAEL MIRADOR RINCON DEL PORVENIR	19
2	16/07/2011	SALON COMUNAL MIRADOR DE LA ESTANCIA Carrera 75 M con Calle 63 A Esquina	10:00 - 11:00	ESPINO 1 SECTOR TRES REYES	10
3	23/07/2011	COLEGIO DIDASCALIO Carrera 74H 76C-25, barrio Santa Viviana	9:00 - 10:00	SANTA VIVIANA SANTA VIVIANA VISTA HERMOSA SANTO DOMINGO	11
4	23/07/2011	COLEGIO DIDASCALIO Carrera 74H 76C-25, barrio Santa Viviana	10:30 - 11:30	CARBONERA CARBONERA II	3

Estas reuniones contaron con la presencia de personal profesional por parte del FOPAE y profesional técnico de CI AMBIENTAL. Mediante la presentación realizada (Ver anexo 1. Presentación comunidad) para cada uno de los barrios, se les informó los predios objeto de monitoreo estructural. Ver anexo 2. Actas del contrato.



Figura 20.Reunión con la comunidad 23 de julio de 2011

3.2. RECOPILACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Para dar inicio con el objeto del monitoreo y a fin de contextualizar la problemática las actividades a realizar, fue necesario hacer una recopilación de información de estudios técnicos adelantados por el FOPAE, en cumplimiento de su misión y debido al impacto generado sobre la población. Estos estudios desarrollados en el sector han tenido diferente alcance como zonificación de amenaza, evaluación de riesgo y monitoreos de instrumentación (extensómetros, Inclinómetros, piezómetros, mojones) instalados en el sector de Altos de la Estancia, tal y como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Estudios realizados en el sector Altos de la Estancia

No	AÑO ESTUDIO	OBJETO	CONSULTOR	OBSERVACIONES
1	1998	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL BARRIO SAN RAFAEL. LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR. (SANTAFÉ DE BOGOTÁ)	URBANIZACIÓN SAN RAFAEL	De este estudio se recomienda de acuerdo con la sectorización llevada a cabo, intentar recuperar mediante revegetalización con especies arbustivas como el retamo, No construir ni utilizar como equipamiento urbano la parte basal. Priorización de zonas de alto riesgo, mediante la definición de posibles métodos de estabilización de los taludes.
2	1999	ESTUDIO GEOTÉCNICO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIAR LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LAS QUEBRADAS SANTO DOMINGO (ROSALES) Y SANTA RITA, BARRIO EL ESPINO.	CONSORCIO CIVILES LTDA - HIDROCONSULTA LTDA	El resultado del estudio es la zonificación por niveles de amenaza, riesgo y vulnerabilidad; donde el 80% posee amenaza y riesgo alto. Se realiza un planteamiento de obras, que incluyen manejo de drenaje superficial, reconformación de materiales, paisajismo y urbanismo. Para este estudio se efectuaron dos sondeos mecánicos de 3.4 m y 6.65 m de profundidad. con ellos se caracterizó un perfil compuesto por un relleno heterogéneo hasta una profundidad máxima de 6.5m.
3	1999	ESTUDIO GEOTÉCNICO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑO DETALLADOS: DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR LA CUENCA DE LA QUEBRADA LA CARBONERA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR	INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA - INGENIEROS CONSULTORES	Se concentró en el sector de La Carbonera y se basó principalmente en proponer medidas de estabilización del sector. Para este estudio se efectuaron 7 perforaciones entre 3.50 y 12 m y 31 trincheras desde 1.3 m de longitud hasta 5.80 m.
4	2000	DISEÑO E INSTRUMENTACIÓN PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL DESLIZAMIENTO EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA CARBONERA.	INGEMÉTRICA	En este estudio se incluyeron 15 mojones de concreto, 60 puntos en viviendas, 25 puntos en postes, muros, drenajes y vías, 4 Inclinómetros y 5 piezómetros. Se adelantaron 21 campañas de monitoreo topográfico realizadas cada 15 días entre los meses de enero y julio de 2000, 25 campañas semanales de control mediante Inclinómetros y piezómetros, 15 campañas de control realizadas sobre el agrietamiento de la viviendas. A partir de los resultados obtenidos en el monitoreo, se pudo zonificar el área dependiendo de la magnitud de los desplazamientos y manifestaciones visibles de los agrietamientos.
5	2001	DISEÑO, INSTALACIÓN Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN PARA ZONAS INESTABLES EN EL ESPINO - CIUDAD BOLIVAR	GEOTECNIA & CIMENTACIONES	Este estudio fue realizado para el sector El Espino. Consistió en la ejecución de 7 campañas de monitoreo: control topográfico, Inclinómetros y piezómetros, control estructural de viviendas y evaluación geológica y geotécnica.

6	2002	MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL DESLIZAMIENTO QUE AFECTA A LOS BARRIOS SAN ANTONIO DEL MIRADOR, SANTA HELENA, SANTA VIVIANA VISTA HERMOSA, SANTO DOMINGO Y LA CARBONERA	GEOTECNIA & CIMENTACIONES	Monitoreo y seguimiento al deslizamiento ocurrido en el sector comprendido entre la quebradas La Carbonera y Rosales. Los elementos monitoreados correspondieron a puntos de control topográfico, puntos de control sobre viviendas, secciones topográficas, piezómetros, extensómetros e Inclinómetros y el control estructural de algunas viviendas. Con base en los resultados se establecieron tres bloques estructurales localizados al nororiente, suroriente y occidente de la zona de estudio.
7	2003	ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTO PARA LOS BARRIOS EL ESPINO Y CERRO DEL DIAMANTE, E INSTALACIÓN Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA.	INGEOMINAS	Para este estudio se efectuaron 11 perforaciones entre 20 y 40m, obteniendo los parámetros de resistencia de los materiales. Se instaló la siguiente instrumentación: 25 mojones ubicados en forma de red y 8 mojones de referencia instalados en Abril de 2002 y 40 mojones adicionales instalados en Diciembre de 2002 para controlar la influencia del movimiento sobre sectores como el Barrio San Rafael, El Rodeo y El espino III Sector. Se instalaron 8 extensómetros de polea, 9 extensómetros de estacas, 7 Inclinómetros y 4 piezómetros.
8	2003	MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL DESLIZAMIENTO QUE AFECTA LOS BARRIOS SAN ANTONIO DEL MIRADOR, SANTA HELENA, SANTA VIVIANA SECTOR VISTA HERMOSA, SANTO DOMINGO (ROSALES) Y LA CARBONERA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR.	MOYA Y GARCÍA LTDA	Este estudio consistió en la observación y medición de la evolución del deslizamiento y su influencia sobre las viviendas del sector. Incluyó el seguimiento al deslizamiento, la evaluación de daños en un grupo representativo de viviendas para establecer el nivel de riesgo permisible, el establecimiento de un sistema de alarma para priorizar los sectores que deben ser objeto del evacuación o reubicación de familias y afinar el modelo geotécnico, incorporado la información obtenida a partir de los resultados de la instrumentación.
9	2004	MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LOS DESLIZAMIENTOS ACTIVOS QUE AFECTAN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, BOGOTA D.C	INGENIERIA Y GEORIESGOS	Se instalaron 10 extensómetros de estacas en el sector de La Carbonera y 15 en El Espino monitoreados semanalmente. A partir del monitoreo de los extensómetros en La Carbonera se concluyó que el flanco izquierdo era muy activo. Las tasas de movimiento en este sector presentaron valores máximos entre 15 y 20 cm/día. En El Espino se concluyó respecto al monitoreo de los extensómetros, que la grieta principal en el costado sur fue más activa que en el costado norte. Las tasas de movimiento en este sector presentaron valore máximos de hasta 20cm/día. zonificación de unidades básicas. Se monitorearon 4 Inclinómetros en el sector de La Carbonera y 7 en El espino, monitoreados mensualmente. En el sector La Carbonera se monitorearon 49 mojones y 23 niveletas, y en el sector de El Espino 60 mojones y no se monitorearon niveletas. Con base en los resultados del monitoreo topográfico se determinaron los sectores de movimiento en el sector. Se realizó la zonificaicóngeotecnica del sector.

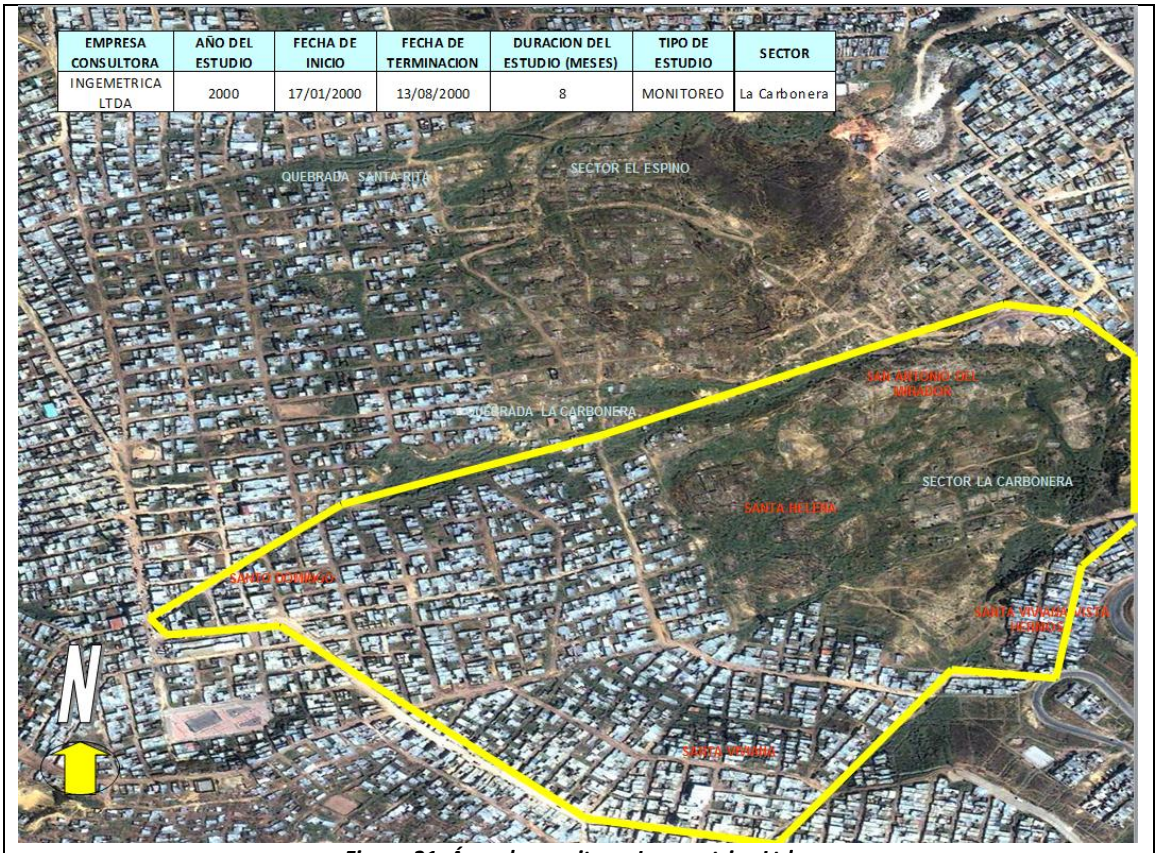
10	2003	ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCIÓN EN MASA, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL EN EL BARRIO SAN RAFAEL, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C	UNION TEMPORAL KANYU	La fuente de amenaza sobre el Barrio San Rafael es la caída de bloques inducida por el levantamiento, cuyo origen, como lo muestra el modelo geológico está en el deslizamiento de El Diamante - El Espino. A la fecha de elaboración del presente estudio, FOPAE ya ha iniciado el programa de reubicación de familias. El consultor recomienda reubicar los predios que aún permanecen habitados de las Manzanas 2 a 6 e inclusive las Manzanas ubicadas justo al norte de la Manzana 5 y justo al este de la Manzana 6.
11	2004	MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LOS DESLIZAMIENTOS ACTIVOS QUE AFECTAN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, BOGOTA D.C	GEOTECNIA & CIMENTACIONES	En el presente estudio se recomendó continuar con el monitoreo al área del sector de Santa Viviana en donde se ha reactivado el deslizamiento posterior a las obras de reconformación de la ladera, que pueden llegar a afectar las viviendas cercanas y el acceso al barrio. El control topográfico deberá encaminar a sectores particulares mediante el levantamiento de secciones detallando cambios morfométricos que puedan ser comparados en el tiempo superponiendo dichas secciones. Los sectores recomendados son el barrio Mirador de La Estancia en sentido norte - sur en donde se presenta cierta orientación de grietas en algunas viviendas del barrio, otra sección diagonal en dirección suroccidente - nororiente desde la parte alta del barrio El Espino pasando por el cerro El Diamante y atravesando el sector del levantamiento frente al barrio Rincón del Porvenir.
12	2004	ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN LA CIDUDAD DE BOGOTÁ, D.C	INGENIERIA Y GEORIESGOS	Los análisis realizados muestran que la pérdida de resistencia de los materiales arcillosos en los primeros metros del subsuelo, causan que toda la masa del sector del deslizamiento del Espino trate de desplazarse ladera abajo, sin embargo al encontrar el talud de la margen izquierda de la quebrada Santa Rita esta trata de levantarse y causa grandes esfuerzos que comprimen la más del suelo y producen levantamientos de la parte posterior del talud de la quebrada. Se concluyó que las medidas más adecuadas son obras de manejo de agua (drenes y cunetas) para el sector de la Carbonera, con lo que se mitigan los niveles de amenaza. Por otra parte, en el sector el Espino se recomienda la construcción de anclajes y drenes.
13	2005	ESCENARIOS DE RIESGO Y PÉRDIDAS POR TERREMOTO PARA BOGOTÁ D.C	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	La evaluación de riesgo se llevó a cabo mediante la conjunción de los escenarios de amenaza establecidos con las funciones de vulnerabilidad definidas para los diferentes componentes de la infraestructura relacionados. Para cada uno de los escenarios definidos se evalúan porcentajes de daños esperados en cada uno de los elementos de la infraestructura establecidos.

14	2007	DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFÍCCIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS REQUERIDAS EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.	CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2007	En este estudio se diseñaron las obras de mitigación de la zona de estudio correspondiente al sector de la Carbonera y de El espino. Para el planteamiento de las obras de mitigación tanto geotécnicas como hidráulicas, se realizaron análisis para la condición actual del terreno y para varios escenarios de nivel de agua y sismo. Con base en estos análisis de estabilidad, se evaluaron distintas alternativas teniendo como criterios generales los escenarios y factores de seguridad establecidos en la Resolución 227 de 2006 de la DPAE. Como medidas de mitigación se proponente 4 alternativas.
15	2008	ESTUDIO SOBRE SISTEMAS DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REÚBLICA DE COLOMBIA	AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN - JICA	El propósito del monitoreo como el proyecto piloto fue que las áreas residenciales consideradas como seguras estuvieran aún en condición de seguridad, y si surgiera cualquier duda por medio del monitoreo, las áreas debían ser reconsideradas. Las áreas objetivo del monitoreo fueron el área residencia, área de la Fase III y las áreas fuera del área de deslizamiento).
16	2010	MONITOREO GEOTECNICO ESPECIALIZADO EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, EN BOGOTA D.C	CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009	Se recomienda en el estudio realizar un estudio al sector bajo del deslizamiento de la Carbonera, que incluya por lo menos, topografía actualizada, exploración del subsuelo, ensayos de laboratorio, y el análisis y evaluación geológica, geotécnica, hidráulica y estructural del problema, lo que permitirá definir el tipo de movimiento, los parámetros geomecánicos y los respectivos diseños que reduzcan el riesgo actual y eviten la posibilidad de un avance retrogresivo del movimiento.

Como información puntual teniendo en cuenta el alcance de este monitoreo se consideró importante detallar los monitoreos realizados en el área, con el fin de hacer una recopilación del seguimiento y poder tener puntos de encuentro en los análisis realizados a los procesos presentados en el sector, lo cuales se mencionan a continuación:

3.2.1. IngemétricaLtda, 2000

Mediante el contrato CCS-547/99 la firma IngemétricaLtda, elabora el diseño de instrumentación para el monitoreo del deslizamiento de la cuenca de la quebrada La Carbonera.



EMPRESA CONSULTORA	AÑO DEL ESTUDIO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION	DURACION DEL ESTUDIO (MESES)	TIPO DE ESTUDIO	SECTOR
INGEMETRICA LTDA	2000	17/01/2000	13/08/2000	8	MONITOREO	La Carbonera

Figura 21. Área de monitoreoIngemetrica Ltda.

La instrumentación diseñada incluyó 15 mojones en concreto, 60 puntos en viviendas, 25 puntos en: postes, muros, drenajes y vías, 4 Inclinómetros y 5 piezómetros.

El presente monitoreo incluyo las siguientes actividades:

- 12 campañas de monitoreo topográfico realizadas quincenalmente.
- 25 campañas de monitoreo de Inclinómetros y Piezómetros con frecuencia semanal.
- 15 campañas de control estructural realizadas quincenalmente.

De los monitoreos se concluyó lo siguiente:

Campañas Topográficas:

- Todos los puntos materializados en el área del deslizamiento registraron desplazamientos grandes y los puntos ubicados en el resto de la zona no presentaron movimientos de gran magnitud a excepción de algunos localizados sobre rellenos conformados por la misma comunidad.

- En los primeros 45 días de monitoreo no se registraron movimientos considerables en la zona, a comienzos del mes de marzo se presentó el primer movimiento brusco del terreno y en el mes de abril estos movimientos se aceleraron alcanzando valores hasta de 65 cm en 15 días. En las últimas tres campañas ejecutadas, el deslizamiento se mantuvo activo con valores significativos.

- Con los valores de desplazamiento obtenidos durante el monitoreo se establecieron tres zonas: La primera comprende el barrio de San Antonio del Mirador limita por el Norte con la quebrada Los Rosales, por el Sur y Este con la quebrada La Carbonera y por el Oeste con la vía que divide al barrio Santa Helena del Barrio San Antonio. Una segunda zona que se ha denominado zona de transición, cubre todo el barrio de Santa Helena y parte inferior del barrio Santa Viviana. La tercera zona que se definió comprende el barrio de Santo Domingo y Santa Viviana, esta zona se caracteriza por ser la más densamente poblada, con mayores pendientes y con desplazamientos más bajos.

Campañas de Inclinómetros y Piezómetros:

- El Inclinómetro instalado en la parte media del barrio San Antonio fue destruido por el movimiento a una profundidad de 7 m; mediante control topográfico se determinó la magnitud de desplazamiento, que fue de 166 cm en el sentido horizontal y 91 cm en sentido vertical. Otro de los Inclinómetros presentó una obstrucción a cuatro metros de profundidad.

- Durante el tiempo que se llevó a cabo el monitoreo, el nivel freático no presentó mayores fluctuaciones, este se mantuvo más o menos constante en la mayoría de los piezómetros instalados.

Campañas de control Estructural:

- Las viviendas que se encuentran localizadas en la parte alta de la zona de estudio en los barrios de Santa Viviana y Santo Domingo no presentaron movimiento alguno.

- Como consecuencia del movimiento ocurrido en el barrio de Santa Helena y San Antonio un gran porcentaje de las viviendas fueron afectadas seriamente en sus estructuras notándose grietas en las paredes y abombamiento de las columnas en muchas de las casas.
- Las viviendas que se seleccionaron del barrio San Antonio para el control estructural fueron prácticamente destruidas por el deslizamiento.

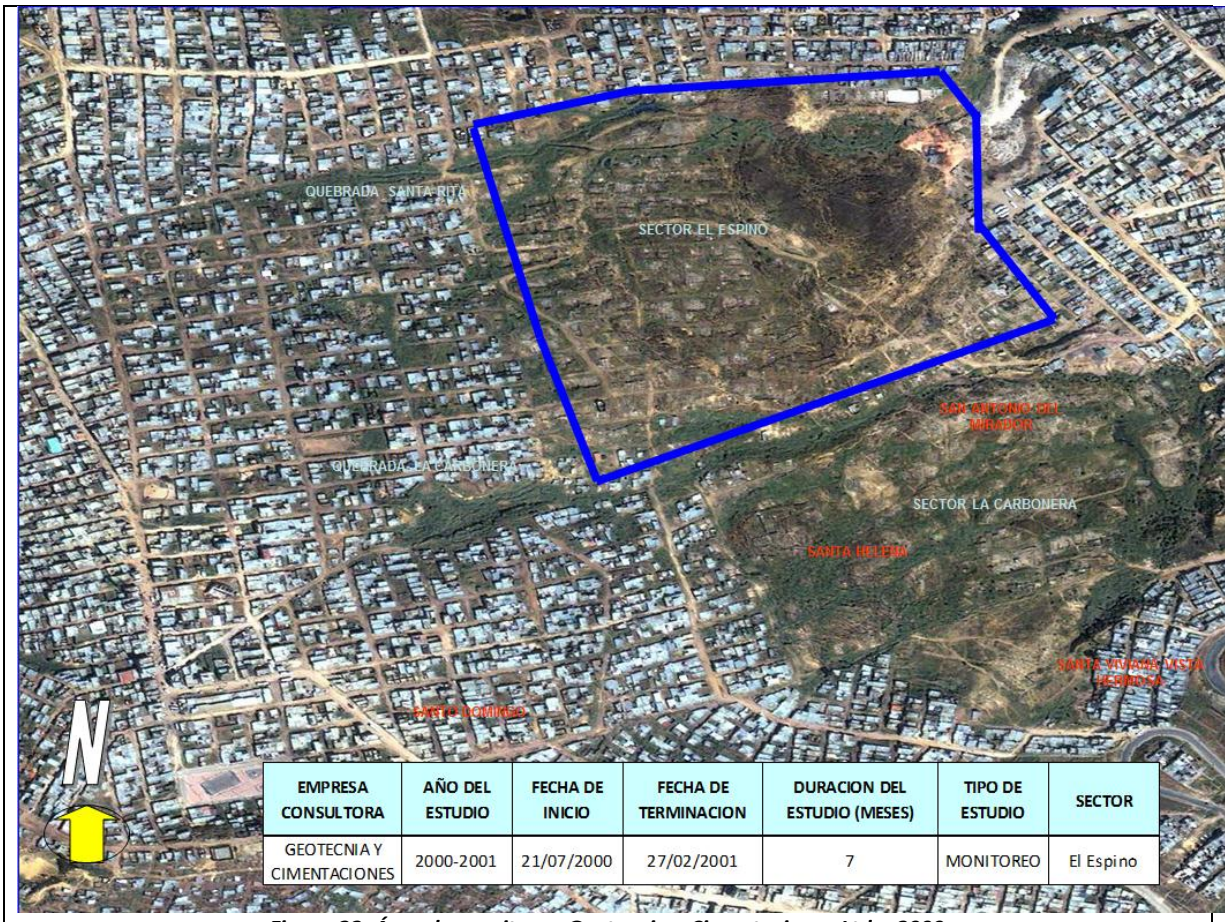
A partir de los resultados obtenidos en el monitoreo, el área puede zonificarse dependiendo de la magnitud de los desplazamientos y manifestaciones visibles de los agrietamientos:

a. Zona inferior: Delimitada por el escarpe visible que se conformó hacia la parte central del terreno, el cual se extiende desde la quebrada La Carbonera hasta la quebrada Los Rosales, en donde el terreno tiene desplazamientos en el sentido de la pendiente del terreno. Hacia la parte baja y lateral el límite está definido por las quebradas mencionadas, las cuales se unen en el extremo más bajo del área. En esta zona se ubican los barrios Mirador, San Antonio y parte baja de Santa Helena. La velocidad de desplazamiento de los puntos de control fue de 13 a 42 cm/mes y los movimientos horizontales fueron hasta de 2.35 m y los asentamientos se encontraron en el rango de 45 cm a 1.00 m.

b. Zona superior: Comprende toda la zona ubicada por encima del escarpe, donde no se aprecian evidencias de movimiento general. El área comprende los barrios Santa Viviana, Santo Domingo y parte superior de Santa Helena.

3.2.2. Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2001

Geotecnia y Cimentaciones Ltda., en 2001 realizó el monitoreo para el sector de El Espino. Este estudio incluyó 7 campañas de monitoreo desde julio de 2000 a enero de 2001. En la figura 22 se observa el área de influencia del presente estudio.



EMPRESA CONSULTORA	AÑO DEL ESTUDIO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION	DURACION DEL ESTUDIO (MESES)	TIPO DE ESTUDIO	SECTOR
GEOTECNIA Y CIMENTACIONES	2000-2001	21/07/2000	27/02/2001	7	MONITOREO	El Espino

Figura 22. Área de monitoreo Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2000

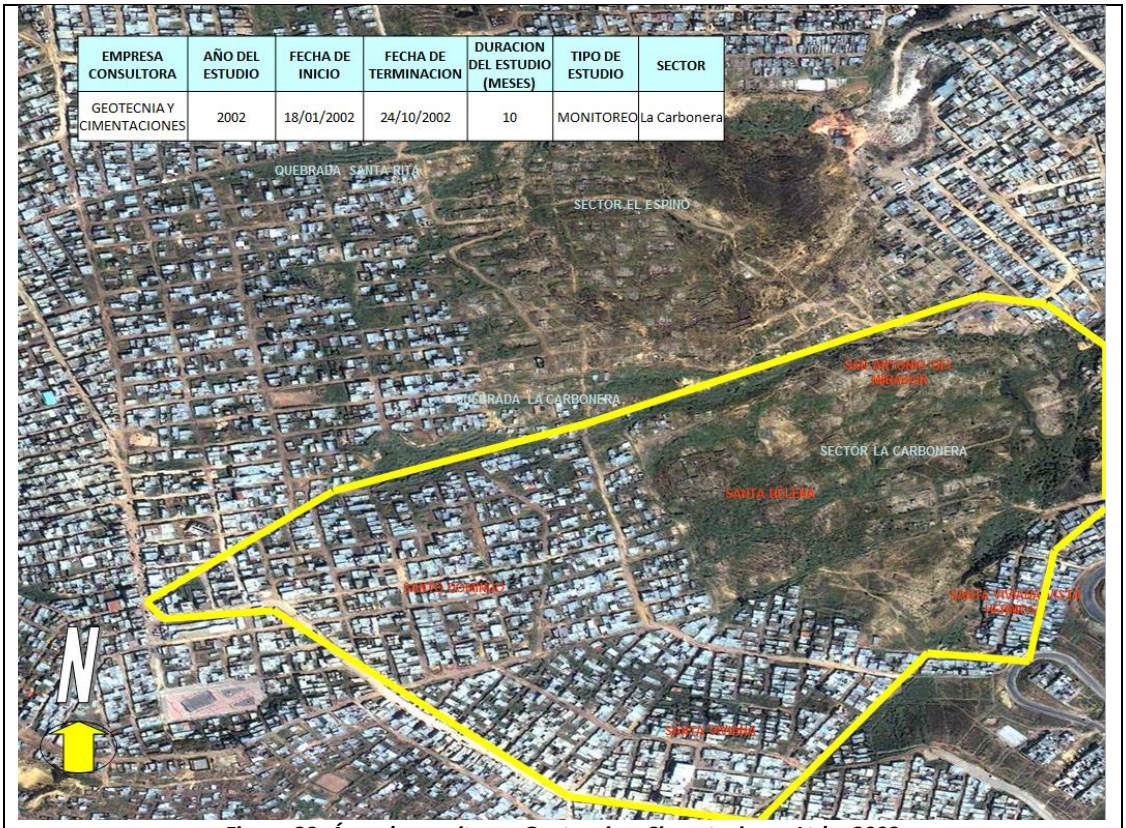
El presente monitoreo incluyo las siguientes actividades:

- Control topográfico (niveletas y puntos de control).
- Campañas de instrumentación geotécnica a Inclinómetros y piezómetros.
- Control estructural en viviendas.
- Evaluación geológica y geotécnica.

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

3.2.3. Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2002

Mediante el contrato CC 359/01 se realizó el monitoreo y seguimiento al deslizamiento ocurrido en el sector comprendido entre las quebradas La Carbonera y Rosales durante los meses de enero y octubre de 2002.



EMPRESA CONSULTORA	AÑO DEL ESTUDIO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION	DURACION DEL ESTUDIO (MESES)	TIPO DE ESTUDIO	SECTOR
GEOTECNIA Y CIMENTACIONES	2002	18/01/2002	24/10/2002	10	MONITOREO	La Carbonera

Figura 23. Área de monitoreo Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2002

El presente monitoreo incluyó las siguientes actividades:

- Campañas de monitoreo topográfico.
- Campañas de monitoreo a puntos de control sobre viviendas.
- Campañas de control Estructural.
- Campañas de monitoreo a Inclinómetros, Piezómetros y Extensómetros.

Con base en los resultados del monitoreo se establecieron tres bloques estructurales localizados al nororiente, suroriente y occidente de la zona de estudio:

- El Bloque 1, situado dentro de la masa inestable al norte de la zona de estudio en el Barrio Santa Helena y sobre la margen derecha de la quebrada Rosales, ocurrieron los mayores desplazamientos de los puntos de control y extensómetros, con una dirección de movimiento promedio N58E. El bloque 2 presentó desplazamientos de entre 0.12 y 3.2 m, las velocidades de desplazamiento se encontraron en el rango de 62 a 106 cm/mes y se presentaron aumentos en los valores de desplazamiento en los meses de mayo y junio. Al parecer la ocurrencia de movimientos en este bloque está relacionada con la llegada de la temporada de lluvias.

- El Bloque 2, situado dentro de la masa inestable al sur y sobre la margen izquierda de la Quebrada Carbonera, presenta desplazamientos importantes pero de menor magnitud que los del Bloque 1, con dirección de movimiento promedio N31E. El bloque 1 presentó desplazamientos de entre 0.02 y 1.1 m, las velocidades de movimiento en el rango de 17.1 a 35.2 cm/mes y se presentaron aumentos en los valores de desplazamiento en los meses de mayo y junio. Al parecer la ocurrencia de movimientos en este bloque está relacionada con la llegada de la temporada de lluvias.

- El Bloque 3, localizado al occidente del área de estudio en el sector de los barrios Santo Domingo y Santa Viviana, no mostraron señales de movimiento aparentes pero de acuerdo con los resultados del monitoreo presentaron movimientos del orden de los 17 cm, con dirección N53E. En el Bloque 3 los valores de desplazamiento se encontraron entre los 3.8 y los 19 cm y se encontraron velocidades de movimiento de entre 1.4 y 4.4 cm/mes. En el caso de este bloque no es clara la relación entre la ocurrencia de movimientos y la llegada de la temporada de lluvias.

3.2.4. MGL Moya y García Ltda. 2003

MGL Moya y García Ltda., en 2003 realizó el monitoreo del deslizamiento La Carbonera y su influencia sobre la viviendas del sector, para brindar un insumo Técnico a la DPAE para tomar las medidas correctivas y preventivas. El área del monitoreo se presenta en la figura 24.

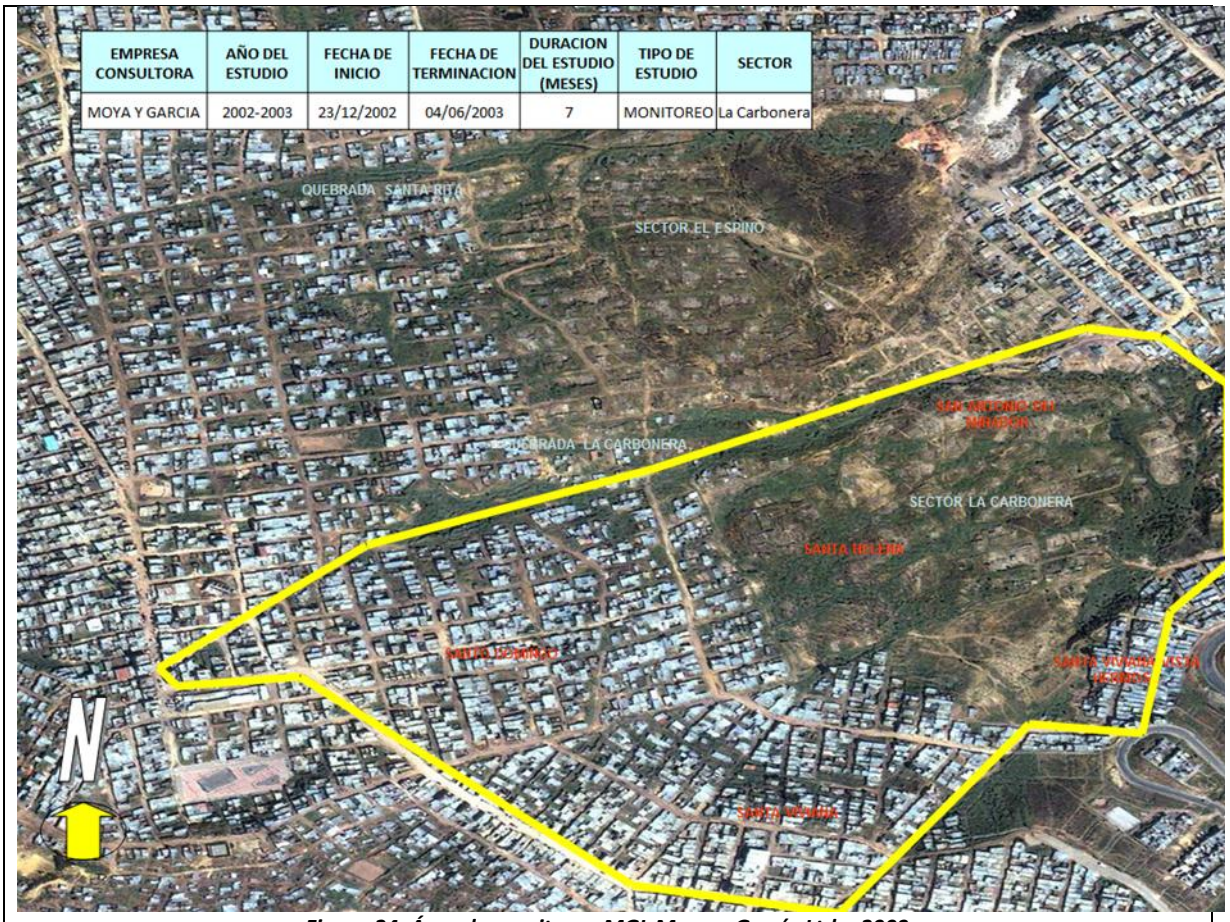


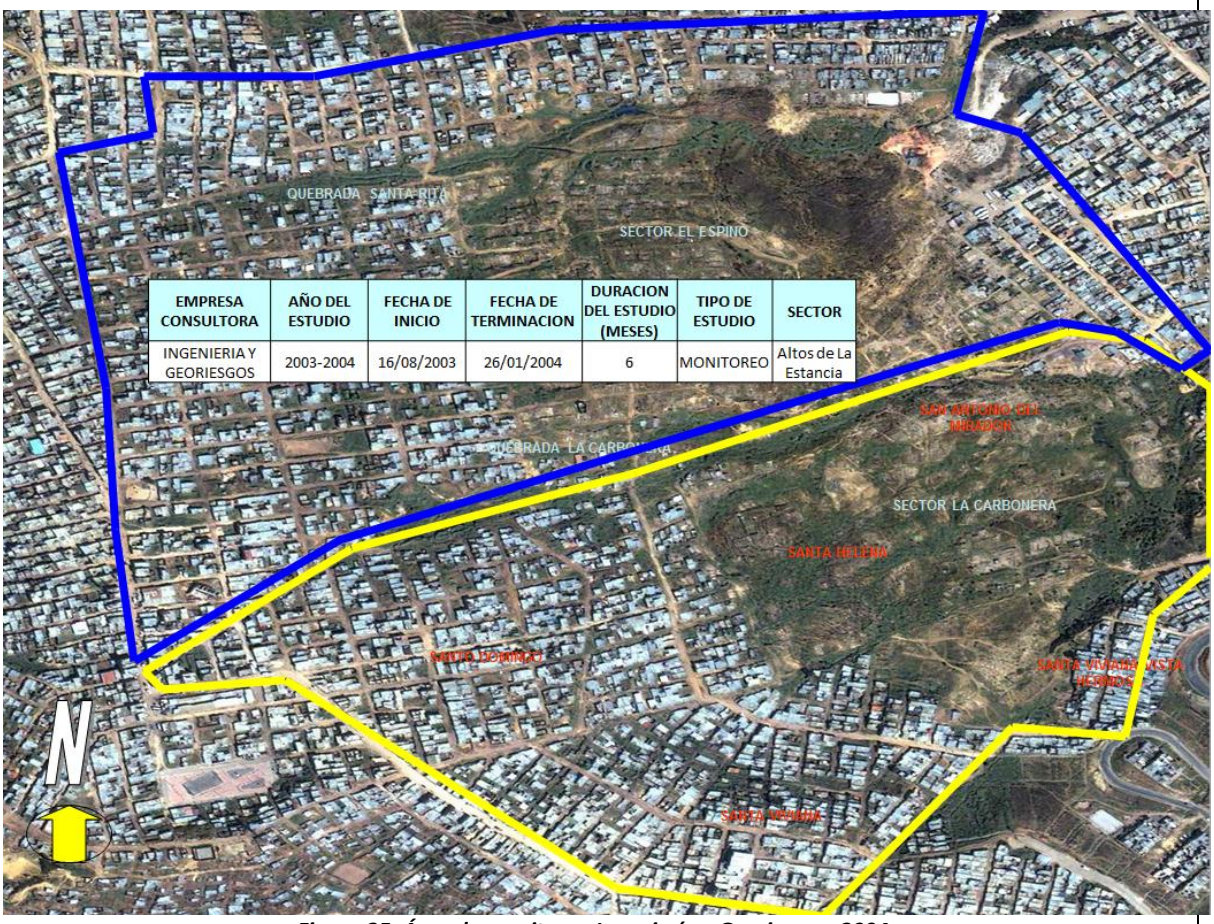
Figura 24. Área de monitoreo MGL Moya y García Ltda. 2003

El presente monitoreo incluyó las siguientes actividades:

- Seguimiento al deslizamiento y sus desplazamientos.
- Evaluación de daños en viviendas.
- Establecimiento de un sistema de alarma para priorizar los sectores que deben ser objeto de evacuación o reubicación de familias.
- Afinar el modelo geotécnico, incorporando la información obtenida a partir de los resultados de la instrumentación.

3.2.5. Ingeniería y Georiesgos. 2004

Estudio realizado en 2004 para la DPAE con el fin de realizar el monitoreo y seguimiento a los deslizamientos que afectaron el sector de Altos de La Estancia. En la figura 25 se presenta el área del estudio.



EMPRESA CONSULTORA	AÑO DEL ESTUDIO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION	DURACION DEL ESTUDIO (MESES)	TIPO DE ESTUDIO	SECTOR
INGENIERIA Y GEORIESGOS	2003-2004	16/08/2003	26/01/2004	6	MONITOREO	Altos de La Estancia

Figura 25. Área de monitoreo Ingeniería y Georiesgos. 2004

En el presente estudio se incluyó el siguiente grupo de actividades:

- Monitoreo semanal de 10 extensómetros de estacas en el sector de La Carbonera y 15 en el de El Espino. Se concluye que la actividad registrada se relaciona con el periodo lluvioso del mes de noviembre de 2003.

- Monitoreo a 4 Inclinómetros en el sector de La Carbonera y 7 en el de El Espino, los cuales fueron registrados mensualmente entre los meses de septiembre de 2003 y febrero de 2004.

- En este estudio se hizo un monitoreo bimestral sobre los elementos de control que correspondieron a mojones, extensómetros, piezómetros, Inclinómetros y niveletas. En el sector de La Carbonera se monitorearon 49 mojones y 23 niveletas, y en el sector de El Espino 60 mojones y no se monitorearon niveletas. Con base en los resultados del monitoreo topográfico se determinaron los vectores de movimiento.

- En el sector de La Carbonera el mayor desplazamiento fue encontrado para el mojón M1-C con un valor de 3.98m en dirección noreste, mientras que los puntos 11N, 14N, M-18 y 9N presentaron desplazamientos del orden de los 1.65 m con dirección noreste. En la Zona C1 el desplazamiento promedio entre septiembre y noviembre fue de 0.5 m hacia el noreste con una tasa de desplazamiento de 0.84 cm/día y entre noviembre y enero el desplazamiento fue de 0.73 m con una tasa de 0.91cm/día con dirección noreste. En la Zona C3 el valor de desplazamiento entre septiembre y noviembre fue de 2.69 m con una tasa de 3.71 cm/día y entre noviembre y enero los respectivos valores fueron de 4.14 m y 5.22 cm/día con tendencia noreste. En la Zona C4 los desplazamientos fueron del orden de 0.22 m con tasas de 0.36 cm/día entre septiembre y noviembre y entre noviembre y enero de 0.31 m y 0.51 cm/día.

- En el sector de El Espino en las zonas E1A y E1C se encontraron desplazamientos con tendencia noreste entre septiembre y noviembre de 0.86 m con una tasa de 1.14 cm/día, y entre noviembre y enero los valores fueron de 1.23 m y 1.63 cm/día respectivamente. En las zonas E2 y E9 entre septiembre y noviembre se encontraron desplazamientos de 0.60 m con una tasa de 1 cm/día, y entre noviembre y enero el desplazamiento fue de 0.27 m y la tasa de 0.45 cm/día. En las Zonas E4 y E5 los desplazamientos son bajos con valores de 0.20 y 0.07 m entre septiembre y noviembre, mientras que en el periodo de noviembre a enero estos pasaron a 0.20 y 0.10 m con tasas de desplazamientos de 0.33 y 0.14 cm/día. En las demás zonas los desplazamientos son despreciables a excepción de las Zonas E6, E10A y E10B en donde los movimientos son grandes por situarse en el cuerpo y la pata del deslizamiento.

- En la nivelación de puntos de control en el sector de La Carbonera se encontró que en las zonas C1 y C4 se encontraron valores de asentamiento dentro del rango de error, mientras que para la Zona 2 los hundimientos estuvieron en el rango de 0.37 y 0.50 m.

- En el sector de El Espino el punto R-1 e IGR-17 los valores de hundimiento estuvieron entre 0.1 y 0.41 m respectivamente en septiembre y en enero se encontró destruido el IGR-17 mientras que el R-1 presentó un levantamiento de 0.28 m. En los puntos IGR-A2 e IGR-B2 los hundimientos hallados fueron de 0.54 y 0.63 m. En la zona E2 se encontraron asentamientos de 0.15 y 0.25 m para cada periodo de monitoreo, en la Zona E5 se encontró un levantamiento de 0.059 m y en la Zona E6 el levantamiento fue de 0.115 m entre septiembre y noviembre y un levantamiento de un hundimiento de 0.025 m entre noviembre y enero. En la Zona E10B los puntos dispuestos en la pata del deslizamiento presentaron levantamientos de 0.036 y 0.065 m entre septiembre y noviembre, mientras que entre noviembre y enero los levantamientos fueron de 0.04 y 0.086 m.

3.2.6. Agencia de Cooperación Internacional de Japón – JICA, 2008

El Gobierno de Colombia pidió al Gobierno de Japón hacer un plan del sistema de monitoreo y alerta temprana para deslizamientos e inundaciones para una parte de la ciudad de Bogotá y Soacha. Respondiendo a esta solicitud, La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) despachó el Equipo de Estudio encabezado por el Sr. KimioTakeya en Junio 2006. El propósito del monitoreo como el proyecto piloto fue que las áreas residenciales consideradas como seguras estuvieran aún en condición de seguridad. Las áreas objetivo del monitoreo fueron el área residencial (área de la Fase III y las áreas localizadas fuera del deslizamiento).

La figura 26 muestra cuatro lugares donde los bloques deslizados se acercan al área residencial, por crecimiento del deslizamiento.

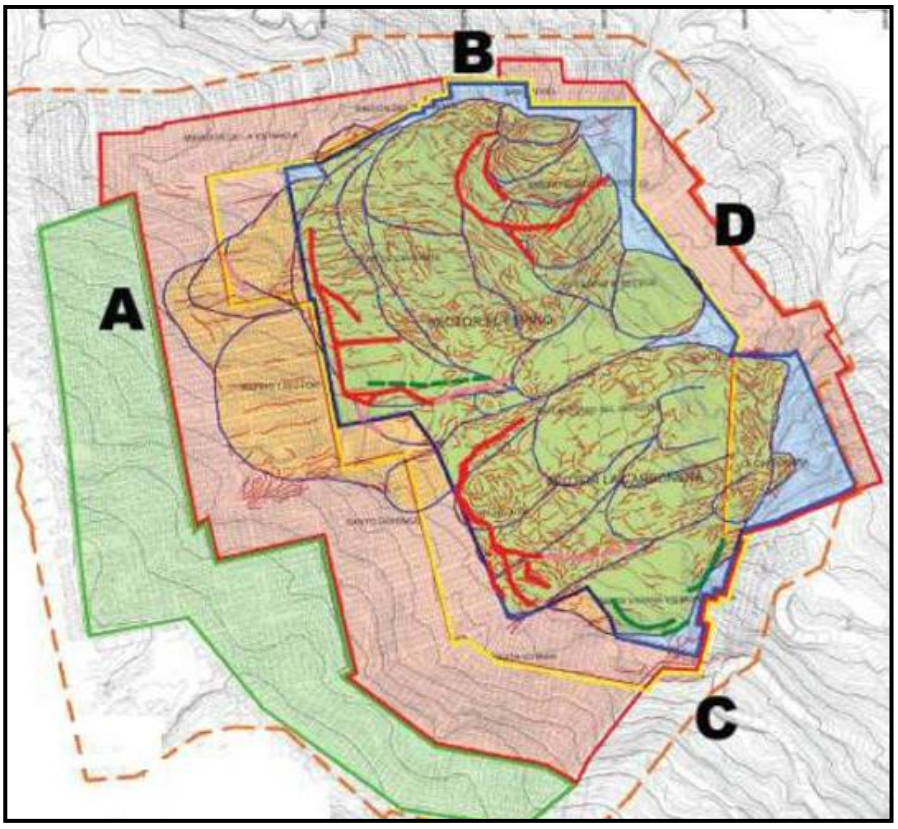


Figura 26. Lugares en que los bloques deslizados se encuentran cerca del área residencial según JICA, 2008

De acuerdo con JICA, el lugar “A” es tal vez el más cercano a un peligro de deslizamiento dado que registró una ampliación hacia arriba. En los lugares “B” y “C”, JICA sugiere que deben ser observados, dado que se encontraron grietas en la masa deslizada. Finalmente, JICA indica que el

lugar "D" puede estar en peligro a futuro, por situarse en la base del deslizamiento y en la dirección del movimiento. JICA recomienda que los lugares A, B, C y D debían tener prioridad de monitoreo sobre otras áreas.

En el informe de JICA, 2008 se indica que se realizaron los siguientes cinco tipos de trabajo de monitoreo:

a. Puntos de Levantamiento
b. Medición de Grietas
c. Levantamiento de Niveles
d. Inclinómetro
e. Distanciómetro Láser

Como resultados de este estudio se presentan los siguientes aspectos:

- Ningún movimiento significativo fue observado durante el monitoreo.
- A pesar de que el periodo de monitoreo fue muy corto para juzgar la seguridad de las áreas, los resultados mostraron que el deslizamiento no ha alcanzado las áreas seguras y las áreas residenciales permanecen en estado de seguridad.
- Se indica que el monitoreo debe continuarse y acumularse los datos para analizarlos y confirmar la seguridad de las áreas.
- La velocidad del movimiento en el deslizamiento es relativamente lenta. Hay bastante tiempo suficiente para la evacuación para los residentes. Por esto la Alerta Temprana no es requerida en el Deslizamiento en Altos de la Estancia para proteger las vidas de los residentes.

3.2.7. Consorcio Altos de la Estancia. 2009 (CC 755 – 2009)

Estudiorealizado en 2009 para el FOPAE con el fin de hacer el monitoreo geotécnico especializado en el sector Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C. Este monitoreo se realizó durante el 2 de febrero de 2010 hasta el 01 de mayo de 2011.



Figura 27. Área de monitoreo Consorcio Altos de la Estancia 2009

Se diagnosticó la zona de acuerdo con las inspecciones y mediciones realizadas, la ubicación de las secciones y mojones para el control topográfico y las viviendas monitoreadas. Este estudio incluye los resultados de las campañas de monitoreo realizadas, los análisis de los mismos, la evaluación de índices de alerta, comparación, análisis de los resultados con los monitoreos anteriores, Análisis de lluvias como factor detonante de movimiento.

Como conclusiones importantes del estudio se tiene:

- Con el desarrollo del monitoreo geotécnico se observó que en la zona de Fase III, no se presentaron movimientos considerables, es decir que en el sector que se encuentra habitado no hay evidencia clara de movimiento, teniendo en cuenta los desplazamientos que registraron los Inclinómetros y el control topográfico. Se debe aclarar que en el cuerpo del deslizamiento sigue activo.

- En los registros de niveles de agua en los piezómetros no se encontró variación durante todo el estudio, es decir que estos niveles permanecieron constantes por lo cual no hay evidencia que las precipitaciones y la variación de los niveles freáticos sean un factor detonante de movimiento.

- Teniendo en cuenta la revisión de las viviendas del monitoreo de Altos De La Estancia identificando los daños que se presentan en los diferentes elementos (muros, entrepisos y cubierta), se observó que ninguna vivienda presenta causante de alerta.

- Asociando los resultados del monitoreo geotécnico y estructural, **no se observa un comportamiento contundente**. Sin embargo si se observa que **desde que empezó la temporada invernal** las edificaciones presentan aumentos en humedad por filtración en muros, así mismos los desplazamientos del terreno también han presentado aumentos.

- En el control topográfico de los mojones instalados en el sitio de estudio se encontró que los deslizamientos se encuentran activos, especialmente en las partes medias y bajas de las masas inestables, en lo que corresponde a las zonas incluidas dentro de las fases I y II del proyecto. De acuerdo con la información obtenida en el monitoreo, el deslizamiento de El Espino presenta mayor actividad que el de La Carbonera.

- En el seguimiento y análisis de los puntos de control con monitoreo riguroso, el cual comprende 86 predios se encontró que al revisar los puntos de control no se presentaron avances significativos y/o representativos que permitan concluir un comportamiento de colapso de la edificación.

- Se puede observar que la mala condición de los elementos estructurales de las edificaciones es un importante indicador en la evaluación de vulnerabilidad "Índice de daño, y no solamente de los daños presentados en los mismos.

3.3. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PROYECTO

El 5 de julio de 2011 se realiza la primera visita al sector Altos de la Estancia, con el objeto de reconocer la zona y determinar las condiciones iniciales del proyecto. A esta visita asistió el FOPAE y personal técnico de CI AMBIENTAL LTDA. En esta reunión se mencionan las actividades a realizar durante la ejecución del proyecto, se indican las obras de drenaje construidas en el sector (Ver figura 28, 29, 30), y se mencionan las obras propuestas como medida de mitigación de riesgo definidas en estudios previos, identificando la zona de ubicación de las mismas.



Figura 28. Canal construido en gaviones



Figura 29. Vista general Sector Altos de la estancia



Figura 30. Canal construido con sacos de suelo-cemento

De la visita y la inspección realizada, se concluyó el estado activo de los deslizamientos y la necesidad de implementar y continuar con el monitoreo tanto geotécnico, topográfico y estructural, así como de las posibles ubicaciones de la instrumentación que hace parte del presente monitoreo

3.4. SECTORIZACION DEL AREA DE ESTUDIO – ZONIFICACIÓN GEOTECNICA

El área de estudio se dividió en sectores de comportamiento homogéneo de estabilidad según sus características geológicas, geotécnicas y de movimientos identificados en las visitas a campo realizadas por el Geólogo; teniendo en cuenta lo anterior, se tomó como base la zonificación Geotécnica desarrollada por la firma Ingeniería y Georiesgos mediante el contrato ACCI – 001 de 2004.

Las zonas definidas en dicho estudio fueron delimitadas con base en la correlación de las descripciones geológicas con los resultados de las pruebas de campo y laboratorio de los trabajos

de exploración del subsuelo y caracterización geotécnica realizados. Las zonas definidas están representadas en el Figura 31.

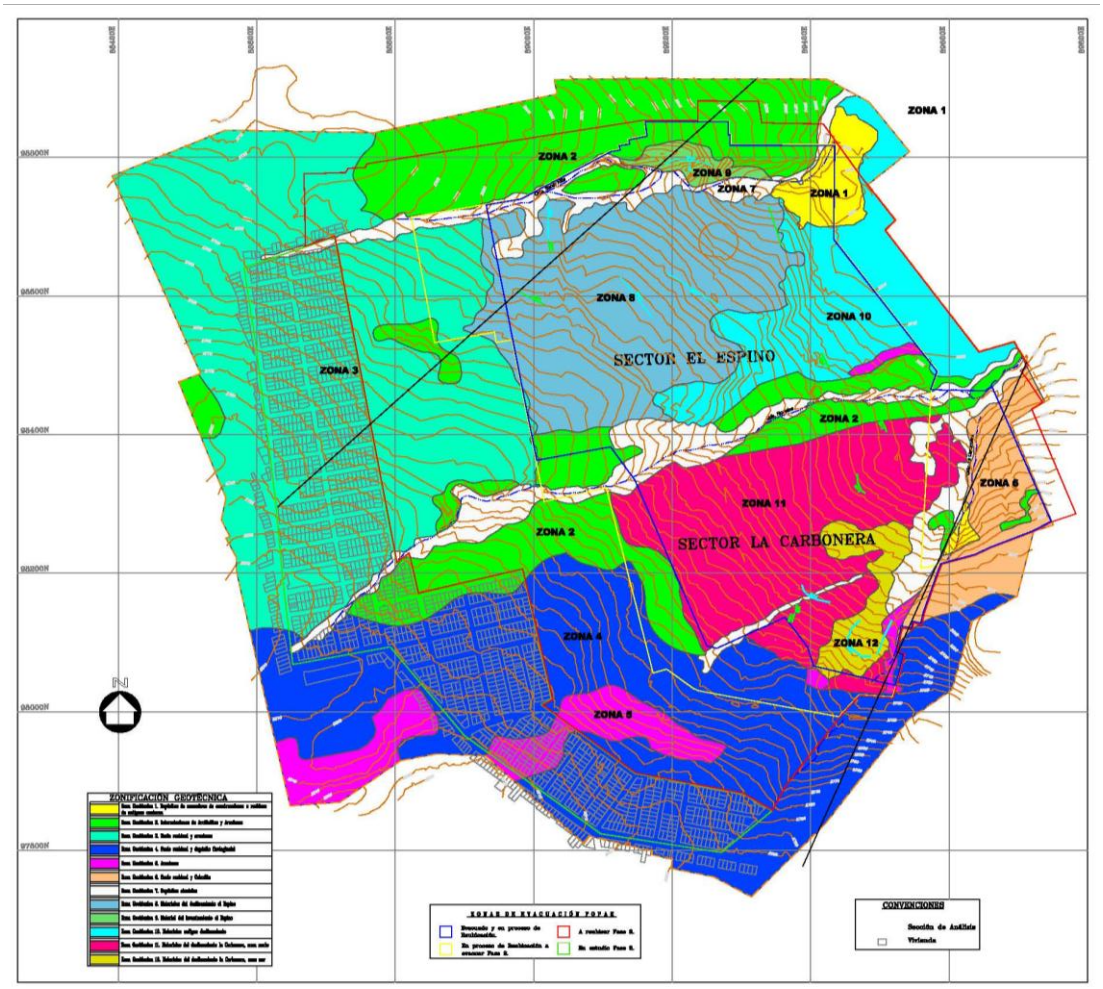


Figura 31. Zonificación geotécnica. IGR 2004

Zona 1: Depósito de escombros de construcción o residuos de antiguas canteras.

Subsuelo conformado por relleno antrópico, limo arcilloso con grava y bolos de escombros de construcción y fragmentos de mármol, de color pardo claro a gris, humedad alta a muy alta, plasticidad baja a media y consistencia de media a muy firme.

Zona 2: Intercalaciones de arcillo litas y areniscas.

El subsuelo corresponde a intercalaciones de areniscas con rodelitas y arcillo litas, en capas medias a delgadas, en la parte superficial se encuentran algunos suelos residuales de estos materiales.

Zona 3: Suelo residual y areniscas

El subsuelo está conformado por suelos residuales poco profundos de areniscas cuarzosas supra yaciendo rocas areniscas con intercalaciones delgadas de arcillolita. Constituida por areniscas de color gris pardo, habano, gris oscuro o gris verdoso, bandas café y vetas rojizas.

Zona 4: Suelo Residual y depósito fluvioglaciar.

Suelo residual de espesor variable entre 0.10 y 1 metro, con textura variando entre arcilla limosa y limo arenoso con gravas , de color gris a café con trazas amarillas oscuras , humedad media a alta, plasticidad media y consistencia muy firme. El depósito fluvioglaciar tiene espesor variable (15-30 m) y corresponde a bloques sub angulares de areniscas de color gris a café, humedad baja a media y resistencia a la compresión media a alta. La matriz es arcillo limosa o areno limosa de color gris claro a amarillo con oxidaciones.

Zona 5: Arenisca

Subsuelo conformado por estratos de arenisca de grano fino a medio de color habano amarillento con algunas oxidaciones rojizas, humedad baja y friable en la parte superior.

Zona 6: Suelo residual y Coluvial

Subsuelo conformado por depósito coluvial conformado por bloques de arenisca en matriz de arcilla arenosa con gravas y suelos residuales generados a partir del material anterior, con espesor del orden de 1 metro, textura arcillo limosa con arena y grava de forma angular, color café.

Zona 7: Depósitos aluviales.

Se distingue por su morfología y por ser zonas de continua inundación. Los materiales corresponden a suelos de textura limo arenosa con algunas gravas y guijos de arenisca.

Zona 8: Materiales deslizamiento el Espino

Constituidos por intercalaciones de arenisca y arcillolitas que llegan a profundidades variables entre 15 y 25 metros de profundidad. Los primeros 10 metros presentan alto fracturamiento y son subyacidos por arcillolitas con lentes de arena, materia orgánica y carbón. Cerca de la superficie existen suelos residuales de hasta 1 m, con textura areno limosa con algo de grava, color gris a café oscuro y humedad baja a media. Por debajo de los materiales en movimiento se encuentra arcillolita con intercalaciones de arenisca de colores gris claro, gris oscura, café, ‘arda rojiza.

Zona 9: Materiales del levantamiento el Espino.

Los materiales corresponden a bloques de arenisca mezclado con fragmentos de arcillolita, de color gris a amarillo, humedad baja, que hacen parte de los primeros involucrados en el movimiento del Espino y se levantan sobre el talud de la margen izquierda de la quebrada Santa Rita. Bajo estos materiales se encuentran arenisca con intercalaciones de arcillolitas.

Zona 10: Materiales Antiguo Deslizamiento.

El subsuelo está conformado por 2 metros de relleno antrópico conformado por un limo arcilloso con grava y fragmentos de arenisca. Hasta los 6 o 9 metros de profundidad se encuentran areniscas de color amarillo con intercalaciones de arcillolita, muy fracturada, luego hasta los 20.4 m arcillolita de color gris a habano con oxidaciones en el contacto con la capa suprayacente.

Zona 11: Materiales deslizamiento la carbonera Zona Norte.

Corresponde al movimiento principal de la Carbonera, está constituido en superficie por un relleno antrópico conformado por arcillas arenosas con grava, desechos de construcción y algunas raíces, de color café y espesor variable de 0,2 a 0,8 m. Donde no hay relleno aflora suelo residual limo arenoso con algo de grava y raíces de color café, humedad baja y consistencia media. Bajo los materiales y hasta 30 metros bloques o capas de areniscas de color habano a amarillento con matriz areno arcillosa de color amarillo.

Zona 12: Materiales deslizamiento la carbonera Zona Sur.

El subsuelo está conformado suelo arcilloso de 2 m de espesor subyacido por arenisca friable de color habano y espesor variable entre 2 y 4 m, meteorizadas y fisuradas, el suelo corresponde a arcilla limosa de color café con algo de grava.

3.4.1. Análisis de comportamiento homogéneo

Luego de hacer un recorrido por las zonas definidas en el estudio de 2004 se encontró que las condiciones de las zonas siguen prevaleciendo tal y como fueron descritas en su momento, sin embargo para las zonas 7, 9 y 12 se han presentado algunos cambios que deben ser monitoreados y que corresponden con los siguientes :

La **Zona 7**, Depósitos aluviales ha sido modificada por la intervención de los cauces en los que se ha construido un canal en gaviones para mejorar las condiciones de drenaje de la zona. La construcción de la obra requirió de la remoción de parte de los depósitos aluviales que fueron

ubicados al nororiente de la zona 5. Esta canalización permite el manejo adecuado de las aguas de escorrentía. Ver figura 32 y 33.



Figura 32. Canalización de las quebradas la Carbonera y Santa Rita donde se alteró la condición de los depósitos aluviales.



Figura 33. Canalización de las quebradas la Carbonera y Santa Rita donde se alteró la condición de los depósitos aluviales.

Zona 9: Zona del levantamiento el Espino: Presenta un deslizamiento de tipo traslacional que desplaza los materiales del levantamiento del Espino y puede afectar el canal construido recientemente.



Figura 34. Deslizamiento traslacional reciente en la zona de levantamiento el Espino.

Zona 12: Materiales deslizamiento la carbonera Zona Sur: Esta zona fue intervenida mediante la reconformación morfología de parte del terreno durante la adecuación del terreno para construir el canal en gavión. En la parte alta y zona aledaña al canal se presentan grietas recientes que evidencian el desplazamiento de los materiales en dirección al canal; de igual manera el talud construido en niveles de arcillolitas en la margen derecha a la quebrada la Carbonera presenta desprendimientos que ya comienzan a obstruir la canalización.



Figura 35. Corona y grietas de movimientos recientes y activos en el flanco sur del movimiento la Carbonera donde afloran niveles de arcillolitas de la formación Guaduas, El material deslizado puede taponar el cauce y destruir la canalización.

3.5. DIAGNOSTICO DE LA INSTRUMENTACIÓN EXISTENTE

De acuerdo con las visitas de reconocimiento y entrega de la instrumentación por el FOPAE el día 11 de julio de 2011, se identificó en campo, 11 Inclinómetros, 8 piezómetros y una lista con coordenadas de 17 mojones los cuales no fueron identificados al momento de la visita. (Ver Anexo 2. Actas del contrato). La instrumentación entregada se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Instrumentación entregada por FOPAE

INCLINOMETROS	PIZOMETROS	MOJONES
I1	P2	M2
I4	P3	M3
I6	P7	M4
I11	P8	M5
I14	P9	M6
I9	P11	M7

I16	P14	M9
I17	P15	M10
I19		M12
I20		M13
I21		M14
		M15
		M16
		M17

Los Inclinómetros y piezómetros instalados por la consultoría 755 de 2009, no fueron entregados en su totalidad el 11 de julio de 2011, dado que la EAAB deberá reparar o reponer el Inclinómetro I12, los Piezómetros P12, P10 y los Mojones M1, M8, M11. Así mismo durante el recorrido realizado en campo para la entrega de la instrumentación no fueron hallados los Inclinómetros I10, I5 y el piezómetro P1.

Es importante mencionar que el estado de la instrumentación existente no fue el más óptimo (Ver figura 36). Al estar a la intemperie, y por poseer una tapa metálica sujeta con tornillos del mismo material, los tornillos y dispositivo de cierre de los instrumentos se encontraban con alto grado de oxidación, lo que dificultó la apertura de los mismos, retrasando el proceso de monitoreo y ocasionando el daño algunas tapas de estos instrumentos. La consultoría considera que el mantenimiento de la instrumentación es una actividad importante aun cuando este monitoreo no sea tan frecuente, como en el caso de cambio de consultoría; dado que, proporcionan información importante para la toma de decisiones.



Figura 36. Evidencia del mal estado en el que se encuentran los Inclinómetros entregado por el FOPAE.

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

4.1. OBJETIVOS

Para la realización de los trabajos de topografía se establecieron los siguientes objetivos:

- Definir con claridad la conformación actual de la zona urbana aún existente en los barrios.
- Conformar una topografía detallada y actualizada del sector Altos de la Estancia
- Localizar y establecer las coordenadas y cotas actuales de los instrumentos de monitoreo instalados por la FOPAE.
- Definir perfiles longitudinales actualizados a partir de la información existente del terreno, como grietas, escarpes, cursos de agua y lagunas.

4.2. PERSONAL Y EQUIPOS

Para llevar a cabo las actividades correspondientes al levantamiento fue necesario utilizar una comisión de topografía, conformada por un topógrafo con experiencia en este tipo de levantamientos, cadeneros y vigilantes. La comisión se integró con el siguiente personal y equipo:

4.2.1. Relación de Personal

NOMBRE	CARGO
Frey Antonio Vega Cajamarca	Topógrafo
Oscar David Vega Murcia	Cadenero 1
Deiver Alejandro Pérez	Cadenero 1
Joselin Bustos Guependa	Cadenero 2
Carlos Barbosa	Cadenero 2

4.2.2. Relación de Equipos

Para llevar a cabo el levantamiento se utilizó:

- 1 Estación Total Electrónica GTS 235W Serie 271851 Marca Topcon.
- Accesorios Complementarios y Herramienta menor.

El certificado de calibración del equipo utilizado se presenta a continuación:

AT Instrumentos & Software SAS

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN
CALIBRACIÓN 2879

Bogotá D.C., Febrero 01 de 2011

Señores
Frey Vega / Carlos Vega
Tel. 311 5791100
Ciudad

Apreciados Ingenieros:

La estación total de **marca TOPCON modelo GTS 235W con serie No. 271851,** fue revisado en nuestro laboratorio y cumple con los parámetros del fabricante Topcon y se encuentra en el rango de precisión, referente a las características técnicas para este modelo de instrumentos y en perfectas condiciones ópticas, mecánicas, electrónicas y de software.

INSTRUMENTO DE VERIFICACIÓN COLIMADOR SANZHUN W420-3 DE ALTA PRESICION O.OO1 mm

PARAMETROS TÉCNICOS

Resolución angular	1"
Precisión angular directa	5"
Precisión en distancia	+ / - 2mm + 2ppm
Rango de alcance con un prisma	3000m
Nivel electrónico	3´
Temperatura de trabajo	-20c +50c
Distancia de enfoque mínima	1.5 m
Aumento	30x
Precisión de centrado compensador automático	ok
Torque movimiento fino	ok
Aumentos y campo visual a 100 m	ok
Diámetro libre objetivo	ok
Plomada láser	ok

PERIODO PROMEDIO ÓPTIMO DE CALIBRACIÓN

Fecha de verificación calibración:	**Febrero**	**01**	**de**	**2011**
Próxima verificación calibración:	**Agosto**	**01**	**de**	**2011**

Se realizan los procesos de pruebas y ajuste de acuerdo a los parámetros técnicos de estaciones de topografía según su correspondiente modalidad, se da el presente certificado de verificación calibración por una duración de seis (6) meses, tiempo normal optimo, en donde al final del periodo se recomienda realizar un nuevo control.

Para cualquier aclaración, favor comunicarse con nuestro laboratorio en Bogotá D.C., unidad de ingeniería, al conmutador 6279767

Cordialmente,

AT INSTRUMENTOS & SOFTWARE SAS
Conmutador 627 9767
NIT 830 503 528-7

Hugo Andrés González
Departamento de ingeniería
AT Instrumentos & Software SAS

Nota Aclaratoria:

Los instrumentos revisados se encuentran en perfectas condiciones de funcionamiento, las cuales pueden ser verificadas por el usuario en nuestro laboratorio antes de retirar los instrumentos, si así lo amerita, por lo anterior AT Instrumentos & Software SAS, no asume ninguna responsabilidad por mal manejo, transporte ó no verificación del instrumento por parte del usuario.

AT Instrumentos & Software SAS
Tel: (57-1) 776 0815 Fax: (57-1) 776 0815
Home Page: www.atinstrumentos.com E-mail: info@atinstrumentos.com
Centro de Respuesta Comercial: 310 211 0992 Centro de Respuesta Técnica: 300 203 4403

4.3. METODOLOGÍA

A partir del CD BOGOTA-19 GPS ubicado en el tanque del acueducto en el barrio Sierra Morena, cuyas coordenadas certificadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC se encuentran en el sistema de referencia MAGNA SIRGAS se presentan en la tabla 3 y con señal de azimut a la cruz de la iglesia de Monserrate, se realizó una poligonal principal de 13 deltas, 3199 m. de longitud y una precisión de 1 a 124.000, también se realizaron tres poligonales secundarias; una de 6 deltas, 821 m. de longitud y una precisión de 1 a 17.000, una segunda poligonal de 10 deltas, 1178 m de Longitud y una precisión de 1 a 18.600 y una última poligonal de 14 deltas, 1003 m. de longitud y una precisión de 1 a 16.900. Con las cuatro poligonales mostradas en la Figura 20.se cubre el área total de todo el proyecto y sirven como base general para todo el levantamiento.

Tabla 6. Coordenadas y cota del punto de Amarre de las poligonales

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
BOGOTA-19	97.646,463	89.671,968	2.806,344
IGLESIA MONSERRATE	AZIMUT PLANO DEL NORTE AL ESTE 75º 09’47.706” DISTANCIA 13.203,96 m.		

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

2313032

Bogotá D.C., Octubre 4 de 2007

En atención a la solicitud adjunta, el Subdirector de Geografía y Cartografía del Instituto Geográfico AGUSTÍN CODAZZI, con fundamento en los datos suministrados por la oficina de Cálculos

CERTIFICA

Que las coordenadas, en el sistema de referencia **MAGNA** (ITRF94, época 1995.4, elipsoide GRS80), del vértice solicitado son:

VÉRTICE: BOGOTA-19

GEODÉSICAS

Latitud:	04° 34' 29.836 55" N
Longitud:	74° 10' 14.085 70" W
Altura elipsoidal:	2 829.792 m
Altura (snm):	2 806.344 m (Geométrica)

GEOCÉNTRICAS CARTESIANAS Y SUS VELOCIDADES

X = 1 735 054.953 m	Vx = 0.0016 m/año
Y = - 6 119 558.580 m	Vy = 0.0016 m/año
Z = 505 571.389 m	Vz = 0.0135 m/año

PLANAS CARTESIANAS

Norte : 97 646.463 m
Este : 89 671.968 m

Que el **AZIMUT PLANO** del Norte al Este desde dicho punto a:

Vértice	**Azimut**	**Distancia**
S. AZ. MONSERRATE IGLESIA	075° 09' 47.706"	13 203.96 m

Origen de las coordenadas planas:
BOGOTÁ
Latitud: 04°40'49.75000" N Longitud: 74°08'47.73000" W
Norte: 109 320.965 Este: 92 334.879 Plano de proyección: 2 550.000

Cálculos realizados en el año 2003
Con destino a: HOLLMAN SAINEA
Recibo No.: SB474721
Papel de seguridad No.: 2313032

Preparó:David Bolívar
Revisó:Alberto Umbarila

MIGUEL ÁNGEL CÁRDENAS CONTRERAS

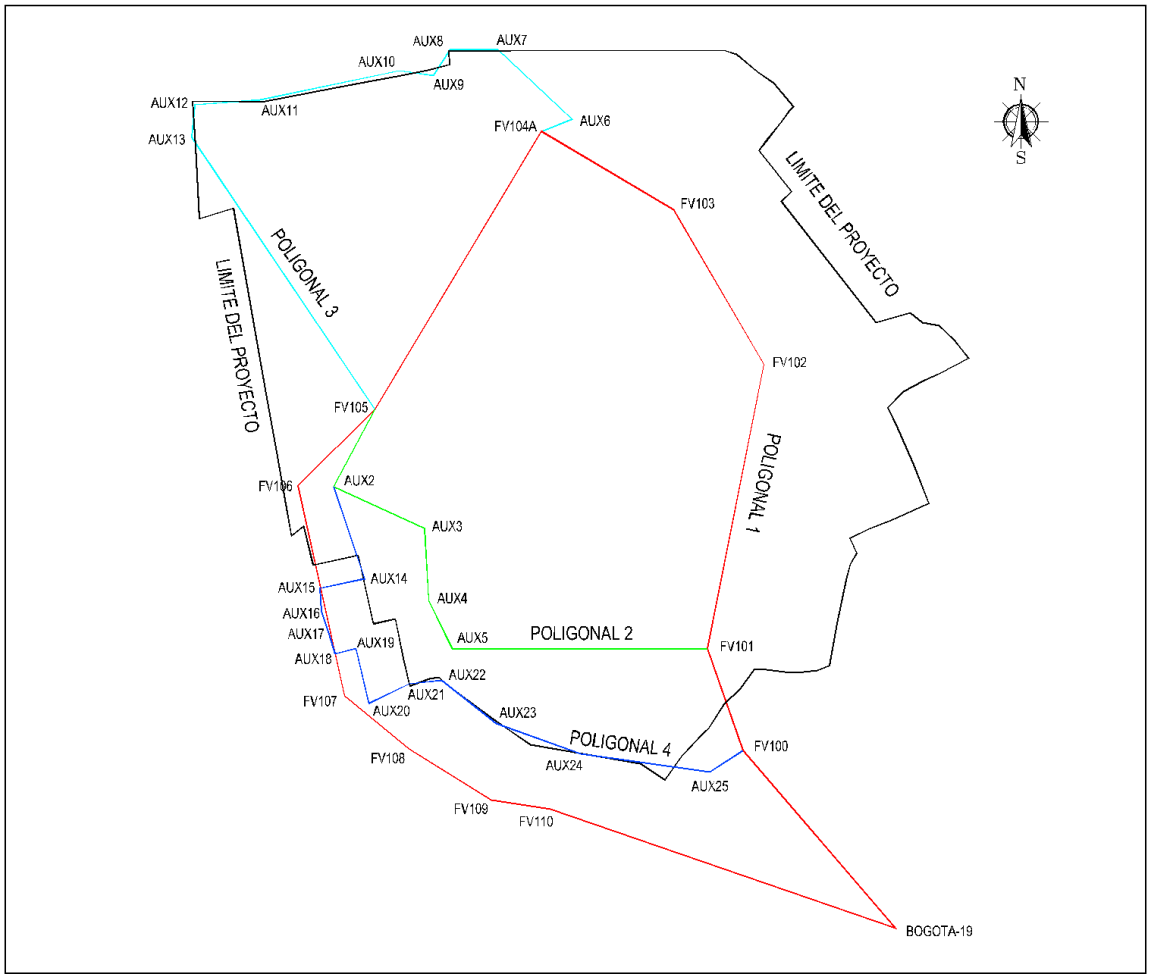


Figura 37. Poligonales de amarre para el proyecto

A partir de las cuatro poligonales de amarre, se inicia a levantar toda la zona correspondiente a las obras de mitigación, como canales y trincheras, también se levantan los drenajes, quebradas y zona de deslizamiento, una vez finalizada esta primera etapa se prosigue con el replanteo de los instrumentos de monitoreo y secciones transversales, por último el levantamiento de la zona de las quebradas y en la etapa final se detalla toda el área faltante de los barrios. A continuación se presentan los archivos crudos de las poligonales 1, 2, 3 y 4, a partir de los cuales se obtienen los datos para la elaboración del plano.

ARCHIVO CRUDO DE LA POLIGONAL 1

```
JB,NMPOL1ESTANCIA,DT6-30-1992,TM14:59:14.92
MO,AD0,UN1,SF1.0000000,EC0,EO0.0
SP,PN99,N 97646.4630,E 89671.9680,EL 2806.3440,--BOGOTA-19
BK,OP99,BP0,BS75.0947706,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:244.15480
RD,ZD 1:95.5007
MD,SD 1:339.551
RD,BV 1:179.59560
RD,FV 1:64.15520
RD,ZV 1:264.0953
MD,SD 1:339.551
LS,HI1.355,HR1.700
TR,OP99,FP100,AR244.15520,ZE95.5007,SD339.551,--FV100
BK,OP100,BP99,BS139.254,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:84.03580
MD,SD 1:339.604
RD,BV 1:179.59480
RD,FV 1:179.59480
RD,ZV 1:275.56000
MD,SD 1:339.604
LS,HI1.435,HR1.700
SS,OP100,FP200,AR0,ZE84.0359,SD339.604,--CH BOGOTA-19
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:201.34310
RD,ZD 1:100.21380
MD,SD 1:158.835
RD,BV 1:179.59480
RD,FV 1:21.34260
RD,ZV 1:259.38200
MD,SD 1:158.835
TR,OP100,FP101,AR201.3435,ZE100.2139,SD158.835,--FV101
BK,OP101,BP100,BS160.5954,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:79.26300
MD,SD 1:158.938
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:179.59500
RD,ZV 1:280.33230
MD,SD 1:158.938
LS,HI1.410,HR1.700
SS,OP101,FP201,AR0,ZE79.2634,SD158.938,--CH FV100
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:210.10190
RD,ZD 1:102.59580
MD,SD 1:429.148
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:30.10220
RD,ZV 1:256.59500
MD,SD 1:429.148
TR,OP101,FP102,AR210.10255,ZE103.00040,SD429.148,--FV102
BK,OP102,BP101,BS191.1055,BC0
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:359.59590
RD,ZD 1:76.54590
MD,SD 1:429.293
RD,BV 1:179.59570
RD,FV 1:179.59570
RD,ZV 1:283.04550
MD,SD 1:429.292
LS,HI1.460,HR1.700
SS,OP102,FP202,AR0.00000,ZE76.55020,SD429.293,--CH FV101
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:138.33390
RD,ZD 1:90.18130
MD,SD 1:257.878
RD,BV 1:180.00000
RD,FV 1:318.33320
RD,ZV 1:269.41430
MD,SD 1:257.879
TR,OP102,FP103,AR138.33355,ZE90.18150,SD257.879,--FV103
BK,OP103,BP102,BS149.4352,BC0
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:89.34380
MD,SD 1:257.874
RD,BV 1:180.00030
RD,FV 1:180.00030
RD,ZV 1:270.25190
MD,SD 1:257.875
LS,HI1.400,HR1.700
SS,OP103,FP203,AR0.00005,ZE89.34395,SD257.875,--CH FV102
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:150.59270
RD,ZD 1:82.15530
MD,SD 1:222.476
RD,BV 1:179.59580
RD,FV 1:330.59220
RD,ZV 1:277.43450
MD,SD 1:222.477
SS,OP103,FP104,AR150.59255,ZE82.16040,SD222.477,--FV104
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:150.53300
RD,ZD 1:82.20000
MD,SD 1:224.013
RD,BV 1:180.00000
RD,FV 1:330.53250
RD,ZV 1:277.39480
MD,SD 1:224.012
TR,OP103,FP114,AR150.53275,ZE82.20060,SD224.013,--FV104A
BK,OP114,BP103,BS120.3731,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:97.30260
MD,SD 1:223.924
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:179.59510
RD,ZV 1:262.29300
MD,SD 1:223.924
LS,HI1.375,HR1.7
SS,OP114,FP204,AR0.00000,ZE97.30280,SD223.924,--CH FV103
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:90.16350
RD,ZD 1:79.09120
MD,SD 1:475.768
RD,BV 1:179.59490
RD,FV 1:270.16300
RD,ZV 1:280.50420
MD,SD 1:475.766
TR,OP114,FP105,AR90.16380,ZE79.09150,SD475.767,GPS1-ESTANCIA
BK,OP105,BP114,BS30.5407,BC0
RD,BD 1:359.59560
RD,FD 1:359.59560
RD,ZD 1:100.44290
MD,SD 1:475.595
RD,BV 1:179.59470
RD,FV 1:179.59470
RD,ZV 1:259.15120
MD,SD 1:475.595
LS,HI1.142,HR1.700
SS,OP105,FP205,AR0.00000,ZE100.44385,SD475.595,--CH FV104A
RD,BD 1:0.00030
RD,FD 1:94.48580
RD,ZD 1:91.55110
MD,SD 1:591.480
RD,BV 1:179.59460
RD,FV 1:274.48490
RD,ZV 1:268.04410
MD,SD 1:591.480
SS,OP105,FP206,AR94.48590,ZE91.55150,SD591.480,--CIE FV101
RD,BD 1:0.00030
RD,FD 1:194.25450
RD,ZD 1:82.01240
MD,SD 1:158.029
RD,BV 1:179.59520
```

```
RD,FV 1:14.25410
RD,ZV 1:277.58250
MD,SD 1:158.028
TR,OP105,FP106,AR194.25455,ZE82.01295,SD158.029,--FV106
BK,OP106,BP105,BS45.1952,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:97.41310
MD,SD 1:157.920
RD,BV 1:179.59560
RD,FV 1:179.59560
RD,ZV 1:262.18300
MD,SD 1:157.920
LS,HI1.455,HR1.700
SS,OP106,FP207,AR0.00000,ZE97.41305,SD157.920,GPS1-ESTANCIA
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:122.07120
RD,ZD 1:84.42120
MD,SD 1:312.152
RD,BV 1:179.59550
RD,FV 1:302.07050
RD,ZV 1:275.17380
MD,SD 1:312.152
TR,OP106,FP107,AR122.07110,ZE84.42170,SD312.152,--FV107
BK,OP107,BP106,BS347.2704,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:95.12480
MD,SD 1:312.109
RD,BV 1:179.59490
RD,FV 1:179.59490
RD,ZV 1:264.47140
MD,SD 1:312.108
LS,HI1.478,HR1.700
SS,OP107,FP208,AR0.00000,ZE95.12470,SD312.109,--CH FV106
RD,BD 1:0.00010
RD,FD 1:142.16110
RD,ZD 1:88.38350
MD,SD 1:120.083
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:322.16110
RD,ZV 1:271.21300
MD,SD 1:120.083
TR,OP107,FP108,AR142.16150,ZE88.38325,SD120.083,--FV108
BK,OP108,BP107,BS309.4316,BC0
RD,BD 1:0.00030
RD,FD 1:0.00040
RD,ZD 1:91.08450
MD,SD 1:120.073
RD,BV 1:179.59480
RD,FV 1:179.59480
RD,ZV 1:268.51120
MD,SD 1:120.072
LS,HI1.475,HR1.700
SS,OP108,FP209,AR0.00005,ZE91.08465,SD120.073,--CH FV107
RD,BD 1:0.00010
RD,FD 1:172.02320
RD,ZD 1:92.39250
MD,SD 1:140.167
RD,BV 1:179.59580
RD,FV 1:352.02240
RD,ZV 1:267.20250
MD,SD 1:140.165
TR,OP108,FP109,AR172.02285,ZE92.39300,SD140.166,--FV109
BK,OP109,BP108,BS301.4548,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:87.09230
MD,SD 1:140.188
RD,BV 1:180.00020
RD,FV 1:180.00020
RD,ZV 1:272.50380
MD,SD 1:140.190
LS,HI1.453,HR1.700
SS,OP109,FP210,AR0.00000,ZE87.09225,SD140.189,--CH FV108
RD,BD 1:0.00010
RD,FD 1:157.09120
RD,ZD 1:93.23300
MD,SD 1:86.379
RD,BV 1:180.00000
RD,FV 1:337.09030
RD,ZV 1:266.36200
MD,SD 1:86.378
TR,OP109,FP110,AR157.09070,ZE93.23350,SD86.379,--FV110
BK,OP110,BP109,BS278.55,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:86.17460
MD,SD 1:86.406
RD,BV 1:179.59550
RD,FV 1:179.59550
RD,ZV 1:273.42080
MD,SD 1:86.406
LS,HI1.475,HR1.700
SS,OP110,FP211,AR0.00000,ZE86.17490,SD86.406,--CH FV109
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:190.10140
RD,ZD 1:89.39500
MD,SD 1:526.686
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:10.10040
RD,ZV 1:270.20080
MD,SD 1:526.687
TR,OP110,FP111,AR190.10135,ZE89.39510,SD526.687,CIE BOGOTA-19
BK,OP111,BP110,BS289.0514,BC0
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:90.16280
MD,SD 1:526.679
RD,BV 1:179.59550
RD,FV 1:179.59550
RD,ZV 1:269.43370
MD,SD 1:526.679
LS,HI1.328,HR1.700
SS,OP111,FP212,AR0.00000,ZE90.16255,SD526.679,--CH FV110
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:30.20260
RD,ZD 1:95.50380
MD,SD 1:339.537
RD,BV 1:179.59550
RD,FV 1:210.20230
RD,ZV 1:264.09060
MD,SD 1:339.537
TR,OP111,FP112,AR30.2027,ZE95.5046,SD339.537,--CIE FV100
```

REPORTE DEL CIERRE DE LA POLIGONAL 1

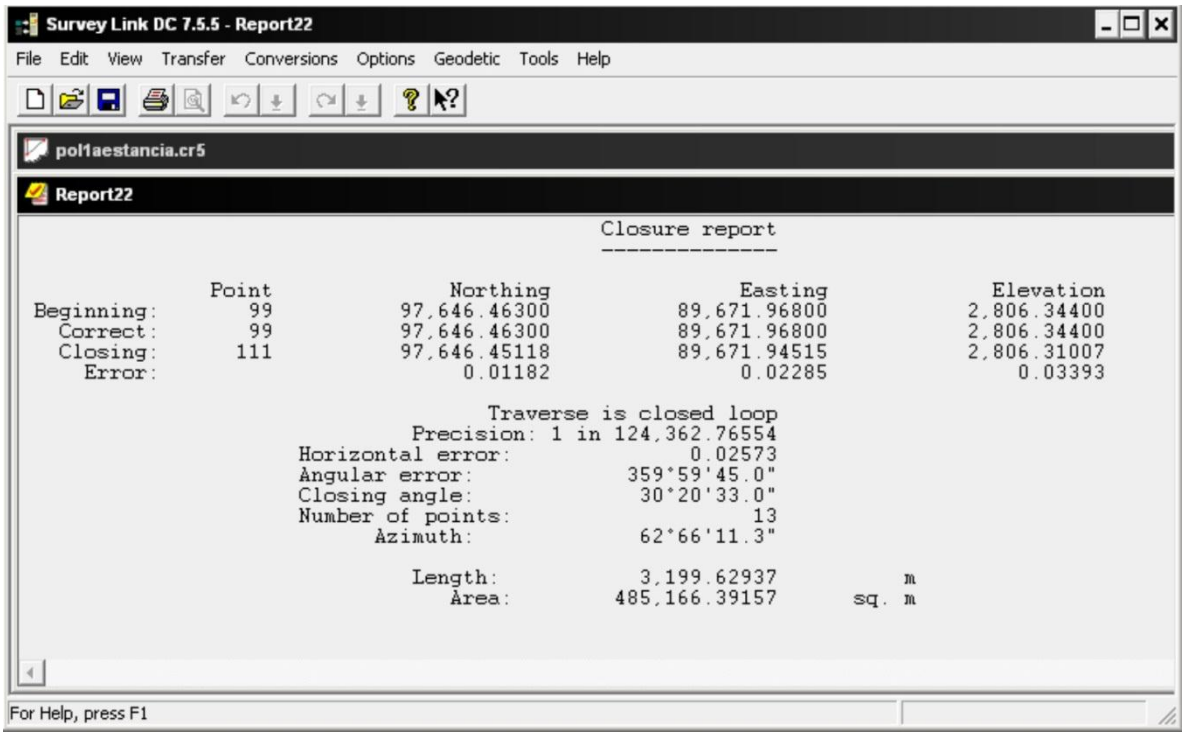


Figura 38. Reporte cierre de la Poligonal 1

COORDENADAS DE LA POLIGONAL 1

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
99	97646.463	89671.968	2806.344	BOGOTA-19
100	97903.045	89452.266	2771.477	FV100
101	98050.781	89401.408	2742.646	FV101
102	98460.996	89482.468	2645.811	FV102
103	98683.730	89352.509	2644.202	FV103
104	98796.374	89163.006	2673.835	FV104
105	98395.917	88921.468	2762.980	FV105
106	98285.903	88810.160	2784.347	FV106
107	97982.504	88877.673	2812.910	FV107
108	97905.779	88970.004	2815.533	FV108
109	97832.066	89089.044	2808.807	FV109
110	97818.697	89174.229	2803.448	FV110
111	97646.451	89671.945	2806.310	CIE BOGOTA-19
112	97903.027	89452.268	2771.354	CIE FV100

114	98796.839	89161.471	2673.781	FV104A
200	97646.468	89671.963	2806.319	CH BOGOTA-19
201	97903.042	89452.267	2771.476	CH FV100
202	98050.778	89401.407	2742.745	CH FV101
203	98461.002	89482.464	2645.803	CH FV102
204	98683.734	89352.503	2644.198	CH FV103
205	98796.829	89161.466	2673.760	CH FV104A
206	98050.771	89401.395	2742.596	CIE FV101
207	98395.916	88921.467	2762.965	CH FV105
208	98285.901	88810.161	2784.330	CH FV106
209	97982.504	88877.673	2812.906	CH FV107
210	97905.780	88970.003	2815.515	CH FV108
211	97832.065	89089.046	2808.804	CH FV109
212	97818.696	89174.234	2803.422	CH FV110
1002	98284.483	88861.721	2778.684	AUX2

ARCHIVO CRUDO DE LA POLIGONAL 2

```
JB,NMPOL2ESTANCIA,DT6-30-1992,TM14:59:14.92
MO,AD0,UN1,SF1.0000000,EC0,EO0.0
SP,PN101,N 98050.781,E 89401.408,EL 2742.646,--FV101
SP,PN105,N 98395.917,E 88921.468,EL 2762.980,--FV105
SP,PN114,N 98796.839,E 89161.471,EL 2673.781,--FV104A
BK,OP105,BP114,BS30.5407,BC0
RD,BD 1:359.59560
RD,FD 1:359.59560
RD,ZD 1:100.44290
MD,SD 1:475.595
RD,BV 1:179.59470
RD,FV 1:179.59470
RD,ZV 1:259.15120
MD,SD 1:475.595
LS,HI1.142,HR1.700
SS,OP105,FP205,AR0.00000,ZE100.44385,SD475.595,--CH FV104A
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:177.17320
RD,ZD 1:82.40090
MD,SD 1:127.481
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:357.17280
RD,ZV 1:277.19380
MD,SD 1:127.482
TR,OP105,FP1002,AR177.17340,ZE82.40155,SD127.482,--AUX2
BK,OP1002,BP105,BS28.1155,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00010
RD,ZD 1:96.58450
MD,SD 1:127.393
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:179.59520
RD,ZV 1:263.01030
MD,SD 1:127.393
LS,HI1.48,HR1.7
SS,OP1002,FP231,AR0.00005,ZE96.58510,SD127.393,--CH FV105
RD,BD 1:359.59580
RD,FD 1:86.41490
RD,ZD 1:92.06100
MD,SD 1:144.990
RD,BV 1:179.59490
RD,FV 1:266.41370
RD,ZV 1:267.53350
MD,SD 1:144.989
TR,OP1002,FP1003,AR86.41495,ZE92.06175,SD144.990,--AUX3
BK,OP1003,BP1002,BS294.5345,BC0.0000
RD,BD 1:359.59560
RD,FD 1:359.59560
RD,ZD 1:87.41050
MD,SD 1:145.007
RD,BV 1:180.00030
RD,FV 1:180.00040
RD,ZV 1:272.19000
MD,SD 1:145.006
LS,HI1.36,HR1.7
SS,OP1003,FP232,AR0.00005,ZE87.41025,SD145.007,--CH AUX2
RD,BD 1:0.00060
RD,FD 1:241.58130
RD,ZD 1:80.26380
MD,SD 1:105.403
RD,BV 1:180.00000
RD,FV 1:61.58060
RD,ZV 1:279.33190
MD,SD 1:105.404
LS,HI1.36,HR1.7
TR,OP1003,FP1004,AR241.5807,ZE80.2639,SD105.404,--AUX4
BK,OP1004,BP1003,BS356.5151,BC0.0000
RD,BD 1:359.59580
RD,FD 1:359.59570
RD,ZD 1:99.14310
MD,SD 1:105.309
RD,BV 1:180.00030
RD,FV 1:180.00030
RD,ZV 1:260.45090
MD,SD 1:105.310
LS,HI1.455,HR1.7
SS,OP1004,FP233,AR359.59595,ZE99.14410,SD105.310,--CH AUX3
RD,BD 1:0.00030
RD,FD 1:157.01470
RD,ZD 1:87.10160
MD,SD 1:78.589
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:337.01310
RD,ZV 1:272.49390
MD,SD 1:78.588
TR,OP1004,FP1005,AR157.01420,ZE87.10185,SD78.589,--AUX5
LS,HI1.415,HR1.700
SS,OP1005,FP234,AR359.59595,ZE92.26435,SD78.565,--CH AUX4
```

```
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:115.52190
RD,ZD 1:97.53440
MD,SD 1:371.560
RD,BV 1:180.00030
RD,FV 1:295.52180
RD,ZV 1:262.06160
MD,SD 1:371.561
TR,OP1005,FP235,AR115.52170,ZE97.53440,SD371.561,--CIE FV101
```

REPORTE DEL CIERRE DE LA POLIGONAL 2

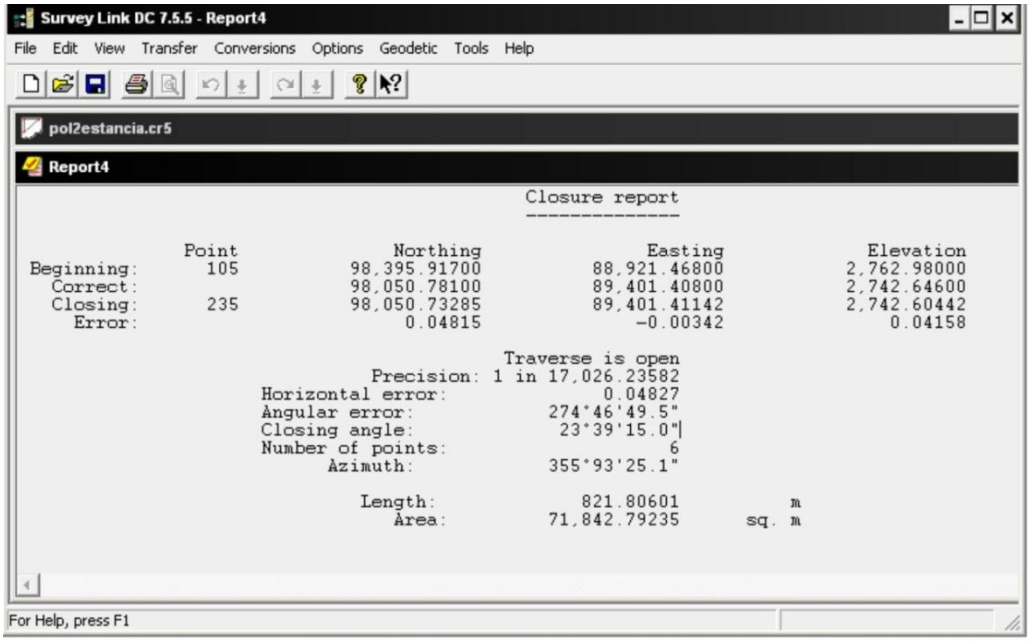


Figura 39. Reporte cierre de la poligonal 2.

COORDENADAS DE LA POLIGONAL 2

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
101	98050.781	89401.408	2742.646	FV101
105	98395.917	88921.468	2762.980	FV105
114	98796.839	89161.471	2673.781	FV104A
205	98796.830	89161.465	2673.761	CH FV104A
231	98395.924	88921.472	2762.982	CH FV105
232	98284.482	88861.724	2778.659	CH AUX2
233	98223.489	88993.149	2773.134	CH AUX3
234	98119.702	88998.834	2790.293	CH AUX4
235	98050.733	89401.411	2742.604	CIE FV101
1002	98284.483	88861.721	2778.685	AUX2
1003	98223.488	88993.149	2773.139	AUX3
1004	98119.702	88998.835	2790.297	AUX4
1005	98049.218	89033.376	2793.930	AUX5

ARCHIVO CRUDO DE LA POLIGONAL 3

```
JB,NMPOL3ESTANCIA,DT6-30-1992,TM14:59:14.92
MO,AD0,UN1,SF1.0000000,EC0,EO0.0
SP,PN103,N 98683.730,E 89352.509,EL 2644.202,--FV103
SP,PN105,N 98395.917,E 88921.468,EL 2762.980,--GPS1-ESTANCIA
SP,PN114,N 98796.839,E 89161.471,EL 2673.781,--FV104A
BK,OP114,BP103,BS120.3730,BC0.0000
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:359.59590
RD,ZD 1:97.29100
MD,SD 1:223.914
RD,BV 1:179.59560
RD,FV 1:179.59560
RD,ZV 1:262.30470
MD,SD 1:223.914
LS,HI1.300,HR1.700
SS,OP114,FP248,AR0.00000,ZE97.29115,SD223.914,--CH FV103
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:307.42570
RD,ZD 1:96.58070
MD,SD 1:47.667
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:127.42520
RD,ZV 1:263.01520
MD,SD 1:47.668
TR,OP114,FP1006,AR307.42550,ZE96.58075,SD47.678,--AUX6
BK,OP1006,BP114,BS248.2030,BC0.0000
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:359.59590
RD,ZD 1:82.11420
MD,SD 1:47.758
RD,BV 1:179.59470
RD,FV 1:179.59470
RD,ZV 1:277.48140
MD,SD 1:47.756
LS,HI1.410,HR1.700
SS,OP1006,FP249,AR0,ZE82.1144,SD47.757,--CH FV104A
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:65.03120
RD,ZD 1:91.10310
MD,SD 1:147.922
RD,BV 1:179.59530
RD,FV 1:245.03110
RD,ZV 1:268.49140
MD,SD 1:147.922
LS,HI1.410,HR1.700
TR,OP1006,FP1007,AR65.03105,ZE91.10385,SD147.922,--AUX7
BK,OP1007,BP1006,BS133.2346,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:88.37140
MD,SD 1:147.932
RD,BV 1:180.00010
RD,FV 1:180.00010
RD,ZV 1:271.22540
MD,SD 1:147.931
LS,HI1.468,HR1.700
SS,OP1007,FP250,AR0.00000,ZE88.37100,SD147.932,--CH AUX6
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:135.39270
RD,ZD 1:82.21260
MD,SD 1:69.209
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:315.39240
RD,ZV 1:277.38360
MD,SD 1:69.209
TR,OP1007,FP1008,AR135.39260,ZE82.21250,SD69.199,--AUX8
BK,OP1008,BP1007,BS286.0301,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:97.15370
MD,SD 1:69.149
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:179.59500
RD,ZV 1:262.44040
MD,SD 1:69.148
LS,HI1.470,HR1.700
SS,OP1008,FP251,AR0.00000,ZE97.15465,SD69.149,--CH AUX7
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:123.12460
RD,ZD 1:71.48190
MD,SD 1:46.358
RD,BV 1:179.59580
RD,FV 1:303.12580
RD,ZV 1:288.11310
MD,SD 1:46.357
TR,OP1008,FP1009,AR123.12480,ZE71.48240,SD46.358,--AUX9
BK,OP1009,BP1008,BS229.1554,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:107.33500
MD,SD 1:46.193
RD,BV 1:179.59390
RD,FV 1:179.59380
RD,ZV 1:252.26070
MD,SD 1:46.192
LS,HI1.398,HR1.700
SS,OP1009,FP252,AR359.59595,ZE107.33515,SD46.193,--CH AUX8
RD,BD 1:0.00010
RD,FD 1:245.51320
RD,ZD 1:86.26340
MD,SD 1:49.274
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:65.51390
RD,ZV 1:273.33140
MD,SD 1:49.274
TR,OP1009,FP1010,AR245.51345,ZE86.26400,SD49.264,--AUX10
BK,OP1010,BP1009,BS49.1554,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:92.56170
MD,SD 1:49.244
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:179.59520
RD,ZV 1:267.03280
MD,SD 1:49.244
LS,HI1.475,HR1.700
SS,OP1010,FP253,AR0.00000,ZE92.56245,SD49.244,--CH AUX9
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:160.06000
RD,ZD 1:83.08220
MD,SD 1:207.822
RD,BV 1:179.59530
RD,FV 1:340.05490
RD,ZV 1:276.51370
MD,SD 1:207.822
TR,OP1010,FP1011,AR160.05535,ZE83.08225,SD207.812,--AUX11
BK,OP1011,BP1010,BS23.5233,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:96.44250
MD,SD 1:207.770
RD,BV 1:179.59450
RD,FV 1:179.59450
RD,ZV 1:263.15290
MD,SD 1:207.769
LS,HI1.49,HR1.7
SS,OP1011,FP254,AR0.00000,ZE96.44280,SD207.770,--CH AUX10
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:187.23530
RD,ZD 1:89.46490
MD,SD 1:94.397
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:7.23460
RD,ZV 1:270.13000
MD,SD 1:94.396
TR,OP1011,FP1012,AR187.23535,ZE89.46545,SD94.387,--AUX12
BK,OP1012,BP1011,BS31.1627,BC0.0000
RD,BD 1:0.00020
RD,FD 1:0.00020
RD,ZD 1:89.57070
```

```
MD,SD 1:94.396
RD,BV 1:179.59570
RD,FV 1:179.59570
RD,ZV 1:270.02560
MD,SD 1:94.397
SS,OP1012,FP255,AR0.00000,ZE89.57055,SD94.397,--CH AUX11
RD,BD 1:0.00050
RD,FD 1:99.20130
RD,ZD 1:84.38220
MD,SD 1:47.420
RD,BV 1:179.59560
RD,FV 1:279.19570
RD,ZV 1:275.21530
MD,SD 1:47.420
LS,HI1.475,HR1.700
TR,OP1012,FP1013,AR99.19565,ZE84.38145,SD47.420,--AUX13
BK,OP1013,BP1012,BS310.3631,BC0.0000
RD,BD 1:359.59540
RD,FD 1:359.59540
RD,ZD 1:94.50250
MD,SD 1:47.380
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:179.59520
RD,ZV 1:265.09200
MD,SD 1:47.380
LS,HI1.495,HR1.700
SS,OP1013,FP256,AR0.00000,ZE94.50325,SD47.380,--CH AUX12
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:141.03430
RD,ZD 1:84.41120
MD,SD 1:475.132
RD,BV 1:180.00220
RD,FV 1:321.04150
RD,ZV 1:275.18460
MD,SD 1:475.132
TR,OP1013,FP257,AR141.03430,ZE84.41130,SD475.132,--CIE GPS1-
ESTANCIA
```

REPORTE DEL CIERRE DE LA POLIGONAL 3

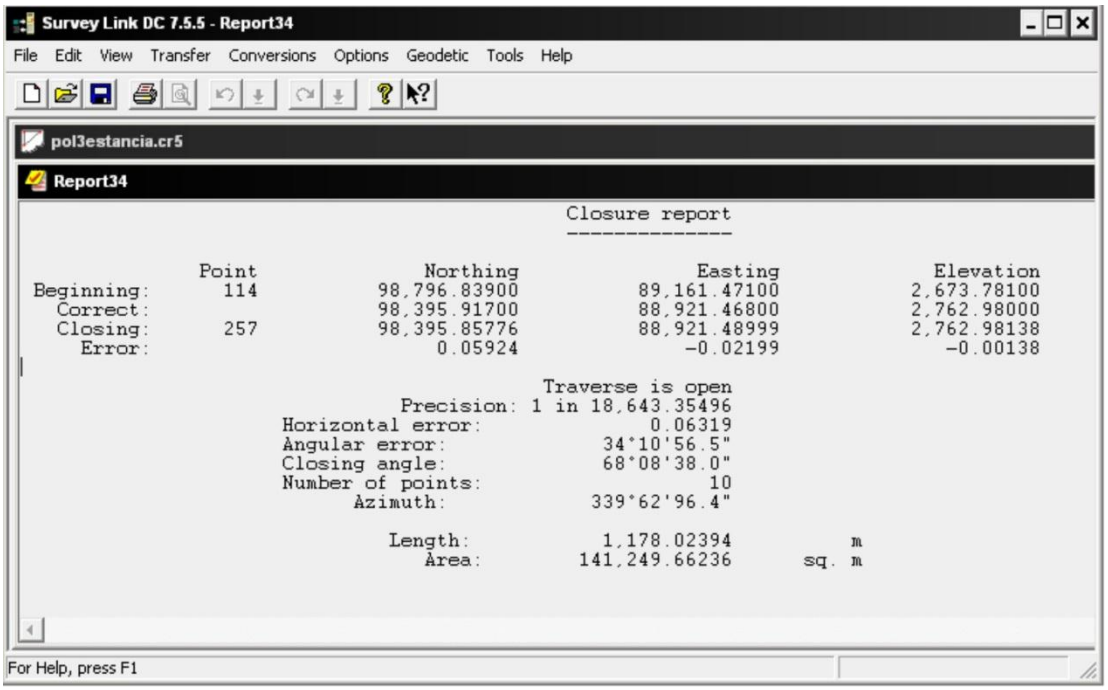


Figura 40. Reporte cierre de la poligonal 3

COORDENADAS DE LA POLIGONAL 3

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
103	98683.730	89352.509	2644.202	FV103
105	98395.917	88921.468	2762.980	GPS1-ESTANCIA
114	98796.839	89161.471	2673.781	FV104A
248	98683.733	89352.504	2644.207	CH FV103
249	98796.843	89161.481	2673.791	CH FV104A
250	98814.305	89205.455	2667.599	CH AUX6

251	98915.912	89098.007	2664.266	CH AUX7
252	98914.779	89029.422	2673.241	CH AUX8
253	98877.539	89005.920	2687.485	CH AUX9
254	98884.494	88957.244	2690.235	CH AUX10
255	98842.389	88755.263	2714.853	CH AUX11
256	98835.184	88661.141	2714.986	CH AUX12
257	98395.858	88921.490	2762.981	CIE GPS1-ESTANCI
1006	98814.304	89205.456	2667.596	AUX6
1007	98915.912	89097.997	2664.267	AUX7
1008	98914.780	89029.422	2673.238	AUX8
1009	98877.541	89005.910	2687.483	AUX9
1010	98884.492	88957.235	2690.236	AUX10
1011	98842.388	88755.252	2714.834	AUX11
1012	98835.186	88661.141	2714.984	AUX12
1013	98788.150	88657.063	2719.190	AUX13

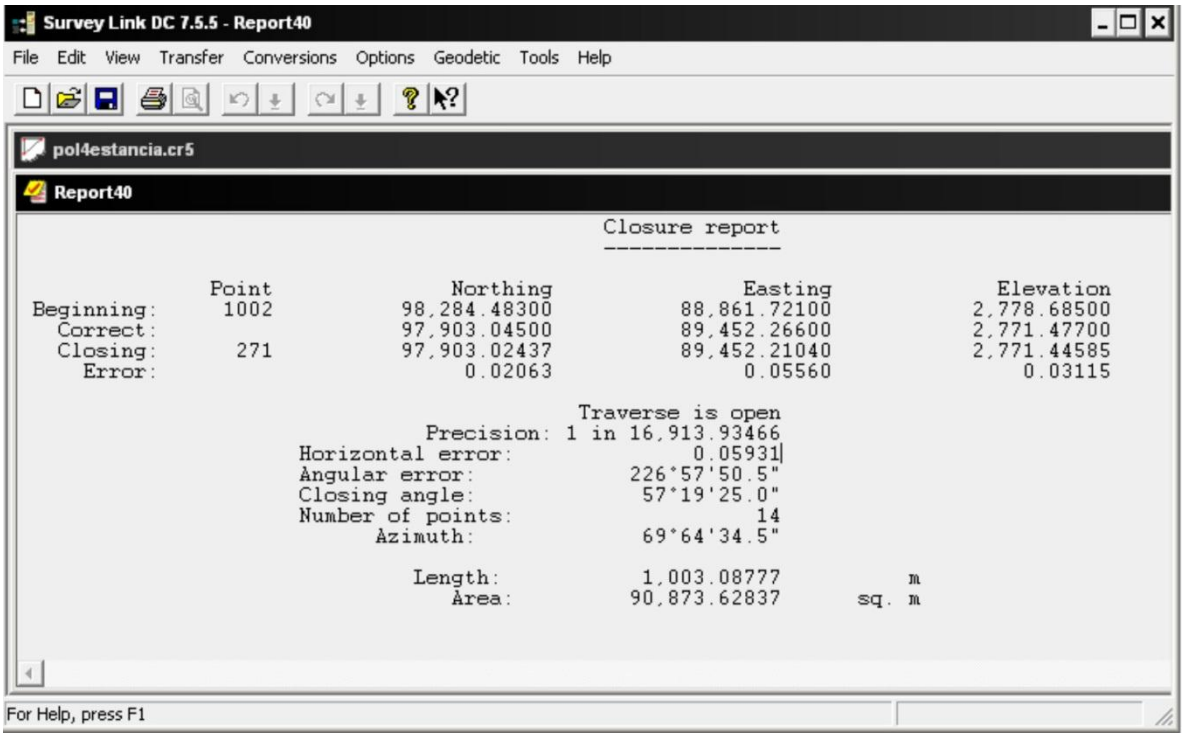
ARCHIVO CRUDO DE LA POLIGONAL 4

```
JB,NMPOL4ESTANCIA,DT6-30-1992,TM14:59:14.92
MO,AD0,UN1,SF1.0000000,EC0,EO0.0
SP,PN100,N 97903.045,E 89452.266,EL 2771.477,--FV100
SP,PN105,N 98395.917,E 88921.468,EL 2762.980,--GPS1-ESTANCIA
SP,PN1002,N 98284.483,E 88861.721,EL 2778.685,--AUX2
BK,OP1002,BP105,BS28.1138,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:96.57250
MD,SD 1:127.375
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:179.59520
RD,ZV 1:263.02280
MD,SD 1:127.375
LS,HI1.430,HR1.700
SS,OP1002,FP258,AR0.00000,ZE96.57285,SD127.375,GPS1-ESTANCIA
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:133.13450
RD,ZD 1:83.44310
MD,SD 1:141.363
RD,BV 1:179.59580
RD,FV 1:313.13440
RD,ZV 1:276.15320
MD,SD 1:141.363
TR,OP1002,FP1014,AR133.13360,ZE83.44295,SD141.363,--AUX14
BK,OP1014,BP1002,BS341.2524,BC0.0000
RD,BD 1:0.00030
RD,FD 1:0.00020
RD,ZD 1:96.03240
MD,SD 1:141.308
RD,BV 1:179.59570
RD,FV 1:179.59570
RD,ZV 1:263.56220
MD,SD 1:141.308
SS,OP1014,FP259,AR359.59595,ZE96.03310,SD141.308,--CH AUX2
RD,BD 1:359.59570
RD,FD 1:276.38150
RD,ZD 1:89.17430
MD,SD 1:65.765
RD,BV 1:179.59480
RD,FV 1:96.38050
RD,ZV 1:270.42130
MD,SD 1:65.766
TR,OP1014,FP1015,AR276.3808,ZE89.1745,SD65.766,--AUX15
BK,OP1015,BP1014,BS187.3533,BC0.0000
RD,BD 1:00.0000
RD,FD 1:00.0000
RD,ZD 1:90.18030
MD,SD 1:65.763
RD,BV 1:179.5950
RD,FV 1:179.5950
RD,ZV 1:269.41420
MD,SD 1:65.764
LS,HI1.466,HR1.700
SS,OP1015,FP260,AR0.00000,ZE90.18105,SD65.764,--CH AUX14
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:97.52410
RD,ZD 1:83.16480
MD,SD 1:34.088
RD,BV 1:180.00040
RD,FV 1:277.52330
RD,ZV 1:276.43200
MD,SD 1:34.087
TR,OP1015,FP1016,AR97.52250,ZE83.16440,SD34.088,--AUX16
BK,OP1016,BP1015,BS355.5611,BC0.0000
RD,BD 1:359.59560
RD,BD 1:359.59580
RD,FD 1:359.59580
RD,ZD 1:95.55400
MD,SD 1:34.036
RD,BV 1:179.59420
RD,FV 1:179.59420
RD,ZV 1:264.04260
MD,SD 1:34.036
LS,HI1.460,HR1.700
SS,OP1016,FP261,AR0.00000,ZE95.55370,SD34.036,--CH AUX15
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:165.40150
RD,ZD 1:86.18140
MD,SD 1:31.029
RD,BV 1:180.00010
RD,FV 1:345.40160
```

```
RD,ZV 1:273.42040
MD,SD 1:31.030
LS,HI1.460,HR1.700
TR,OP1016,FP1017,AR165.40050,ZE86.18050,SD31.030,--AUX17
BK,OP1017,BP1016,BS341.3626,BC0.0000
RD,BD 1:0.00010
RD,FD 1:0.00010
RD,ZD 1:92.47430
MD,SD 1:30.998
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:179.59510
RD,ZV 1:267.11410
MD,SD 1:30.998
SS,OP1017,FP262,AR0.00000,ZE92.48010,SD30.998,--CH AUX16
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:182.04590
RD,ZD 1:87.08110
MD,SD 1:33.435
RD,BV 1:179.59450
RD,FV 1:2.04530
RD,ZV 1:272.51370
MD,SD 1:33.435
TR,OP1017,FP1018,AR182.04540,ZE87.08170,SD33.435,--AUX18
BK,OP1018,BP1017,BS343.4130,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00010
RD,ZD 1:92.00100
MD,SD 1:33.419
RD,BV 1:179.59480
RD,FV 1:179.59480
RD,ZV 1:267.59470
MD,SD 1:33.418
LS,HI1.450,HR1.700
SS,OP1018,FP263,AR0.00005,ZE92.00115,SD33.419,--CH AUX17
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:91.25490
RD,ZD 1:92.58320
MD,SD 1:31.137
RD,BV 1:179.59530
RD,FV 1:271.25410
RD,ZV 1:267.01110
MD,SD 1:31.137
LS,HI1.450,HR1.700
TR,OP1018,FP1019,AR91.25385,ZE92.58405,SD31.137,--AUX19
BK,OP1019,BP1018,BS255.0719,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:86.05060
MD,SD 1:31.172
RD,BV 1:180.00040
RD,FV 1:180.00040
RD,ZV 1:273.54360
MD,SD 1:31.173
SS,OP1019,FP264,AR0.00000,ZE86.05150,SD31.173,--CH AUX18
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:271.24300
RD,ZD 1:79.57230
MD,SD 1:82.418
RD,BV 1:179.59490
RD,FV 1:91.24220
RD,ZV 1:280.02350
MD,SD 1:82.418
TR,OP1019,FP1020,AR271.24220,ZE79.57240,SD82.418,--AUX20
BK,OP1020,BP1019,BS346.3151,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:99.41180
MD,SD 1:82.330
RD,BV 1:179.59520
RD,FV 1:179.59510
RD,ZV 1:260.18270
MD,SD 1:82.330
LS,HI1.445,HR1.700
SS,OP1020,FP265,AR359.59595,ZE99.41255,SD82.330,--CH AUX19
RD,BD 1:359.59590
RD,FD 1:77.50100
RD,ZD 1:99.08230
MD,SD 1:65.699
RD,BV 1:179.59450
RD,FV 1:257.49530
RD,ZV 1:260.51200
MD,SD 1:65.700
LS,HI1.445,HR1.700
TR,OP1020,FP1021,AR77.49595,ZE99.08315,SD65.700,--AUX21
BK,OP1021,BP1020,BS244.2200,BC0.0000
RD,BD 1:47.47590
RD,FD 1:47.47580
RD,ZD 1:80.25290
MD,SD 1:65.784
RD,BV 1:227.47500
RD,FV 1:227.47500
RD,ZV 1:279.34330
MD,SD 1:65.785
LS,HI1.460,HR1.700
SS,OP1021,FP266,AR359.59595,ZE80.25280,SD65.785,--CH AUX20
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:199.42110
RD,ZD 1:96.38320
MD,SD 1:46.764
RD,BV 1:180.00070
RD,FV 1:19.42080
RD,ZV 1:263.21290
MD,SD 1:46.765
TR,OP1021,FP1022,AR199.41560,ZE96.38315,SD46.765,--AUX22
BK,OP1022,BP1021,BS264.0406,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:82.45000
MD,SD 1:46.828
RD,BV 1:179.59540
RD,FV 1:179.59540
RD,ZV 1:277.14500
MD,SD 1:46.828
SS,OP1022,FP267,AR0.00000,ZE82.45050,SD46.828,--CH AUX21
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:224.07300
RD,ZD 1:89.04120
MD,SD 1:100.901
RD,BV 1:180.00070
RD,FV 1:44.07350
RD,ZV 1:270.55320
MD,SD 1:100.901
LS,HI1.460,HR1.700
TR,OP1022,FP1023,AR224.07190,ZE89.04200,SD100.901,--AUX23
BK,OP1023,BP1022,BS308.1135,BC0.0000
RD,BD 1:359.59580
RD,FD 1:359.59580
RD,ZD 1:90.38270
MD,SD 1:100.895
RD,BV 1:179.59550
RD,FV 1:179.59550
RD,ZV 1:269.21230
MD,SD 1:100.895
LS,HI1.455,HR1.700
SS,OP1023,FP268,AR0.00000,ZE90.38320,SD100.895,--CH AUX22
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:161.30070
RD,ZD 1:91.08230
MD,SD 1:129.474
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:341.30060
RD,ZV 1:268.51280
MD,SD 1:129.473
TR,OP1023,FP1024,AR161.30015,ZE91.08275,SD129.474,--AUX24
BK,OP1024,BP1023,BS289.4147,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:88.40070
MD,SD 1:129.482
RD,BV 1:180.00010
RD,FV 1:180.00010
RD,ZV 1:271.19560
MD,SD 1:129.480
LS,HI1.510,HR1.700
SS,OP1024,FP269,AR0.00000,ZE88.40055,SD129.481,--CH AUX23
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:168.27360
RD,ZD 1:94.58130
```

```
MD,SD 1:188.227
RD,BV 1:179.59510
RD,FV 1:348.27190
RD,ZV 1:265.01360
MD,SD 1:188.226
LS,HI1.510,HR1.700
TR,OP1024,FP1025,AR168.27220,ZE94.58185,SD188.227,--AUX25
BK,OP1025,BP1024,BS278.0919,BC0.0000
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:0.00000
RD,ZD 1:84.53420
MD,SD 1:188.261
RD,BV 1:179.59530
RD,FV 1:179.59530
RD,ZV 1:275.06070
MD,SD 1:188.261
LS,HI1.460,HR1.700
SS,OP1025,FP270,AR0.00000,ZE84.53475,SD188.261,--CH AUX24
RD,BD 1:0.00000
RD,FD 1:139.00430
RD,ZD 1:97.34330
MD,SD 1:57.676
RD,BV 1:179.59500
RD,FV 1:319.00350
RD,ZV 1:262.25180
MD,SD 1:57.676
LS,HI1.460,HR1.700
TR,OP1025,FP271,AR139.00340,ZE97.34375,SD57.676,--CIE FV100
```

REPORTE DEL CIERRE DE LA POLIGONAL 4



COORDENADAS DE LA POLIGONAL 4

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
100	97903.045	89452.266	2771.477	FV100
105	98395.917	88921.468	2762.980	GPS1-ESTANCIA
258	98395.914	88921.466	2762.985	CH GPS1-ESTANCIA
259	98284.481	88861.721	2778.641	CH AUX2
260	98151.283	88906.484	2793.782	CH AUX14
261	98137.678	88842.144	2794.365	CH AUX15
262	98103.905	88844.546	2798.127	CH AUX16

263	98074.532	88854.316	2799.892	CH AUX17
264	98042.477	88863.693	2801.320	CH AUX18
265	98050.468	88893.749	2799.453	CH AUX19
266	97971.548	88912.668	2813.575	CH AUX20
267	97999.627	88971.141	2802.892	CH AUX21
268	98004.443	89017.344	2797.241	CH AUX22
269	97942.091	89096.661	2798.613	CH AUX23
270	97898.514	89218.556	2795.798	CH AUX24
271	97903.024	89452.210	2771.446	CIE FV100
1002	98284.483	88861.721	2778.685	AUX2
1014	98151.282	88906.482	2793.826	AUX14
1015	98137.678	88842.144	2794.364	AUX15
1016	98103.910	88844.544	2798.119	AUX16
1017	98074.527	88854.317	2799.881	AUX17
1018	98042.478	88863.698	2801.310	AUX18
1019	98050.468	88893.749	2799.443	AUX19
1020	97971.549	88912.670	2813.566	AUX20
1021	97999.627	88971.144	2802.872	AUX21
1022	98004.442	89017.345	2797.223	AUX22
1023	97942.092	89096.659	2798.617	AUX23
1024	97898.514	89218.552	2795.794	AUX24
1025	97872.001	89404.187	2779.291	AUX25

4.4. LEVANTAMIENTO DE LAS OBRAS EN LA ZONA DE DESLIZAMIENTO

Para llevar a cabo el levantamiento se localizaron líneas de auxiliares amarradas a las poligonales principales, desde los cuales por medio de radiaciones simples se levantaron los puntos correspondientes a paramentos, andenes y servicios públicos de alcantarillado, energía y de teléfonos encontrados en la zona, para plasmar con claridad el total de las manzanas construidas.
Así mismo fueron levantados un total de 52 puntos que se encontraron en toda la zona, estos mojones son puntos materializados por el FOPAE, la localización de estos puntos se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Coordenadas y cota de puntos de monitoreo en la zona del proyecto

			COORDENADAS INSTRUMENTOS FOPAE				COORDENADAS INSTRUMENTOS LEVANTAMIENTO			
PUNTO	**TIPO**	**ESTADO**	**NORTE**	**ESTE**	**COTA**		**DESCRIPCION**	**NORTE**	**ESTE**	**COTA**
I-1	INCLINOMETRO	ACTIVO	98028.342	89000.263	2797.213		I-1	98028.199	89000.375	2799.594
I-2	INCLINOMETRO	INACTIVO	98274.285	89111.444	2736.949		I-2	98274.084	89111.451	2739.431
I-3	INCLINOMETRO	INACTIVO	98066.725	89180.868	2754.173		I-3	98066.604	89180.904	2756.458

I-4	INCLINOMETRO	ACTIVO	98008.312	89413.637	2740.821		I-4	98008.237	89413.714	2743.184
I-5	INCLINOMETRO	ACTIVO	97971.689	88911.072	2811.352		I-5	97971.773	88911.146	2813.458
I-6	INCLINOMETRO	ACTIVO	98094.166	89563.004	2699.348		I-6	98094.090	89563.185	2701.647
I-7	INCLINOMETRO	INACTIVO	98375.451	89552.523	2631.120		I-7	98355.239	89546.461	2634.329
I-8	INCLINOMETRO	INACTIVO	98438.554	89679.452	2612.880		I-8	98418.091	89630.343	2615.505
I-9	INCLINOMETRO	ACTIVO	98431.531	89628.646	2609.078		I-9	98431.540	89628.705	2609.063
I-10	INCLINOMETRO	ACTIVO	98395.611	88958.486	2744.209		I-10	98395.404	88958.536	2758.624
I-11	INCLINOMETRO	ACTIVO	98481.485	88927.901	2738.230		I-11	98481.264	88928.024	2740.585
I-12	INCLINOMETRO	INACTIVO	98446.770	89071.859	2744.209		I-12	98446.997	89071.705	2731.764
I-13	INCLINOMETRO	INACTIVO	98549.524	89040.751	2712.034		I-13	98551.473	89042.005	2713.635
I-14	INCLINOMETRO	ACTIVO	98636.830	89452.990	2607.650		I-14	98636.664	89452.981	2610.088
I-15	INCLINOMETRO	INACTIVO	98743.317	89372.148	2616.458		I-15	98743.970	89372.457	2619.242
I-16	INCLINOMETRO	ACTIVO	98840.433	89376.606	2614.028		I-16	98840.275	89376.672	2616.362
I-17	INCLINOMETRO	ACTIVO	98838.475	89129.824	2665.276		I-17	98838.250	89129.919	2667.687
I-18	INCLINOMETRO	INACTIVO	98494.729	88800.696	2744.209		I-18	98494.543	88800.745	2746.619
I-19	INCLINOMETRO	ACTIVO	98787.390	88806.903	2714.000		I-19	98784.590	88804.982	2713.990
I-20	INCLINOMETRO	ACTIVO	97862.037	89191.234	2796.937		I-20	97862.037	89191.234	2796.937
I-21	INCLINOMETRO	ACTIVO	98168.315	88773.175	2780.614		I-21	98168.759	88773.534	2796.105
M-1	MOJON	ACTIVO	98228.567	88821.798	2780.405		M-1	98229.573	88821.628	2783.205
M-2	MOJON	INACTIVO	98334.940	88956.258	2762.111		M-2	98333.707	88957.025	2764.415
M-3	MOJON	ACTIVO	98744.521	89463.303	2606.471		M-3	98744.390	89463.430	2608.950
M-4	MOJON	ACTIVO	98490.471	89152.851	2712.761		M-4	98492.872	89154.909	2714.300
M-5	MOJON	ACTIVO	98508.260	89047.777	2722.249		M-5	98510.613	89049.035	2723.834
M-6	MOJON	ACTIVO	98650.456	89348.899	2641.960		M-6	98651.931	89351.535	2644.142
M-7	MOJON	ACTIVO	98418.215	89677.124	2618.018		M-7 / MC-2	98418.088	89677.173	2620.385
M-8	MOJON	ACTIVO	98807.565	89206.160	2665.561		M-8	98807.999	89206.906	2667.693
M-9	MOJON	INACTIVO	98162.536	88960.055	2785.245		M-9	98162.333	88960.181	2787.992
M-10	MOJON	INACTIVO	98198.275	89095.079	2757.072		M-10	98197.008	89096.127	2759.451
M-11	MOJON	ACTIVO	98368.142	89544.671	2631.087		M-11	98368.222	89544.876	2633.234
M-12	MOJON	ACTIVO	97862.865	89212.842	2797.043		M-12	97862.452	89212.837	2799.330
M-13	MOJON	ACTIVO	97941.476	89230.895	2778.944		M-13	97941.224	89231.049	2781.442
M-14	MOJON	INACTIVO	98506.104	89646.015	2613.754		M-14	98505.043	89646.448	2614.672
MC-1	MOJON	ACTIVO	97902.937	89461.558	2768.513		MC-1	97902.797	89461.653	2770.936
MC-2	MOJON	ACTIVO	98418.215	89677.124	2618.018		MC-2 / M-7	98418.088	89677.173	2620.385
MC-3	MOJON	ACTIVO	98858.610	89009.625	2686.765		MC-3	98858.452	89009.734	2689.084
P-1	PIEZOMETRO	ACTIVO	97967.015	89192.580	2771.400		P-1	97966.193	89193.231	2774.372
P-2	PIEZOMETRO	ACTIVO	98177.175	89061.083	2765.243		P-2	98176.965	89061.215	2767.584

P-3	PIEZOMETRO	ACTIVO	98107.546	89290.665	2725.918	P-3	98107.455	89290.787	2728.273
P-4	PIEZOMETRO	INACTIVO	98206.651	89296.858	2707.815	P-4	98208.925	89299.020	2709.358
P-5	PIEZOMETRO	INACTIVO	98144.310	89488.886	2685.123	P-5	98144.540	89489.084	2687.285
P-6	PIEZOMETRO	INACTIVO	97918.801	89328.409	2772.757	P-6	97918.651	89328.544	2775.133
P-7	PIEZOMETRO	ACTIVO	98235.946	89013.613	2761.798	P-7	98235.749	89013.737	2764.124
P-8	PIEZOMETRO	ACTIVO	98341.024	89567.638	2630.965	P-8	98340.995	89567.767	2633.216
P-9	PIEZOMETRO	ACTIVO	98612.053	88882.890	2713.129	P-9	98612.007	88883.019	2715.436
P-10	PIEZOMETRO	INACTIVO	98697.232	88980.904	2685.437	P-10	98697.149	88981.088	2686.308
P-11	PIEZOMETRO	ACTIVO	98844.587	89237.887	2642.655	P-11	98844.777	89237.898	2644.990
P-12	PIEZOMETRO	INACTIVO	98245.866	88844.718	2775.577	P-12	98246.829	88844.551	2778.015
P-13	PIEZOMETRO	INACTIVO	98449.195	88774.565	2755.177	P-13	98448.996	88774.668	2757.528
P-14	PIEZOMETRO	ACTIVO	97984.890	89117.440	2778.020	P-14	97984.663	89117.549	2780.511
P-15	PIEZOMETRO	ACTIVO	98103.895	89002.969	2788.000	P-15	98103.778	89003.440	2789.439

DIFERENCIAS ENCONTRADAS			
PUNTO	**NORTE**	**ESTE**	**COTA**
I-1	-0.143	0.112	2.381
I-2	-0.201	0.007	2.482
I-3	-0.121	0.036	2.285
I-4	-0.075	0.077	2.363
I-5	0.084	0.074	2.106
I-6	-0.076	0.181	2.299
I-7	-20.212	-6.062	3.209
I-8	-20.463	-49.109	2.625
I-8	-0.019	0.196	1.500
I-9	0.009	0.059	-0.015
I-10	-0.207	0.050	14.415
I-11	-0.221	0.123	2.355
I-12	0.227	-0.154	-12.445
I-13	1.949	1.254	1.601
I-14	-0.166	-0.009	2.438
I-15	0.653	0.309	2.784
I-16	-0.158	0.066	2.334
I-17	-0.225	0.095	2.411
I-18	-0.186	0.049	2.410
I-19	-2.800	-1.921	-0.010
I-20	0.000	0.000	0.000
I-21	0.444	0.359	15.491
M-1	1.006	-0.170	2.800
M-2	-1.233	0.767	2.304
M-3	-0.131	0.127	2.479
M-4	2.401	2.058	1.539
M-5	2.353	1.258	1.585
M-6	1.475	2.636	2.182

DIFERENCIAS ENCONTRADAS			
PUNTO	**NORTE**	**ESTE**	**COTA**
M-7	-0.127	0.049	2.367
M-8	0.434	0.746	2.132
M-9	-0.203	0.126	2.747
M-10	-1.267	1.048	2.379
M-11	0.080	0.205	2.147
M-12	-0.413	-0.005	2.287
M-13	-0.252	0.154	2.498
M-14	-1.061	0.433	0.918
MC-1	-0.140	0.095	2.423
MC-2	-0.127	0.049	2.367
MC-3	-0.158	0.109	2.319
P-1	-0.132	0.127	2.379
P-1	-0.822	0.651	2.972
P-2	-0.210	0.132	2.341
P-3	-0.091	0.122	2.355
P-4	2.274	2.162	1.543
P-5	0.230	0.198	2.162
P-6	-0.150	0.135	2.376
P-7	-0.197	0.124	2.326
P-8	-0.029	0.129	2.251
P-9	-0.046	0.129	2.307
P-10	-0.083	0.184	0.871
P-11	0.190	0.011	2.335
P-12	0.963	-0.167	2.438
P-13	-0.199	0.103	2.351
P-14	-0.227	0.109	2.491
P-15	-0.117	0.471	1.439

El replanteo y levantamiento de la instrumentación mencionada en la Tabla 7 se realizó identificando en campo la instrumentación existente en el sector. Como muestra del levantamiento, la figura 41 muestra el registro fotográfico de la identificación de estos instrumentos.



Figura 41. Registro Fotográfico del replanteo de los instrumentos del proyecto.

4.5. LEVANTAMIENTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

Fueron radiados un total de 42 puntos auxiliares en la zona, a partir de estos deltas se realizaron en primer lugar el levantamiento por medio de secciones transversales los cursos de las quebradas Santa Rita, Rosales y La Carbonera, también se tuvo en cuenta para el levantamiento, detalles relevantes para los estudios geológicos, tales como las zonas húmedas existentes, los cursos de agua, el detalle de los escarpes naturales y las grietas o fracturas presentadas en el terreno, se detallaron así mismo, las lagunas y aposamientos de agua, y un barrido general de toda la zona ubicando los detalles del relieve para la generación de un modelo tridimensional que sirve como base principal en la creación de las curvas de nivel, el método utilizado para los levantamientos fue por medio de una nube de puntos, que en total sumaron 9800.

En la figura 42 se presenta la nube de puntos tanto de la zona urbana como en la ronda de las quebradas.

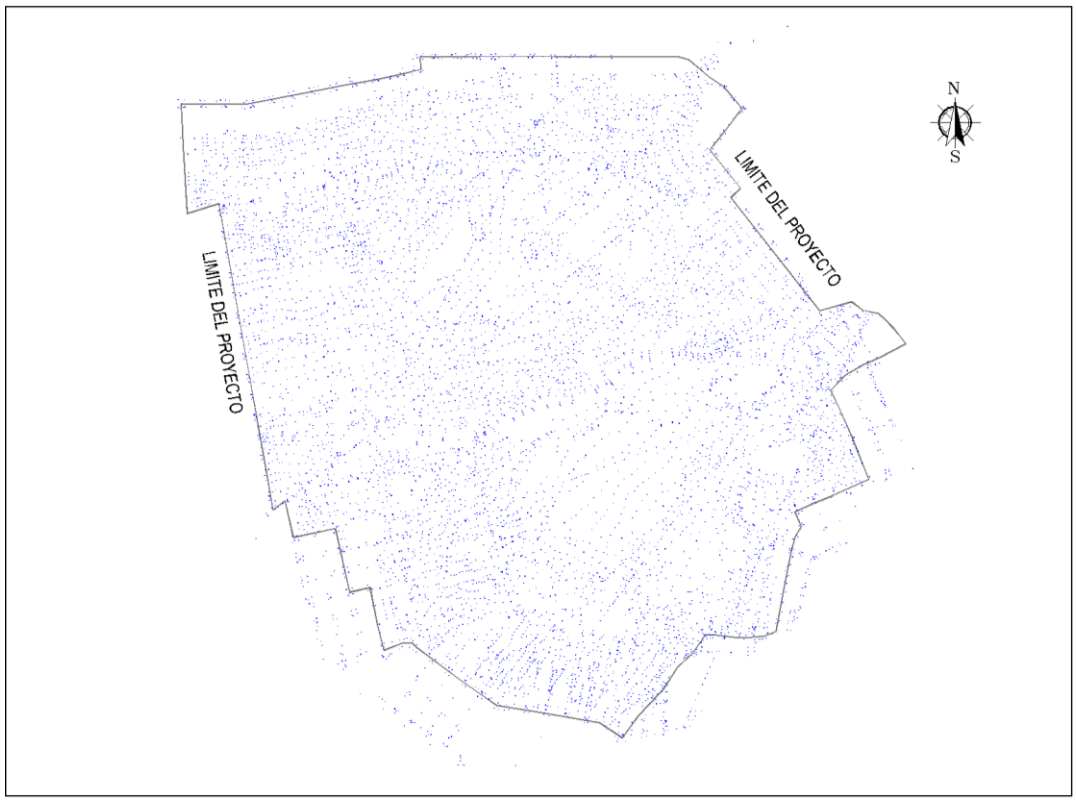


Figura 42. Gráfica de la nube de puntos producto del levantamiento.

4.6. SECCIONES TOPOGRÁFICAS PARA ESTABILIDAD

A fin de proporcionar la información precisa del relieve para los análisis de estabilidad, se identificaron 6 secciones topográficas, perpendiculares a los movimientos detectados en la zona, la localización de las secciones A – B – C – D – E – F se muestran en las Figura43, el registro fotográfico y ubicación en el sector se muestra en la figura 44.

Tabla 8. Coordenadas secciones levantadas.

PUNTO	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
A	88764.82	98416.12	INICIO SECCION A
AM	89043.43	98664.94	PUNTO MEDIO SECCION A
A'	89322.04	98913.76	FINAL SECCION A
B	88960.07	98342.05	INICIO SECCION B
BM	89087.25	98582.91	PUNTO MEDIO SECCION B
B'	89214.43	98823.77	FINAL SECCION B
C	88804.00	98214.45	INICIO SECCION C
CINT	89030.87	98394.22	PUNTO INTERMEDIO SECCION C
C'	89257.73	98573.99	PUNTO DE QUIEBRE SECCION C
C''	89484.37	98761.76	FINAL SECCION C
D	88906.51	98148.86	INICIO SECCION D
D'	89095.57	98197.54	PUNTO DE QUIEBRE SECCION D
DINT	89385.04	98307.38	PUNTO INTERMEDIO SECCION D
D''	89674.50	98417.22	FINAL SECCION D
E	89215.01	97873.10	INICIO SECCION E
E'	89230.24	97940.44	PUNTO DE QUIEBRE SECCION E
EINT	89437.45	98222.43	PUNTO INTERMEDIO SECCION E
E''	89644.65	98504.43	FINAL SECCION E
F	89434.01	97879.01	INICIO SECCION F
FM	89573.09	98191.74	PUNTO MEDIO SECCION F
F'	89712.17	98504.48	FINAL SECCION F

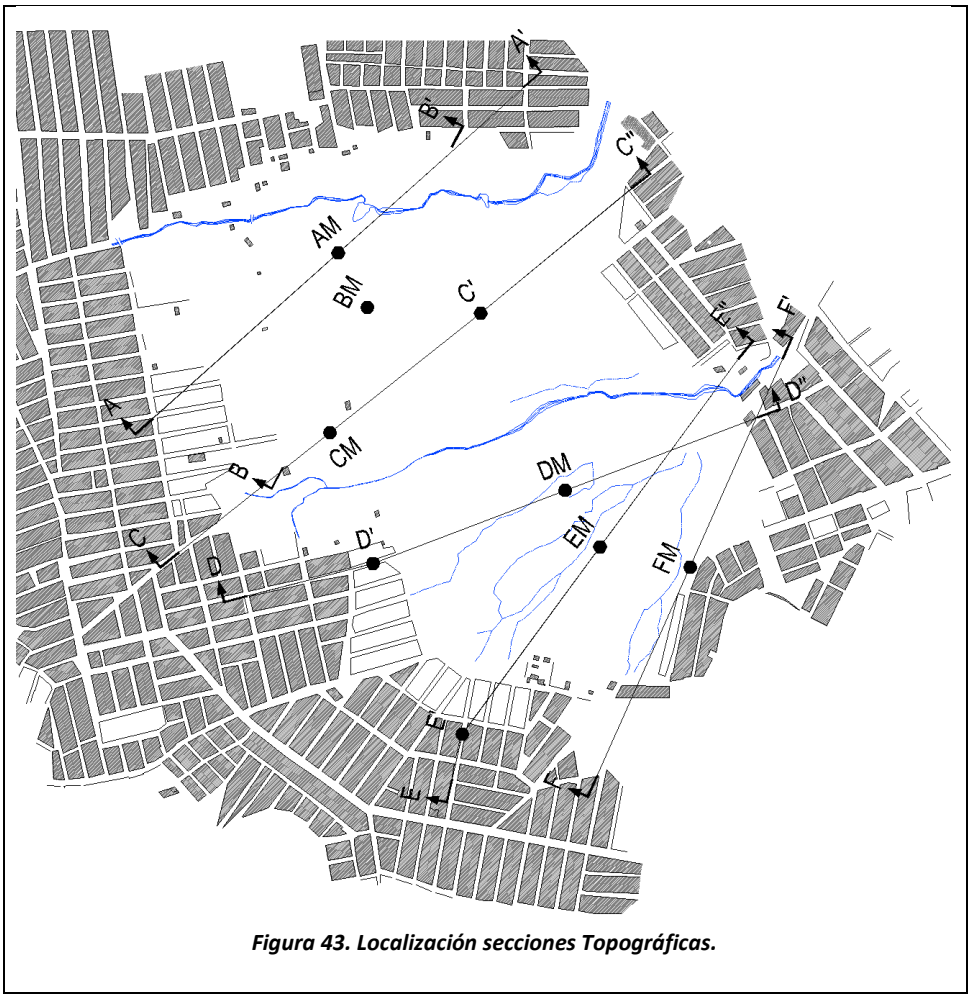


Figura 43. Localización secciones Topográficas.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL LEVANTAMIENTO DE LAS SECCIONES DE ANÁLISIS



Figura 44. Registro Fotográfico del levantamiento de las secciones de análisis.

En la figura 45 se presenta una imagen de la Topografía levantada en el sector altos de la estancia.

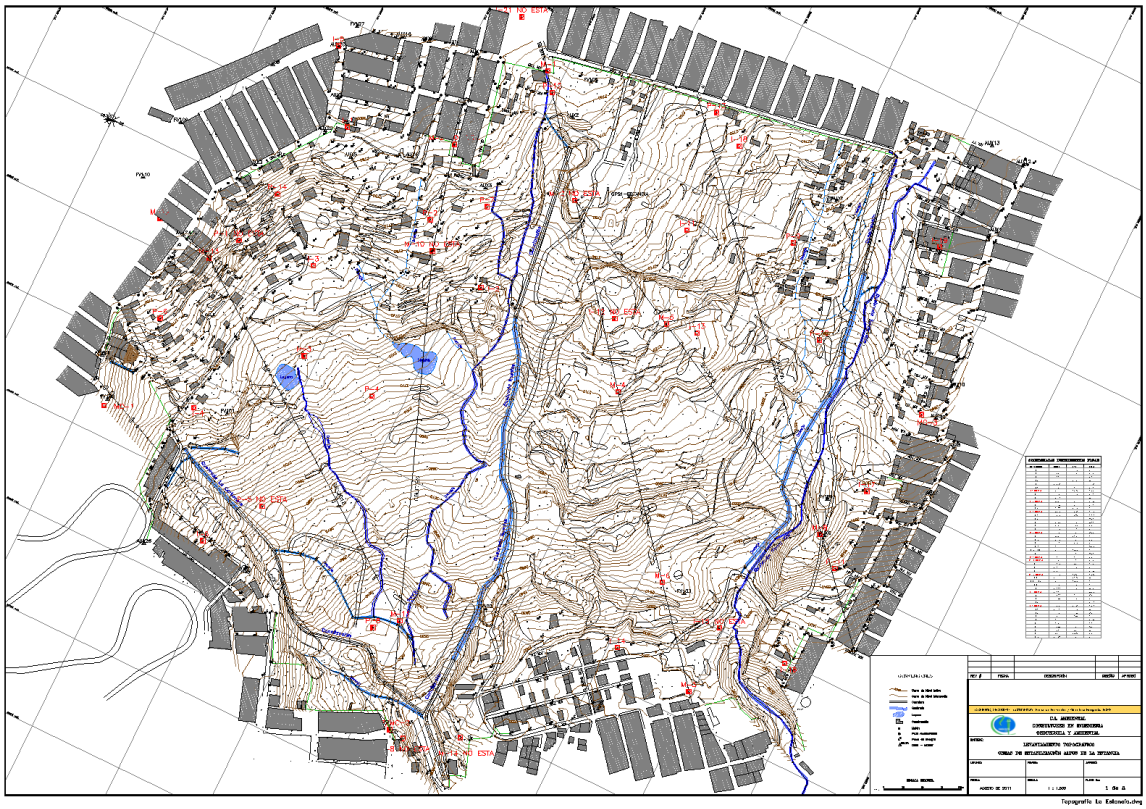


Figura 45. Topografía general de la zona de deslizamiento.

5. INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

Para el presente monitoreo y de acuerdo a los requerimientos del FOPAE, se propuso la ubicación de instrumentación que permitirá cuantificar las tasas de deformación presentadas en el sector. De acuerdo a los resultados obtenidos de esta instrumentación se delimitaran sectores estables e inestables y sus características identificando las zonas de transición.

5.1. INCLINÓMETROS - PIEZÓMETROS



Figura 46. Perforación mecánica IP-2

Con el fin de completar la red de instrumentos instalados por la consultoría 755 de 2009, se realizaron 3 sondeos mecánicos en diámetro HQ y 3 sondeos mecánicos en diámetro NQ (Ver figuras 46 y 47). La localización de estos instrumentos se propuso al FOPAE teniendo en cuenta el análisis de la información existente del proyecto y la evaluación de las condiciones en campo, teniendo como finalidad lograr una cobertura total y que apotara una mejor interpretación de los fenómenos que afectan el sector.

De acuerdo a la propuesta de CI AMBIENTAL, el FOPAE realizó algunas modificaciones definiendo las coordenadas que se presentan en la Tabla 9, para los 6 Inclinómetros – Piezómetros.

Tabla 9. Coordenadas aprobadas por FOPAE

INSTRUMENTO	ESTE	NORTE
IP-1	89201.00	98771.00
IP-2	88736.43	98560.88
IP-3	89689.12	98413.89
IP-4	89137.00	98041.00
IP-5	89371.00	98669.00
IP-6	86522.00	98077.00

La ubicación exacta de los Inclinómetros – Piezómetros se realizó en campo, encontrando inconvenientes relacionados con el acceso de la máquina de perforación, ubicación de estos puntos sobre viviendas, por lo que fue necesario trasladar estos puntos lo más cercano posible y proceder a la instalación. Las coordenadas de la ubicación de los Inclinómetros – Piezómetros se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Ubicación Inclinómetros - Piezómetros

INSTRUMENTO	ESTE	NORTE
IP-1	89186	98772
IP-2	88746	98542
IP-3	89679	98427
IP-4	89124	98044
IP-5	89429	98681
IP-6	89522	98077

En la figura 47 se muestra la ubicación de los 6 Inclinómetros – Piezómetros instalados por la presente consultoría.

Con relación a la ejecución de las perforaciones, es importante destacar que el material se encontraba muy fracturado, lo que ocasionó el derrumbe de algunas de las perforaciones. Dentro de la ejecución de las perforaciones es importante destacar dos hechos:

- En la mayor parte de las perforaciones, desde el inicio de las mismas, se detectó la presencia de bloques de areniscas, lo cual imposibilitó la ejecución del ensayo SPT.
- El material se encontraba muy fracturado, por la cual en algunas ocasiones la recuperación fue muy pobre, y en otras, el tamaño del testigo era inferior a 10 centímetros, motivo por el cual no fue posible evaluar el RQD. Este fenómeno es atribuible a que el macizo rocoso se encuentra muy fracturado por los desplazamientos que ha presentado el terreno, y

adicionalmente, el diámetro en NQ, no es el más recomendable si se desea tener una recuperación adecuada.

- En general, el hecho de colocar un filtro en la punta de la tubería para Inclinómetro, incrementó el diámetro de la tubería, lo que ocasionó que la tubería no entrará en la perforación en diámetro NQ. Lo anterior obligó a reperforar en diámetro HQ, lo cual generó sobre-costos, en la instrumentación.
- Finalmente, la instalación de la tubería tuvo muchas dificultades, ya que la perforación tiende a cerrarse, como consecuencia del intenso fracturamiento de la roca. Es importante destacar que en todos los casos se utilizó lodo bentonítico para garantizar la estabilidad del pozo.

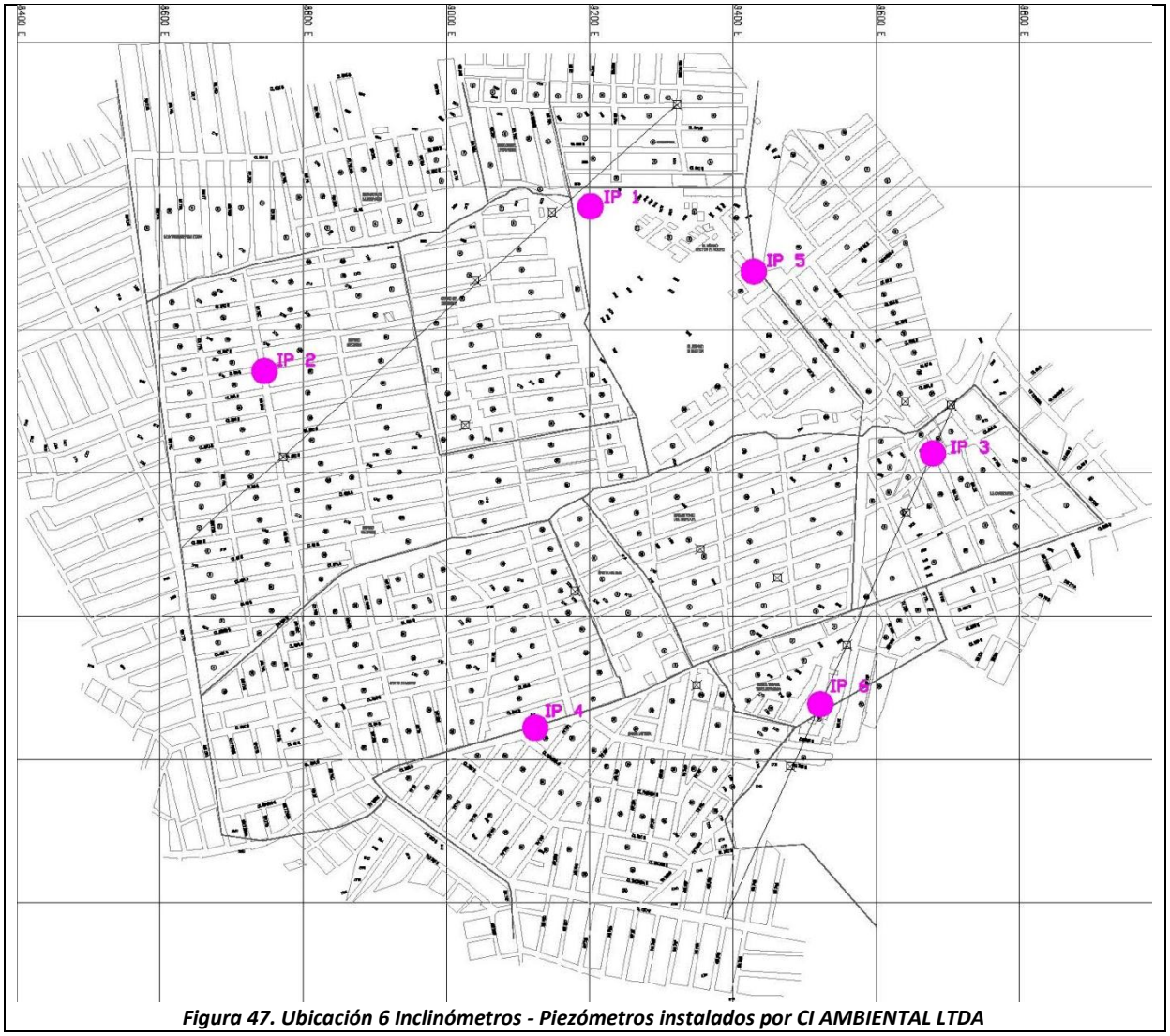


Figura 47. Ubicación 6 Inclinómetros - Piezómetros instalados por CI AMBIENTAL LTDA

5.1.1. Perfiles estratigráficos de las perforaciones adelantadas en la zona

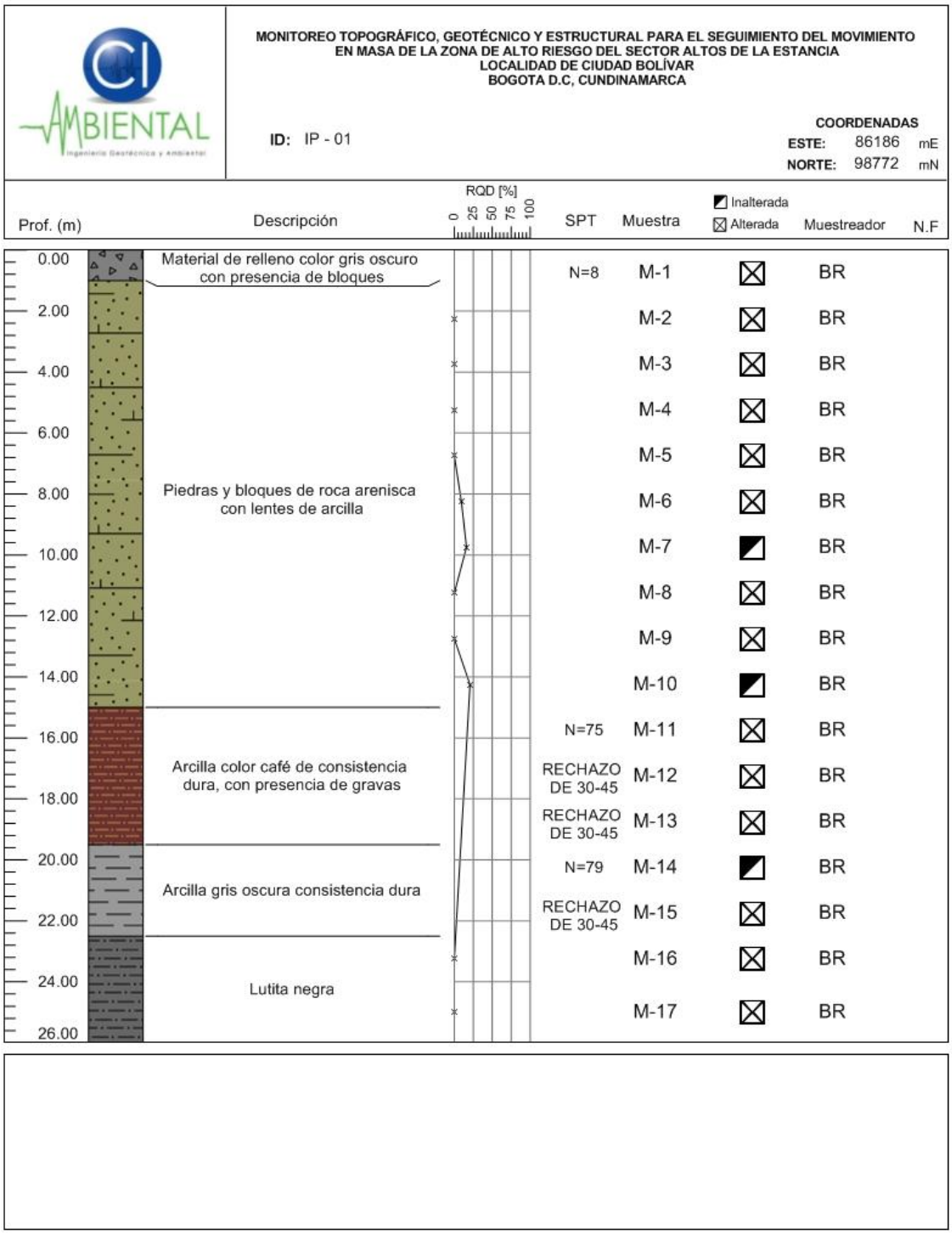


Figura 48. Perfil estratigráfico IP – 01

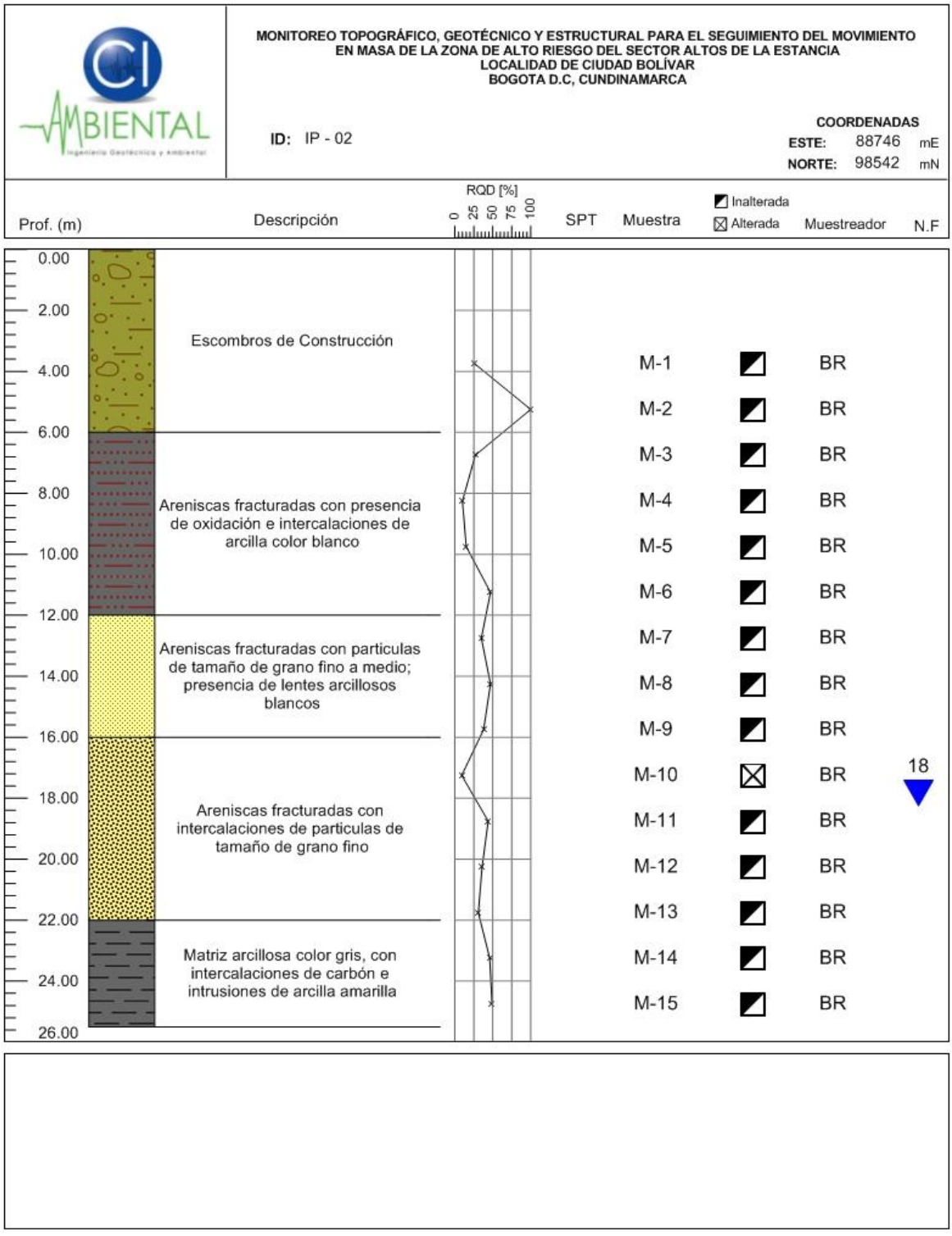


Figura 49. Perfil estratigráfico IP-02

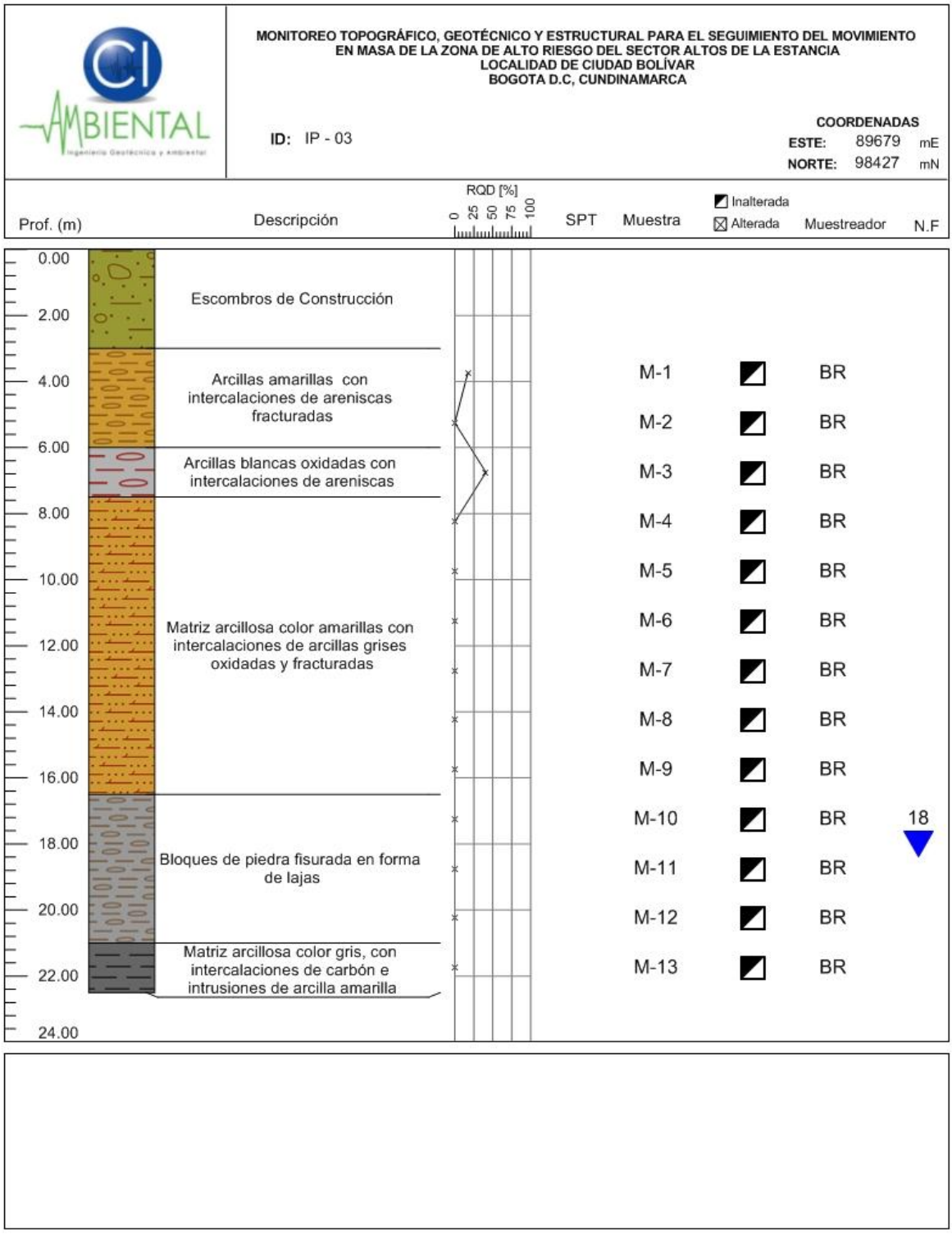


Figura 50. Perfil estratigráfico IP-03

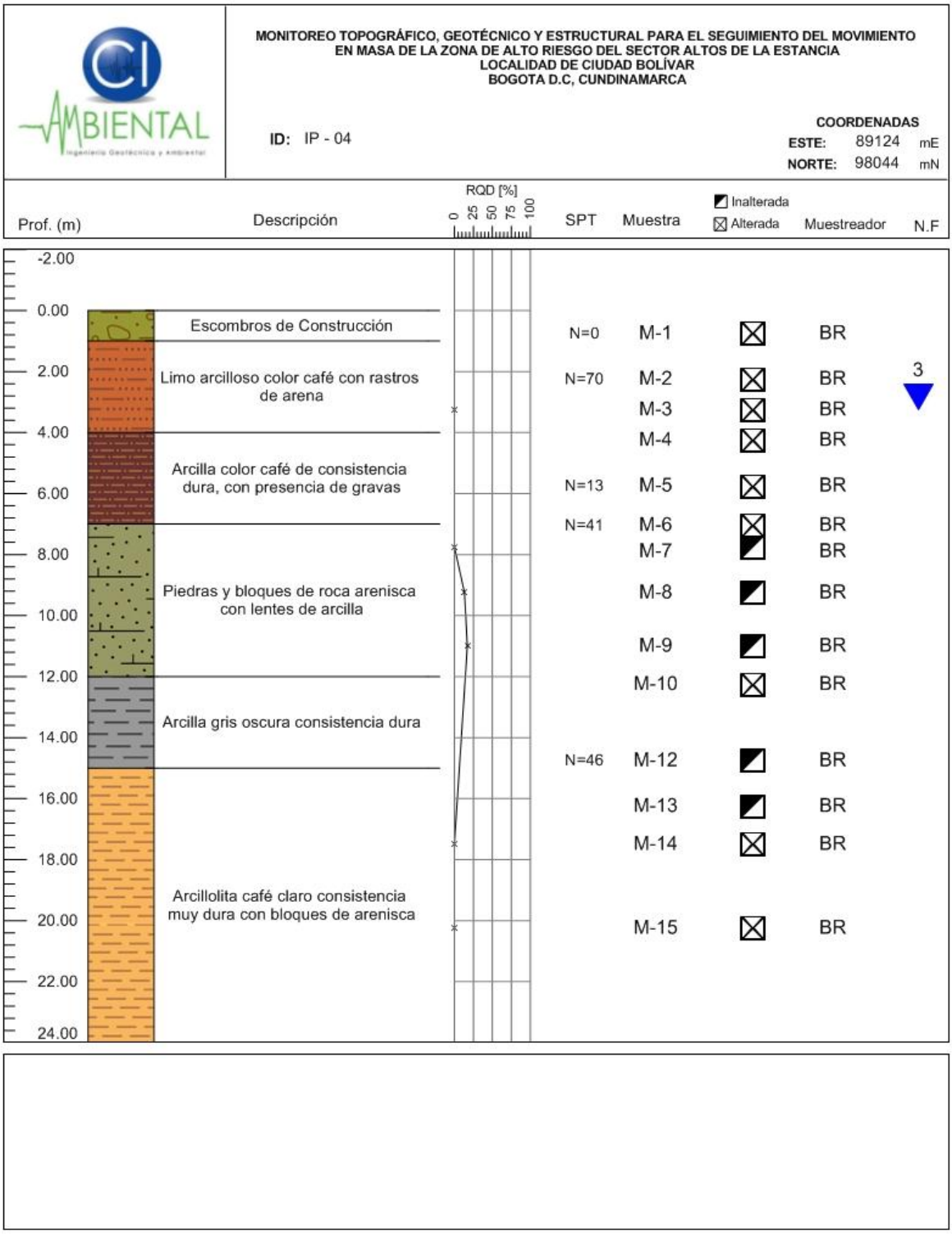


Figura 51. Perfil estratigráfico IP-04

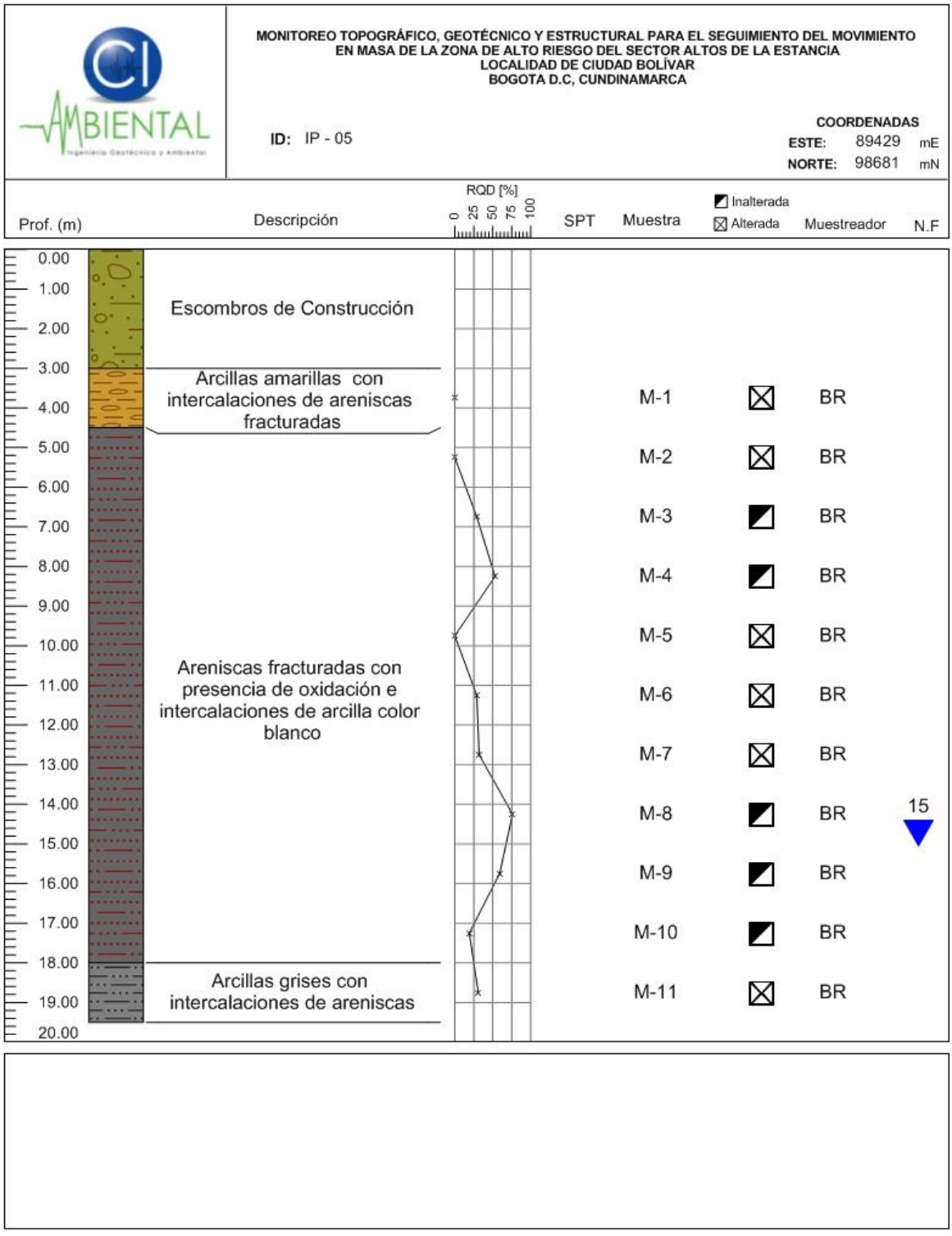


Figura 52. Perfil estratigráfico IP-05

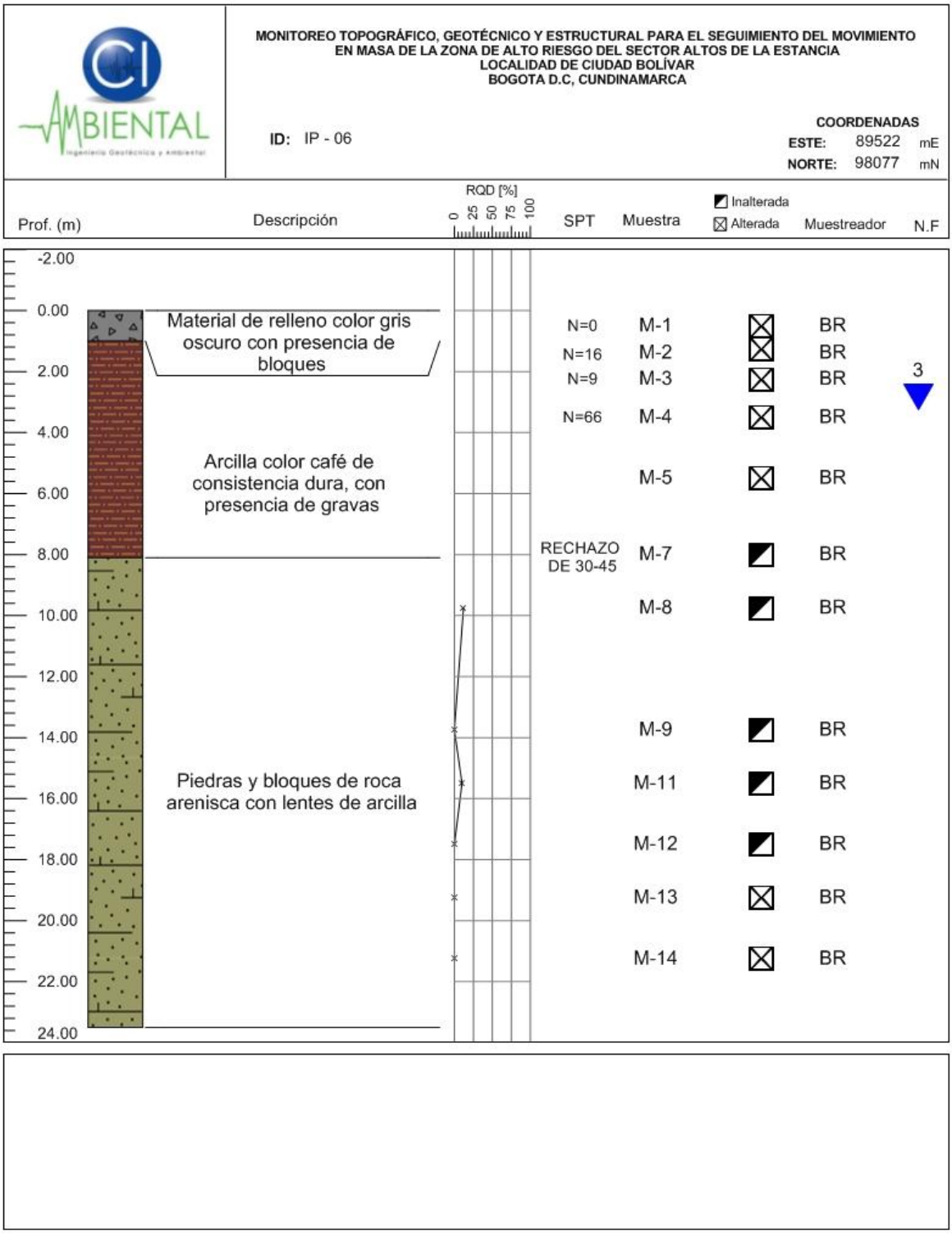


Figura 53. Perfil estratigráfico IP-06

Durante la perforación para la instalación de los piezómetros-Inclinómetros se realizaron ensayos de SPT cada 1.5m y recuperación de muestras alteradas, así mismo se tomaron núcleos de roca en diámetro NQ y HQ y se evaluó el RQD de la secuencia rocosa.

En los perfiles de perforación presentados en las figuras 48 a 53, se muestran los resultados del RQD para los tramos en los que se encontró roca durante la perforación. Es importante mencionar que las muestras de roca obtenidas durante la perforación se encontraron muy fracturadas por lo que en muchos casos este RQD fue 0.

El ensayo SPT, que se muestra en el perfil de perforación, se realizó en los tramos donde no se encontró roca, en el perfil se encuentra el resultado del número de golpes para la profundidad correspondiente.

El registro fotográfico tomado a las muestras extraídas de cada una de las perforaciones se muestra en el anexo 14.

5.2. MOJONES DE CONTROL TOPOGRÁFICO

La topografía del sector Altos de la Estancia presenta cambios importantes en periodos cortos de tiempo, por lo que se hizo necesario la instalación de puntos de control topográfico, con el fin de hacer seguimiento a los procesos activos, aspectos morfométricos (grietas y escarpes), ya que estos cambios pueden advertir la reactivación de un proceso o el surgimiento de otro.

En este sentido y con el fin de tener una cobertura total de la red de mojones en el área de estudio, CI AMBIENTAL instaló 28 mojones (Ver figuras 54 y 55), de acuerdo a la justificación presentada en la Tabla 9 y aprobada por el FOPAE.



Figura 54. Instalación mojones. Hueco de 0.25x0.25x0.5



Figura 55. Mojón instalado de acuerdo a las especificaciones técnicas

Tabla 11. Justificación mojones instalados por CI AMBIENTAL LTDA

No	PUNTOS DE CONTROL (MOJONES)	JUSTIFICACIÓN
1	MCI-1	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
2	MCI-2	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
3	MCI-2A	Se instaló este nuevo mojón por la influencia que tienen deslizamiento sobre las obras hidráulicas y adicionalmente por la activación del deslizamiento a la altura del barrio Santa Viviana Sector Vista Hermosa.
4	MCI-3	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
5	MCI-4	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
6	MCI-5	Se propone la ubicación de este punto de control, teniendo en cuenta las obras propuestas para el deslizamiento denominado La Carbonera, con el fin de tener un control y seguimiento del comportamiento de las mismas.
7	MCI-6	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
8	MCI-7	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
9	MCI-8	Se ubicó en el límite sobre el polígono declarado Suelos de Protección por Riesgo a la altura del barrio Espino III, con el fin de advertir cambios de topografía, dado que se están presentando caídas de rocas.
10	MCI-9	Se propone en el cuerpo de los deslizamientos con el fin de reconocer y hacer seguimiento de grietas y tener una cobertura total de la red de mojones en el polígono .

11	MCI-10	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
12	MCI-13	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
13	MCI-14	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
14	MCI-15	Se proponen en el cuerpo de los deslizamientos con el fin de reconocer y hacer seguimiento de griegas y tener una cobertura total de la red de mojones en el polígono declarado zona de protección por riesgo.
15	MCI-16	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
16	MCI-18	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
17	MCI-19	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
18	MCI-20	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
19	MCI-21	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
20	MCI-22	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
21	MCI-23	Aprobado por FOPAE 4 de Agosto de 2011 debido a que se encuentran ubicados en las secciones de análisis.
22	MCI-24	Se propone en el barrio Espino I sector, cerca de la manzana 46 donde en el año 2005 apareció una grieta de manera súbita que amerito la evacuación inmediata de las familias, por lo que es conveniente tener instrumentada esta zona.
23	MCI-27	La ubicación de este punto de control se propone con el fin de controlar el levantamiento presentado en el barrio San Rafael.
24	MCI-28	Se proponen a la altura del barrio Santa Viviana arriba de las obras propuestas para este sector y sobre el límite del polígono.
25	M-14	Mojón recuperado por CI AMBIENTAL.
26	M-2	Mojón recuperado por CI AMBIENTAL.
27	M-10	Mojón recuperado por CI AMBIENTAL.
28	M-9	Mojón recuperado por CI AMBIENTAL.

Dentro de estos 28 mojones instalados por la presente consultoría, se recuperaron 4 mojones del anterior monitoreo, teniendo en cuenta que se ubicaban sobre las secciones de análisis. La red de mojones se presenta en el *Anexo 3. Plano de ubicación de mojones*. A continuación en la figura 56 se presenta la distribución de estos mojones y las secciones definidas para el análisis.

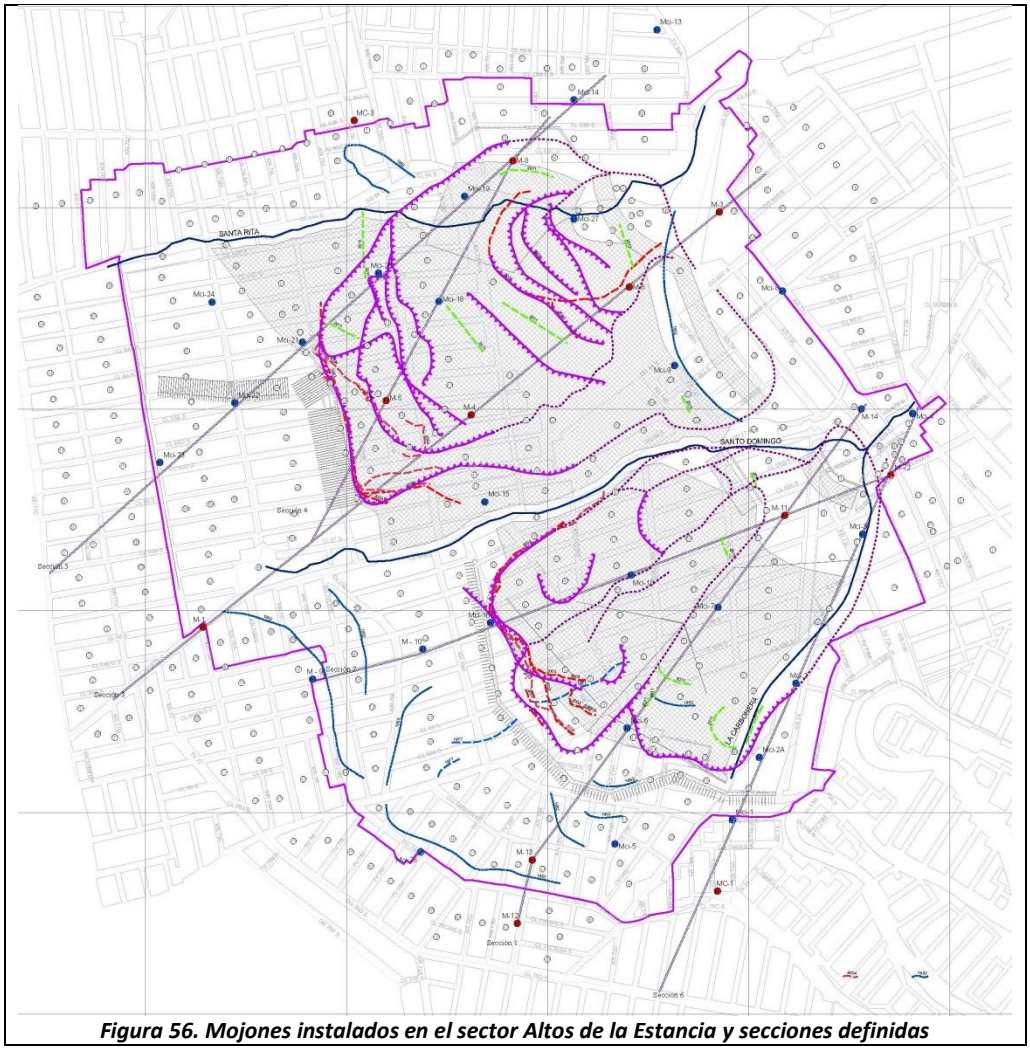


Figura 56. Mojones instalados en el sector Altos de la Estancia y secciones definidas

Estos mojones cuentan con las siguientes especificación técnicas: Mojones en concreto de dimensiones 0.25 m x 0.25 m x 0.50 m, con una varilla de acero de Diámetro =1” de 1 de longitud, enterrada mínimo 0.5m en el terreno.

5.3. MEDIDORES DE GRIETAS

Como instrumentación para la medición de grietas la Consultoría con aprobación del FOPAE determino los extensómetros de estacas Ver figura 57. Estos son instrumentos que constituyen una forma sencilla y económica de monitorear movimientos superficiales, dado que permiten medir la abertura y el desplazamiento de las grietas.

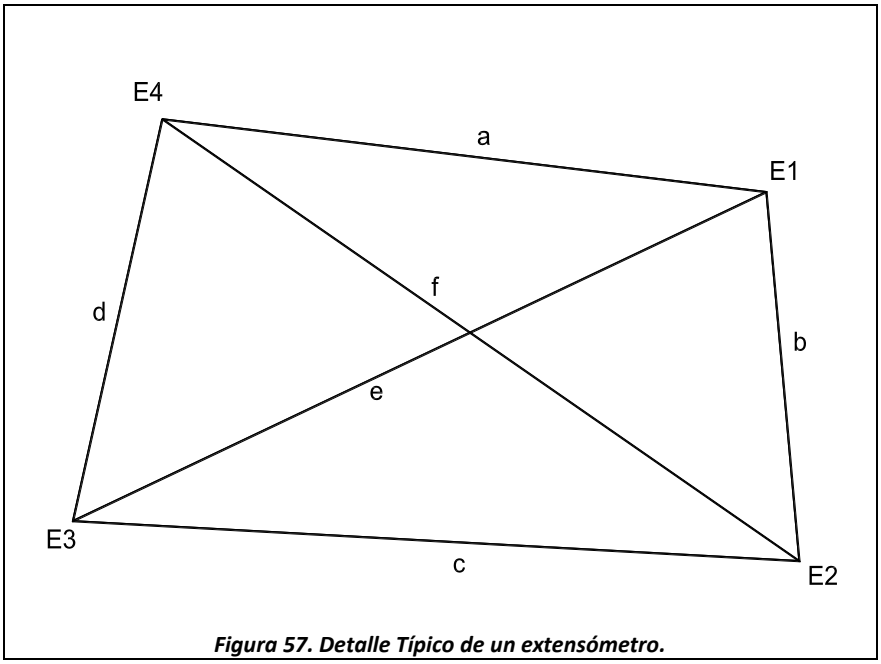


Figura 57. Detalle Típico de un extensómetro.

La ubicación de los extensómetros se determinó teniendo en cuenta la importancia de las grietas presentes en el sector, y las nuevas grietas identificadas mediante la actividad de actualización de procesos. En este recorrido se ubicaron 5 extensómetros con el criterio presentado en la Tabla 12.

Tabla 12. Justificación ubicación de extensómetros.

EXTENSOMETRO	JUSTIFICACIÓN
1	Grieta identificada en el costado Norte de la quebrada Santa Rita a la altura del levantamiento de San Rafael, por su cercanía a la canalización de la quebradas ubicó este extensómetro.
2	Grieta identificada en el cuerpo del deslizamiento la Carbonera, de acuerdo a este aspecto morfométrico, se considera importante ubicar un extensómetro por la dinámica del deslizamiento.
3	Grieta identificada en el deslizamiento la Carbonera cerca a la canalización de la Quebrada; por su longitud se consideró importante ubicar el extensómetro No 3.
4	Grieta identificada en el deslizamiento la Carbonera cerca a la canalización de la Quebrada; por su longitud se consideró importante ubicar el extensómetro No 4.
5	Grieta identificada en la parte alta del deslizamiento denominado la Carbonera, cerca de las manzanas 75 y 81 del barrio Santa Viviana. Teniendo en cuenta su cercanía a las viviendas que siguen habitadas se consideró la ubicación de este instrumento.

De esta forma se materializaron los extensómetros en el sector Altos de la Estancia (*Ver Anexo 4. Plano de grietas, proceso, escarpes y extensómetros*); este monitoreo tendrá una frecuencia mensual, y su objetivo es determinar en el tiempo la abertura de las grietas. El monitoreo consiste en la medición de las distancias a, b, c, d, e y f indicadas en la tabla 13 y representadas en la Figura 58-60.

Tabla 13. Distancia entre estacas para cada extensómetro.

EXTENSOMETRO	DISTANCIA					
	a	b	c	d	e	f
EXT 1	3.17	1.66	3.53	1.76	3.98	3.53
EXT 2	3.30	2.01	2.80	2.03	3.30	3.97
EXT 3	2.75	1.79	2.84	2.60	3.07	3.92
EXT 4	2.91	2.50	3.52	2.74	4.47	3.76
EXT 5	3.35	2.06	3.03	2.32	4.47	3.21



Figura 58. Instalación de extensómetros.

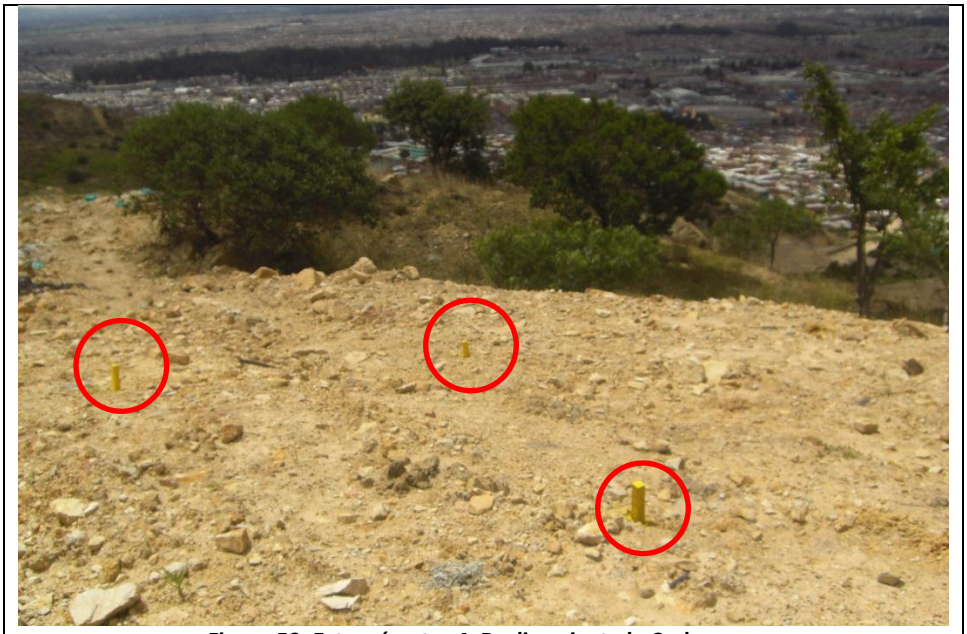


Figura 59. Extensómetro 4. Deslizamiento la Carbonera.



Figura 60. Toma de medidas extensómetro 1.

6. CAMPAÑAS DE MONITOREO

La red de instrumentos que hace parte del presente estudio, se compone de instrumentación existente en el sector, instalada por el Consorcio Altos de La Estancia 2009, e instrumentación propuesta por CI AMBIENTAL. Referente a los Puntos de Control, en el sector existe una red que se compone de 10 mojones, 3 mojones de amarre, 13 Inclinómetros y 9 Piezómetros. CI AMBIENTAL en la primera campañainstaló 28 mojones y 6 Inclinómetro - Piezómetros ubicados estratégicamente con el fin de completar la red de puntos de control y tener así resultados de cambio de topografía importantes para la toma de decisiones.

6.1. CAMPAÑAS DE CONTROLES TOPOGRÁFICOS

6.1.1. Objetivos

Determinar lo cambios altimétricos y planimétricos presentados en el sector de Altos de la Estancia en cortos periodos de tiempo, mediante la evaluación de datos obtenidos en la primera campaña de Topografía del presente estudio y la última campaña Topográfica realizada por la consultoría 755 de 2009.

6.1.2. Metodología

Definición de secciones de análisis

De acuerdo a la actividad referente a las campañas de controles Topográfico y con el fin de caracterizar los movimientos presentes en el sector, se analizaran 6 secciones de las cuales 4 corresponden a las definidas en la Consultoría 755/2009 y 2 propuestas por la presente consultoría y aprobadas por el FOPAE. Estas secciones se definieron teniendo en cuenta la zonificación del sector, la geología estructural y tendencias de movimientos obtenidas de las anteriores consultorías.

Desplazamientos presentados en el sector

Para medir los desplazamientos en la primera campaña de control topográfico, se tuvo en cuenta la instrumentación entregada por el FOPAE el 11 de julio de 2011, puntos de control instalados por anteriores consultorías, lo cuales fueron ubicados mediante el levantamiento topográfico inicial que se viene desarrollando en el sector de Altos de la Estancia, de este levantamiento setiene la siguiente información:

Tabla 14. Ubicación actual puntos de control instalados por anteriores consultorías

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	OBSERVACIONES
M-1	98229.57	88821.63	2783.21	
M-2	98333.71	88957.03	2764.41	NO SE ENCONTRÓ
M-3	98744.39	89463.43	2608.95	
M-4	98492.87	84154.91	2714.30	
M-5	98510.61	89049.04	2723.83	
M-6	98651.93	89351.53	2644.14	
M-7 / MC-2	98418.09	89677.17	2620.38	
M-8	98808.00	89206.91	2667.69	
M-9	98162.33	88960.18	2787.99	NO SE ENCONTRÓ
M-10	98197.01	89096.13	2759.45	NO SE ENCONTRÓ
M-11	98368.27	89544.85	2633.71	
M-12	97862.29	89212.73	2799.33	
M-13	97941.22	89231.05	2781.44	
M-14	98505.04	89646.45	2614.67	NO SE ENCONTRÓ
MC-1	97902.81	89461.67	2770.95	
MC-2 / M-7	98418.09	89677.17	2620.38	
MC-3	98858.42	89009.72	2689.12	

DESCRIPCION	NORTE	ESTE	COTA
I-1	98028.199	89000.375	2799.594
I-2	98274.084	89111.451	2739.431
I-3	98066.604	89180.904	2756.458
I-4	98008.237	89413.714	2743.184
I-5	97971.773	88911.146	2813.458
I-6	98094.09	89563.185	2701.647
I-7	98355.239	89546.461	2634.329
I-8	98418.091	89630.343	2615.505
I-9	98431.54	89628.705	2609.063
I-10	98395.404	88958.536	2758.624
I-11	98481.264	88928.024	2740.585
I-12	98446.997	89071.705	2731.764
I-13	98551.473	89042.005	2713.635
I-14	98636.664	89452.981	2610.088
I-15	98743.97	89372.457	2619.242
I-16	98840.275	89376.672	2616.362
I-17	98838.25	89129.919	2667.687

I-18	98494.543	88800.745	2746.619
I-19	98784.59	88804.982	2713.99
I-20	97862.037	89191.234	2796.937
I-21	98168.759	88773.534	2796.105
P-1	97966.193	89193.231	2774.372
P-2	98176.965	89061.215	2767.584
P-3	98107.455	89290.787	2728.273
P-4	98208.925	89299.02	2709.358
P-5	98144.54	89489.084	2687.285
P-6	97918.651	89328.544	2775.133
P-7	98235.749	89013.737	2764.124
P-8	98340.995	89567.767	2633.216
P-9	98612.007	88883.019	2715.436
P-10	98697.149	88981.088	2686.308
P-11	98844.777	89237.898	2644.99
P-12	98246.829	88844.551	2778.015
P-13	98448.996	88774.668	2757.528
P-14	97984.663	89117.549	2780.511
P-15	98103.778	89003.44	2789.439

De acuerdo a la tabla anterior, los mojones M-2, M-9, M-10 y M-14 no fueron encontrados en campo, sin embargo de acuerdo a comunicación recibida por parte del FOPAE, donde se solicita que el mojón M-14 se reponga por parte de la actual consultoría, se propone un nuevo mojón con lo que serían 17 mojones ubicados en las secciones de análisis.

El análisis de la información obtenida en el Levantamiento Topográfico, se realizara teniendo en cuenta la ubicación de los puntos de control existentes en el sector y la última campaña de monitoreo topográfico realizada por la consultoría 755 de 2009. Se muestran a continuación los desplazamientos horizontales y verticales para los puntos de control existentes con relación a los datos encontrados en la campañas 30 de la consultoría 755 de 2009. De acuerdo a esto, el análisis se pudo realizar con los instrumentos que se encuentran en la tabla No 15.

Tabla 15. Desplazamiento Horizontal y Vertical de Puntos de Control respecto campaña 30 Consultoría 755 de 2009

PUNTO	Levantamiento Topográfico CI AMBIENTAL			Campaña 30 Consultoría 755 de 2009			Desplazamiento Horizontal N-S	Desplazamiento Horizontal E-O	Desplazamiento Vertical (m)
	NORTE	ESTE	COTA	NORTE	ESTE	COTA			
MOJONES FOPAE									
M-3	98744.39	89463.43	2608.95	98744.61	89463.31	2606.57	0.22	-0.12	2.38
M-4	98492.87	84154.91	2714.30	98493.00	89154.82	2711.90	0.13	4999.91	2.40
M-5	98510.61	89049.04	2723.83	98510.73	89048.92	2721.60	0.12	-0.12	2.23
M-6	98651.93	89351.53	2644.14	98652.08	89351.38	2641.73	0.15	-0.15	2.41
M-7 / MC-2	98418.09	89677.17	2620.38	98418.28	89677.10	2618.00	0.19	-0.07	2.38
M-13	97941.22	89231.05	2781.44	97941.41	89230.96	2778.96	0.19	-0.09	2.48
MC-1	97902.81	89461.67	2770.95	97902.94	89461.56	2768.51	0.13	-0.11	2.44
MC-2 / M-7	98418.09	89677.17	2620.38	98418.28	89677.10	2618.00	0.19	-0.07	2.38
MC-3	98858.42	89009.72	2689.12	98858.62	89009.60	2686.73	0.20	-0.12	2.39
INCLINOMETROS FOPAE									
I-1	98028.20	89000.38	2799.59	98028.30	89000.26	2797.18	0.11	-0.11	2.41
I-4	98008.24	89413.71	2743.18	98008.32	89413.62	2740.77	0.08	-0.09	2.42
I-9	98431.54	89628.71	2609.06	98487.66	89631.08	2614.25	56.12	2.37	-5.19
I-11	98481.26	88928.02	2740.59	98481.46	88927.88	2738.38	0.20	-0.15	2.21
I-14	98636.66	89452.98	2610.09	98636.85	89452.72	2609.74	0.19	-0.26	0.35
I-16	98840.28	89376.67	2616.36	98840.49	89376.55	2613.96	0.22	-0.12	2.40
I-17	98838.25	89129.92	2667.69	98838.45	89129.78	2665.26	0.20	-0.14	2.43
PIEZOMETROS FOPAE									
P-2	98176.97	89061.22	2767.58	98177.12	89061.09	2765.25	0.15	-0.12	2.33
P-7	98235.75	89013.74	2764.12	98235.91	89013.60	2761.73	0.16	-0.13	2.39
P-9	98612.01	88883.02	2715.44	98611.98	88882.95	2713.26	-0.03	-0.07	2.18
P-14	97984.66	89117.55	2780.51	97984.76	89117.45	2778.08	0.10	-0.10	2.43
P-15	98103.78	89003.44	2789.44	98095.99	89014.92	2786.44	-7.79	11.48	3.00

Los desplazamientos presentados en estos puntos de control, planimetricamente tienen una tendencia de movimiento hacia el SE, esto es hacia abajo del deslizamiento y hacia el centro del sector de altos de la estancia, es decir, estas deformaciones del terreno se están presentando hacia la quebrada Santo Domingo con deformaciones que fluctúan entre 15 y 21 cm. Para el caso especifico del punto I-9 y P-15, se encontraron desplazamientos y hundimientos erróneos, se cree que el error es debido básicamente a que la lectura de la campaña 30 de la consultoría 755 de 2009 de las abscisas y cota de este mojón son incorrectas. Debido a lo anterior, no se tendrá en cuenta la última lectura de la consultoría anterior y se precederá a tomar mediciones a partir de la medida inicial realizada por CI AMBIENTAL LTDA.

Tabla 16. Desplazamiento Horizontal y Vertical de Puntos de Control respecto campaña 29 Consultoría 755 de 2009

PUNTO	Levantamiento Topográfico CI AMBIENTAL			Campaña 29 Consultoría 755 de 2009			Desplazamiento Horizontal N-S	Desplazamiento Horizontal E-O	Desplazamiento Vertical (m)
	NORTE	ESTE	COTA	NORTE	ESTE	COTA			
MOJONES FOPAE									
M-3	98744.39	89463.43	2608.95	98744.59	89463.29	2606.51	0.20	-0.14	2.44
M-4	98492.87	84154.91	2714.30	98493.00	89154.80	2711.85	0.13	4999.89	2.45
M-5	98510.61	89049.04	2723.83	98510.76	89048.94	2721.53	0.15	-0.10	2.30
M-6	98651.93	89351.53	2644.14	98652.10	89351.39	2641.87	0.17	-0.14	2.27
M-7 / MC-2	98418.09	89677.17	2620.38	98418.23	89677.13	2618.00	0.14	-0.04	2.38
M-13	97941.22	89231.05	2781.44	97941.35	89230.92	2778.91	0.13	-0.13	2.53
MC-1	97902.81	89461.67	2770.95	97902.94	89461.56	2768.51	0.13	-0.11	2.44
MC-2 / M-7	98418.09	89677.17	2620.38	98418.23	89677.13	2618.00	0.14	-0.04	2.38
MC-3	98858.42	89009.72	2689.12	98858.62	89009.62	2686.72	0.20	-0.10	2.40
INCLINOMETROS FOPAE									
I-1	98028.20	89000.38	2799.59	98028.30	89000.25	2797.07	0.10	-0.13	2.53
I-4	98008.24	89413.71	2743.18	98008.33	89413.63	2740.77	0.10	-0.08	2.41
I-9	98431.54	89628.71	2609.06	98487.61	89631.09	2614.22	56.07	2.39	-5.15
I-11	98481.26	88928.02	2740.59	98481.48	88927.90	2738.25	0.22	-0.12	2.33
I-14	98636.66	89452.98	2610.09	98636.85	89452.76	2607.70	0.18	-0.22	2.39
I-16	98840.28	89376.67	2616.36	98840.49	89376.50	2613.99	0.22	-0.18	2.37
I-17	98838.25	89129.92	2667.69	98838.46	89129.80	2665.26	0.21	-0.12	2.43
PIEZOMETROS FOPAE									
P-2	98176.97	89061.22	2767.58	98177.08	89061.06	2765.08	0.12	-0.15	2.50
P-7	98235.75	89013.74	2764.12	98235.90	89013.61	2761.65	0.15	-0.13	2.47
P-9	98612.01	88883.02	2715.44	98612.00	88882.95	2713.11	-0.01	-0.07	2.32
P-14	97984.66	89117.55	2780.51	97984.78	89117.43	2778.07	0.12	-0.12	2.44
P-15	98103.78	89003.44	2789.44	98095.96	89014.91	2786.42	-7.82	11.47	3.02

Los valores de desplazamientos obtenidos de acuerdo al análisis respecto a la campaña 29 de la consultoría 755 de 2009 son coherentes con los obtenidos en Tabla 15 que corresponden al análisis respecto a la Campaña 30 de la misma consultoría, incluso los valores del M-7/MC-2 que resultan erróneos en los análisis. En el Anexo 5 se presenta el plano con los desplazamientos presentados en los puntos de control analizados.

6.1.3. Conclusiones

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el levantamiento topográfico referente a la ubicación actual de los mojones existentes en el sector y comparándolos con los resultados de la campaña 29 y 30 de la consultoría 755 de 2009, se concluye que no existe compatibilidad entre los registros, dado que se están presentando unos desplazamientos verticales de mayores a 2m y no continua la tendencia de desplazamiento horizontal de 0.076 m presentándose desplazamientos de 0.247 m. Teniendo presente lo anterior, en la próxima campaña (2) se verificara si las lecturas registradas, son concordantes con los registros de la campaña 1 de CI AMBIENTAL, con el fin de determinar los actuales desplazamientos horizontales y verticales, y poder comparar con las lecturas existentes y así tener continuidad con el monitoreo topográfico.

- Los diferenciales de desplazamiento se evaluaron únicamente en 5 mojones, teniendo en cuenta los registros presentados en las Campañas 29 y 30 de la Consultoría 755 de 2009. Es preciso resaltar que esta cantidad de mojones analizados no es representativa para una adecuada descripción de procesos y movimientos presentes en el sector.

6.2. CAMPAÑAS DE SEGUIMIENTO Y LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

6.2.1 Objetivo

Identificar la generación de nuevos procesos de inestabilidad dado el carácter retrogresivo de los deslizamientos del espino y la carbonera.

6.2.2 Metodología

Se efectuará el seguimiento de los procesos de inestabilidad identificados y presentes en el sector, y la medición de las grietas halladas en la visita. Este seguimiento se realizará mensualmente y se tendrán en cuenta los resultados de las campañas quincenales topográficas de seguimiento de mojones y el seguimiento de los extensómetros instalados. Así mismo, se realizará un registro fotográfico en cada uno de los sitios o estaciones, con el fin de hacer seguimiento visual en escala y en dirección de los mismos.

En la visita de identificación de procesos, el profesional en geología identifico los procesos de remoción en masa existentes denominados La Carbonera y El Espino para los cuales se diligenció el formato de levantamientos de procesos, Ver figura 62 y 70 respectivamente. De igual forma se identificaron grietas del año 2011 (Ver figura 63). Se realizó un registro fotográfico del deslizamiento de La Carbonera y sus procesos recientes (Ver figura 64-69) y de El Espino (Ver figura 71-74).



Figura 61. Grieta identificada en el deslizamiento la Carbonera.

DESLIZAMIENTO LA CARBONERA

FOPAE Fondo de Prevención y Atención de Emergencias

FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS

CI AMBIENTAL Ingeniería Geotécnica y Ambiental

LOCALIDAD __ 19 BARRIO __ LA CARBONERA ESTRATO____ 1

SECTOI CARBONERA DIRECCION _____ COORDENADAS _ N 98300 E 89500

NOMBRE DEL SITIO __ SECTOR LA CARBONERA AREA AFECTADA ___ 13.5 Ha A.S.N.M. __ 2650

LADERA NATURAL ● ESCOMBRERA ○ ANTIGUA EXPLOTACION ● BASURERO ○ RONDA ○

ESTABLE	Si ○	No ●	**EROSION**	Si ○	No ○		D	M	A		Z. SISMICA
DESPLAZ:	Reptamiento	○	SUPERFIC:	Difusa	○	Fecha	6	7	11	Levantado por _____	[1]
	Deslizamiento	●	Surcos ○	Carcavas	○	Plancha Topográfica _____					[2]
	Desprendimiento	○	Zanjas ○	Hondonada	○	Plancha Geológica _____					[5]
TRANSP:	Flujo Material	○	SUPSUPERFICIAL:			Fotografías aéreas _____					[5A]
	Torrente	○	Tubific. ○	Cavernas	○						[Otra]

DAÑOS

○ Numero de casas _____	● Alcantarillado	Implicaciones	○ Graves
○ Otras construcciones _____	○ Acueducto	Socioeconómicas	○ Pequeñas
○ Vía principal	○ Obras Hidraulica		○ Nulas
○ Vía secundaria	○ Muros de contención	Otras estructuras _____	

Numero de Personas Afectadas **Niños:** M____H____ **Ancianos**: M____H____ **Adultos**: M____H____

TOTAL: M____H____

GENERAL

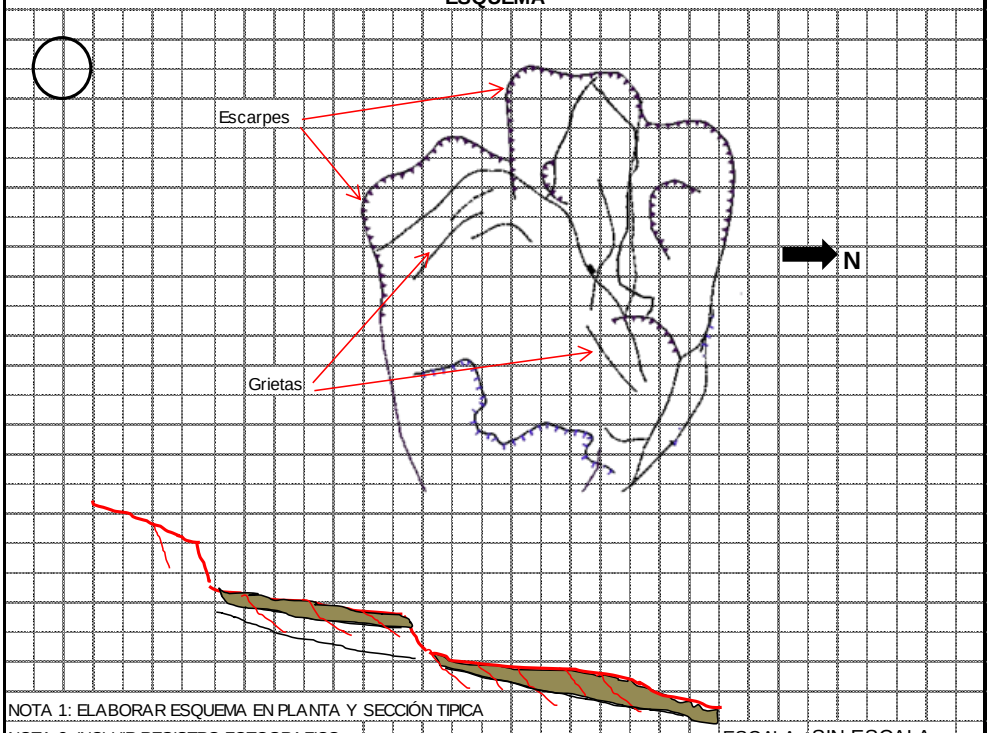
DESCRIPCION GENERAL: Deslizamiento compuesto con varios periodos de reactivación donde se han presentando deslizamientos traslacionales, planeres, retrogresivos, multiples que involucran areniscas y arcillolitas con multiples grietas con orientracion predominante E-W. Se observan flujos de aguas negras que en la parte baja confluyen en un canal construido recientemente

FRECUENCIA DEL MOVIMIENTO

Fecha de la ultima manifestacion :_ Agosto de 2011

● Cada estacion lluviosa ○ Cada año ○ Cada _____ años

ESQUEMA



NOTA 1: ELABORAR ESQUEMA EN PLANTA Y SECCIÓN TIPICA

NOTA 2: INCLUIR REGISTRO FOTOGRAFICO.

ESCALA: SIN ESCALA

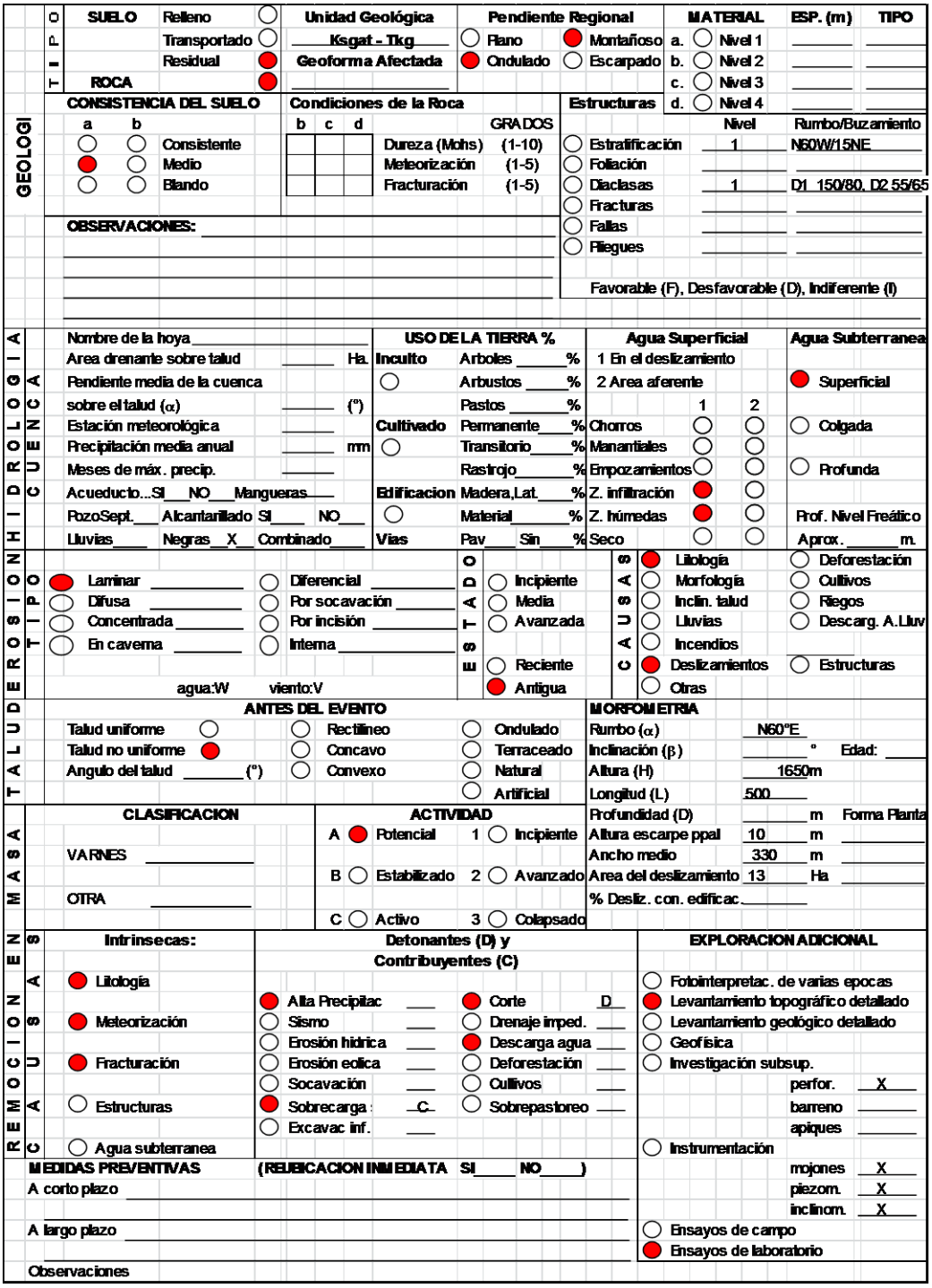


Figura 62. Registro de levantamiento del deslizamiento la Carbonera.



Figura 63. Panorámica deslizamiento La Carbonera donde se observan cambios morfológicos producto del movimiento y la construcción de obras para el manejo de agua



Figura 64. Corona principal del movimiento la Carbonera en el sector occidental donde afloran niveles de areniscas muy fracturadas



Figura 65. Contraste de color que evidencia el área por donde fluyen sin control las aguas servidas de los barrios ubicados en la parte alta del movimiento

DESLIZAMIENTO LA CARBONERA RECIENTE

FOPAE Fondo de Prevención y Atención de Emergencias

FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS

CI AMBIENTAL Ingeniería Geotécnica y Ambiental

LOCALIDAD 19 | BARRIO CARBONERA | ESTRATO 1

SECTOR CARBONERA | DIRECCION | COORDENADAS N 98080 E 894730

NOMBRE DEL SITIO SECTOR CARBONERA | AREA AFECTADA 0.5 Ha | A.S.N.M. 2700

LADERA NATURAL ● | ANTIGUA ESCOMBRERA ○ | ANTIGUA EXPLOTACION ○ | BASURERO ○ | RONDA ○

ESTABLE	Si ○ No ●	**EROSION**	Si ● No ○		**D**	**M**	**A**
DESPLAZ:	Reptamiento ○	SUPERFIC:	Difusa ●	Fecha	6	7	11
	Deslizamiento ●		Surcos ○ Carcavas ○	Plancha Topográfica			
	Desprendimiento ○		Zanjas ○ Hondonada ○	Plancha Geológica			
TRANSP:	Flujo Material ○	SUPSUPERFICIAL:		Fotografías aéreas			
	Torrente ○	Tubific. ○	Cavernas ○				

Levantado por

Z. SISMICA: [1] [2] [5] [5A] [Otra]

DAÑOS

○ Numero de casas	○ Alcantarillado	Implicaciones	○ Graves
○ Otras construcciones	○ Acueducto	Socioeconómicas	○ Pequeñas
○ Vía principal	○ Obras - Hidraulicas		○ Nulas
○ Vía secundaria	○ Muros de contención	Otras estructuras	OBRA RECIENTE

Numero de Personas Afectadas: **Niños:** M H **Ancianos**: M H **Adultos**: M H

TOTAL: M H

GENERAL

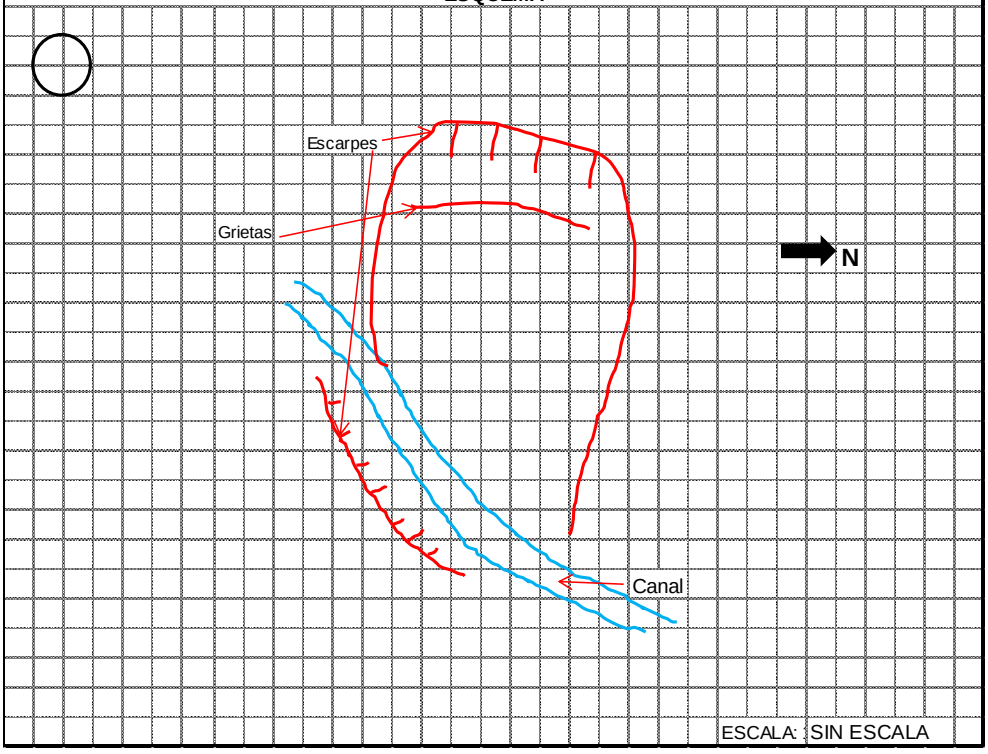
DESCRIPCION GENERAL: Deslizamiento rotacional desarrollado en material heterogeneo (arcillolitas con guijos de areniscas). Estos materiales fueron removidos durante la construcción del canal flujos de aguas negras que en la parte baja confluyen en un canal construido recientemente

FRECUENCIA DEL MOVIMIENTO

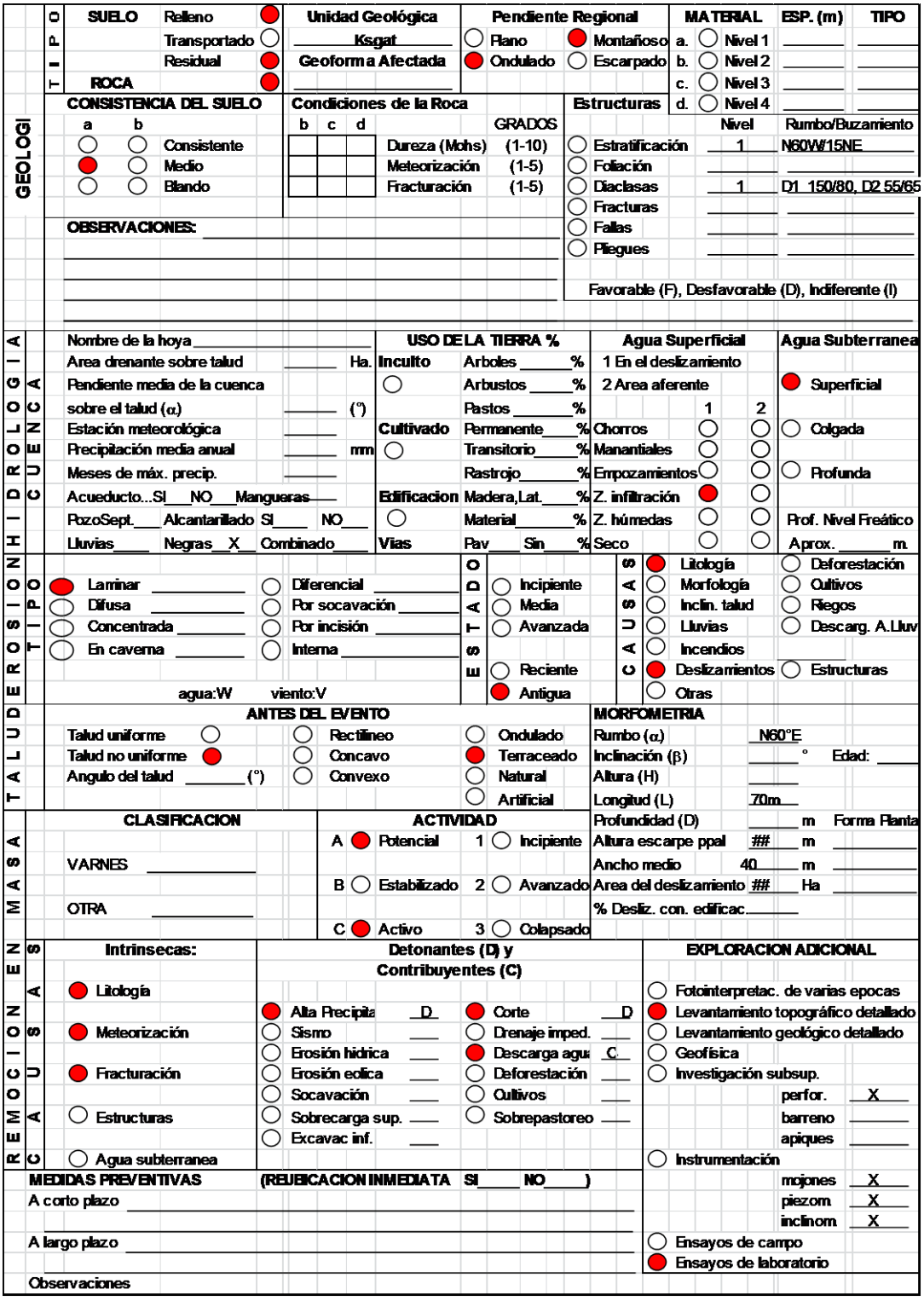
Fecha de la ultima manifestacion : Agosto de 2011

● Cada estacion lluviosa ○ Cada año ○ Cada ____ años

ESQUEMA



ESCALA: SIN ESCALA



GEOLOGIA

TIPO: SUELO — Relleno ●; Transportado ○; Residual ●; ROCA ●

Unidad Geológica: Ksgat

Geoforma Afectada:

Pendiente Regional: ○ Plano ● Montañoso ● Ondulado ○ Escarpado

MATERIAL: a. ○ Nivel 1; b. ○ Nivel 2; c. ○ Nivel 3; d. ○ Nivel 4

MATERIAL	ESP. (m)	TIPO

CONSISTENCIA DEL SUELO

a	b	
○	○	Consistente
●	○	Medio
○	○	Blando

Condiciones de la Roca

b	c	d		GRADOS
			Dureza (Mohs)	(1-10)
			Meteorización	(1-5)
			Fracturación	(1-5)

Estructuras

	Nivel	Rumbo/Buzamiento
○ Estratificación	1	N60W/15NE
○ Foliación		
○ Diaclasas	1	D1 150/80, D2 55/65
○ Fracturas		
○ Fallas		
○ Pliegues		

Favorable (F), Desfavorable (D), Indiferente (I)

OBSERVACIONES:

HIDROLOGIA CUENCA

Nombre de la hoya

Area drenante sobre talud _____ Ha.

Pendiente media de la cuenca

sobre el talud (α) _____ (°)

Estación meteorológica

Precipitación media anual _____ mm

Meses de máx. precip.

Acueducto...SI___NO___Mangueras___

PozoSept.___ Alcantarillado SI___ NO___

Lluvias___ Negras__X__ Combinado___

USO DE LA TIERRA %

Inculto ○

Cultivado ○

Edificacion ○

Vias

Arboles	___%
Arbustos	___%
Pastos	___%
Permanente	___%
Transitorio	___%
Rastrojo	___%
Madera,Lat.	___%
Material	___%
Pav___ Sin___	%

Agua Superficial

1 En el deslizamiento

2 Area aferente

	1	2
Chorros	○	○
Manantiales	○	○
Empozamientos	○	○
Z. infiltración	●	○
Z. húmedas	○	○
Seco	○	○

Agua Subterranea

● Superficial

○ Colgada

○ Profunda

Prof. Nivel Freático

Aprox. _____ m.

EROSION

TIPO: ● Laminar ___; ○ Diferencial ___; ○ Difusa ___; ○ Por socavación ___; ○ Concentrada ___; ○ Por incisión ___; ○ En caverna ___; ○ Interna ___

agua:W viento:V

ODIA: ○ Incipiente; ○ Media; ○ Avanzada; ○ Reciente; ● Antigua

CAUSA: ● Litología; ○ Morfología; ○ Inclin. talud; ○ Lluvias; ○ Incendios; ● Deslizamientos; ○ Otras; ○ Deforestación; ○ Cultivos; ○ Riegos; ○ Descarg. A.Lluv; ○ Estructuras

TALUD

ANTES DEL EVENTO

Talud uniforme ○ ○ Rectilineo ○ Ondulado

Talud no uniforme ● ○ Concavo ● Terraceado

Angulo del talud _____(°) ○ Convexo ○ Natural

○ Artificial

MORFOMETRIA

Rumbo (α) N60°E

Inclinación (β) _____ ° Edad: ____

Altura (H) _____

Longitud (L) 70m

Profundidad (D) _____ m Forma Planta

Altura escarpe ppal ## m

Ancho medio 40 m

Area del deslizamiento ## Ha

% Desliz. con. edificac._____

MASA

CLASIFICACION

VARNES

OTRA

ACTIVIDAD

A ● Potencial 1 ○ Incipiente

B ○ Estabilizado 2 ○ Avanzado

C ● Activo 3 ○ Colapsado

MEMOCION EN MASA

Intrinsecas:

● Litología

● Meteorización

● Fracturación

○ Estructuras

○ Agua subterranea

Detonantes (D) y Contribuyentes (C)

● Alta Precipita	D	● Corte	D
○ Sismo	___	○ Drenaje imped.	___
○ Erosión hídrica	___	● Descarga agu	C
○ Erosión eólica	___	○ Deforestación	___
○ Socavación	___	○ Cultivos	___
○ Sobrecarga sup.	___	○ Sobrepastoreo	___
○ Excavac inf.	___		

EXPLORACION ADICIONAL

○ Fotointerpretac. de varias epocas

● Levantamiento topográfico detallado

○ Levantamiento geológico detallado

○ Geofísica

○ Investigación subsup.

perfor. X

barreno _____

apiques _____

○ Instrumentación

mojones X

piezom X

inclinom X

○ Ensayos de campo

● Ensayos de laboratorio

MEDIDAS PREVENTIVAS (REUBICACION INMEDIATA SI____ NO____)

A corto plazo

A largo plazo

Observaciones



Figura 66. Panorámica deslizamiento La Carbonera donde se observan cambios morfológicos producto del movimiento y la construcción de obras para el manejo de agua. En primer plano recuperación morfológica



Figura 67. Corona de movimiento reciente, activo en el flanco sur del movimiento la Carbonera donde afloran niveles de arcillolitas de la formación Guaduas, puede destruir el canal construido recientemente.



Figura 68. Grietas muestran la corona de un movimiento reciente que afecta materiales removidos para reconformar el terreno, el movimiento puede taponar parte del canal construido recientemente.



Figura 69. Grietas muestran la corona de un movimiento reciente que afecta materiales removidos para reconformar el terreno, el movimiento puede taponar parte del canal construido recientemente.

DESLIZAMIENTO EL ESPINO

FOPAE
Fondo de Prevención y Atención de Emergencias

FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS

CI AMBIENTAL
Ingeniería Geotécnica y Ambiental

LOCALIDAD __ 19 BARRIO __ SAN RAFAEL ESTRATO____ 1

SECTOR _EL ESPINO DIRECCION _____ COORDENADAS _ N 98696 E 89193

NOMBRE DEL SITIO ___ SECTOR EL ESPINO AREA AFECTADA ___ 17 Ha A.S.N.M. _ ##

LADERA NATURAL ● ESCOMBRERA ● ANTIGUA EXPLOTACION ● BASURERO ○ RONDA ○

ESTABLE	Si ○ No ●		**EROSION**	Si ○ No ○		**D**	**M**	**A**			Z. SISMICA
DESPLAZ:	Reptamiento	○	SUPERFIC:	Difusa ○	Fecha	6	7	11	Levantado por _____		[1]
	Deslizamiento	●	Surcos ○	Carcavas ○	Plancha Topográfica _____						[2]
	Desprendimiento	○	Zanjas ○	Hondonada ○	Plancha Geológica _____						[5]
TRANSP:	Flujo Material	○	SUPSUPERFICIAL:		Fotografías aéreas _____						[5A]
	Torrente	○	Tubific. ○	Cavernas ○							[Otra]

DAÑOS

○ Numero de casas _____	○ Alcantarillado	Implicaciones	○ Graves
○ Otras construcciones _____	○ Acueducto	Socioeconómicas	○ Pequeñas
○ Vía principal	○ Obras - Hidraulicas		○ Nulas
○ Vía secundaria	○ Muros de contención	Otras estructuras _____	

Numero de Personas Afectada **Niños:** M____H____ **Ancianos**: M____H____ **Adultos**: M____H____

TOTAL: M____H____

GENERAL

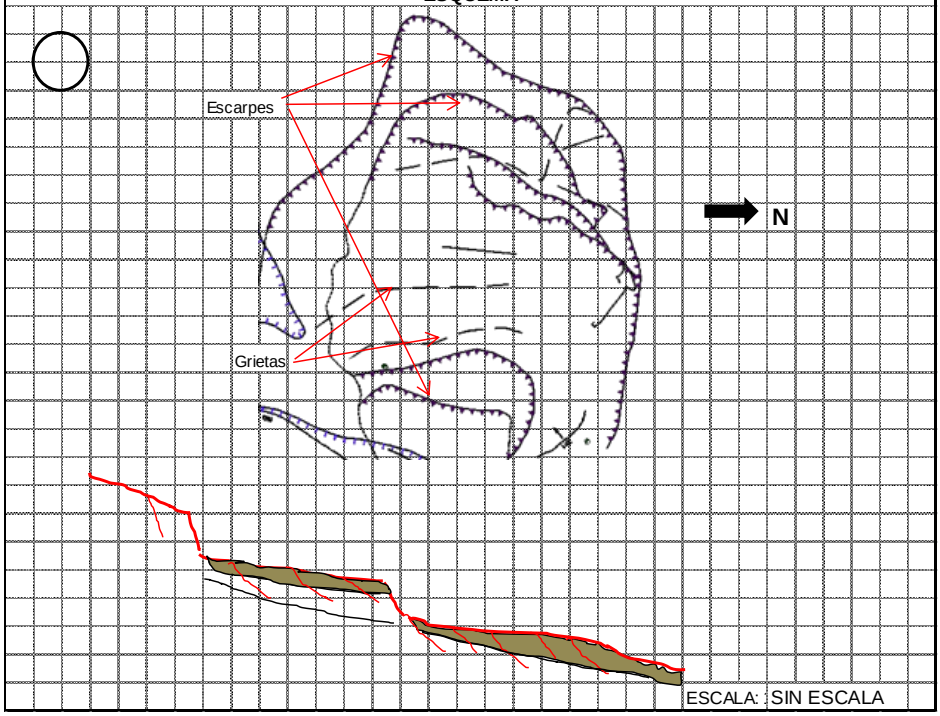
DESCRIPCION GENERAL: Deslizamiento compuesto con varios periodos de reactivación donde han presentando deslizamientos traslacionales, planeres, retrogresivos, multiples que involucran areniscas y arcillolitas con multiples grietas con orientracion predominante SE-NW. Se observan flujos de aguas negras que en la parte baja confluyen en un canal construido recientemente

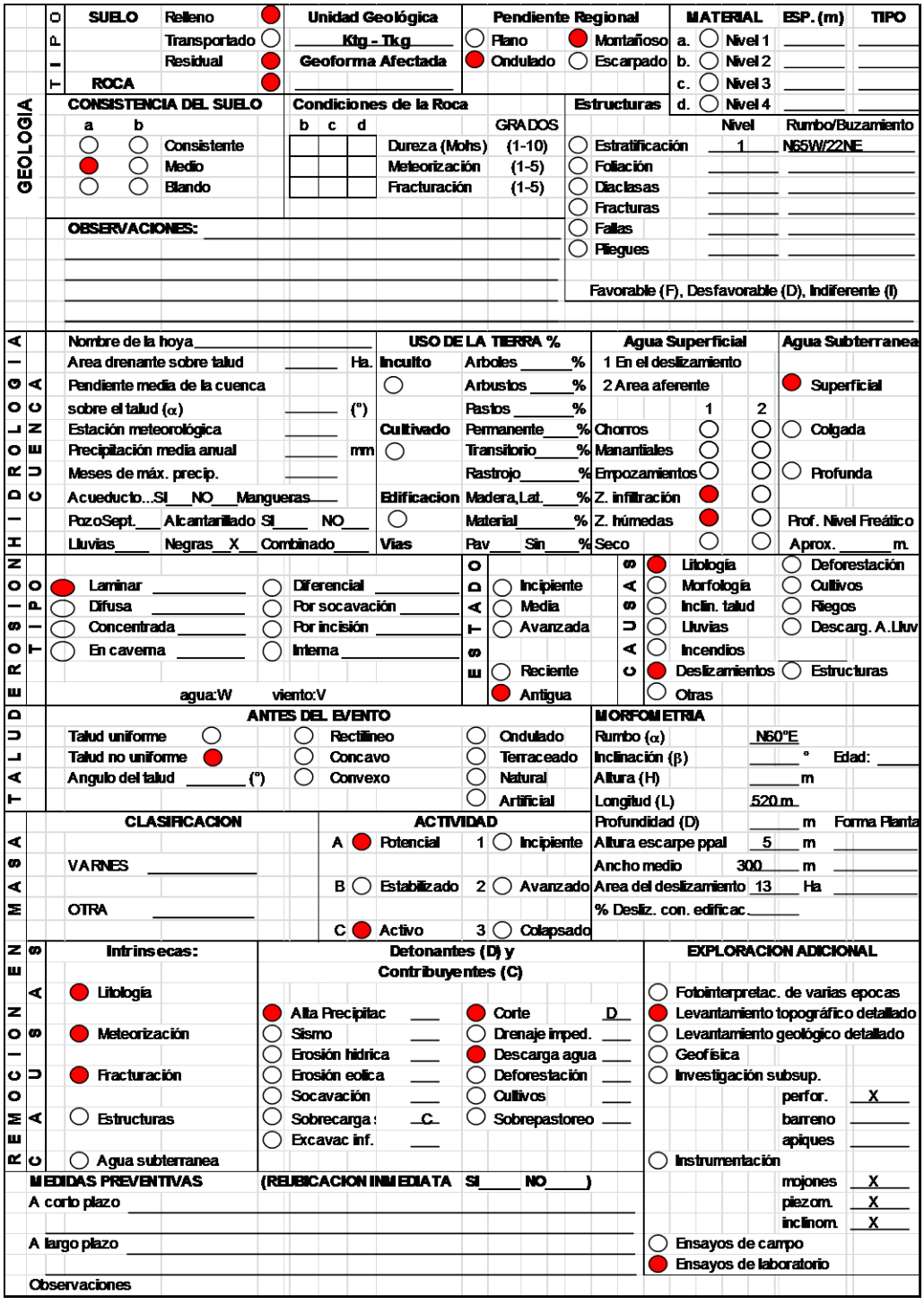
FRECUENCIA DEL MOVIMIENTO

Fecha de la ultima manifestacion :_ Agosto de 2011

● Cada estacion lluviosa ○ Cada año ○ Cada _____años

ESQUEMA





GEOLOGIA — TIPO: SUELO (Relleno ●, Transportado ○, Residual ●); ROCA ●. Unidad Geológica: Klg - Tkg. Geoforma Afectada: ____. Pendiente Regional: ○ Plano ● Montañoso ● Ondulado ○ Escarpado. MATERIAL: a. ○ Nivel 1; b. ○ Nivel 2; c. ○ Nivel 3; d. ○ Nivel 4. ESP. (m) / TIPO: ____.

CONSISTENCIA DEL SUELO: ○ Consistente ● Medio ○ Blando. Condiciones de la Roca: Dureza (Mohs) (1-10); Meteorización (1-5); Fracturación (1-5). Estructuras: ○ Estratificación (Nivel 1, Rumbo/Buzamiento N65W/22NE); ○ Foliación; ○ Diaclasas; ○ Fracturas; ○ Fallas; ○ Pliegues. Favorable (F), Desfavorable (D), Indiferente (I).

OBSERVACIONES: ____

HIDROLOGIA — CUENCA: Nombre de la hoya ____; Area drenante sobre talud ____ Ha.; Pendiente media de la cuenca sobre el talud (α) ____ (°); Estación meteorológica ____; Precipitación media anual ____ mm; Meses de máx. precip. ____; Acueducto...SI___NO___Mangueras___; PozoSept.___ Alcantarillado SI___ NO___; Lluvias___ Negras__X__ Combinado___.

USO DE LA TIERRA %: ○ Inculto; Cultivado; Edificacion; Vias. Arboles ____%; Arbustos ____%; Pastos ____%; Permanente____%; Transitorio____%; Rastrojo____%; Madera,Lat.____%; Material____%; Pav___ Sin___%.

Agua Superficial: 1 En el deslizamiento; 2 Area aferente. Chorros (1 ○ 2 ○); Manantiales (1 ○ 2 ○); Empozamientos (1 ○ 2 ○); Z. infiltración (1 ● 2 ○); Z. húmedas (1 ● 2 ○); Seco (1 ○ 2 ○).

Agua Subterranea: ● Superficial; ○ Colgada; ○ Profunda. Prof. Nivel Freático Aprox. ____ m.

EROSION — TIPO: ● Laminar ____; ○ Difusa ____; ○ Concentrada ____; ○ En caverna ____; ○ Diferencial ____; ○ Por socavación ____; ○ Por incisión ____; ○ Interna ____. agua:W viento:V.

GRADO: ○ Incipiente ○ Media ○ Avanzada. EDAD: ○ Reciente ● Antigua.

CAUSA: ● Litología ○ Morfología ○ Inclin. talud ○ Lluvias ○ Incendios ● Deslizamientos ○ Otras. ○ Deforestación ○ Cultivos ○ Riegos ○ Descarg. A.Lluv ○ Estructuras.

TALUD — ANTES DEL EVENTO: Talud uniforme ○; Talud no uniforme ●; Angulo del talud ____ (°). ○ Rectilíneo ○ Concavo ○ Convexo; ○ Ondulado ○ Terraceado ○ Natural ○ Artificial.

MORFOMETRIA: Rumbo (α) N60°E; Inclinación (β) ____ °; Edad: ____; Altura (H) ____ m; Longitud (L) 520 m; Profundidad (D) ____ m; Forma Planta; Altura escarpe ppal 5 m; Ancho medio 300 m; Area del deslizamiento 13 Ha; % Desliz. con. edificac.____.

MASA — CLASIFICACION: VARNES ____; OTRA ____. ACTIVIDAD: A ● Potencial 1 ○ Incipiente; B ○ Estabilizado 2 ○ Avanzado; C ● Activo 3 ○ Colapsado.

REMOCION EN MASAS — Intrinsecas: ● Litología; ● Meteorización; ● Fracturación; ○ Estructuras; ○ Agua subterranea.

Detonantes (D) y Contribuyentes (C): ● Alta Precipitac ___; ○ Sismo ___; ○ Erosión hídrica ___; ○ Erosión eolica ___; ○ Socavación ___; ○ Sobrecarga ___ C; ○ Excavac inf. ___; ● Corte D; ○ Drenaje imped. ___; ● Descarga agua ___; ○ Deforestación ___; ○ Cultivos ___; ○ Sobrepastoreo ___.

EXPLORACION ADICIONAL: ○ Fotointerpretac. de varias epocas; ● Levantamiento topográfico detallado; ○ Levantamiento geológico detallado; ○ Geofísica; ○ Investigación subsup. perfor. X; barreno ____; apiques ____; ○ Instrumentación: mojones X; piezom. X; inclinom. X; ○ Ensayos de campo; ● Ensayos de laboratorio.

MEDIDAS PREVENTIVAS (REUBICACION INMEDIATA SI____ NO____)

A corto plazo ____

A largo plazo ____

Observaciones

Figura 70. Registro de levantamiento del deslizamiento El Espino.

En la visita realizada a campo se identificó la aparición de nuevas grietas ubicadas en el deslizamiento el Espino (*Ver Anexo 4. Plano de grietas, proceso, escarpes y extensómetros*).



Figura 71. Panorámica movimiento El Espino donde se observa el escarpe principal, escarpes secundarios y grietas en diferentes direcciones.



Figura 72. Movimiento traslacional en la zona aledaña al canal construido recientemente, hace parte del gran movimiento del Espino



Figura 73. Movimiento reciente en el sector norte del Espino, desplaza niveles de areniscas muy fracturadas en dirección al canal construido recientemente



Figura 74. Grietas de dirección N 25 W desarrolladas en niveles de areniscas que afloran en la parte central del movimiento de El Espino

DESLIZAMIENTO EL ESPINO RECIENTE

FOPAE Fondo de Prevención y Atención de Emergencias

FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS

CI AMBIENTAL Ingeniería Geotécnica y Ambiental

LOCALIDAD __ 19 BARRIO __ SAN RAFAEL ESTRATO____ 1

SECTOR _EL ESPINO DIRECCION _____ COORDENADAS _ N 89206 E 98797

NOMBRE DEL SITIO __ SECTOR EL ESPINO AREA AFECTADA ___ 0.5 Ha A.S.N.M. __ 2670

LADERA NATURAL ● ESCOMBRERA ● ANTIGUA EXPLOTACION ● BASURERO ○ RONDA ○

ESTABLE	Si ○	No ●	**EROSION**	Si ○	No ○		**D**	**M**	**A**		Z. SISMICA
DESPLAZ:	Reptamiento	○	SUPERFIC:	Difusa ●		Fecha	6	7	11	Levantado por _____	[1]
	Deslizamiento	●	Surcos ○	Carcavas	○	Plancha Topográfica _____					[2]
	Desprendimiento	○	Zanjas ○	Hondonada	○	Plancha Geológica _____					[5]
TRANSP:	Flujo Material	○	SUPSUPERFICIAL:			Fotografías aéreas _____					[5A]
	Torrente	○	Tubific. ○	Cavernas	○						[Otra]

DAÑOS

○ Numero de casas _____	○ Alcantarillado	Implicaciones	○ Graves
○ Otras construcciones _____	○ Acueducto	Socioeconómicas	○ Pequeñas
○ Vía principal	○ Obras - Hidrulicas		○ Nulas
○ Vía secundaria	○ Muros de contención	Otras estructuras _____	

Numero de Personas Afectada **Niños:** M____H____ **Ancianos**: M____H____ **Adultos**: M____H____

TOTAL: M____H____

GENERAL

DESCRIPCION GENERAL: Deslizamiento traslacional

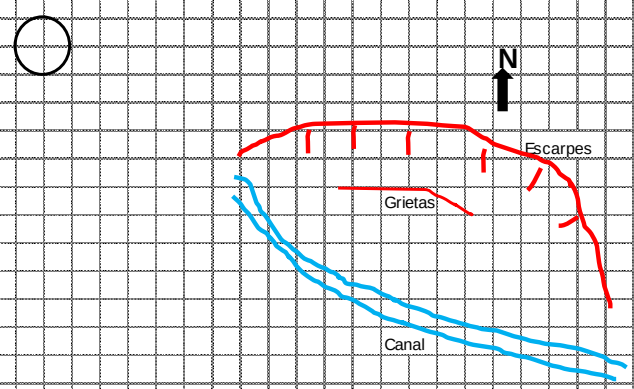
han presentando deslizamientos traslacionales, planeres, retrogresivos, multiples que involucran areniscas y arcillolitas con multiples grietas con orientracion predominante SE-NW. Se observan flujos de aguas negras que en la parte baja confluyen en un canal construido recientemente

FRECUENCIA DEL MOVIMIENTO

Fecha de la ultima manifestacion :_ Agosto de 2011

● Cada estacion lluviosa ○ Cada año ○ Cada _____años

ESQUEMA



ESCALA: SIN ESCALA

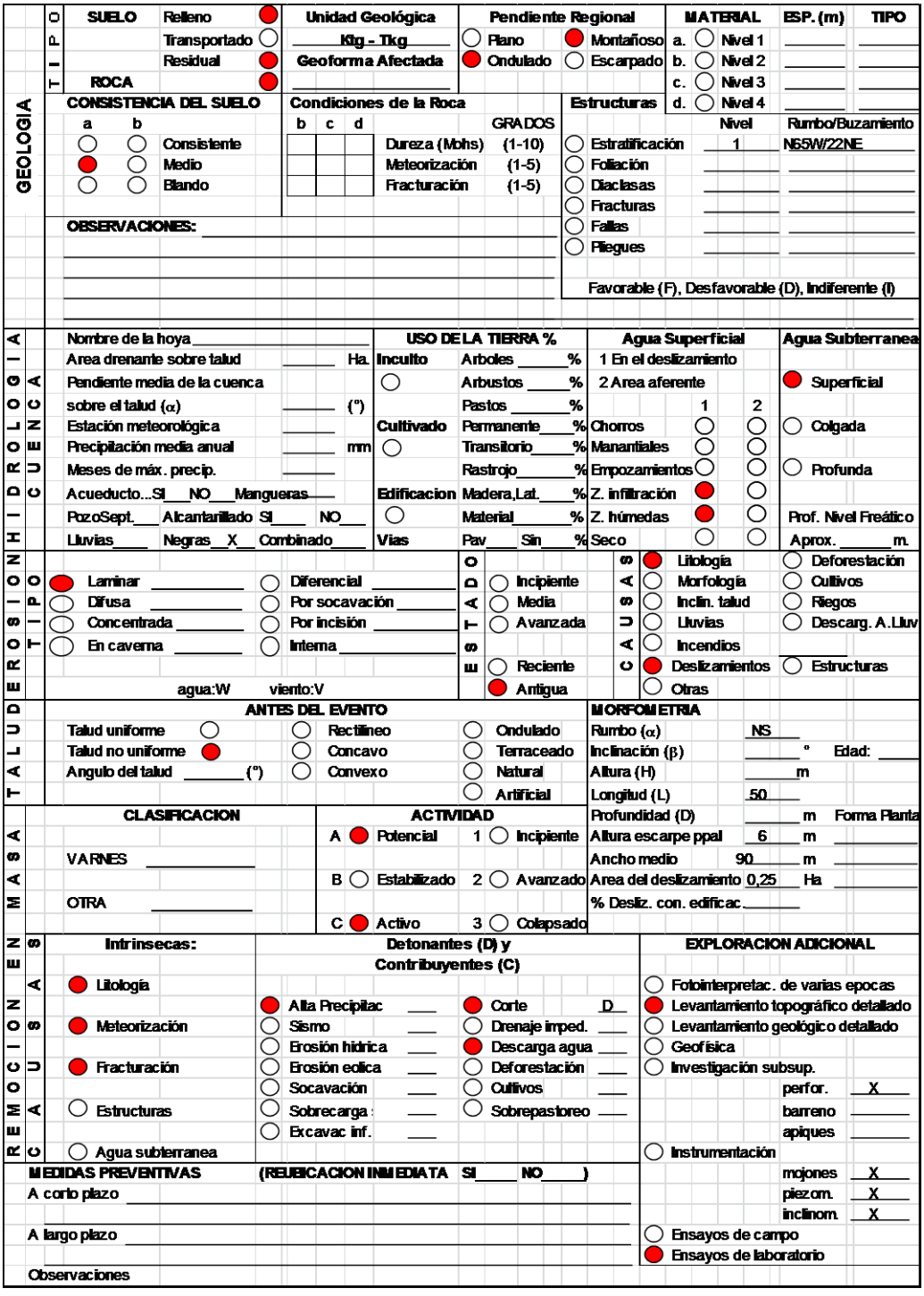


Figura 75. Proceso Espino reciente



Figura 76. Movimiento reciente en el sector norte del Espino, desplaza niveles de areniscas muy fracturadas en dirección al canal construido recientemente



Figura 77. Vista lateral del Movimiento reciente en el sector norte del Espino, desplaza niveles de areniscas muy fracturadas y suelos residuales en dirección al canal construido recientemente.

Con el fin de realizar un seguimiento visual a los procesos y aspectos morfométricos presentes en el sector Altos de la Estancia, se definieron 6 estaciones fotográficas (Ver Tabla 17), desde las cuales mensualmente se tomara un registro fotográfico que permitirá obtener una visual de los

cambios en el sector. El registro fotográfico para el mes de agosto se presenta en las figuras 78 a 83.

Tabla 17. Estaciones de seguimiento Fotográfico

ESTACIONES DE SEGUIMIENTO TOPOGRAFICO			
ESTACIÓN	**ESTE**	**NORTE**	**PANORAMICA**
ESTACIÓN 1	89366	98732	PANORAMICA SAN RAFAEL
ESTACIÓN 2	89443	98753	TOMADA DESDE LA CANCHA DE ESPINO III
ESTACIÓN 3	89640	98500	VISTA AL DESLIZAMIENTO EL ESPINO, DESDE EL LEVANTAMIENTO DE SAN RAFAEL
ESTACIÓN 4	89196	98799	M-14 REPOSICIÓN. DESLIZAMIENTO LA CARBONERA PANORAMICA ALTURA BARRIO ESPINO SECTOR 3
ESTACIÓN 5	89145	98160	TOMADA DESDE EL BARRIO SANTO DOMINGO A LA ALTURA DE LA MANZANA 52, HACIA EL DESLIZAMIENTO LA CARBONERA
ESTACIÓN 6	89491	98030	VISTA A LA CORONA DEL DESLIZAMIENTO LA CARBONERA, TOMADA DESDE LA VALLA DE SANTA VIVIAN VISTA HERMOSA.



Figura 78. Estación de seguimiento fotográfico 1. Panorámica San Rafael Agosto 2011



Figura 79. Estación de seguimiento fotográfico 2. Tomada desde la cancha de Espino III. Agosto 2011



Figura 80. Estación de seguimiento fotográfico 3. Vista al deslizamiento el espino, desde el levantamiento de San Rafael. Agosto 2011



Figura 81. Estación de seguimiento fotográfico 4. Desde M-14. Deslizamiento la carbonera panorámica a la altura del barrio espino sector 3, límite con el barrio la Carbonera.



Figura 82. Estación de seguimiento fotográfico 5. Tomada desde el barrio santo domingo a la altura de la manzana 52, hacia el deslizamiento la Carbonera



Figura 83. Estación de seguimiento fotográfico 6. Vista a la corona del deslizamiento la Carbonera, tomada desde la valla de Santa Vivian Vista Hermosa.

6.2.3 Conclusiones

- De acuerdo a la visita realizada al sector Altos de la Estancia, se evidencia que entre el último levantamiento de procesos y el realizado por CI AMBIENTAL LTDA, han aparecido un número de grietas considerable, de longitudes importantes a la altura del levantamiento San Rafael y el deslizamiento la Carbonera. Por lo anterior se concluye que el deslizamiento en su zona activa sigue presentando desplazamientos importantes.

- De acuerdo a la identificación de nuevas grietas, se instalaron 5 extensómetros de estacas con el fin de evaluar la abertura y desplazamiento de las mismas durante la ejecución del presente proyecto.

6.3. CAMPAÑAS DE CONTROL INSTRUMENTADO

6.3.1 Objetivo

Para la medición y control de los desplazamientos de los deslizamientos en La Carbonera y en El Espino, se plantea la lectura de los instrumentos existentes en el sector (13 Inclinómetros y 12 piezómetros), así como la instalación y lectura de 6 nuevos (Inclinómetros – piezómetros). Cabe mencionar que a la fecha de entrega del primer informe parcial solo se han entregado 9 piezómetros.

6.3.2 Metodología del monitoreo geotécnico

En el presente capítulo se presenta una descripción de la metodología utilizada para la ejecución del Monitoreo Geotécnico de Altos de la Estancia, de la localidad Ciudad Bolívar en Bogotá D.C. Esta metodología involucra actividades de campo y oficina, tendientes a la realización de mediciones e interpretación de los resultados así obtenidos.

La metodología utilizada para la ejecución del monitoreo geotécnico implicó el desarrollo de las siguientes actividades:

- Revisión de la información geotécnica realizada por los diferentes estudios de consultoría adelantados por el FOPAE.

- Visita de campo con el fin de reconocer el área de estudio, levantamiento en campo de información relacionada con la localización y tipología de procesos de remoción en masa recientes y antiguos, definición de su actividad y tipología correspondiente.

- Definición de los puntos de control topográfico y secciones para el monitoreo de los desplazamientos de la zona.

- Monitoreo de los niveles piezométricos. Para tal fin se realizaron mediciones del nivel freático de la instrumentación instalada en el sector y entregada por el FOPAE que corresponde a 9 piezómetros e instrumentación instalada por CI AMBIENTAL que corresponde a 6 Inclinómetros – piezómetros.

- Monitoreo de Inclinómetros. Para tal fin se tomaron lecturas de los Inclinómetros entregados por el FOPAE que corresponden a 13 instrumentos de los cuales el I-09 fue un Inclinómetro repuesto por el acueducto y cuyas condiciones no permiten la medición.

- Procesamiento y análisis de la información. La información levantada en campo se procesa y analiza con el fin de tener un generar un modelo geotécnico sobre las características del movimiento que se está presentando en el área de estudio. Es importante destacar que los desplazamientos del terreno se representarán a través de vectores de desplazamientos.

- Recomendaciones. Una vez analizada la información recolectada en campo se procederá a dar las respectivas recomendaciones, orientadas básicamente a las acciones que es necesario implementar el FOPAE en el corto, mediano y largo plazo.

6.3.3 Monitoreo de los Piezómetros

En el monitoreo desarrollado por el consorcio Altos de la Estancia, se instalaron 15 piezómetros abiertos de P-1 a P-15. De los cuales, se evaluaron los piezómetros activos que se muestran en la Tabla 18, de acuerdo a los requerimientos del FOPAE. Debido a que los instrumentos restantes se encuentran fuera de servicio.

Tabla 18. Piezómetros instalados por la Consultoría 755 de 2009 y su estado actual. Coordenadas del levantamiento Topográfico CI AMBIENTAL LTDA.

PUNTO	TIPO	ESTADO	NORTE	ESTE	COTA
P-1	PIEZOMETRO	ACTIVO	97967.015	89192.58	2771.4
P-2	PIEZOMETRO	ACTIVO	98177.175	89061.083	2765.243
P-3	PIEZOMETRO	ACTIVO	98107.546	89290.665	2725.918
P-4	PIEZOMETRO	INACTIVO	98206.651	89296.858	2707.815
P-5	PIEZOMETRO	INACTIVO	98144.31	89488.886	2685.123
P-6	PIEZOMETRO	INACTIVO	97918.801	89328.409	2772.757
P-7	PIEZOMETRO	ACTIVO	98235.946	89013.613	2761.798

P-8	PIEZOMETRO	ACTIVO	98341.024	89567.638	2630.965
P-9	PIEZOMETRO	ACTIVO	98612.053	88882.89	2713.129
P-10	PIEZOMETRO	INACTIVO	98697.232	88980.904	2685.437
P-11	PIEZOMETRO	ACTIVO	98844.587	89237.887	2642.655
P-12	PIEZOMETRO	INACTIVO	98245.866	88844.718	2775.577
P-13	PIEZOMETRO	INACTIVO	98449.195	88774.565	2755.177
P-14	PIEZOMETRO	ACTIVO	97984.89	89117.44	2778.02
P-15	PIEZOMETRO	ACTIVO	98103.895	89002.969	2788

6.3.4 Análisis variación Nivel Freático

Desde la fecha de instalación de los instrumentos, se han venido adelantando campañas de medición del nivel freático, con el fin de identificar variaciones del mismo. A la fecha, la presente consultoría ha realizado una campaña de monitoreo de los piezómetros, pero buscando observar las variaciones de los niveles freáticos de toda la zona de estudio, se procedió a tabular los monitoreos desarrollados previamente de los piezómetros que se encuentran activos (ver Tabla 18) tal y como se presenta en la Tabla 19 a la Tabla 27, donde el monitoreo realizado el día 07/30/2011 fue el desarrollado por CI Ambiental.

Tabla 19. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-1

P-1						
Fecha	**No. de días**	**Nivel del agua [m]**	***VARIACIONES***			
			ΔZ [m]	**Nº de dias**	**Nº de semanas**	**ΔZ [m/sem]**
11/03/2010	14	24.63				
27/03/2010	30	26.61	1.98	16	2	0.87
14/04/2010	48	18.80	7.81	18	3	3.04
26/04/2010	60	14.65	4.15	12	2	2.42
13/05/2010	77	23.30	8.65	17	2	3.56
25/05/2010	89	19.95	3.35	12	2	1.95
10/06/2010	105	23.30	3.35	16	2	1.47
23/06/2010	118	23.35	0.05	13	2	0.03
08/07/2010	133	23.20	0.15	15	2	0.07
27/07/2010	152	23.60	0.40	19	3	0.15
18/08/2010	174	25.01	1.41	22	3	0.45
24/08/2010	180	24.69	0.32	6	1	0.37
03/09/2010	190	23.34	1.35	10	1	0.95
23/09/2010	210	23.34	0.00	20	3	0.00
14/10/2010	231	23.40	0.06	21	3	0.02
26/10/2010	243	23.35	0.05	12	2	0.03
18/11/2010	266	12.00	11.35	23	3	3.45
25/11/2010	273	3.90	8.10	7	1	8.10
15/12/2010	293	3.81	0.09	20	3	0.03
06/01/2011	315	3.48	0.33	22	3	0.11
31/01/2011	340	24.13	20.65	25	4	5.78
15/02/2011	355	20.50	3.63	15	2	1.69
24/02/2011	364	20.00	0.50	9	1	0.39
18/03/2011	386	23.78	3.78	22	3	1.20
28/03/2011	396	23.00	0.78	10	1	0.55
06/04/2011	405	23.32	0.32	9	1	0.25
19/04/2011	418	23.32	0.00	13	2	0.00
27/04/2011	426	23.00	0.32	8	1	0.28
30/07/2011	520	23.20	0.20	94	13	0.01

Tabla 20. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-2

P2 - 12 m			P2 - 24 m						
Fecha	No de días	Nivel del agua [m]	Fecha	No de días	Nivel del agua [m]	*VARIACIONES*			
						ΔZ [m]	Nº de dias	Nº de semanas	ΔZ [m/sem]
26/04/2010	60	5.05	26/04/2010	60	5.80				
13/05/2010	77	5.50	13/05/2010	77	4.95	0.65	17	2	0.27
25/05/2010	89	5.20	25/05/2010	89	5.30	0.33	12	2	0.19
10/06/2010	105	5.00	10/06/2010	105	5.10	0.20	16	2	0.09
23/06/2010	118	5.21	23/06/2010	118	5.18	0.15	13	2	0.08
08/07/2010	133	5.07	08/07/2010	133	5.17	0.07	15	2	0.03
27/07/2010	152	5.03	27/07/2010	152	4.96	0.13	19	3	0.05
17/08/2010	173	5.11	17/08/2010	173	5.14	0.13	21	3	0.04
24/08/2010	180	4.98	24/08/2010	180	5.17	0.08	7	1	0.08
16/09/2010	203	5.02	16/09/2010	203	5.09	0.06	23	3	0.02
23/09/2010	210	5.07	23/09/2010	210	5.00	0.07	7	1	0.07
14/10/2010	231	5.06	14/10/2010	231	5.04	0.03	21	3	0.01
25/10/2010	242	5.05	25/10/2010	242	5.03	0.01	11	2	0.01
18/11/2010	266	5.01	18/11/2010	266	4.90	0.09	24	3	0.02
25/11/2010	273	5.00	25/11/2010	273	4.94	0.02	7	1	0.02
15/12/2010	293	5.01	15/12/2010	293	4.94	0.00	20	3	0.00
06/01/2011	315	4.99	06/01/2011	315	4.99	0.03	22	3	0.01
31/01/2011	340	5.01	31/01/2011	340	5.01	0.02	25	4	0.01
15/02/2011	355	4.98	15/02/2011	355	4.98	0.03	15	2	0.01
25/02/2011	365	4.99	25/02/2011	365	5.01	0.02	10	1	0.01
18/03/2011	386	4.94	18/03/2011	386	4.97	0.04	21	3	0.02
28/03/2011	396	4.96	28/03/2011	396	4.95	0.02	10	1	0.01
06/04/2011	405	4.85	06/04/2011	405	5.28	0.22	9	1	0.17
19/04/2011	418	4.89	19/04/2011	418	4.84	0.24	13	2	0.13
27/04/2011	426	4.85	27/04/2011	426	4.85	0.02	8	1	0.02
30/07/2011	520	5.30	30/07/2011	520	5.30	0.45	94	13	0.03

Tabla 21. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-7

P7 - 11.86 m			P7 - 22.0 m						
Fecha	No de días	Nivel del agua [m]	Fecha	No de días	Nivel del agua [m]	*VARIACIONES*			
						ΔZ [m]	Nº de dias	Nº de semanas	ΔZ [m/sem]
10/06/2010	105	8.20	10/06/2010	105	20.70				
23/06/2010	118	8.22	23/06/2010	118	20.72	0.02	13	2	0.01
08/07/2010	133		08/07/2010	133	19.25	4.85	15	2	2.26
27/07/2010	152	8.32	27/07/2010	152	18.66	4.46	19	3	1.64
18/08/2010	174	8.26	18/08/2010	174	18.91	0.16	22	3	0.05
24/08/2010	180	8.24	24/08/2010	180	18.96	0.04	6	1	0.04
16/09/2010	203	8.26	16/09/2010	203	18.75	0.12	23	3	0.04
23/09/2010	210	8.25	23/09/2010	210	18.74	0.01	7	1	0.01
22/10/2010	239	8.30	22/10/2010	239	18.79	0.05	29	4	0.01
25/10/2010	242	8.30	25/10/2010	242	18.76	0.01	3	0	0.03
18/11/2010	266	8.28	18/11/2010	266	18.89	0.08	24	3	0.02
25/11/2010	273	8.25	25/11/2010	273	18.86	0.03	7	1	0.03
15/12/2010	293	8.25	15/12/2010	293	19.86	0.50	20	3	0.18
06/01/2011	315	8.25	06/01/2011	315	20.86	0.50	22	3	0.16
31/01/2011	340	8.25	31/01/2011	340	21.86	0.50	25	4	0.14
15/02/2011	355	8.29	15/02/2011	355	18.85	1.53	15	2	0.71
25/02/2011	365	8.27	25/02/2011	365	18.80	0.04	10	1	0.02
18/03/2011	386	8.33	18/03/2011	386	19.03	0.15	21	3	0.05
28/03/2011	396	8.32	28/03/2011	396	19.00	0.02	10	1	0.01
06/04/2011	405	8.30	06/04/2011	405	19.09	0.05	9	1	0.04
18/04/2011	417	8.31	18/04/2011	417	19.07	0.01	12	2	0.01
28/04/2011	427	8.32	28/04/2011	427		9.54	10	1	6.68
30/07/2011	520	11.50	30/07/2011	520		1.59	93	13	0.12

Tabla 22. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-8

P8 - 10.6 m			P8 - 19.6 m			VARIACIONES			
Fecha	No de días	Nivel del agua [m]	Fecha	No de días	Nivel del agua [m]	ΔZ [m]	Nº de dias	Nº de semanas	ΔZ [m/sem]
10/06/2010	105	1.45	10/06/2010	105	4.54				
23/06/2010	118	1.59	23/06/2010	118	4.58	0.09	13	2	0.05
08/07/2010	133	1.70	08/07/2010	133	4.60	0.06	15	2	0.03
27/07/2010	152	1.68	27/07/2010	152	4.64	0.03	19	3	0.01
18/08/2010	174	1.93	18/08/2010	174	5.86	0.74	22	3	0.23
24/08/2010	180	1.97	24/08/2010	180	4.67	0.62	6	1	0.72
03/09/2010	190	2.05	03/09/2010	190	4.68	0.04	10	1	0.03
22/09/2010	209	2.05	22/09/2010	209	4.72	0.02	19	3	0.01
22/10/2010	239	2.18	22/10/2010	239	4.78	0.10	30	4	0.02
26/10/2010	243	2.19	25/10/2010	242	4.80	0.01	3	0	0.03
18/11/2010	266	2.15	18/11/2010	266	4.86	0.05	24	3	0.01
25/11/2010	273	2.15	25/11/2010	273	4.89	0.01	7	1	0.01
16/12/2010	294	3.15	16/12/2010	294	5.89	1.00	21	3	0.33
06/01/2011	315	4.15	06/01/2011	315	6.89	1.00	21	3	0.33
30/01/2011	339	5.15	30/01/2011	339	7.89	1.00	24	3	0.29
15/02/2011	355	3.80	15/02/2011	355	4.08	2.58	16	2	1.13
25/02/2011	365	3.85	25/02/2011	365	4.12	0.05	10	1	0.03
18/03/2011	386	3.92	18/03/2011	386	3.98	0.11	21	3	0.04
28/03/2011	396	3.95	28/03/2011	396	3.96	0.03	10	1	0.02
06/04/2011	405	4.04	06/04/2011	405	4.02	0.07	9	1	0.06
18/04/2011	417	3.97	18/04/2011	417	4.00	0.04	12	2	0.03
26/04/2011	425	3.95	26/04/2011	425	4.01	0.01	8	1	0.01
30/07/2011	520	4.50	30/07/2011	520	4.50	0.52	95	14	0.04

Tabla 23. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-9

P-9						
Fecha	No. de días	Nivel del agua [m]	*VARIACIONES*			
			ΔZ [m]	Nº de dias	Nº de semanas	ΔZ [m/sem]
14/04/2010	48					
26/04/2010	60		0.00	12	2	0.00
13/05/2010	77		0.00	17	2	0.00
25/05/2010	89		0.00	12	2	0.00
10/06/2010	105		0.00	16	2	0.00
23/06/2010	118		0.00	13	2	0.00
08/07/2010	133		0.00	15	2	0.00
27/07/2010	152		0.00	19	3	0.00
18/08/2010	174		0.00	22	3	0.00
24/08/2010	180		0.00	6	1	0.00
22/09/2010	209	16.16	16.16	29	4	3.90
27/09/2010	214	16.20	-0.04	5	1	-0.06
22/10/2010	239	16.14	0.06	25	4	0.02
25/10/2010	242	16.20	0.06	3	0	0.14
18/11/2010	266	15.90	-0.30	24	3	-0.09
25/11/2010	273	15.81	0.09	7	1	0.09
15/12/2010	293	15.80	0.01	20	3	0.00
06/01/2011	315	15.91	-0.11	22	3	-0.03
30/01/2011	339	16.08	-0.17	24	3	-0.05
15/02/2011	355	16.08	0.00	16	2	0.00
26/02/2011	366	16.02	0.06	11	2	0.04
17/03/2011	385	16.05	-0.03	19	3	-0.01
28/03/2011	396	16.03	0.02	11	2	0.01
06/04/2011	405	16.01	0.02	9	1	0.02
17/04/2011	416	16.03	-0.02	11	2	-0.01
28/04/2011	427	16.01	0.02	11	2	0.01
30/07/2011	520	11.50	4.51	93	13	0.34

Tabla 24. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-14

P14 - 11.78 m			P14 - 16.73 m						
						VARIACIONES			
Fecha	**No de días**	**Nivel del agua [m]**	**Fecha**	**No de días**	**Nivel del agua [m]**	**ΔZ [m]**	**Nº de dias**	**Nº de semanas**	**ΔZ [m/sem]**
16/09/2010	0	5.32	16/09/2010	0	13.74				
23/09/2010	7	5.34	23/09/2010	7	15.33	0.81	7	1	0.81
14/10/2010	28	5.48	14/10/2010	28	16.6	0.71	21	3	0.24
25/10/2010	39	5.46	25/10/2010	39	16.6	0.01	11	2	0.01
18/11/2010	63	5.40	18/11/2010	63		8.33	24	3	2.43
25/11/2010	70	5.40	25/11/2010	70		0.00	7	1	0.00
16/12/2010	91	5.40	16/12/2010	91		0.00	21	3	0.00
06/01/2011	112	5.41	06/01/2011	112		0.00	21	3	0.00
31/01/2011	137	5.41	31/01/2011	137		0.00	25	4	0.00
15/02/2011	152	5.40	15/02/2011	152		0.00	15	2	0.00
26/02/2011	163	5.40	26/02/2011	163		0.00	11	2	0.00
17/03/2011	182	5.47	17/03/2011	182		0.03	19	3	0.01
27/03/2011	192	5.47	27/03/2011	192		0.00	10	1	0.00
06/04/2011	202	5.41	06/04/2011	202		0.03	10	1	0.02
17/04/2011	213	5.41	17/04/2011	213		0.00	11	2	0.00
28/04/2011	224	5.42	28/04/2011	224		0.00	11	2	0.00
30/07/2011	317		30/07/2011	317	NF No se encontró				

Tabla 25. Campañas de Monitoreo Piezómetro P-15

P15 - 11.92 m			P15 - 22.56 m						
						VARIACIONES			
Fecha	**No de días**	**Nivel del agua [m]**	**Fecha**	**No de días**	**Nivel del agua [m]**	**ΔZ [m]**	**Nº de dias**	**Nº de semanas**	**ΔZ [m/sem]**
16/09/2010	0	11.39	16/09/2010	0	16.86				
23/09/2010	7	11.40	23/09/2010	7	16.93	0.04	7	1	0.04
22/10/2010	36	11.40	22/10/2010	36	16.95	0.01	29	4	0.00
25/10/2010	39	11.40	25/10/2010	39	16.94	0.00	3	0	0.01
18/11/2010	63	11.40	18/11/2010	63	16.59	0.18	24	3	0.05
25/11/2010	70	11.40	25/11/2010	70	16.40	0.10	7	1	0.10
15/12/2010	90	11.41	15/12/2010	90	16.28	0.06	20	3	0.02
06/01/2011	112	11.41	06/01/2011	112	16.29	0.00	22	3	0.00
31/01/2011	137	11.42	31/01/2011	137	16.47	0.09	25	4	0.03
15/02/2011	152	11.44	15/02/2011	152	16.55	0.05	15	2	0.02
25/02/2011	162	11.43	25/02/2011	162	16.50	0.03	10	1	0.02
18/03/2011	183	11.44	18/03/2011	183	16.54	0.02	21	3	0.01
27/03/2011	192	11.42	27/03/2011	192	16.52	0.02	9	1	0.02
06/04/2011	202	11.45	06/04/2011	202	16.67	0.09	10	1	0.06
19/04/2011	215	11.42	19/04/2011	215	16.47	0.12	13	2	0.06
27/04/2011	223	11.41	27/04/2011	223	16.19	0.14	8	1	0.13
30/07/2011	317		30/07/2011	317	16.00	5.80	94	13	0.43

Como se observa en las tablas presentadas, el nivel freático en el sector varía entre profundidades de 5m y 25m, donde evidentemente se ve intrínsecamente relacionada la altura del nivel freático con el material aflorante, ya que el tamaño de las partículas y la cohesión entre ellas afectan el movimiento del agua intersticial. De acuerdo a la localización de los piezómetros y de acuerdo a las zonas geotécnicas determinadas para la zona de estudio, se procedió a agrupar los piezómetros por la misma unidad geotecnica, tal y como se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26. Localización piezómetros activos por Zona Geotécnica

PIEZÓMETROS	ZONA GEOTÉCNICA	NOMBRE
1,14	5	Areniscas
2,15	4	Suelo residual y depósito fluvioglacial
9	3	Suelo residual y areniscas
8	11	Materiales del deslizamiento la Carbonera, zona norte
7,11	2	Intercalaciones de Arcillolitas y Areniscas
3	7	Depósitos aluviales

A continuación se presenta la variación del nivel freático en cada uno de los piezómetros objeto de monitoreo y su relación con las precipitaciones diarias de la zona a partir de las lluvias registradas en la estación Sierra Morena:

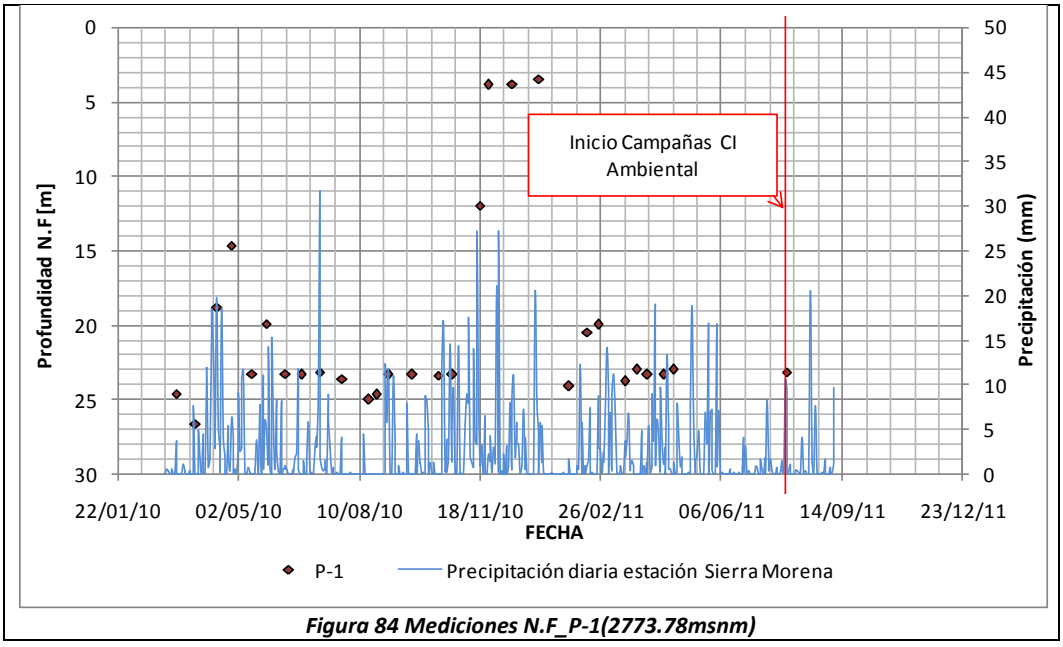


Figura 84 Mediciones N.F_P-1(2773.78msnm)

De acuerdo con la Figura 84; la tendencia en el piezómetro P1 es estabilizarse en una profundidad cercana a los 22m. También se observa una relación directa entre la variación del nivel freático y la precipitación registrada en la zona. Las lecturas del nivel freático de los meses de marzo, noviembre, diciembre de 2010 y enero de 2011 muestran variaciones significativas; de las cuales, las últimas tres lecturas mencionadas en promedio se encontraron a 3.73m de profundidad. Este aumento del nivel freático se encuentra directamente relacionado con el aumento de las precipitaciones debido a la temporada de lluvias y el fenómeno meteorológico de la NIÑA.

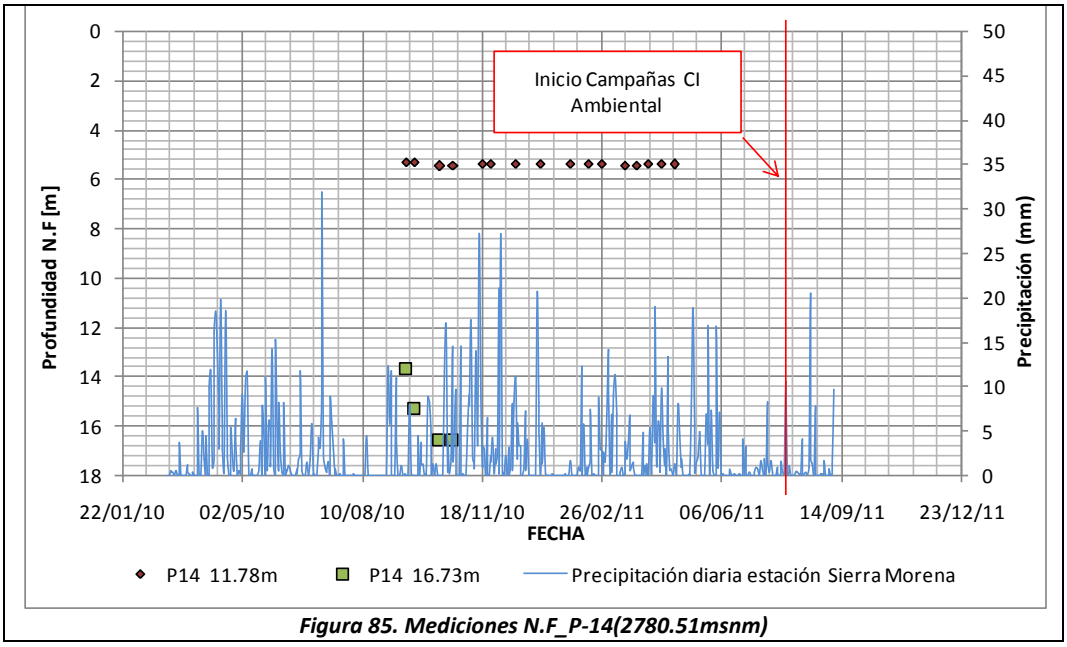


Figura 85. Mediciones N.F_P-14(2780.51msnm)

De acuerdo con la figura 85; el piezómetro (P14-11.74m) presenta una estabilización del nivel freático hacia una profundidad de 5.45m y no muestra una relación directa con las precipitaciones registradas en la zona, por esta razón es probable que este instrumento se encuentra tapado y el nivel registrado en (P14-11.74m), sea nivel freático colgado. Este fenómeno se encuentra relacionado con las areniscas presentes en el sector, las cuales, no permiten el flujo a lo largo de la columna estratigráfica.

El material en el que se encuentran localizados los piezómetros P2 y P15, es residual sobre un depósito fluvioglacial, donde las humedades del material residual es muy alta, ya que se encuentra compuesto de un material fino, mientras que los depósitos, son materiales grueso-granulares, pero embebidos en un material fino, por tanto, la humedad del material continua siendo alta.

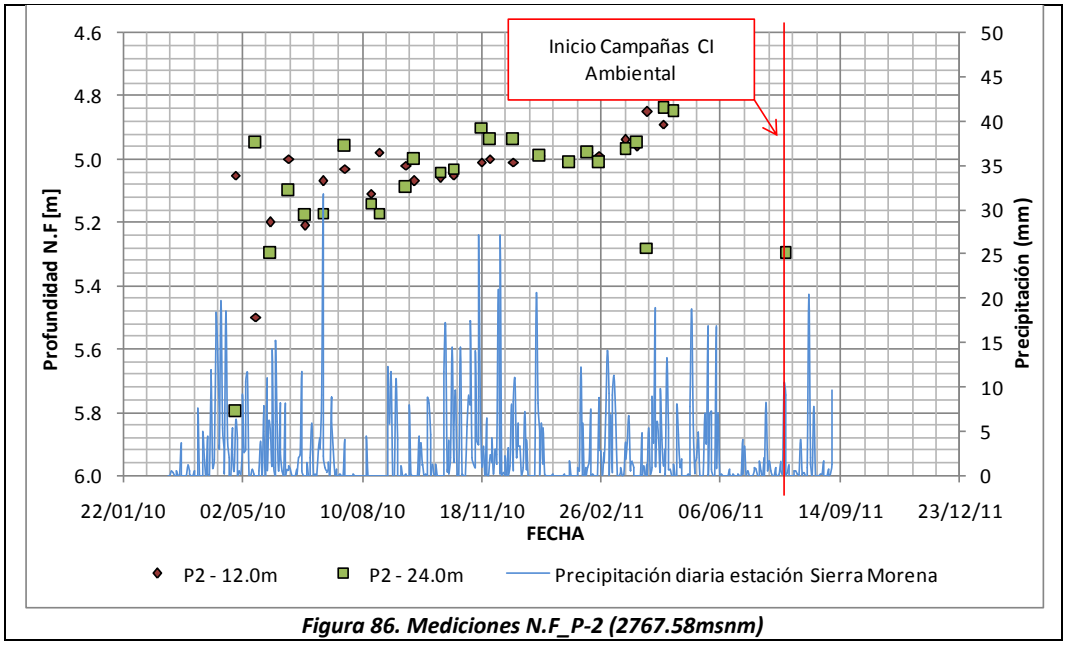


Figura 86. Mediciones N.F_P-2 (2767.58msnm)

Como se muestra en la figura 86; el piezómetro P2 no presenta niveles freáticos colgados hasta los 24m de profundidad. Se identifica que el nivel freático se encuentra en promedio a una profundidad de 5m, además se observa una relación directa entre los periodos lluviosos y secos con el aumento o disminución del NF. El registro del nivel freático para la primera campaña de CI AMBIENTAL presenta una disminución respecto a las anteriores lecturas, esto se debe principalmente a que desde la última campaña de la anterior consultoría, se ha presentado un periodo de poca lluvia.

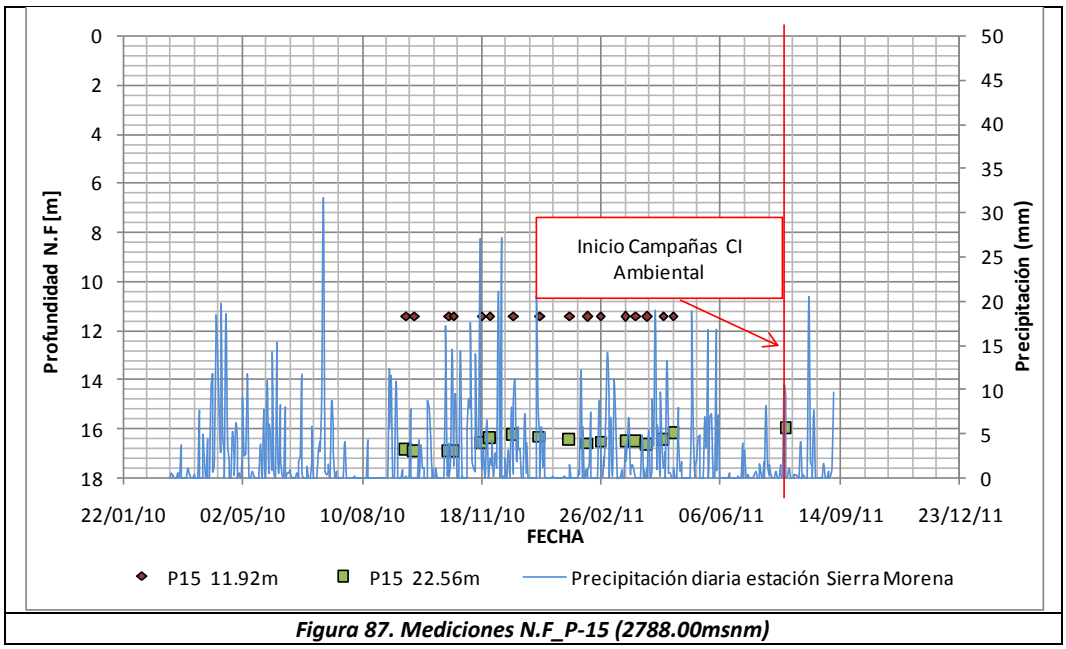


Figura 87. Mediciones N.F_P-15 (2788.00msnm)

De acuerdo con la figura 87; donde se presentan las variaciones del NF en el piezómetro P-15, se observa la presencia de un NF colgado, además la estabilidad del nivel freático tanto para (P15-11.92m) a los 11.39m de profundidad como para (P15-22.56) a los 16.56 de profundidad. De tal forma que no se encuentra una relación directa entre el nivel freático y las precipitaciones de la zona de estudio. Por esta razón es posible que la causa de los niveles freáticos colgados presentados en el piezómetro P-15, se un taponamiento de la tubería.

Así mismo, debido a que el NF en el piezómetro P15 se encuentra a una mayor profundidad que el piezómetro P2, y que P15 se encuentra aproximadamente 20m a mayor altura que el piezómetro P-2. Se puede inferir que el flujo de agua sub-superficial en este sector se encuentra en dirección al talud del terreno lo que puede generar zonas aflorantes de flujo de agua; esta información se corrobora con la presencia de redes hídricas cercanas a este punto.

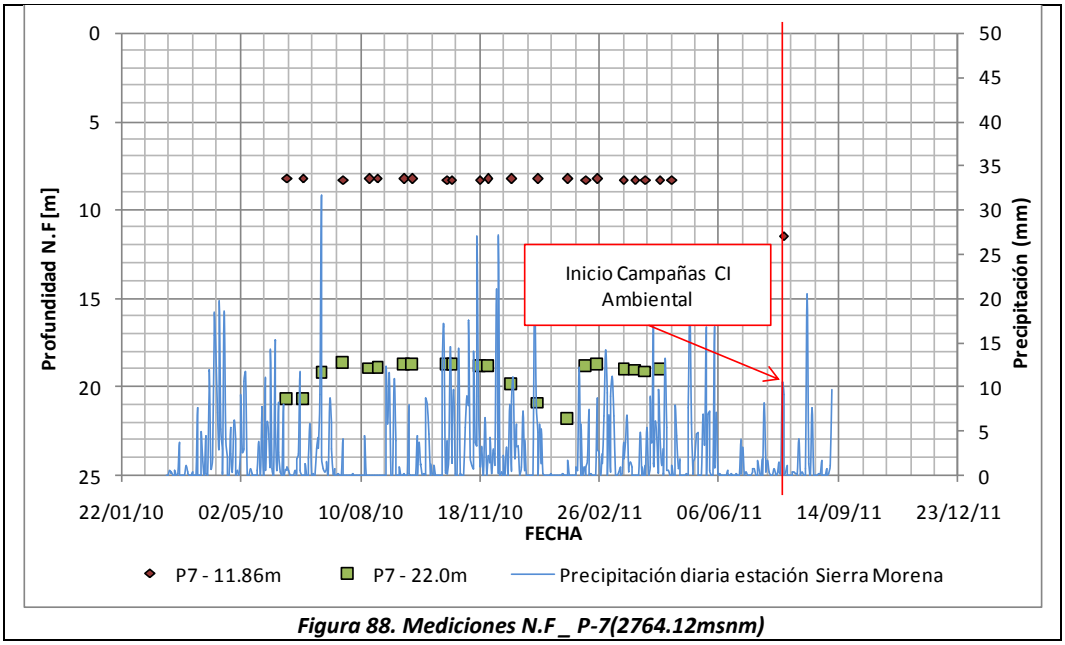


Figura 88. Mediciones N.F _ P-7(2764.12msnm)

El piezómetro P-7 de acuerdo con la figura 88, muestra la presencia de un NF colgado con una diferencia promedio entre (P7 – 11.86m) y (P7 – 22.00) de aproximadamente 10.93m, por esta razón se puede inferir que el instrumento se encuentra tapado. También se observa que no se registra una relación marcada entre las precipitaciones de la zona de estudio y las lecturas del piezómetro. Esto se debe a que en este estrato se presenta una arenisca muy fracturada, por donde el agua puede fluir fácilmente impidiendo tomar niveles freáticos relacionados con las precipitaciones.

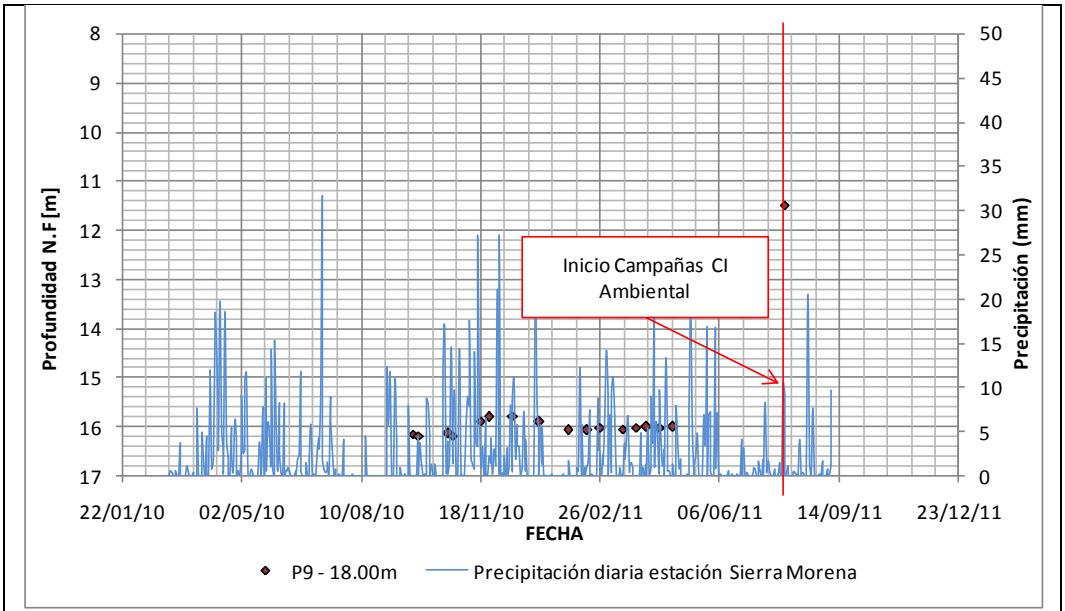


Figura 89. Mediciones N.F _ P-9(2715.44msnm)

El comportamiento del nivel freático que se observa en la figura 89; correspondiente al piezómetro P9,de acuerdo con las lecturas registradas no presenta mayores variaciones (estable) y su relación con las precipitaciones es pobre, debido a que se encuentra en una zona de areniscas en profundidad, que se caracterizan por velocidades de flujo bajas, dada la permeabilidad del material. Además, según la localización del piezómetro es fácil deducir que la dirección del flujo es hacia el norte, orientada hacia la Quebrada Santa Rita, contribuyendo al flujo base de dicho cuerpo de agua.

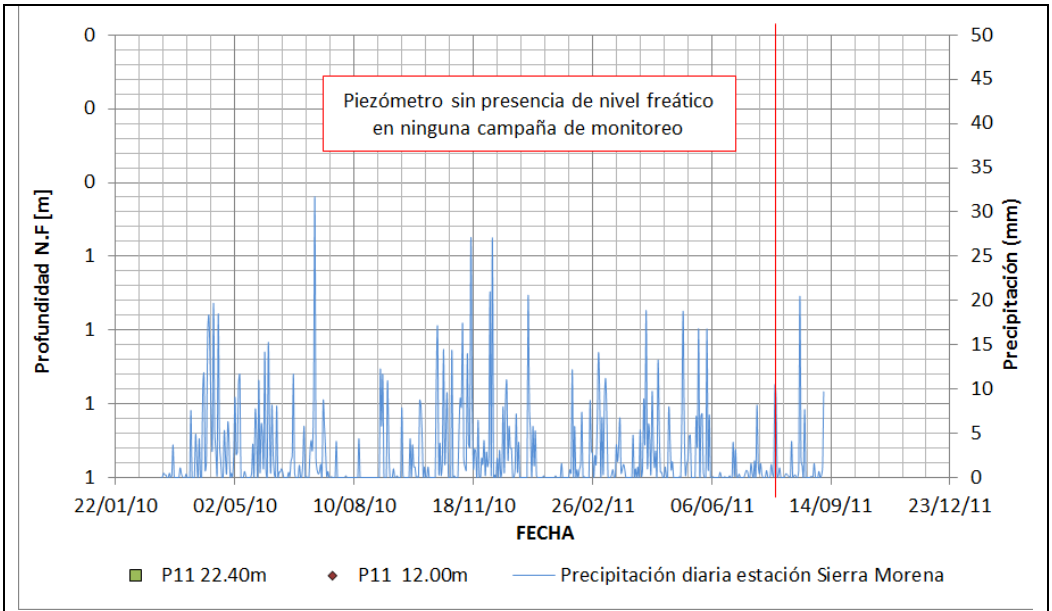


Figura 90. Mediciones N.F _ P-11(2644.99msnm)

Como se observa en la Figura 90 el piezómetro P-11 no registró niveles freáticos en ninguna de las campañas de monitoreo desarrolladas, este piezómetro se encuentra en la parte inferior del levantamiento de San Rafael al lado contrario de la quebrada Santa Rita. El material de la zona se encuentra bastante fracturado lo que contribuye al abatimiento rápido de los niveles freáticos.

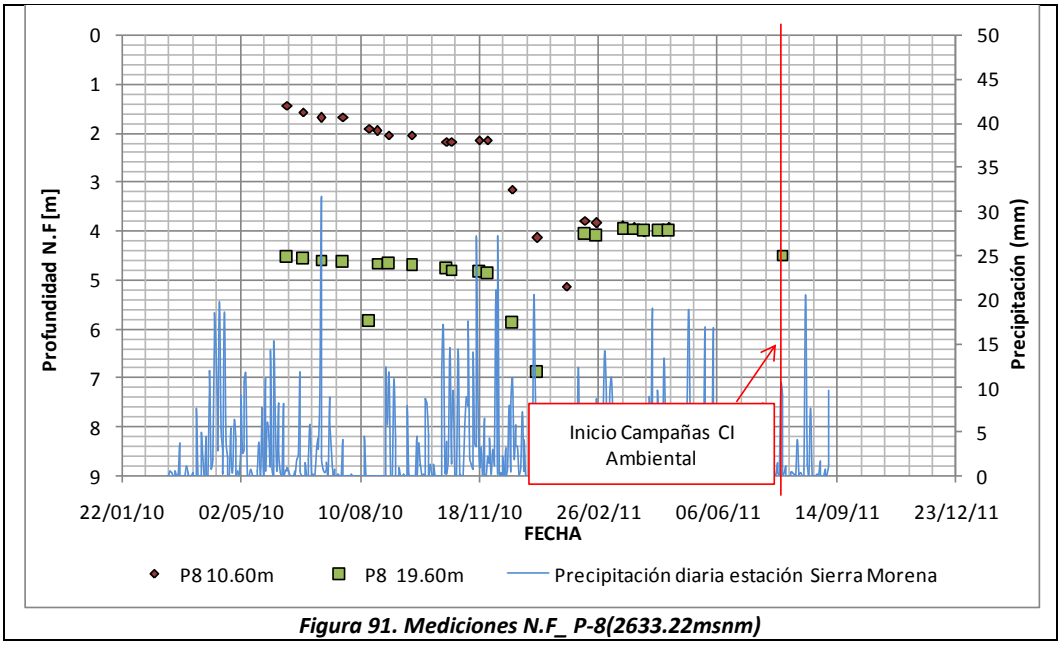


Figura 91. Mediciones N.F_ P-8(2633.22msnm)

En el piezómetro P-8 figura 91; se observa como en las primeras campañas de monitoreo de la consultoría (Contrato 755-2009) se presentaron niveles colgados, hasta que se encontró una

estabilización de la profundidad hacia un valor de 4.0 a 4.5m, valor que se encuentra dentro de los rangos esperados dado que se trata de un suelo de relleno y material fino con alta humedad conformado por el deslizamiento ocurrido, y se encuentra localizado en la parte baja del talud. Dada la localización del piezómetro se infiere que la dirección del flujo es hacia el noroccidente, orientado hacia la Quebrada La Carbonera.

Respecto a los Piezómetros P3 y P12, no fue posible hacer un análisis a profundidad ya que el piezómetro P-12 se encuentra en espera de entrega por parte del EEAAB y el piezómetro P-3 no registro ningún nivel freático en las campañas de monitoreo realizadas, además como se observó en las figuras 84 y 85 el nivel freático en el piezómetro P-1 se encuentra en promedio cercano a los 22m de profundidad y en P-14 el NF de (P14-16.63m) no se registra nivel freático a partir de noviembre de 2010 de lo que se puede concluir que el nivel freático en ese punto se encuentra por debajo de los 25m de profundidad, ya que la profundidad del piezómetro es de 23.75m.

Finalmente, es importante destacar que la interpretación y aplicabilidad de los piezómetros de Casagrande, es muy limitado, por las siguientes razones:

- En la mayoría de los casos el nivel freático se encuentra muy profundo, debido principalmente, a que el macizo rocoso se encuentra muy fracturado. Esto implica que la permeabilidad secundaria es muy alta y los tiempos de abatimiento deberán producirse en periodos de tiempo relativamente cortos, los cuales son muy inferiores a las medidas quincenales que se vienen realizando actualmente.
- Es probable que durante lluvias fuertes y prolongadas se produzca un ascenso importante del nivel freático, el cual genere fuerzas de infiltración que afecten la estabilidad de la ladera. Sin embargo, esto solamente se podrá determinar mediante la instalación de piezómetros de cuerda vibrante conectados a un sistema de adquisición de datos. Recomendamos instalar al menos dos piezómetros de este tipo para poder correlacionar de manera confiable los registros de lluvias con los ascensos del nivel freático y con los desplazamientos del terreno.
- Las aguas servidas por otro lado, no son tenidas en cuenta debido a que existe un desconocimiento de los volúmenes de aguas incorporados al deslizamiento. Esta información es de suma importancia.
- Las anteriores aseveraciones se deben a que sabemos por la información recolectada en los anteriores estudios que el agente detonante es el agua, pero las lecturas realizadas actualmente no son un soporte técnico para el fenómeno que se está presentando actualmente.

6.3.5 Monitoreo de los Inclinómetros

Se realizó una primera lectura a los siguientes Inclinómetros los cuales se encuentran a la fecha previamente instalados en la zona de estudio:

Tabla 27. Orientación de los Inclinómetros monitoreados

INCLINÓMETRO	RUMBO	COTA	PROFUNDIDAD	ESTADO
I-01	N80ºE	2797.052	27.0	En funcionamiento
I-04	N50ºE	2740.730	26.0	En funcionamiento
I-05		2811.423	15.5	En funcionamiento
I-06	N75ºW	2699.289	23.0	En funcionamiento
I-09		2614.295	3.5	Deteriorado EAAB
I-10	N40ºE	2756.176	23.0	En funcionamiento
I-11	N25ºE	2738.134	19.0	En funcionamiento
I-14		2614.028	23.0	En funcionamiento
I-16		2613.996	4.5	Obstruido
I-17		2665.263	22.0	En funcionamiento
I-19		2714.000	23.0	En funcionamiento
I-20		2796.937	14.0	En funcionamiento
I-21		2780.614	19.0	En funcionamiento

Equipo utilizado

En las mediciones de los desplazamientos del terreno en profundidad se utilizó el Sistema de Inclinómetro Digital RST, el cual incorpora tecnología MEMS (Sistemas Micro Electro-Mecánicos) la cual provee alta precisión y durabilidad. Para establecer la posición inicial de la tubería de Inclinómetro se hace una toma de datos inicial. Cualquier desviación subsecuente en la tubería a partir de la lectura inicial (lectura base) representa los cambios ocurridos en el sub-suelo. El Inclinómetro digital RST puede medir con gran precisión, el cambio, la profundidad y magnitud de esas desviaciones.

Dentro de las aplicaciones del sistema del Inclinómetro digital se tiene:

- Medida de movimientos laterales de movimientos de tierra o estructuras.
- Deslizamientos.
- Rellenos para terraplenes.
- Estabilidad adyacente a excavaciones o trabajos en el subsuelo.
- Deflexión de pilotes, pilas, muelles y muros/pantallas de retención.

El Inclinómetro digital incluye los siguientes dispositivos (ver **Figura 84**):

1. Estuche
2. Sonda de Inclinómetro digital
3. Cargador de batería del carrete
4. Sostenedor de cable de 70mm
5. Sostenedor de cable de 85mm
6. Computador de mano de campo
7. Adaptador para carro 12V DC para el cargador del carrete o del computador de mano de campo.
8. Batería adicional del carrete.
9. Lubricante digital.
10. Cable USB para el computador de campo digital.
11. Adaptador AC (110-240V) para el cargador del carrete.
12. Adaptador AC (110-240V) para del computador de mano de campo.
13. Cable del carrete con sistema de comunicación inalámbrica y tapa de protección.
14. Estuche para carrete.



Figura 84. Dispositivos del sistema de medición

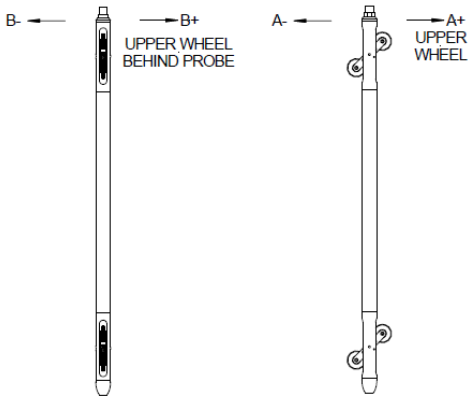


Figura 85. Ejes de la sonda digital

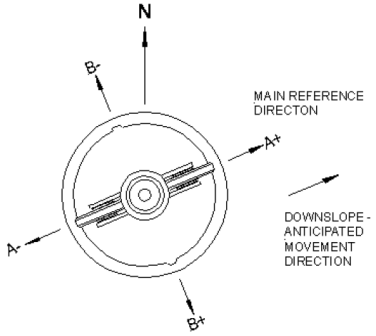


Figura 86. Orientación de la sonda digital



Figura 87. Toma de medidas con el computador de mano

- **Sonda Digital**

El Inclinómetros digital RST tiene el paquete más pequeño disponible dado un espaciamiento entre ruedas, con la mejor capacidad para tomar datos en las tuberías muy deformadas. Esto significa que la sonda digital puede permitir grandes bandeamientos de la tubería sin que se presenten problemas de atascamientos durante la medida. La sonda métrica RST puede aceptar hasta un radio de curvatura de 1.88m en una tubería de 70mm de diámetro.

La sonda digital también incorpora unos pasadores de seguridad en los ensamblajes de las ruedas. En el evento en que la sonda quede atascada en la tubería, una fuerza de aproximadamente 300 lbs es necesaria para romper los pasadores. No se presentarán daños en la sonda o en el cable.

- **Convención de Signos**

La sonda digital posee dos acelerómetros, los cuales toman datos de inclinación en dos ejes. Una instalación correcta de la tubería de Inclinómetro logra alienar una línea de ranura en línea con el eje del movimiento instalado. Este eje es llamado el Eje-A. Las ranuras perpendiculares es entonces el Eje-B (ver **Figura 85**).

Cuando se va a explorar una perforación con Inclinómetro por primera vez, es necesario seleccionar una dirección fija de referencia para la sonda. De esta forma cada vez que se realice una toma de datos la sonda siempre tendrá la misma orientación en la tubería.

En práctica, es difícil lograr la orientación exacta de las ranuras relativas a una dirección predeterminada. La ranura más cercana al movimiento anticipado es usualmente tomada como la dirección de referencia (ver **Figura 86**). Es recomendado que esta dirección (A+) sea marcada en la tubería para asegurar que las exploraciones siempre sean llevadas a cabo de la misma manera todas las veces.

El azimut en la dirección de las ranuras puede ser medido en dirección de las manecillas del reloj a partir de la dirección de referencia (A+). Todas las medidas subsecuentes pueden ser referidas a esta dirección.

Resultados obtenidos monitoreo de los Inclinómetros

Los resultados que se presentan a continuación, están basados en las mediciones realizadas con el equipo RST, de propiedad de C.I. AMBIENTAL LTDA. Los resultados previos obtenidos en el estudio Consorcio Altos de la Estancia, no fue posible tenerlos en cuenta debido a lo siguiente:

- En primer lugar, se desconoce la lectura inicial o lectura de referencia tomada por el consorcio Altos de la estancia. Es importante destacar que esta información no está incluida en la información suministrada por el FOPAE.

- En segundo lugar, los valores presentados en archivos de texto, no corresponden a los desplazamientos en centímetros o metros del terreno. Corresponde básicamente a unas lecturas tomadas del aparato y cuyo sistema de conversión se desconoce.

- Los resultados obtenidos en la campaña 1 de monitoreo de Inclinómetros se ilustran en las figuras 89 a 100. Nótese que por corresponder a la primera lectura, las deformaciones son del orden de los milímetros a lo largo de la tubería, resultado que era de esperarse teniendo en cuenta que esta primera lectura corresponde a la lectura de referencia para posteriores mediciones. Es importante mencionar que para poder evaluar desplazamiento a partir de las lecturas tomadas, es importante contar con una campaña 2 y con las lecturas obtenidas en la última campaña de la consultoría 755 de 2009 con el fin de determinar los desplazamientos reales del Inclinómetro. Los resultados presentados en las gráficas relacionadas a continuación presentan desplazamientos exagerados debido a que el software amplia la escala de las deformaciones horizontales.



Figura 88. Registro Fotográfico monitoreo Inclinómetros.

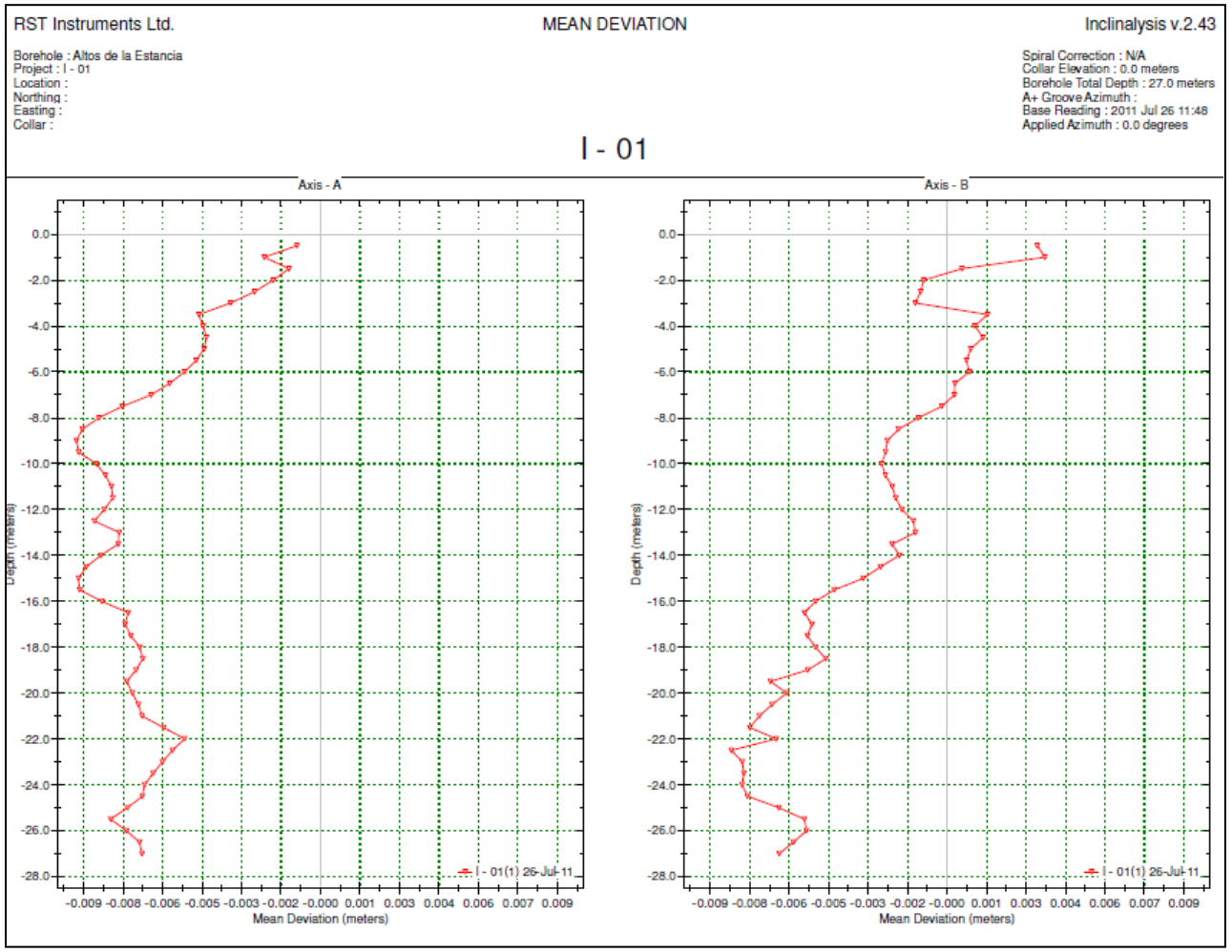


Figura 89. Lectura Inclinómetro 1. Campaña de monitoreo 1.

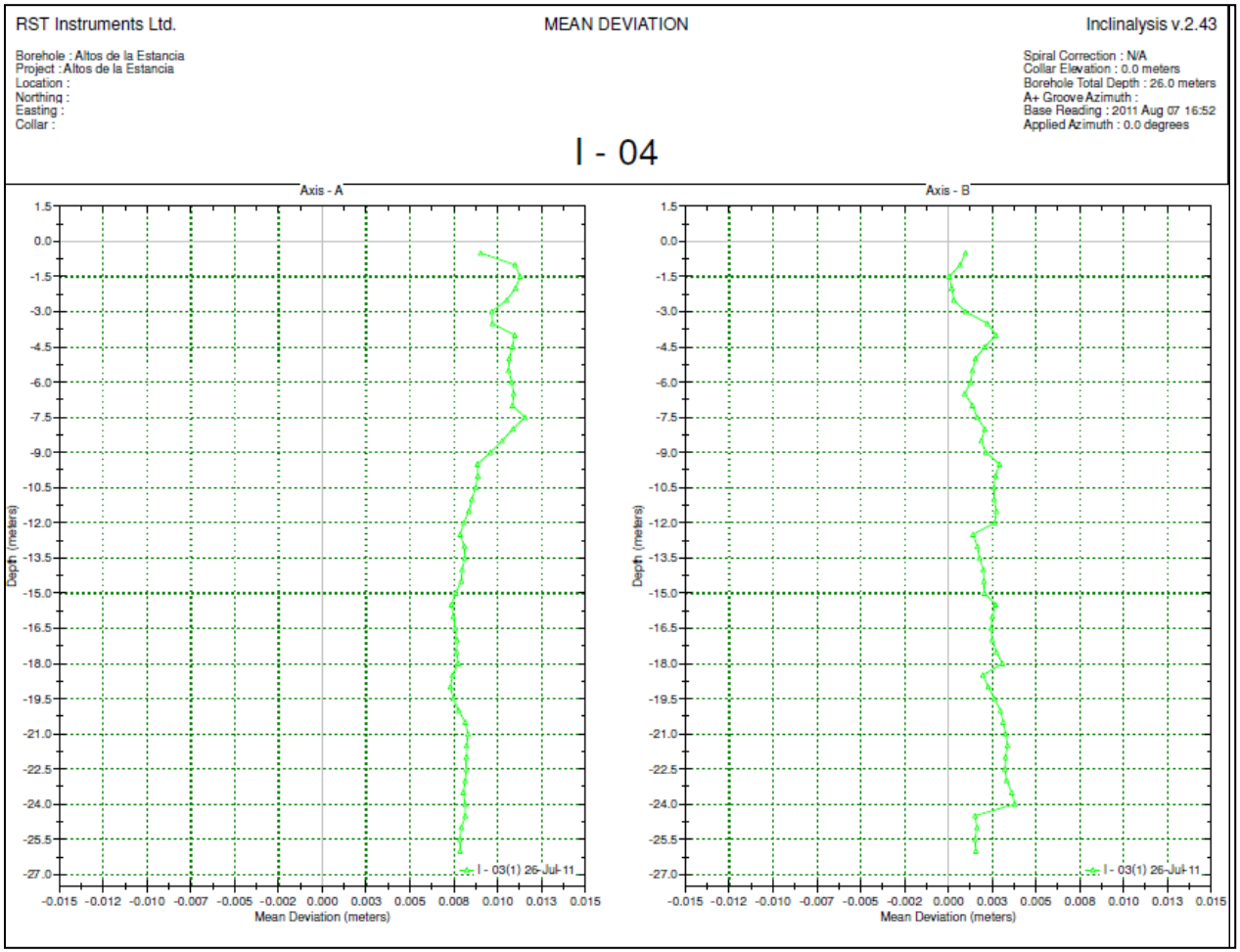


Figura 90. Lectura Inclinómetro 4. Campaña de monitoreo 1.

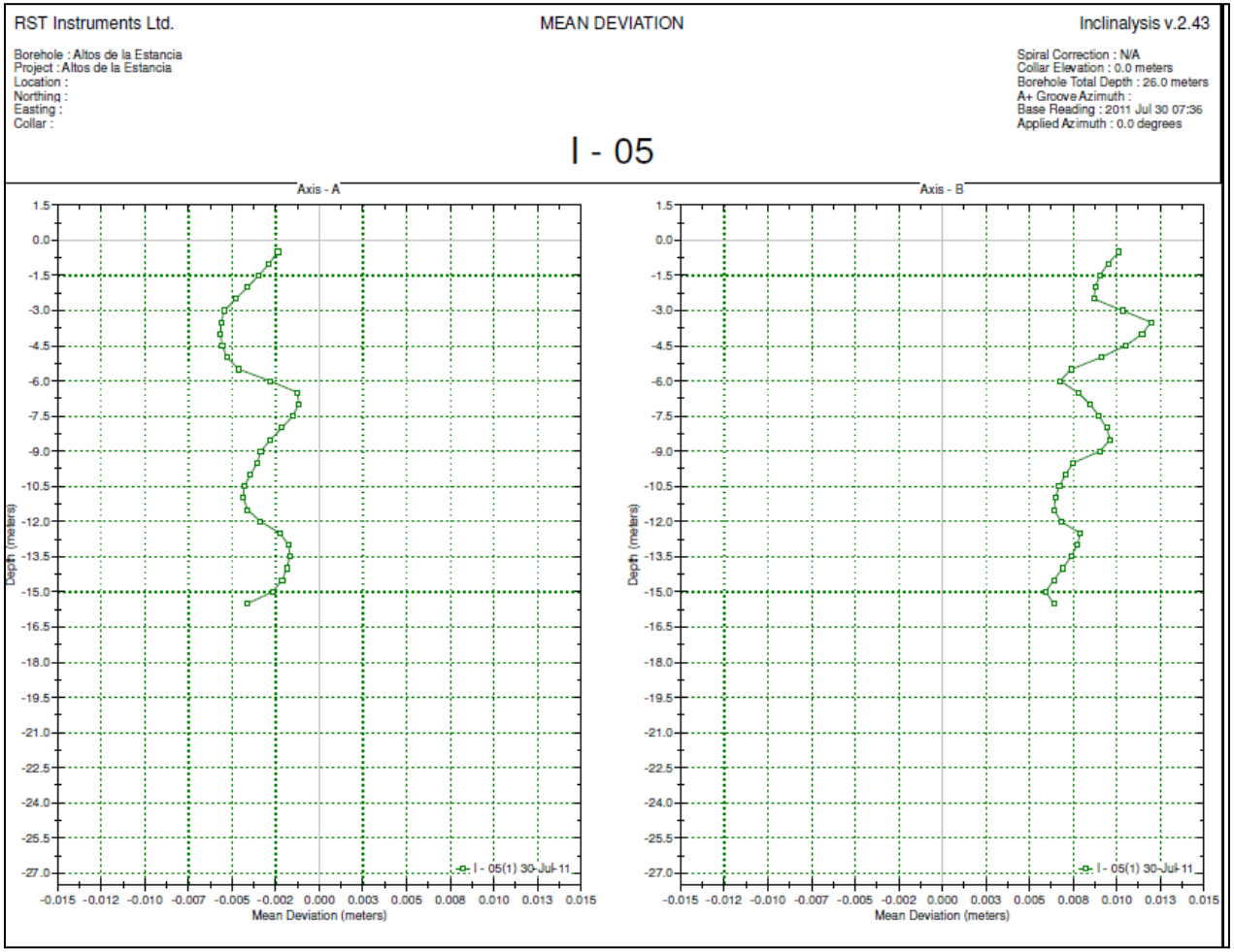


Figura 91. Lectura Inclinómetro 5. Campaña de monitoreo 1.

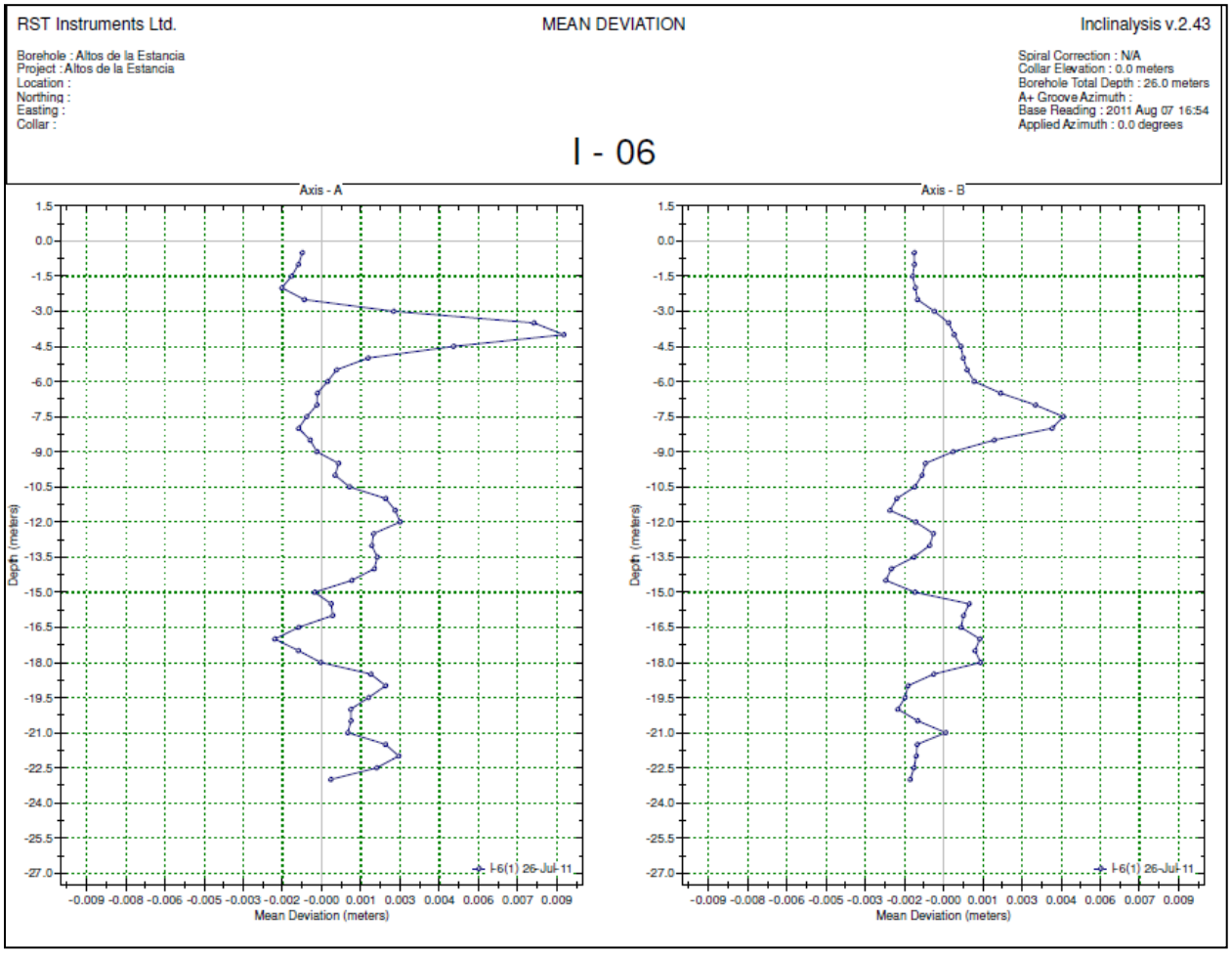


Figura 92. Lectura Inclinómetro 6. Campaña de monitoreo 1.

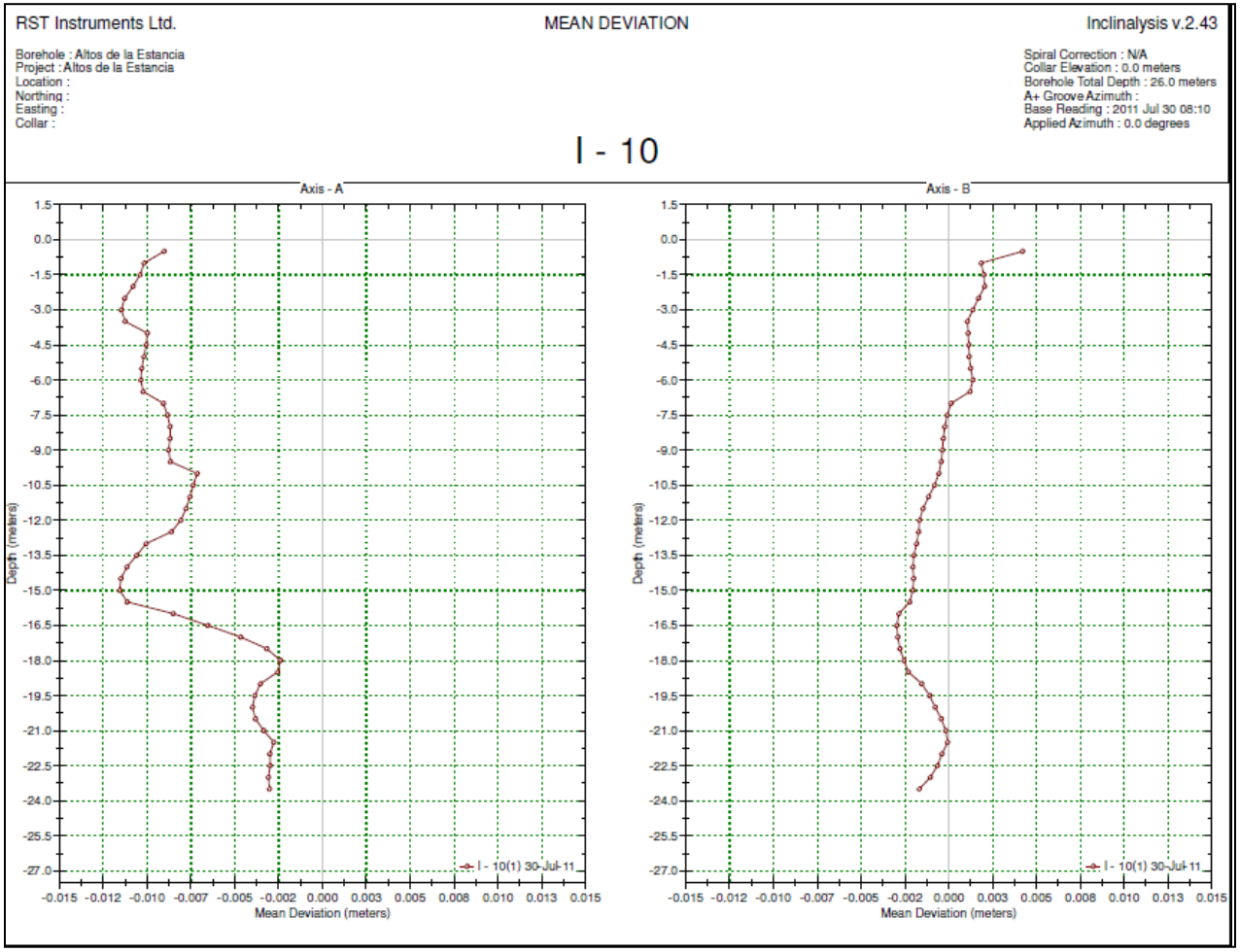


Figura 93. Lectura Inclinómetro 10. Campaña de monitoreo 1.

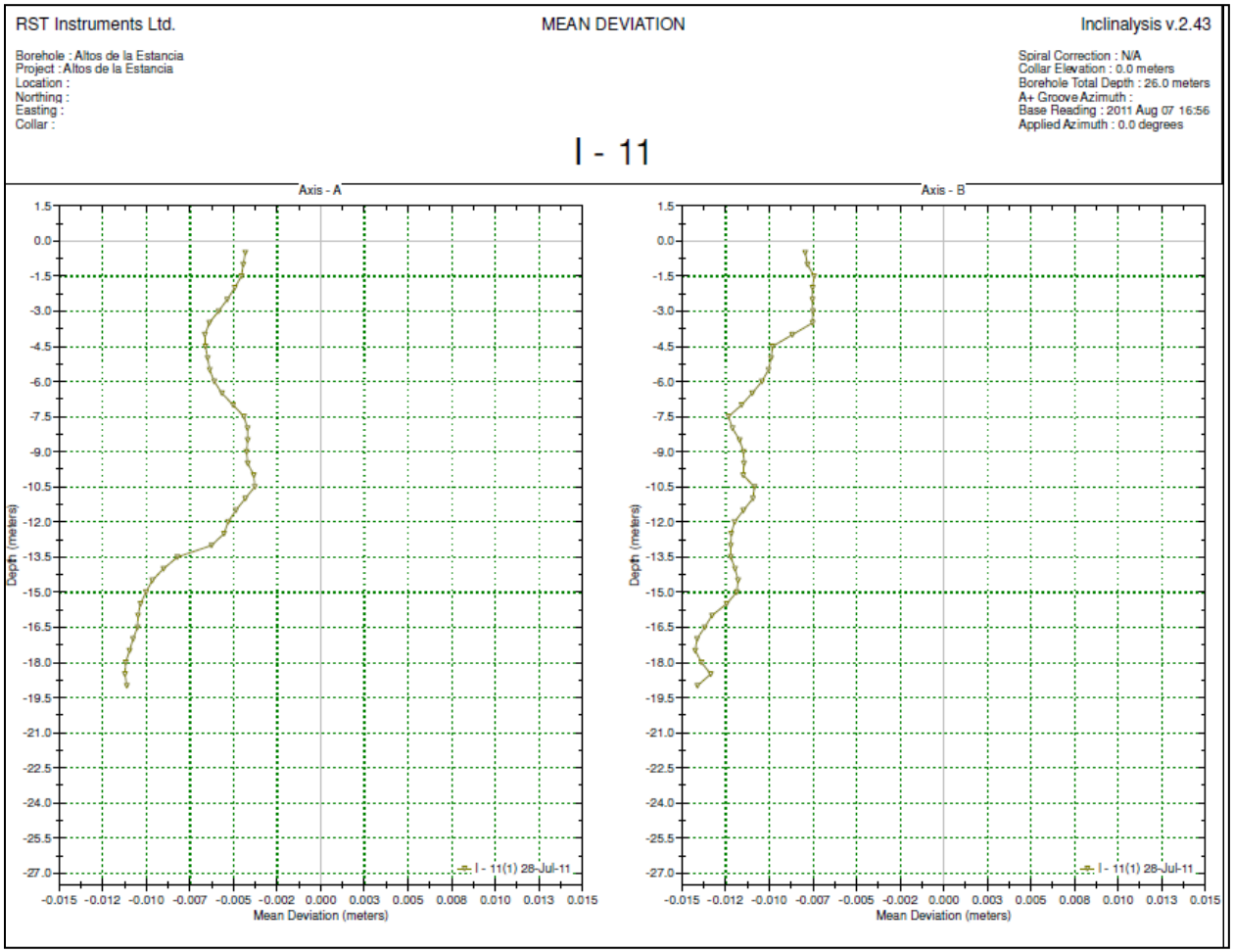


Figura 94. Lectura Inclinómetro 11. Campaña de monitoreo 1.

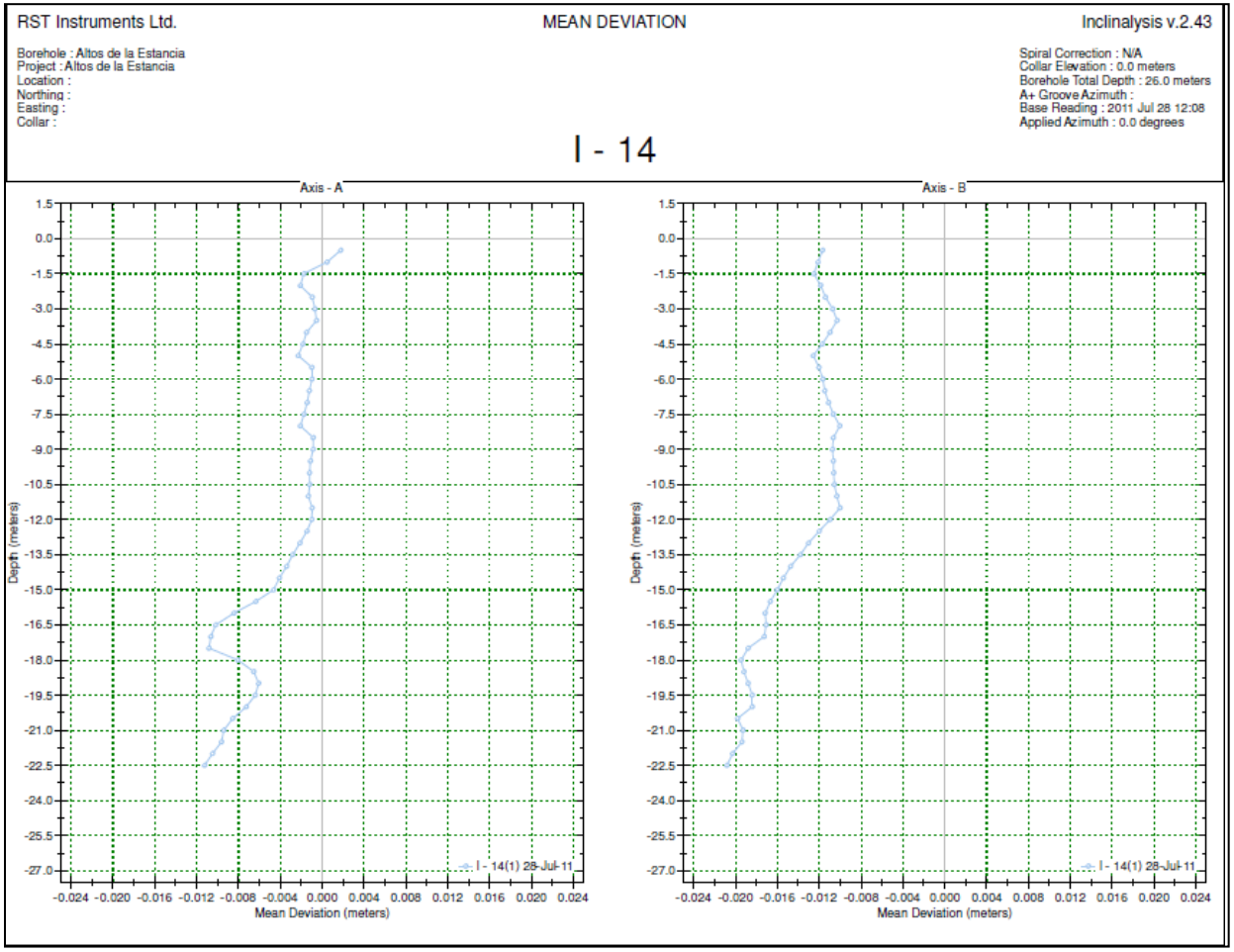


Figura 95. Lectura Inclinómetro 3. Campaña de monitoreo 1.

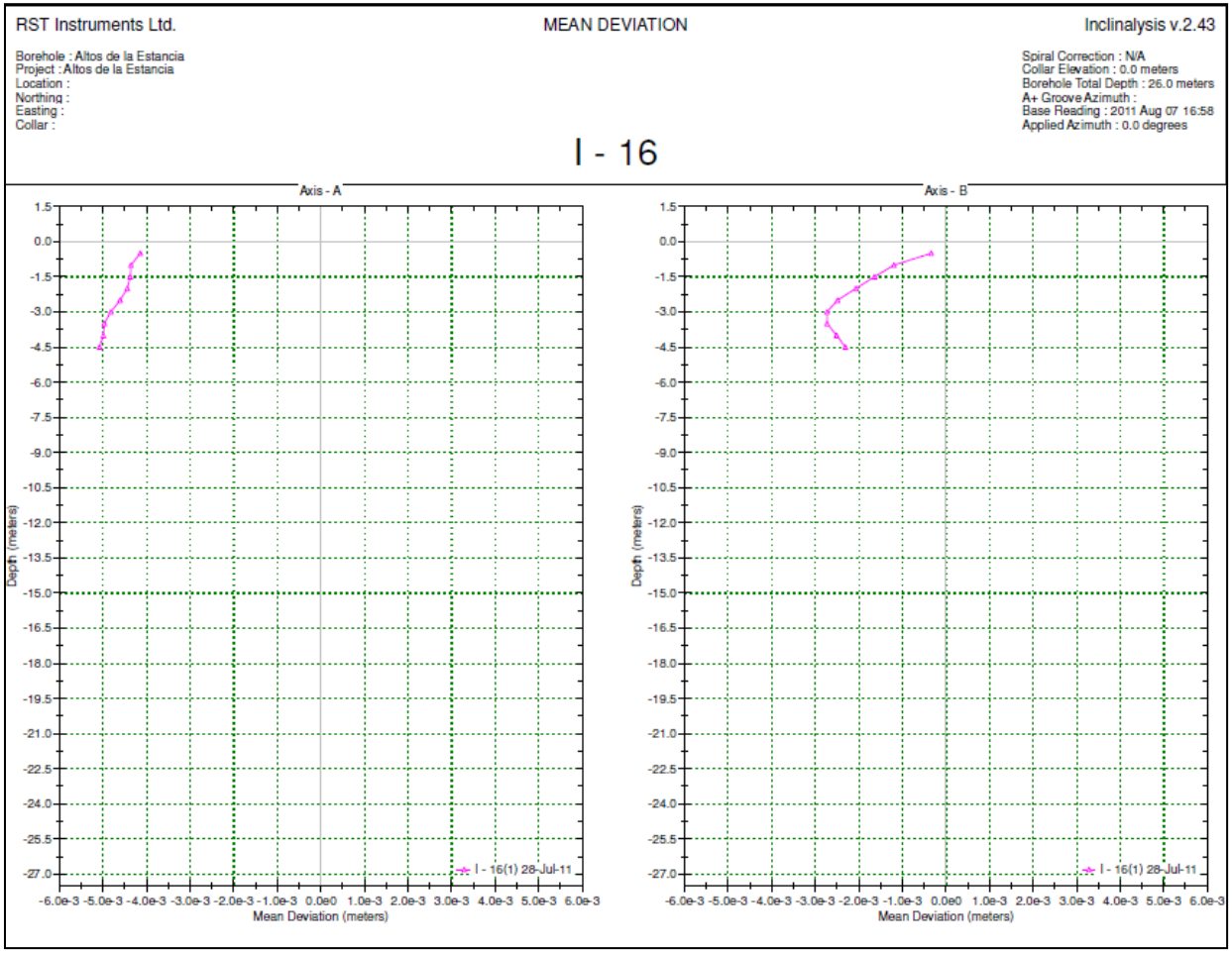


Figura 96. Lectura Inclinómetro 16. Campaña de monitoreo 1.

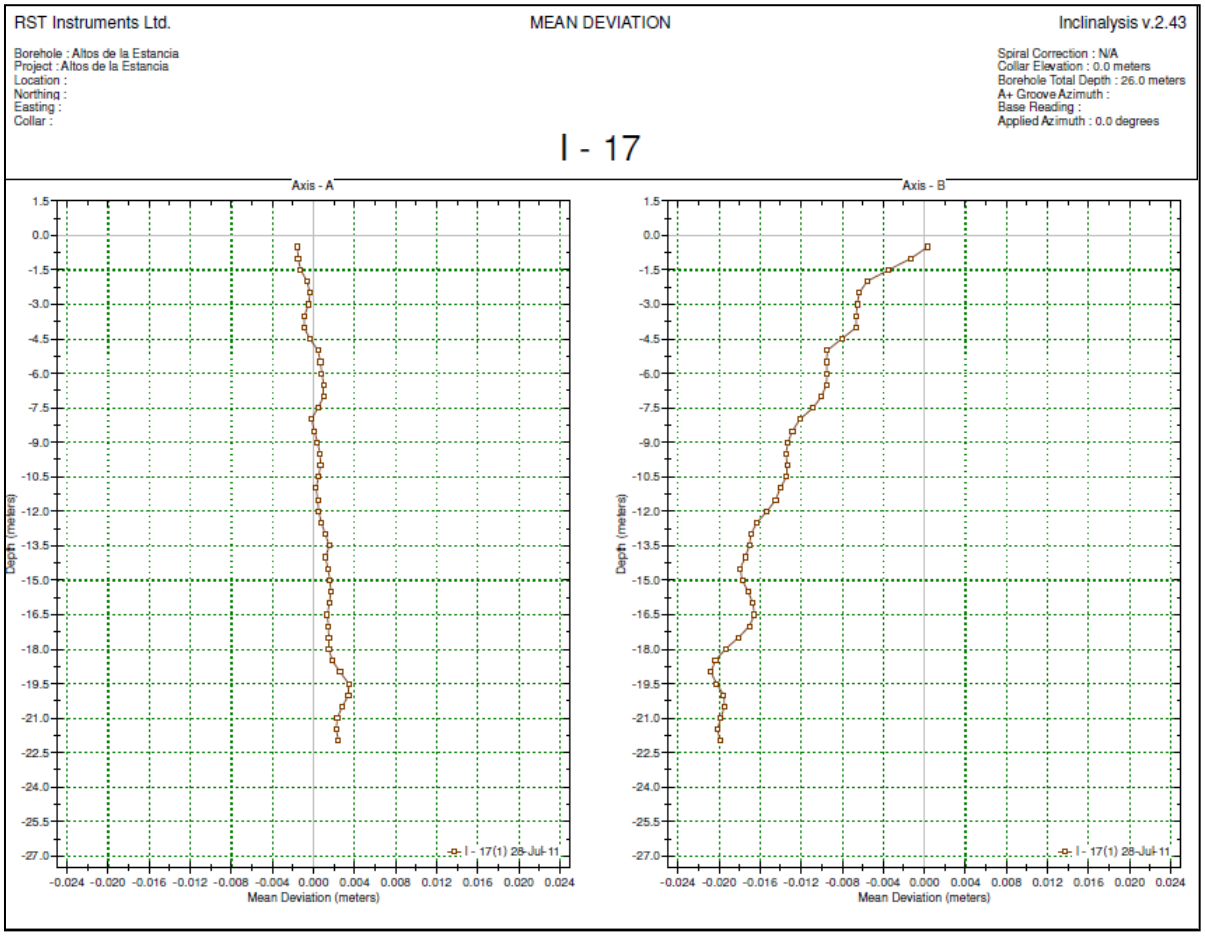


Figura 97. Lectura Inclinómetro 17. Campaña de monitoreo 1.

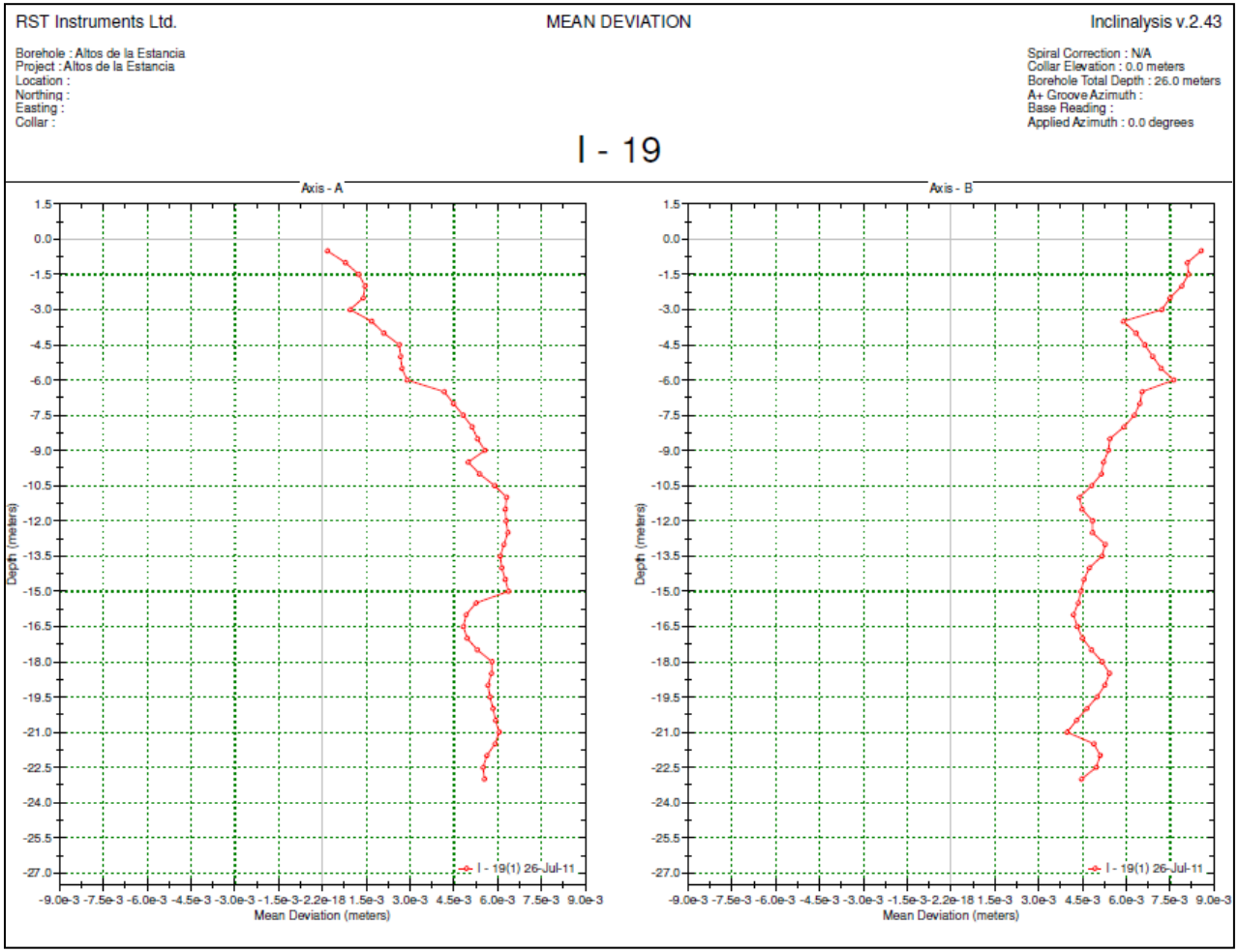


Figura 98. Lectura Inclinómetro 19. Campaña de monitoreo 1.

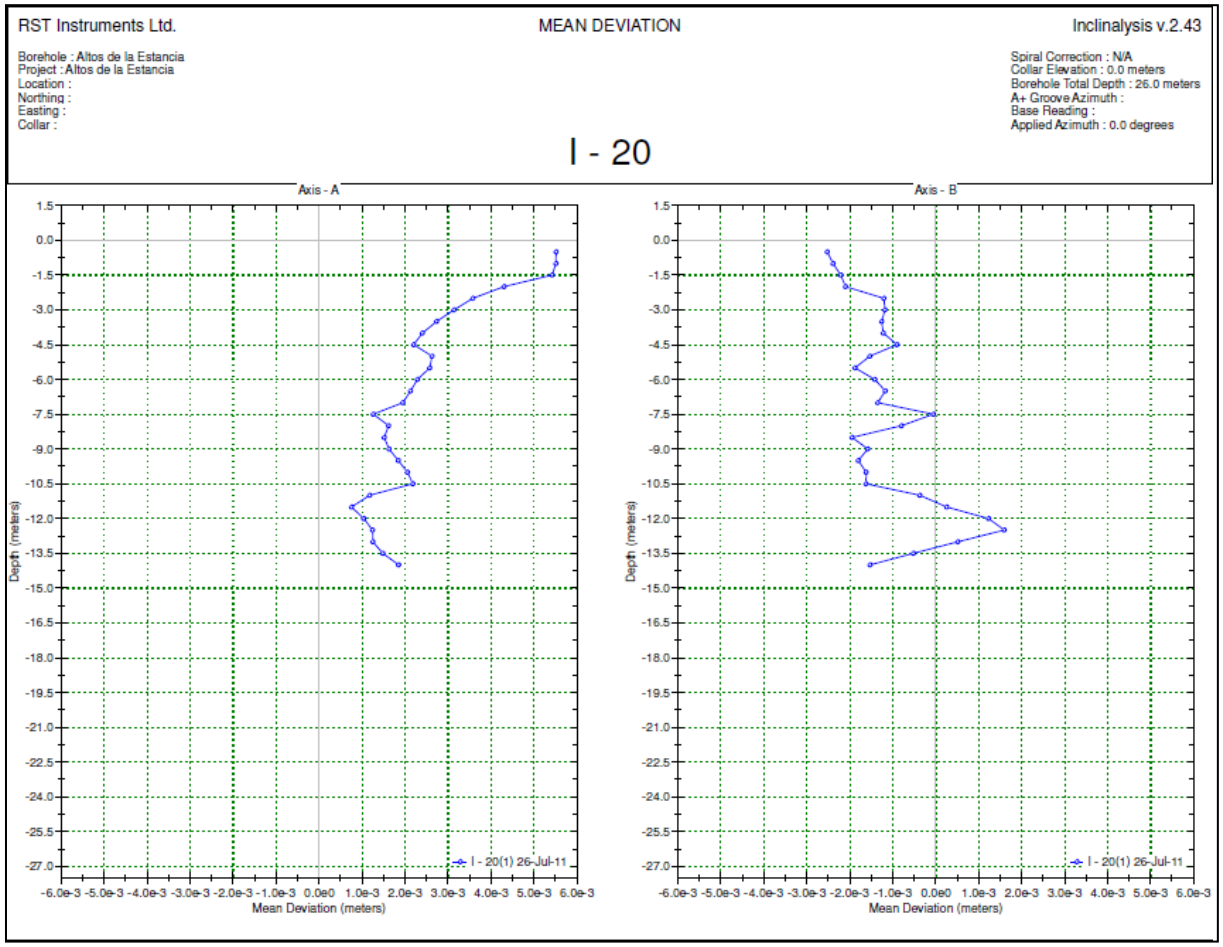


Figura 99. Lectura Inclinómetro 20. Campaña de monitoreo 1.

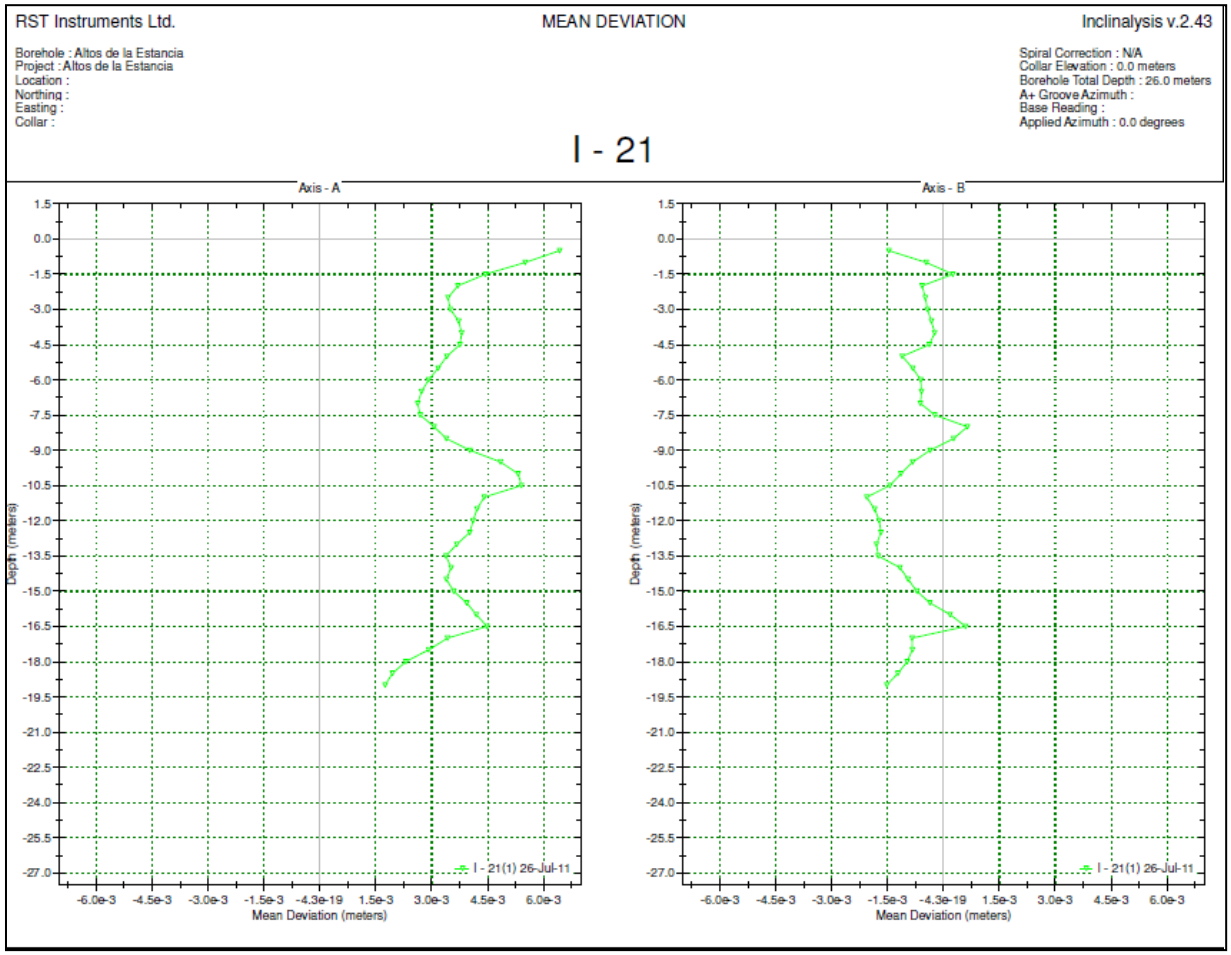


Figura 100. Lectura Inclinómetro 21. Campaña de monitoreo 1.

6.3.6 Conclusiones

- En el presente informe se anexan los registros de las mediciones, obtenidos por el Inclinómetro Digital RST. Es importante destacar que esta primera lectura corresponde a la lectura base y en ella no se han tenido en cuenta los registros previos obtenidos por consultorías anteriores. Los registros encontrados en los anexos de la Consultoría 755 de 2009 correspondientes a la campaña 30 no son compatibles con las lecturas arrojadas por el Inclinómetro de CI AMBIENTAL LTDA.

6.4. CAMPAÑAS DE CONTROL ESTRUCTURAL

6.4.1 Objetivo

El objetivo de las campañas del control estructural es realizar la evaluación de daños a las 222predios propuestas por el FOPAE en la zona periférica del polígono y establecer el nivel de riesgo permisible de acuerdo con la metodología de clasificación global del Riesgo que tiene como parámetros la estabilidad estructural y del entorno, de tal manera que se pueda identificar las viviendas con mayor grado de afectación y que comprometan la estabilidad estructural de las mismas, a fin de que el FOPAE tome las medidas preventivas necesarias.

6.4.2 Alcance

El alcance del monitoreo estructural consiste en:

- Indicar los cambios entre diferentes campañas de monitoreo estructural de los daños identificados en las viviendas.
- Clasificar las viviendas de acuerdo con el estado estructural que permita identificar su nivel de habitabilidad.
- Adelantar un seguimiento a los fenómenos de inestabilidad general del sector mediante la verificación visual involucrando el análisis conjunto del comportamiento de las construcciones y del suelo de fundación, considerando la zonificación de amenaza realizada.

6.4.3 Metodología Del Control Estructural

Para la ejecución del monitoreo estructural se implementara la siguiente metodología:

- Análisis de la información existente suministrada por el FOPAE relacionada con los datos de última campaña estructural realizada.
- Estructuración del instrumento para el levantamiento de la información en campo por parte de la Consultoría y su respectiva aprobación del FOPAE. Es pertinente resaltar que el instrumento propuesto es el mismo que el utilizado en el monitoreo del año 2009, dado que permite continuidad en la lectura de información y hace comparables los datos tomados en cualquier monitoreo de forma rápida y sencilla. (Ver Anexo 7 correspondiente a “Ficha para el levantamiento de la información en campo).
- Reconocimiento en campo de los 222 predios previamente seleccionadas por el FOPAE objeto de monitoreo localizadas en los barrios San Rafael de Altos de la Estancia, Rincón del Porvenir, Tres Reyes, Mirador de la Estancia, Espino I sector, Santo Domingo, Santa Viviana, Santa Viviana sector Vista Hermosa, Carbonera II, Carbonera, (Ver Anexo 8 correspondiente a “Predios objeto de monitoreo estructural” y Anexo 9 correspondiente a “Registros de

Monitoreo Estructural Campaña 1") Visita y control estructural mensual de las edificaciones inspección visual con el fin de diligenciar el instrumento llamado "Formato para el control estructural de viviendas".

- Se realizará seguimiento y medición de elementos control de daño a las viviendas, mediante la colocación de estuco en las grietas de las viviendas que presenten índice de daño (Vulnerabilidad) mayor a 2.5 al cual se le llevara control mensualmente con fisurometros. Dicho control se iniciara a partir de la segunda campaña dado que los resultados de la primera campaña permitirán hacer dicha selección por medio de la clasificación de índices de daños.
- Procesamiento de los Resultados - calificación vulnerabilidad estructural - calificación de la condición de la edificación (estado) - calificación del daño de la edificación - Análisis - calificación del índice de daño de la edificación.
- Análisis de los resultados del control estructural.
- Calificación del índice de daño (vulnerabilidad).
- Conclusiones y recomendaciones.

6.4.4 Clasificación Global del Riesgo[4]

La Clasificación Global del Riesgo tiene por objeto identificar el grado de afectación de las edificaciones, teniendo en cuenta la estabilidad global de la vivienda y la estabilidad global del terreno, esto con el fin de clasificar las viviendas de acuerdo con el estado estructural, que permita identificar su nivel de habitabilidad de tal manera que el FOPAE pueda establecer una priorización en la toma de las acciones que sean pertinentes.

- ***Evaluación del Riesgo***

Para realizar la evaluación del riesgo se toma como base el mapa de amenaza por fenómenos de remoción en masa y la vulnerabilidad de las edificaciones determinada a partir de los resultados del monitoreo estructural de acuerdo con la metodología presentada anteriormente. La matriz empleada para la evaluación del riesgo se presenta en la **Tabla 28**.

Tabla 28 Matriz de riesgo

VULNERABILIDAD	AMENAZA		
	Alta	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

[4]TOMADO DE MONITOREO GEOTECNICO ESPECIALIZADO EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, EN BOGOTA D.C, CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009.

- ***Metodología De La Evaluación Del Riesgo***

Para la definición de la metodología de la evaluación general del riesgo se consultó la metodología propuesta por la Universidad de Los Andes en el año 2000 y la metodología propuesta por la el Consorcio Altos de la Estancia en el año 2009. Para el monitoreo objeto del presente contrato se propone utilizar la metodología del año 2009, dado que esta metodología incluye una mayor cantidad de criterios para la evaluación, con factores de ponderación más altos para parámetros que son relevantes en la estabilidad de las viviendas.

Sin embargo, para la calificación de amenaza se tendrán en cuenta los análisis de estabilidad del terreno, los cuales serán complementados con los movimientos globales y agrietamiento exterior obtenidos del control estructural.

La metodología de evaluación para la cuantificación del Riesgo del sector Altos de la Estancia se basa en la matriz global de riesgo presentada a continuación:

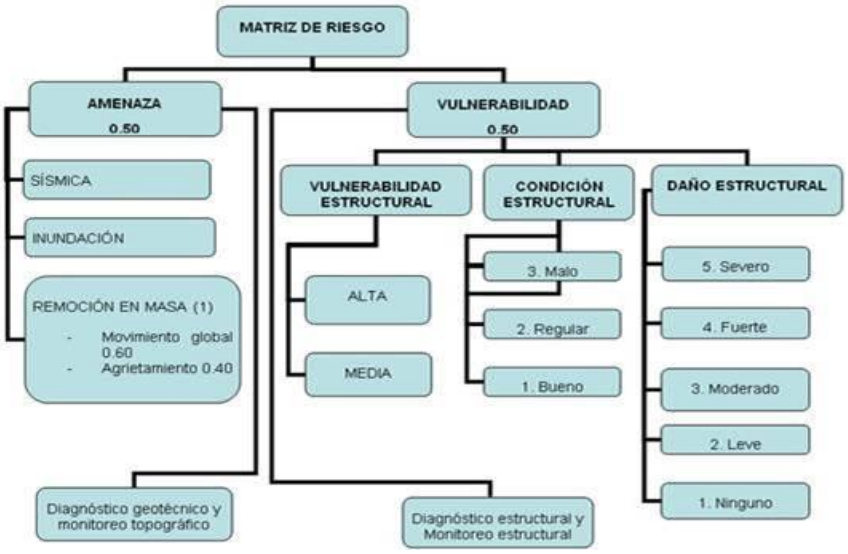


Figura 101. Matriz para la Cuantificación Global del Riesgo

Para desarrollar la matriz global de riesgo, es necesario obtener la amenaza por medio del diagnóstico geotécnico dado por el análisis de estabilidad del terreno y el Índice de Daño (Vulnerabilidad) el cual se obtiene del monitoreo y diagnostico estructural; las metodologías para realizar la evaluación del Índice de Daño (Vulnerabilidad) y la Amenaza se presentan a continuación:

1. Metodología para la Evaluación de Índices de Daño

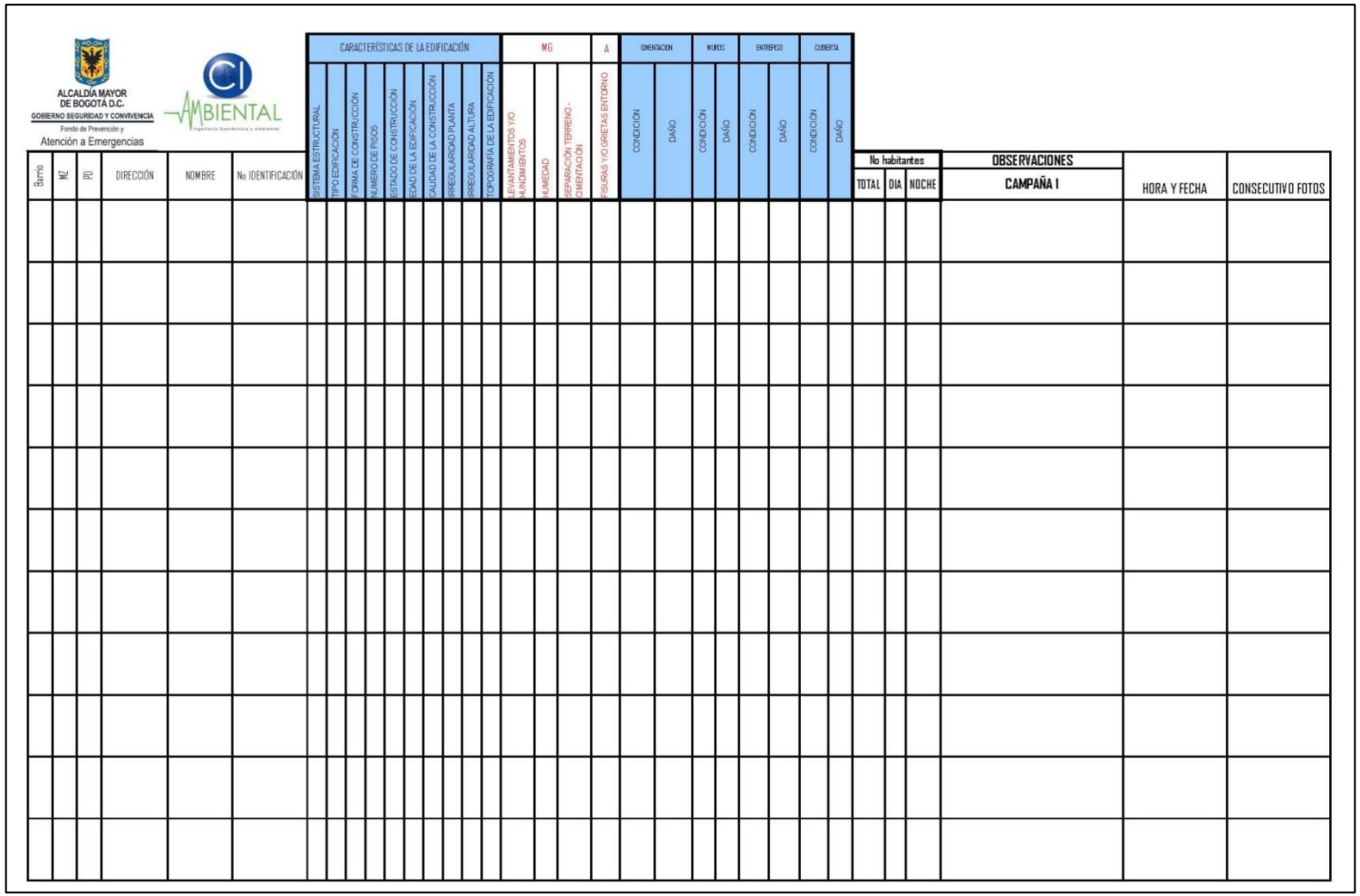
Selección e inspección de las edificaciones Monitoreadas

Se seleccionaron 222 viviendas para monitorear, ubicadas en la zona periférica del polígono denominado Altos de la Estancia, las cuales se inspeccionaran por medio de campañas de control estructural realizadas cada mes por tres profesionales y tendrán una duración de una semana por campaña, en los monitoreos se colocaran elementos de control en las viviendas que según inspección visual tengan mayor grado de deterioro, esto con el fin de llevar un seguimiento y control de los daños presentados en las viviendas estableciendo el "índice de daño" de acuerdo con la metodología de Clasificación Global de Riesgo, que tiene en cuenta la estabilidad estructural y del entorno; finalmente en los resultados se identificaran las viviendas con mayor grado de deterioro.

Formato utilizado para la inspección de viviendas

Para la inspección de viviendas se hace uso del formato CIM-001" INSTRUMENTO DE CAMPO PARA MONITOREO ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA" (Ver **Figura 102**) tomado como referencia del formato No. INV-001 "FORMATO DE CAMPO PARA EL MONITOREO GEOTÉCNICO Y ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA" elaborado por el CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009, El cual consta de 5 partes, las cuales se desarrollan a continuación:

1. Información General
2. Características de la Edificación
3. Criterios para la evaluación de la Amenaza
4. Criterios para la evaluación de la Condición Estructural
5. Observaciones



Barrio	MZ	PD	DIRECCIÓN	NOMBRE	No IDENTIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN										MG			A	ORIENTACION		MUROS		ENTREPISO		CUBIERTA		No habitantes			OBSERVACIONES	HORA Y FECHA	CONSECUTIVO FOTOS
						SISTEMA ESTRUCTURAL	TIPO EDIFICACIÓN	FORMA DE CONSTRUCCIÓN	NUMERO DE PISOS	ESTADO DE CONSTRUCCIÓN	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	IRREGULARIDAD PLANTA	IRREGULARIDAD ALTURA	TOPOGRAFÍA DE LA EDIFICACIÓN	LEVANTAMIENTOS Y/O HUNDIMIENTOS	HUMEDAD	SEPARACIÓN TERRENO - CIMENTACIÓN	FISURAS Y/O GRIETAS ENTORNO	CONDICIÓN	DAÑO	CONDICIÓN	DAÑO	CONDICIÓN	DAÑO	CONDICIÓN	DAÑO	TOTAL	DIA	NOCHE	CAMPAÑA I		

Figura 102. Formato utilizado para la inspección de viviendas

1. *Información general*

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

2. *Características de la edificación*

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

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

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

- ***Forma de construcción.*** Se identifica la técnica de construcción además del control en el proceso constructivo.
  - (1) Constructora
  - (2) Autoconstrucción

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

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

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

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

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

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

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

3. Criterios para la evaluación de amenaza

- **Levantamientos y/o hundimientos**
  (1) Ninguno
  (2) Leve
  (4) Fuerte
  (5) Severo

(3) Moderado

- **Humedad.**
  - (1) Ninguno
  - (2) Leve
  - (3) Moderado
  - (4) Fuerte
  - (5) Severo

- **Separación Suelo Cimentación.**
  - (1) Ninguno
  - (2) Leve
  - (3) Moderado
  - (4) Fuerte
  - (5) Severo

- **Fisuras y/o grietas en el entorno.**
  - (1) Ninguno
  - (2) Leve
  - (3) Moderado
  - (4) Fuerte
  - (5) Severo

4. *Criterios para la evaluación de la condición estructural*

Cimentación. Pretende identificar el sistema utilizado para transmitir las cargas de la edificación al suelo de fundación. Califica de manera muy general (siempre y cuando sea posible) la condición de competencia para transmitir cargas al suelo de fundación.

Muros. Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de irregularidad en planta, geométrica, irregularidad en altura, etc.

Entrepiso. Pretende identificar la tipología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, longitud de las luces, condiciones de apoyos, entre otras características de evaluación.

Cubierta. Describe la topología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, longitud de las luces, condiciones de apoyos, entre otras características de evaluación.

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

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

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

(1) Ninguno
(2) Leve
(3) Moderado
(4) Fuerte
(5) Severo

5. *Observaciones*

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

Método de evaluación Índice de Daño (Vulnerabilidad)

La vulnerabilidad se evalúa teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

1. Se realiza la calificación en campo de los daños en los elementos estructurales.

2. De acuerdo a la condición del "elemento" (cimentación, entrepiso o cubierta) se determina el factor de mayoración que va a afectar la calificación del daño del mismo (cimentación, entrepiso o cubierta).

3. Se calcula el "índice de daño" (vulnerabilidad); Es la evaluación resultante, de la suma de los ponderados de las calificaciones de los daños, afectados por el factor de mayoración de la condición. Si la suma de los ponderados es mayor a 5, el índice de daño calculado es "5". Los resultados de los informes presentan principalmente las edificaciones que se encuentren con un índice de daño "alto" o "muy alto".

   Únicamente cuando la supervisión lo requiera:

4. Se calcula la amenaza; la amenaza es la suma de los ponderados de movimientos globales y agrietamiento.

5. Se realiza la evaluación del riesgo, la cual es la suma de los ponderados entre amenaza (50%) y vulnerabilidad (50%).

6. Se determina el riesgo de la edificación. Los resultados de los informes presentan principalmente las edificaciones que se encuentren con un RIESGO "alto" o "muy alto".

Evaluación de la vulnerabilidad

El estudio se direcciona a establecer 3 criterios los cuales son:

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

1. Vulnerabilidad estructural

En primera instancia identifica que la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de acuerdo a la inspección realizada es de **media a alta** (la mayoría de las edificaciones no cumple con el título E de la NSR-98). La edificación tiene una "vulnerabilidad media" si cumple con las siguientes calificaciones:

- Sistema estructural (1), (2) o (3)
- Número de pisos (1) o (2)
- Calidad de la construcción (1)
- Irregularidad en planta (1)
- Irregularidad en altura (1)

La edificación tiene una "vulnerabilidad alta" si NO cumple con alguna de las anteriores calificaciones. A través de los estudios realizados anteriormente, se ha podido determinar que las construcciones de tipo informal no cuentan con especificaciones estructurales. Por tanto esta tipología de edificaciones se define en vulnerabilidad "Media a Alta". El concepto anterior se realiza únicamente para conocer el estado del arte de la situación de las edificaciones actualmente frente a las normativas mínimas.

2. *Condición o estado de la edificación*

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

Tabla 29. Calificación de la Condición de la edificación

CALIFICACIÓN	NIVEL
1	BUENO
2	REGULAR
3	MALO

Los factores de mayoración, son los siguientes:

Factor de mayoración por "condición Buena" 1.0
Factor de mayoración por "condición Regular" 1.05
Factor de mayoración por "condición mala" 1.10

El anterior se aplica a cada elemento respectivamente.

- ***Criterios de calificación de la condición o estado de la edificación***

La Condición de la edificación se califica de acuerdo a los siguientes indicadores teniendo en cuenta la escala de la tabla de "Calificación de la condición o estado de la edificación":

- ***Cimentación***

Tabla 30. Calificación de la Condición de la cimentación

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

NOTA: EN la evaluación se tiene en cuenta la presencia de agua, humedad, otros

- ***Muros***

Tabla 31. Calificación de la Condición de los muros

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

- ***Entrepiso***

Tabla 32. Calificación de la Condición del entrepiso

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

- ***Cubierta***

Tabla 33. Calificación de la Condición de la cubierta

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

3. Daño estructural

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

Tabla 34 Calificación de daño Estructural

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

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

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

- ***Cimentación.***

Tabla 35 Calificación del nivel de daño estructural en la cimentación

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras <3 mm.	LEVE
Grietas 3 a9 mm.	MODERADO
Grietas 9 a15 mm.	FUERTE
Hundimientos <15 mm.	
Grietas >15 mm.	
Hundimientos >15 mm.	SEVERO
Deformaciones (muros de contención)	

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

- ***Muros***

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

Tabla 36 Calificación del nivel de daño estructural en los muros

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas continúas diagonales con aberturas hasta de 5 mm.	MODERADO
Fisuras en juntas horizontales en el extremo superior e inferior del muro	
Grietas abiertas continuas (de 5 a9 mm.) y mecanismo de rotura escalonado	FUERTE
Unidades de mampostería rotas.	
Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él.	
Grietas (>9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso.	SEVERO
Inclinaciones del muro fuera de su plano vertical.	
Unidades de mampostería rotas.	

- ***Entrepiso***

Tabla 37 Calificación del nivel de daño estructural en el entrepiso

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras parciales discontinuas apenas perceptibles.	LEVE
Fisuras continuas.	MODERADO
Grietas con aberturas de 3 a5 mm.	FUERTE
Deflexiones apenas perceptibles.	
Grietas >5 mm.	SEVERO
Deflexiones apreciables.	

- ***Cubierta***

Tabla 38 Calificación del nivel de daño estructural en el entrepiso

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

Escala de calificación del índice de daño

El índice de daño de la edificación se calcula de acuerdo a la asociación de los daños percibidos en cada uno de los elementos estructurales (cimentación, muros, entrepiso, cubierta) y la combinación de las características intrínsecas de la estructura (irregularidad en planta, irregularidad en altura, calidad de la construcción).

Tabla 39 Calificación del índice de daño

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

A través de esta escala se identifica el daño estructural actual de las edificaciones y se describen las recomendaciones iniciales, para la toma de medidas y acciones inmediatas por

la entidad competente, especialmente las edificaciones donde se determina que la edificación no es habitable. Lo anterior se presenta en la **Tabla 40**.

Tabla 40. Recomendaciones preliminares según Índice de Daño

INDICE DE DAÑO	TIPO DE DAÑO	RECOMENDACIONES
I	No existen daños	Observar periódicamente.
II	Daños leves que no generan compromiso con la estabilidad de la edificación.	Realizar reparación de fisuras. Observar periódicamente.
III	Daños importantes que pueden comprometer la estabilidad de la edificación.	Realizar monitoreo puntual de daños, para observar evolución.
IV	Daños muy importantes que comprometen la estabilidad de la edificación. Daños combinados de grietas y deformaciones.	Realizar monitoreo riguroso. Evaluar refuerzos, apuntalamientos, etc. para evitar deterioro progresivo. Edificación que amenaza la habitabilidad. Realizar Reforzamiento
V	Edificación con evidencia de mecanismo de colapso inminente.	Edificación no habitable.

Observaciones

Puntos de monitoreo, Fotografías, Otros

2. ***Metodología Para La Tomas de Datos Complementarios para La Evaluación de La Amenaza***

Movimientos Globales (60%)

Factor de ponderación relativa de 0.60. Se tienen tres criterios básicos, a cada uno de los cuales se le asignó su peso específico, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de ellos. La calificación se presenta de la siguiente manera:

Levantamientos o hundimientos alrededor de la vivienda con un 40% de Movimientos Globales:

Tabla 41. Calificación de levantamientos o hundimientos – movimientos globales

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

Presencia de agua en los alrededores, con un 30% de los Movimientos Globales:

Tabla 42 .Calificación de presencia de agua en los alrededores

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

Fisuras o separación entre el terreno y la vivienda con un 30% de Movimientos Globales:

Tabla 43. Calificación de fisuras o separación terreno-cimentación

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

Nota: Se elimina el factor de ampliación de la estabilidad del terreno.

Agrietamiento Exterior (40%)

Factor de ponderación relativa de 0.40, que se distribuye así: Agrietamiento en andenes, zonas verdes y/o vecinos inmediatos. Se verifica la aparición de fisuras o grietas en el andén, zona verde o vecinos inmediatos, calificándola de la siguiente manera:

Tabla 44. Calificación de fisuras o grietas en andenes y zonas verdes

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

Análisis de Estabilidad – Evaluación de Amenaza

La evaluación de amenaza del Polígono Suelo de Protección y de las Áreas Aledañas al Polígono Suelo de Protección se realizara teniendo en cuenta el análisis de estabilidad realizado al terreno el cual no se presenta en el presente informe teniendo en cuenta que este análisis se debe realizar con la topografía del terreno y esta actividad se culmina en la semana 6 del presente contrato.
Teniendo en cuenta la Resolución 227 de 2006 del FOPAE la evaluación de la amenaza se realizara para los siguientes escenarios:

1. Para la situación actual y para los procesos de remoción en masa identificados como parte del modelo geológico - geotécnico propuesto para los distintos sectores, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua, y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio. La aceleración crítica a ser considerada en los análisis de tipo pseudo-estático de acuerdo con la Sismología del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá 2010,Se tomará el valor de aceleración máxima (Am) correspondiente para un período de análisis de 50 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10% y no podrá ser menor a 2/3 de la aceleración máxima (Am), debidamente justificada.

2. Para la situación generada por el cambio de uso (Aplicación de la resolución, obras de urbanismo y plan de construcciones más probables) teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, etc. para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las obras, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia, bajo condiciones extremas de niveles de agua y de sismo de la misma forma que en el escenario de situación actual.

Con los factores de seguridad obtenidos se calificara mensualmente la amenaza por remoción en masa de cada sector de acuerdo a las escalas referenciadas en la **Tabla 45** y la **Tabla 46**:

Tabla 45. Escala de factores de seguridad y amenaza Polígono Suelo de Protección

FACTOR DE SEGURIDAD EVENTOS EXTREMOS	AMENAZA POR FRM
Fs<0.5	MUY ALTA
0.5<Fs<0.8	ALTA
0.8<Fs<1.1	MEDIA
1.1<Fs<1.4	BAJA
Fs>1.4	MUY BAJA

Tabla 46. Escala de factores de seguridad y amenaza Áreas Aledañas al Polígono Suelo de Protección

FACTOR DE SEGURIDAD EVENTOS EXTREMOS	AMENAZA POR FRM
Fs< 1.0	ALTA
1.0 <Fs< 1.3	MEDIA
Fs> 1.3	BAJA

Este análisis no se presenta en este informe, debido a que se debe realizar con la topografía actualizada del terreno y esta actividad se culmina en la semana 6 del presente contrato.

6.4.5 Análisis y Zonificación de Riesgo Global

Para el análisis y clasificación global del riesgo es necesario la calificación y zonificación de amenaza, que se obtiene a partir del Análisis de Estabilidad del Terreno y que como se precisó en el ítem anterior no se presenta porque aún no se cuenta con la topografía actualizada del terreno. La justificación y la metodología de la calificación del riesgo se encuentran en el numeral 6.4.4.

6.4.6 Análisis de Resultado de La Campaña 1

Se realizó el monitoreo estructural de las edificaciones localizadas en el barrio Santa Viviana, Santo Domingo, El Espino I, Tres Reyes, Mirador de la Estancia, El Rincón del Porvenir, Carbonera II, Carbonera, Santa Viviana Sector Vista Hermosa y San Rafael del Alto de la Estancia, para un total de 222 predios, (Ver **Tabla 47**), (Ver Anexo 9 Correspondiente a "Registros de Monitoreo Estructural Campaña 1")

En el monitoreo realizado en Altos de la Estancia se encontró que de los 222 predios mencionados anteriormente, 8 predios conforman el colegio Didascalio, el cual está ubicado en el barrio Santa Viviana y 11 predios conforman el colegio Marmatos II, ubicado en el barrio Carbonera II.

Tabla 47. Monitoreo Campaña 1

MONITOREO CAMPAÑA 1	
BARRIO	**No DE PREDIOS**
SANTA VIVIANA	47
SANTO DOMINGO	4
ESPINO I	63
TRES REYES	11
MIRADOR DE LA ESTANCIA	15
RINCON DEL PORVENIR	7
LA CARBONERA	3
LA CARBONERA II	29
SANTA VIVIANA - SECTOR VISTA HERMOSA	14
SAN RAFAEL DEL ALTO DE LA ESTANCIA	29
TOTAL	**222**

En las viviendas se identificaron los daños que se presentan en los diferentes elementos (cimientos, muros, entrepisos y cubierta). Las construcciones evaluadas en esta campaña en su gran mayoría son hechas por autoconstrucción. El sector Altos de la Estancia está construido sobre una pendiente alta; la vía urbana principal pavimentada y otras en afirmado en las cuales se puede observar poca canalización de agua sin ningún punto de finalización y en algunos casos no tienen obras de drenaje.

Para el análisis de los resultados se tomó como base el monitoreo realizado en la campaña 15 del contrato 755 de 2009 que para el objeto de este monitoreo se llamara la Campaña 0, esto con el fin de tener un punto de inicio y realizar comparaciones de los datos obtenidos en esta primera campaña. Para las comparaciones entre la Campaña 0 y la Campaña 1 se realizaron diagramas de tortas en donde los valores se dan de la siguiente manera: primero se encuentra la descripción, seguido la frecuencia y por último el porcentaje con respecto al total de predios.

Cabe aclarar que la Evaluación del índice de daño (vulnerabilidad) de las viviendas monitoreadas se realizó según la inspección visual de las estructuras de las viviendas, por lo que se debe tener en cuenta que muchas situaciones se pueden escapar del alcance de la inspección visual.

Para el análisis de resultados se abreviaron los nombres de cada barrio, como se muestra en la **Tabla 48**.

Tabla 48. Abreviaturas Barrios Altos de la Estancia

BARRIO	ABREVIATURA
SANTA VIVIANA	SV
SANTO DOMINGO	SD
ESPINO I	E I
TRES REYES	TR
MIRADOR DE LA ESTANCIA	ME
RINCON DEL PORVENIR	RP
LA CARBONERA	C
LA CARBONERA II	C II
SANTA VIVIANA - SECTOR VISTA HERMOSA	SVH
SAN RAFAEL DEL ALTO DE LA ESTANCIA	SR

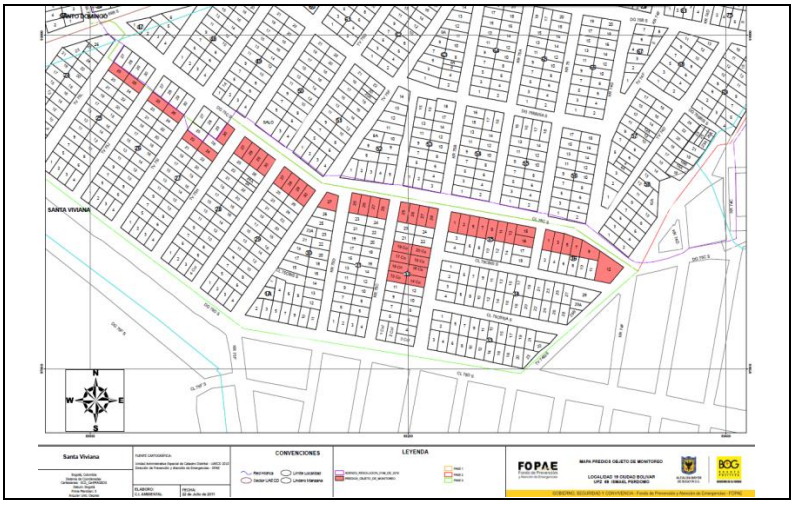
A continuación se presenta el análisis y resultados del monitoreo estructural, el cual se presenta por barrio. Los resultados del monitoreo se presentan en el Anexo 13 correspondiente a "Plano Índice de Daño (Vulnerabilidad) Campaña 1"; este anexo incluye los 127 predios monitoreados, los predios en material de recuperación, y se muestran según su clasificación de alto, medio, bajo de índice de daño.

- ***Santa Viviana***

En el barrio Santa Viviana se encuentran 47 predios divididos en 10 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 49**.

Tabla 49. Predios Monitoreados en el Barrio Santa Viviana

SANTA VIVIANA	
MANZANA	PREDIOS
25	25 - 26
26	25 - 26
27	23 - 24 - 30
28	27 - 28 - 29 - 30
29	27 - 28 - 29 - 30
30	27
31	25 - 26 - 27 - 28
32	13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20 - 25 - 26 - 27 - 28
35	1 - 2 - 5 - 7 - 9 - 11 - 13 - 15 - 16
36	1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 12



En el barrio Santa Viviana se inspeccionaron 47 predios (Ver **Figura 103**) de los cuales 34 fueron monitoreados, en 12 no se encontró a los propietarios y en 1 no se permitió el monitoreo (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado"); de estos 47 predios, 3 viviendas están construidas con material de recuperación, por lo que es importante mencionar que dichos predios no se pueden evaluar con la metodología propuesta para este monitoreo, debido a que no presentan elementos estructurales.

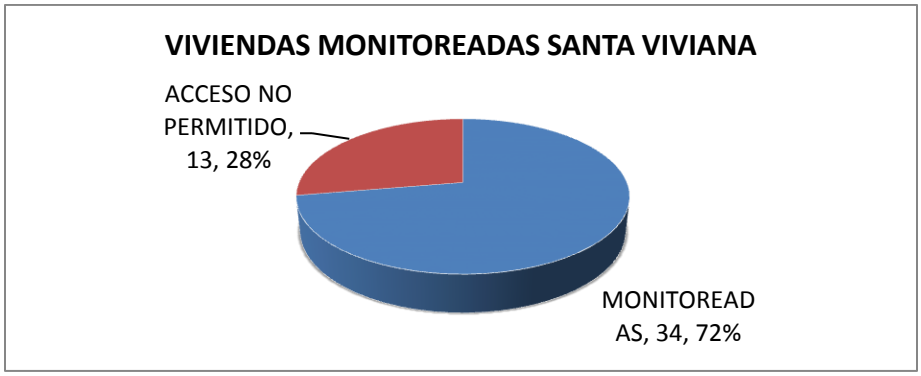


Figura 103. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Santa Viviana

Los33 predios monitoreados en la Campaña 1 en Santa Viviana se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 104**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 107**).

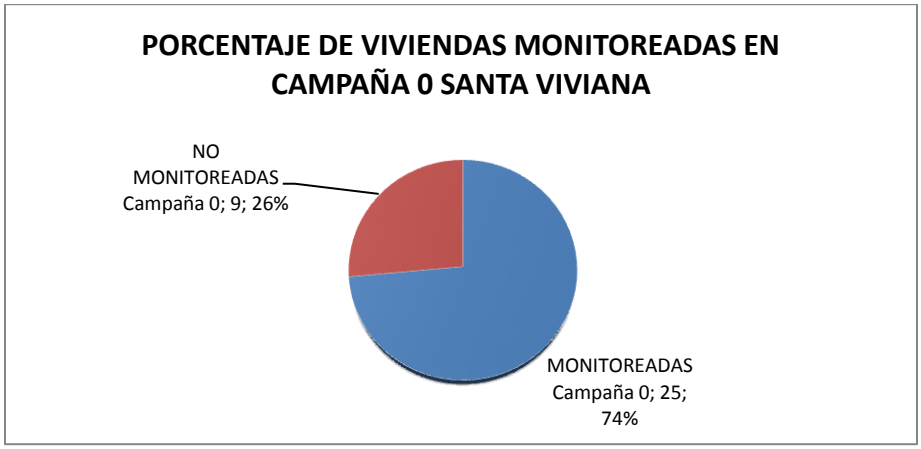


Figura 104. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Santa Viviana

En la Figura anterior se muestra que de las 34 viviendas monitoreadas en la Campaña 1, en la Campaña 0 25 viviendas fueron monitoreadas y 9 no monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 105**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 45%, Medio 52% correspondientes a 14 y 16predios consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0 además de presentar calificaciones de índice de daño alto del3% correspondiente a 1 predio.

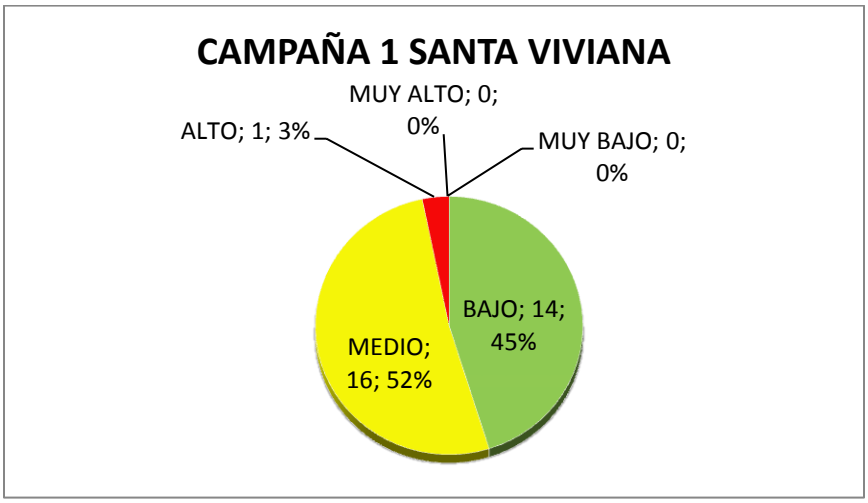


Figura 105. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Santa Viviana

A continuación se realiza una breve descripción de los predios que tienen un índice de daño (vulnerabilidad) alto:



Figura 106. Manzana 27, Predio 30

- En la Manzana 27, predio 30, la edificación presenta daños localizados en los muros de la habitación principal y fisuras en los muros del resto de la vivienda, además de presentar problemas en toda la placa de contrapiso atribuidos a asentamientos diferenciales, los daños de los muros pueden atribuirse a deficiencias constructivas, como se muestra en la **Figura 106**. Aunque el daño no se ha generalizado en toda la vivienda, esta se considera con índice de daño (vulnerabilidad) alto, debido de daño del sector afectado.

De las 25 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 107**), se encontró que el 28% (correspondiente a 7 predios) aumentó, el 56% (correspondiente a 14 predios) se mantuvo igual y el 16% (correspondiente a 4 predios) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1")

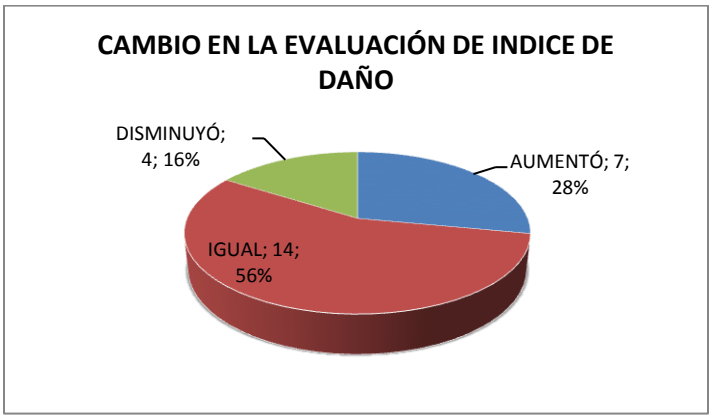


Figura 107. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 108** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1

en la cual se muestra que de los 34 predios inspeccionados14 se encuentran en Bajo con valores entre 1.0-1.5, 16 en Medio con valores entre 2.0-3.0 y 1 en Alto con una calificación de 3.6.

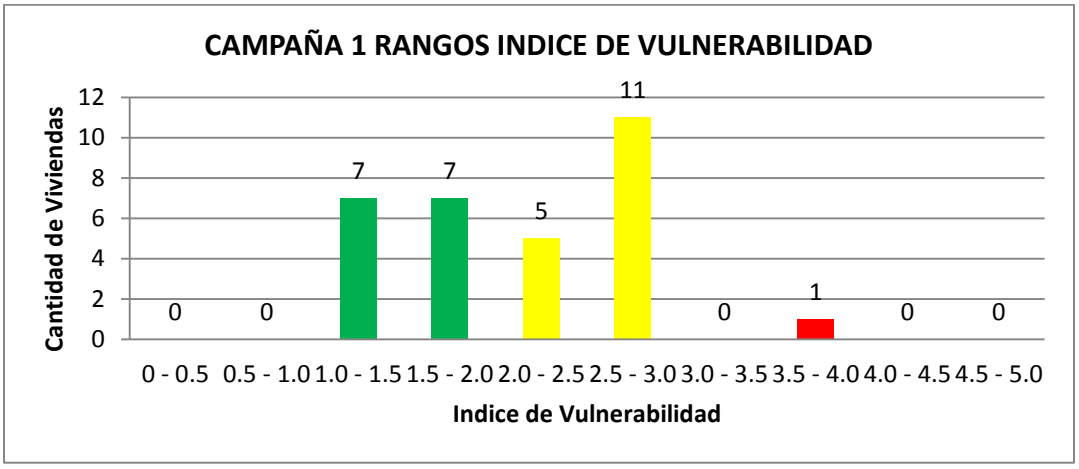


Figura 108. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Santo Domingo***

En el barrio Santo Domingo se encuentran 4 predios divididos en 4 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 50**.

Tabla 50. Predios Monitoreados en el Barrio Santo Domingo

SANTO DOMINGO	
MANZANA	PREDIOS
19	11
29	1
35	16
37	8



En el barrio Santo Domingo se inspeccionaron 4 predios de los cuales 3 fueron monitoreados y en 1 no se encontró al propietario (Ver **Figura 109**), (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1" y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

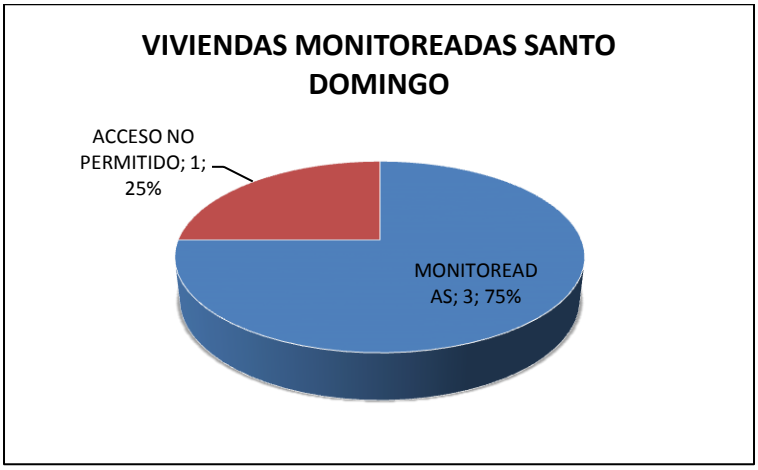


Figura 109. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Santo Domingo

Los 3 predios monitoreados en la Campaña 1 en Santo Domingo se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 110**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 112**).

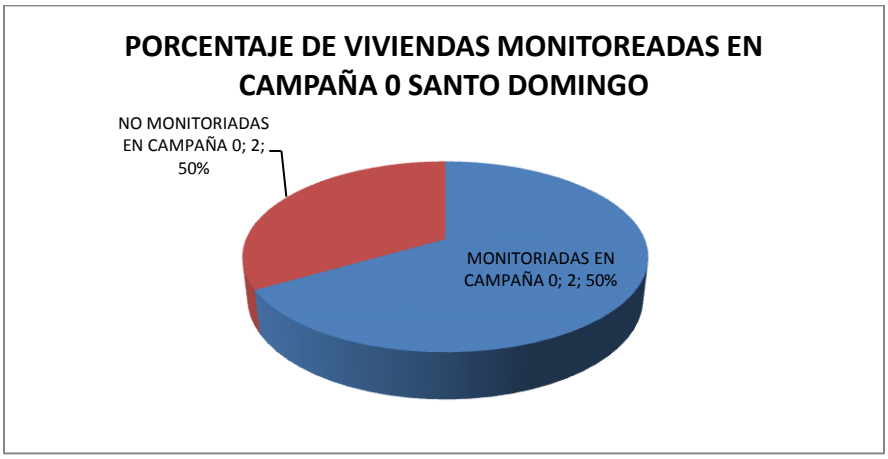


Figura 110. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Santo Domingo

En la Figura anterior se muestra que de las 3 viviendas monitoreadas con la Campaña 1, en la Campaña 0 2 viviendas fueron monitoreadas y 1 no monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 111**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 67% y Medio 33% correspondientes a 2 y 1 predios consecutivamente. Se debe tener en cuenta que debido a la falta de información en la Campaña 0.

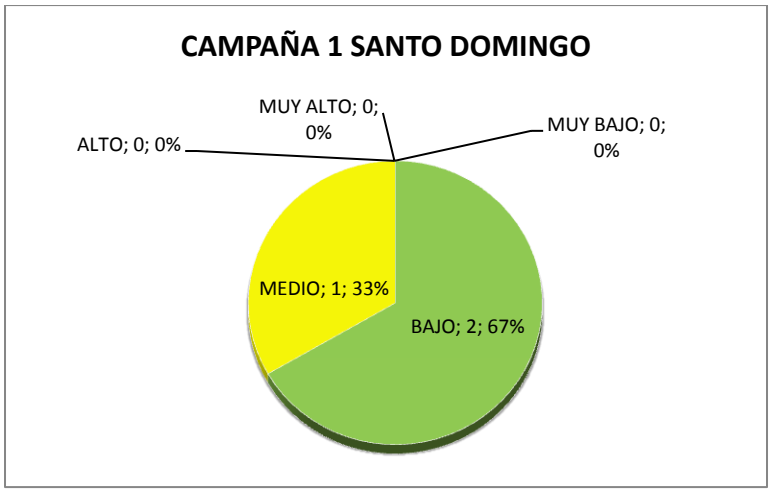


Figura 111. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Santo Domingo

De las 2 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 112**), se encontró que el 50% (correspondiente a 1 predio) se mantuvo igual y el 50% (correspondiente a 1 predios) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1").

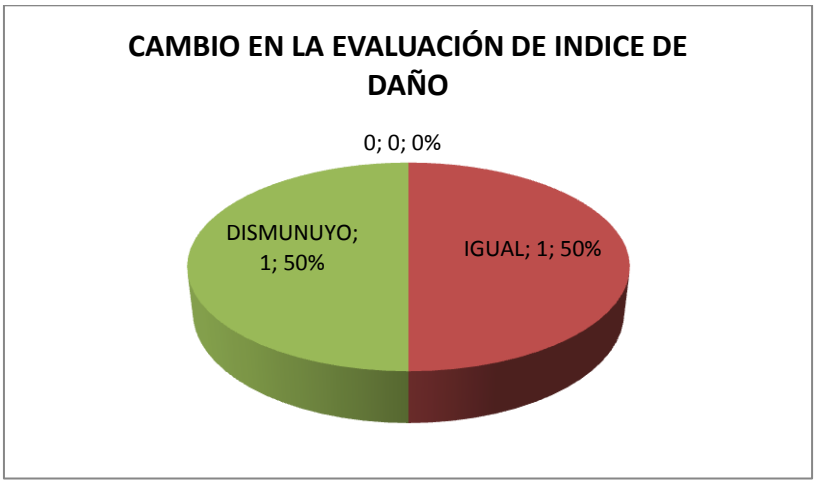


Figura 112. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 113** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la cual se muestra que de los 3 predios inspeccionados2 se encuentran en Bajo con rangos entre 1.0-2.0 y 1 predio en Medio con rangos entre 2.5-3.0.

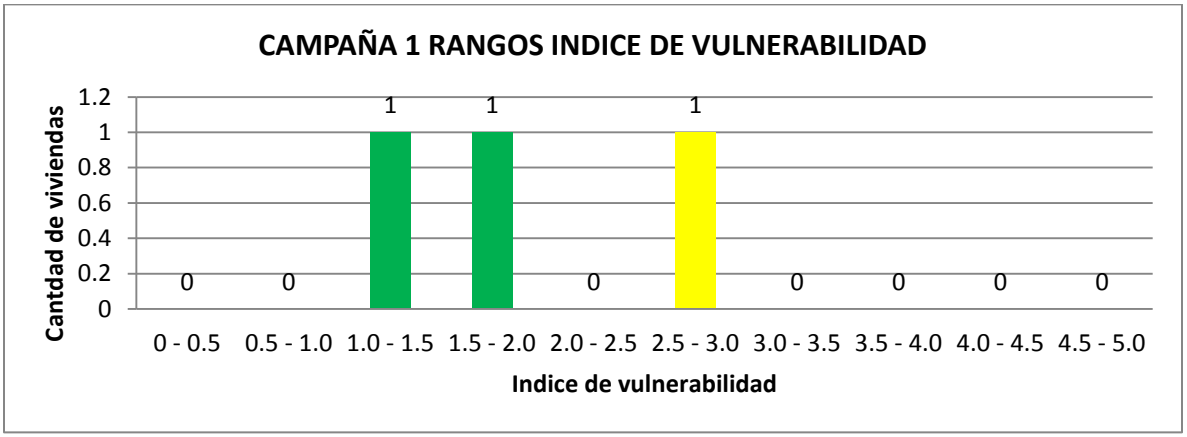


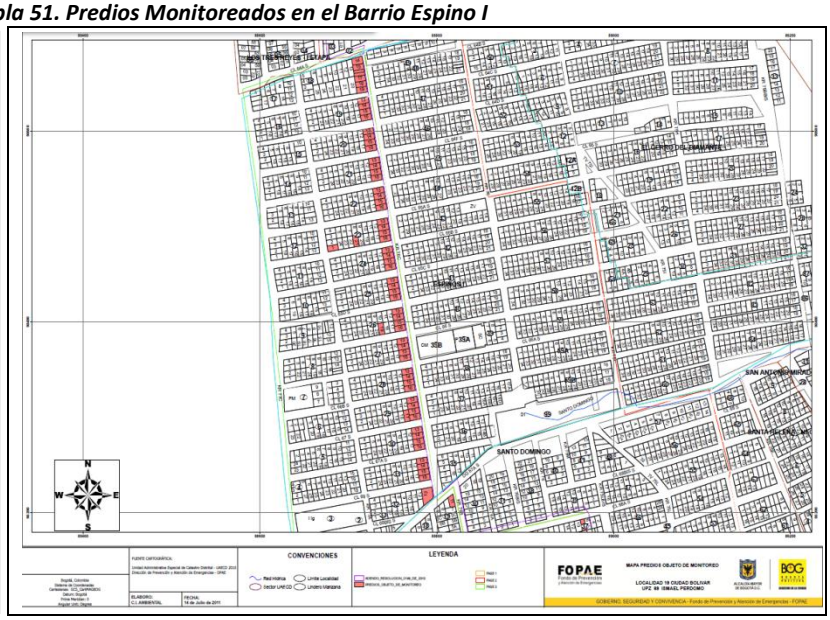
Figura 113. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Espino I***

En el barrio Espino I se encuentran 63 predios divididos en 15 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 51**.

Tabla 51. Predios Monitoreados en el Barrio Espino I

ESPINO I	
MANZANA	PREDIOS
18	14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19
19	13 - 14 - 15 - 16
20	13 - 14 - 15 - 16
21	13 - 14 - 15 - 16
22	13 - 14 - 15 - 16
23	1 - 13 - 14 - 15 - 16 - 21
24	13 - 14 - 15 - 16
25	13 - 14 - 15 - 16
26	13 - 14 - 15 - 16 - 19
27	13 - 14 - 15 - 16
28	13 - 14 - 15 - 16
29	13 - 14 - 15 - 16 - 17
30	13 - 14 - 15 - 16
31	13 - 14 - 15 - 16
32	13



En el barrio Espino I se inspeccionaron 63 predios (Ver **Figura 114**) de los cuales 30 fueron monitoreados, en 31 no se encontró a los propietarios y en 2 no se permitió el monitoreo (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado"); de estos 63 predios, 2 viviendas están construidas con material de recuperación, por lo que es importante mencionar que dichos predios no se pueden evaluar con la metodología propuesta para este monitoreo, debido a que no presentan elementos estructurales.

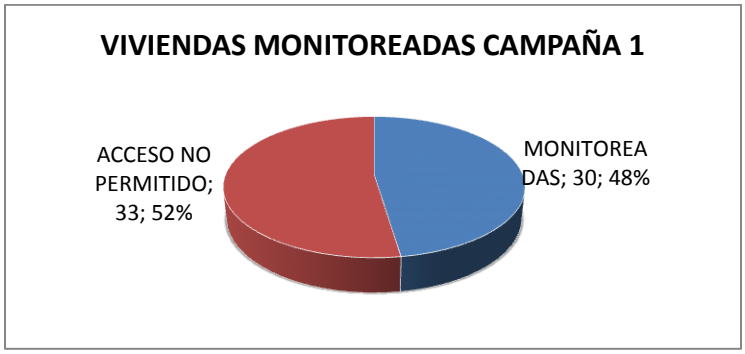


Figura 114. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Espino I

Los 30 predios monitoreados en la Campaña 1 en Espino I se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 115**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 117**).

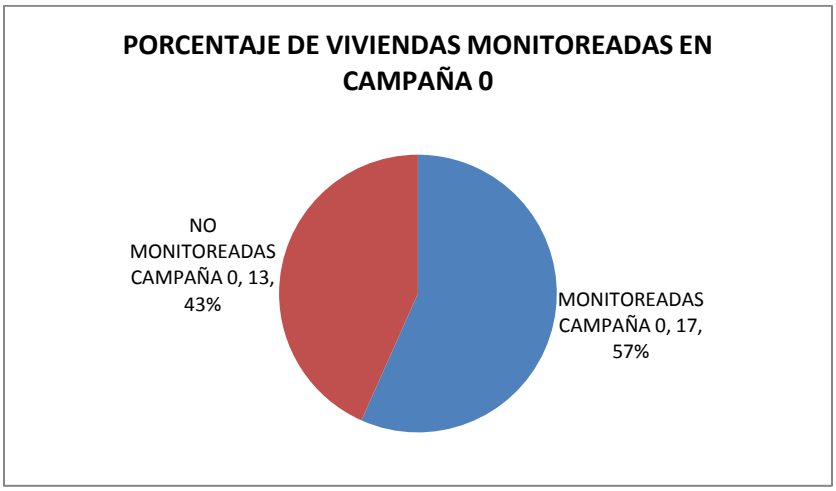


Figura 115. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Espino I

En la Figura anterior se muestra que de las 30 viviendas monitoreadas con la Campaña 1, en la Campaña 0 17 viviendas fueron monitoreadas y 13 no monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 116**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 71%, Medio 29% correspondientes a 20 y 8 predios consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0.

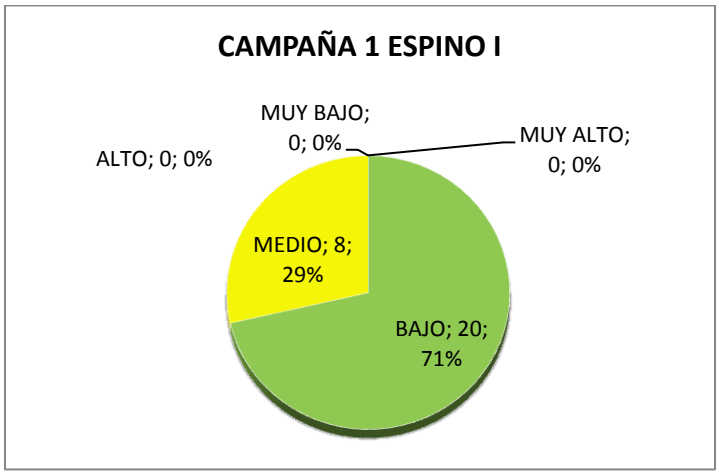


Figura 116. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Espino I

De las 17 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 117**), se encontró que el 53% (correspondiente a 9 predios) aumentó, el 35% (correspondiente a 6 predios) se mantuvo igual y el 12% (correspondiente a 2 predios) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1")

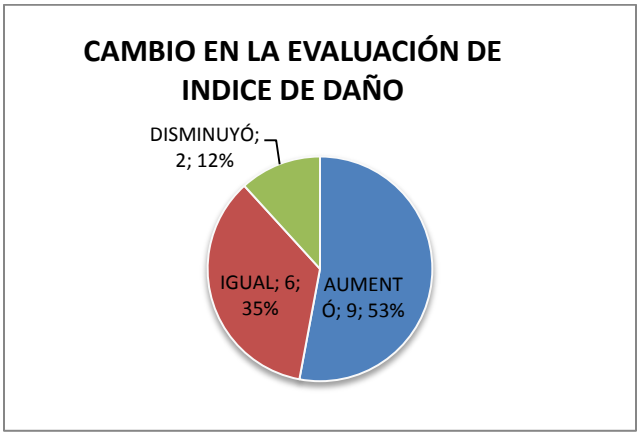


Figura 117 . Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 118** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1 en la cual se muestra que de los 30 predios inspeccionados10 se encuentran en Bajo con valores entre 1.0-2.0, 8 en Medio con valores entre 2.0-3.0.

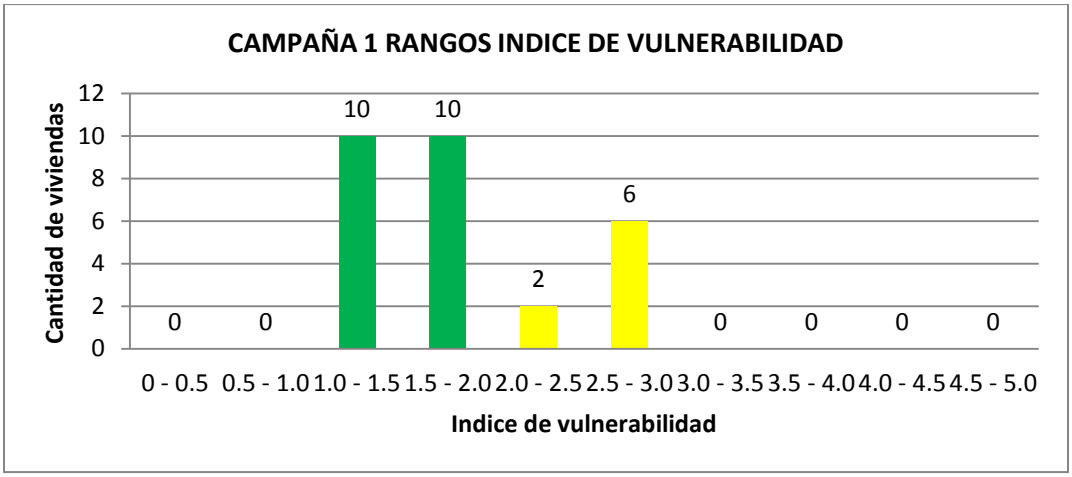


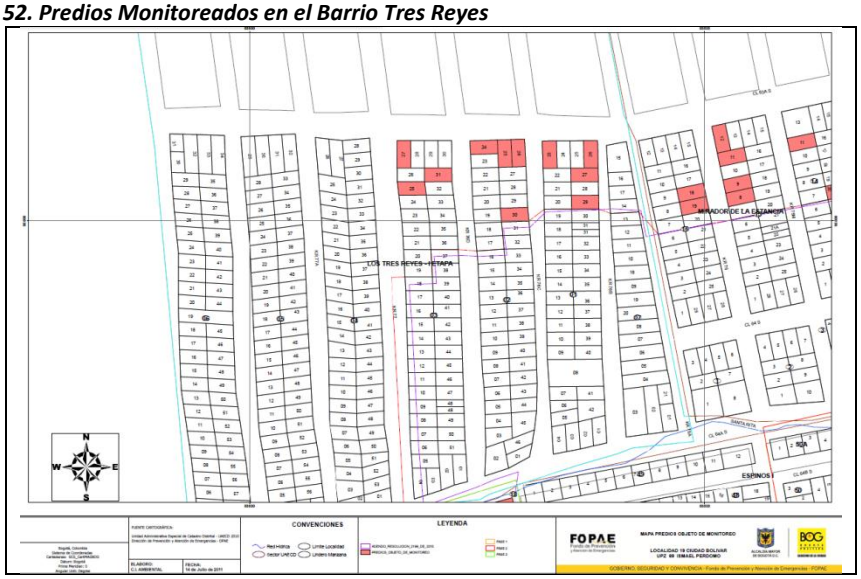
Figura 118. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Tres Reyes***

En el barrio Tres Reyes se encuentran 11 predios divididos en 3 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 52**.

Tabla 52. Predios Monitoreados en el Barrio Tres Reyes

LOS TRES REY ES	
MA NZA NA	PREDIOS
01	23 - 26 - 27 - 29
02	24 - 25 - 26 - 30
03	25 - 27 - 31



En el barrio Tres Reyes se inspeccionaron 11 predios (Ver **Figura 119**) de los cuales 7 fueron monitoreados y en 4 no se encontró a los propietarios (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

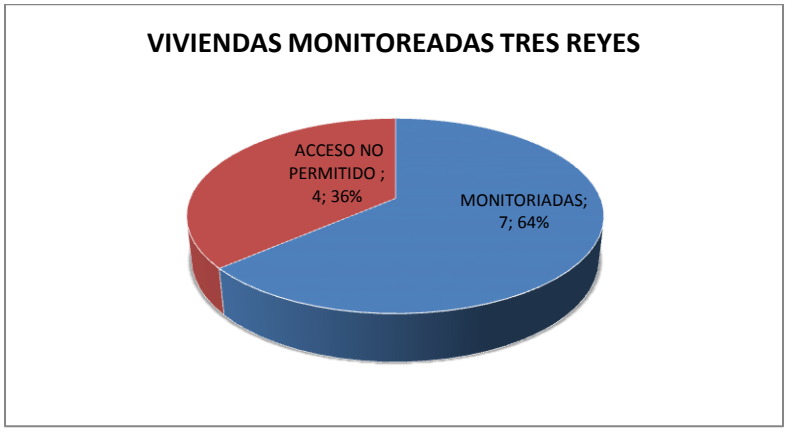


Figura 119. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Tres Reyes

Los7 predios monitoreados en la Campaña 1 en Tres Reyes se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 120**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 123**).

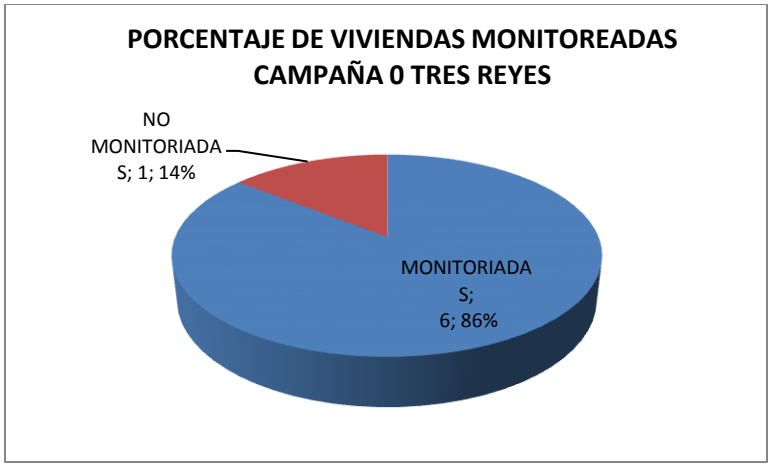


Figura 120. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Tres Reyes

En la Figura anterior se muestra que de las 7 viviendas monitoreadas en la Campaña 1, en la Campaña 0 6 viviendas fueron monitoreadas y 1 no monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 121**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 14%, Medio 72% correspondientes a 1 y 5 predios consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0 además de presentar calificaciones de índice de daño alto correspondiente al 14% correspondiente a 1 predio.

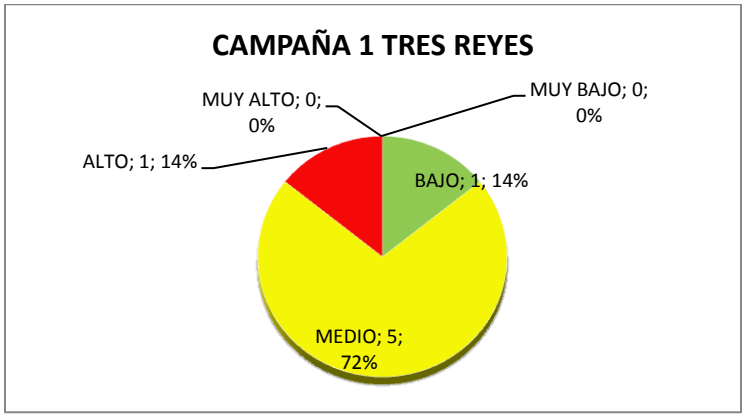


Figura 121. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Tres Reyes

A continuación se realiza una breve descripción de los predios que tienen un índice de vulnerabilidad alto:

- En la Manzana 1, Predio 27 (Ver **Figura 122**) se presentó un cambio en la calificación del índice de daño (vulnerabilidad), lo cual se atribuye a asentamientos diferenciales en el terreno de cimentación lo que ha producido hundimientos y por consiguiente grietas en muros y placas, además el propietario informa la presencia de filtración de agua por medio de las grietas que se encuentran en la placa, en épocas de invierno. También se debe tener en cuenta que al lado de este predio se encuentra una vivienda de tres pisos la cual también puede aportar a un posible asentamiento.





Figura 122. Manzana 1, Predio 27

De las 6 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 123**), se encontró que el 16% (correspondiente a 1 predio) aumentó, el 67% (correspondiente a 4 predios) se mantuvo igual y el 17% (correspondiente a 1 predio) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1")

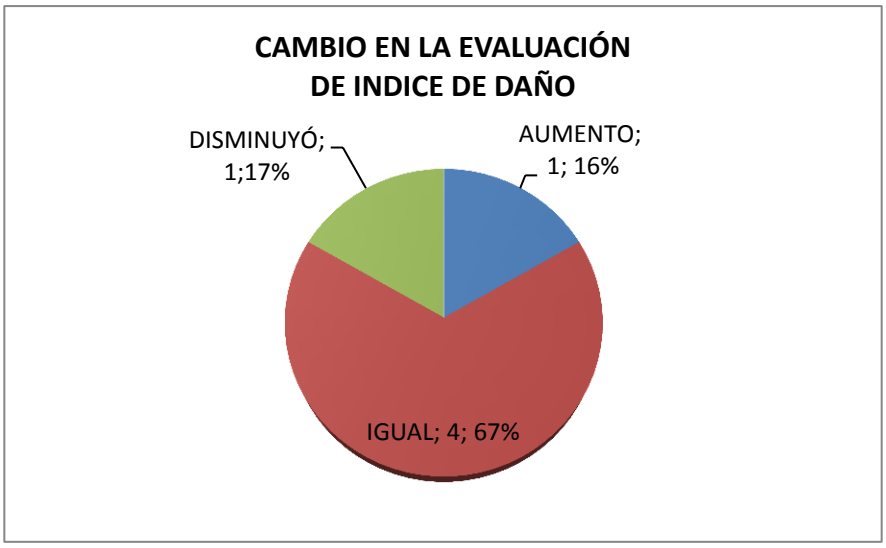


Figura 123. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 124** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño (vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1 en la cual se muestra que de los 7 predios inspeccionados1 se encuentra en Bajo con rangos entre 1.5-2.0, 5 en Medio con rangos entre 2.0-3.0 y 1 en Alto con una calificación de 3.5.

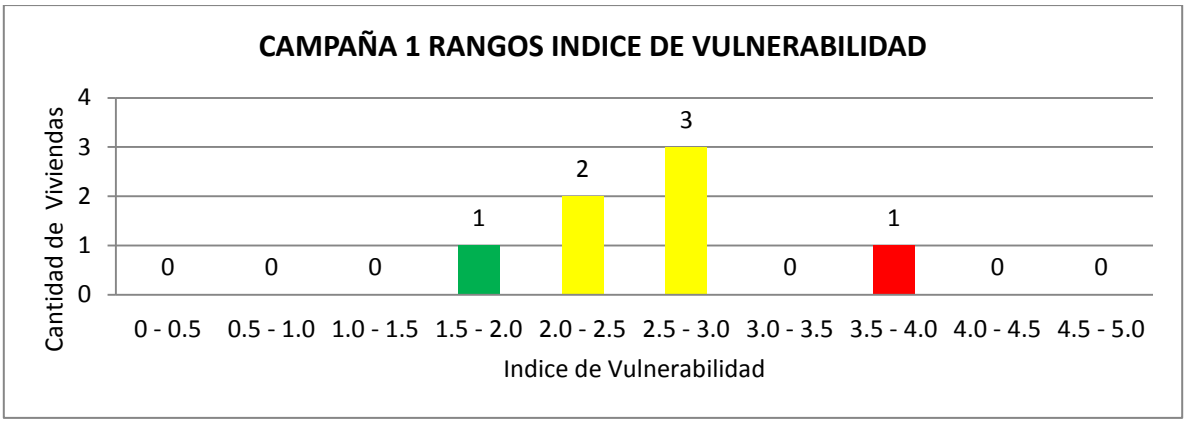


Figura 124. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Mirador de la Estancia***

En el barrio Mirador de la Estancia se encuentran 15 predios divididos en 6 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 53**.

Tabla 53. Predios Monitoreados en el Barrio Mirador De La Estancia

MIRADOR DE LA ESTANCIA	
MANZANA	PREDIOS
G10	9 Y 4
G12	17
G13	7-10-15-20
G14	11 Y 20
G15	8-9-11-12
G16	18 Y 19



En el barrio Mirador de La Estancia se inspeccionaron 15 predios (Ver **Figura 125**) de los cuales 10 fueron monitoreados y en 5 no se encontró a los propietarios (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

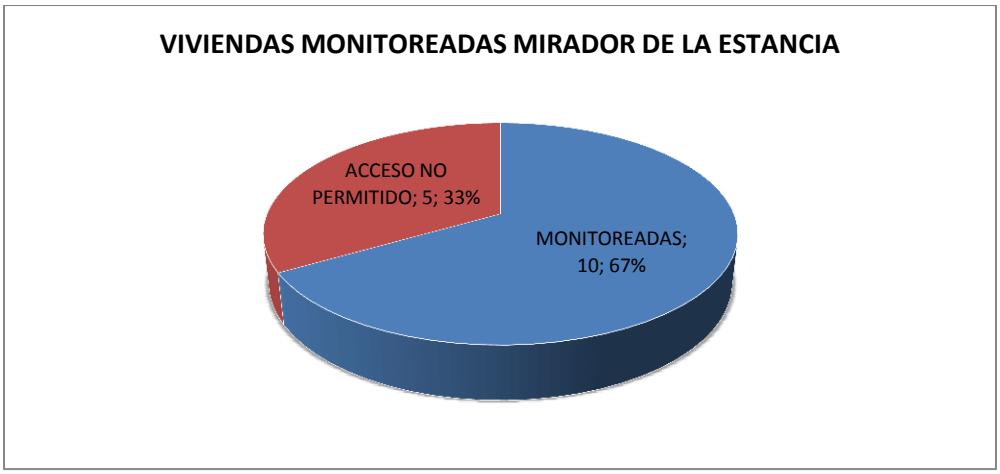


Figura 125. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Mirador de la Estancia

Los10 predios monitoreados en la Campaña 1 en Mirador de La Estancia se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 126**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 127**).

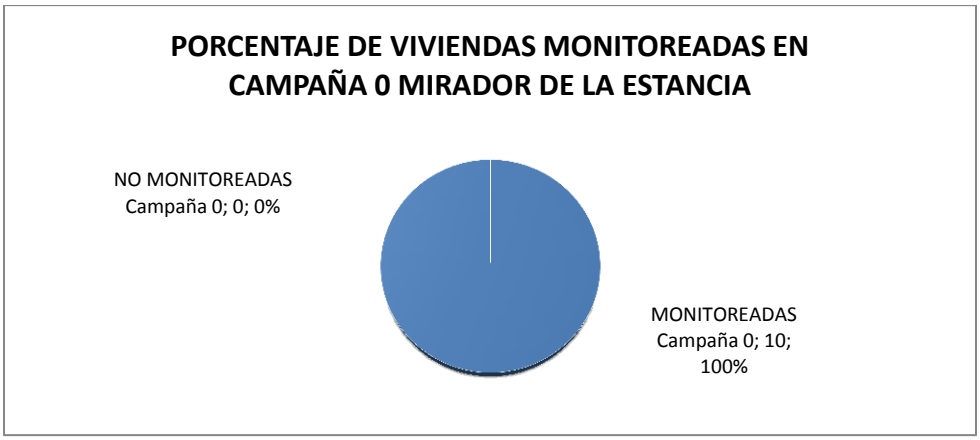


Figura 126. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Mirador de la Estancia

En la Figura anterior se muestra que de las 10 viviendas en común con la Campaña 1, en la Campaña 0 10 viviendas fueron monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 127**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 50%, Medio 40% correspondientes a 5 y 4 predios consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0 además de presentar calificaciones de índice de daño alto correspondiente al 10% correspondiente a 1 predio.

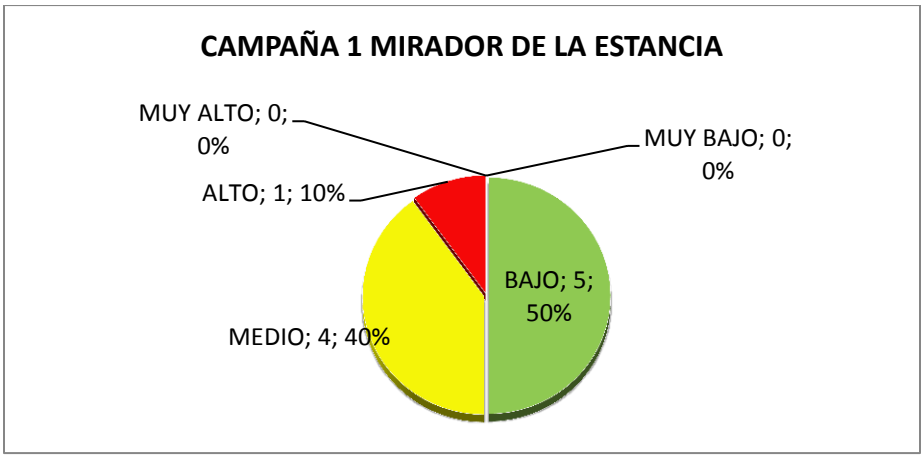


Figura 127. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Mirador de la Estancia

A continuación se realiza una breve descripción del predio que tiene un índice de vulnerabilidad alto:

- En la Manzana 16, Predio 18(Ver **Figura 128**) se presentó un cambio en la calificación del índice de daño (vulnerabilidad), lo cual se atribuye a asentamientos diferenciales en el terreno de cimentación lo que ha producido hundimientos y por consiguiente grietas en muros y placas, adicional a esto el propietario manifiesta intención de reparar la vivienda.



Figura 128. Manzana 16, Predio 18

De las 10 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 129**), se encontró que el 50% (correspondiente a 5 predios) disminuyó, el 40% (correspondiente a 4 predios) se mantuvo igual y el 10% (correspondiente a 1 predio) aumentó. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1").

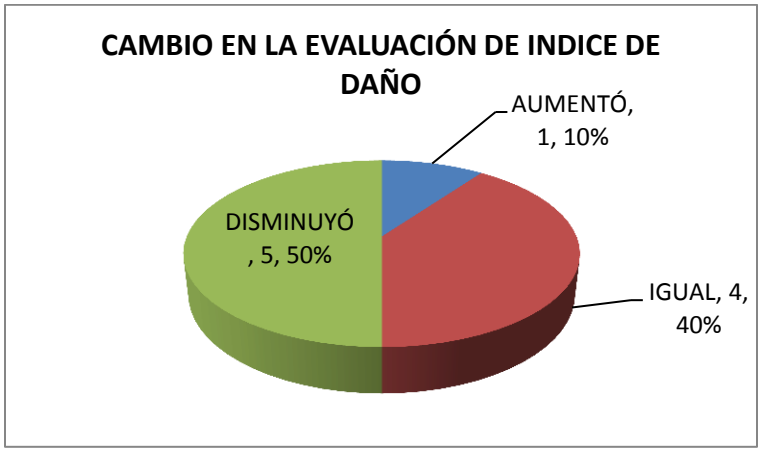


Figura 129. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 130** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1 en la cual se muestra que de los 10 predios inspeccionados5 se encuentran en Bajo con valores entre 1.0-2.0, 4 en Medio con valores entre 2.0-3.0 y 1 en Alto con una calificación de 3.9.

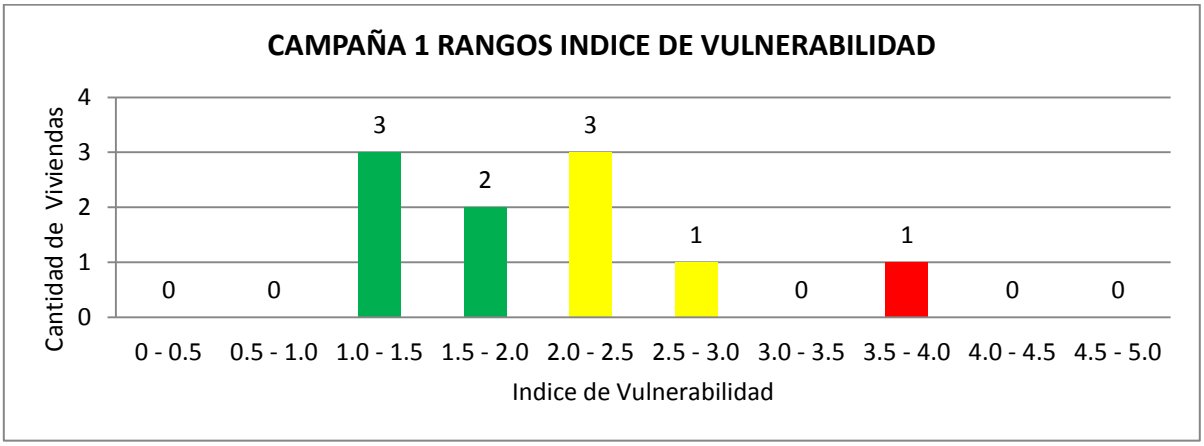


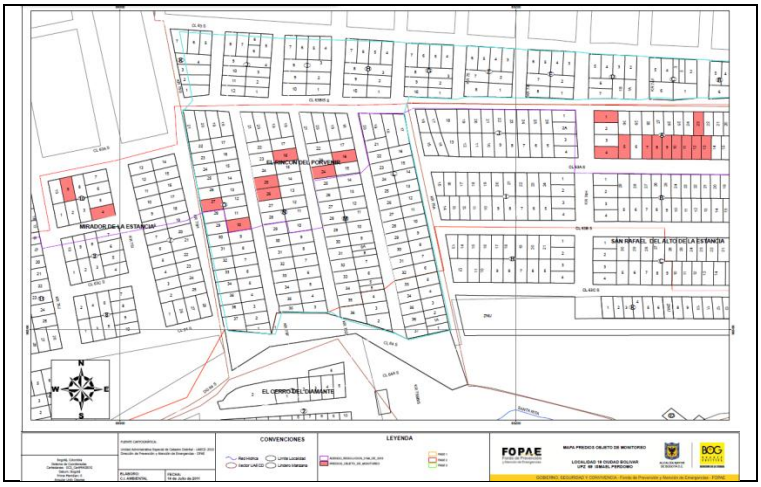
Figura 130. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Rincón del Porvenir***

En el barrio Rincón del Porvenir se encuentran 7 predios divididos en 3 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 54**.

Tabla 54. Predios Monitoreados en el Barrio Rincón del Porvenir

RINCON DEL PORVENIR	
MANZANA	PREDIOS
M	16 - 24
N	16 - 25 - 26
O	10 - 27



En el barrio Rincón del Porvenir se inspeccionaron 7 predios (Ver **Figura 139**) de los cuales 2 fueron monitoreados, en 3 no se encontró a los propietarios y en 2 no se permitió el monitoreo (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

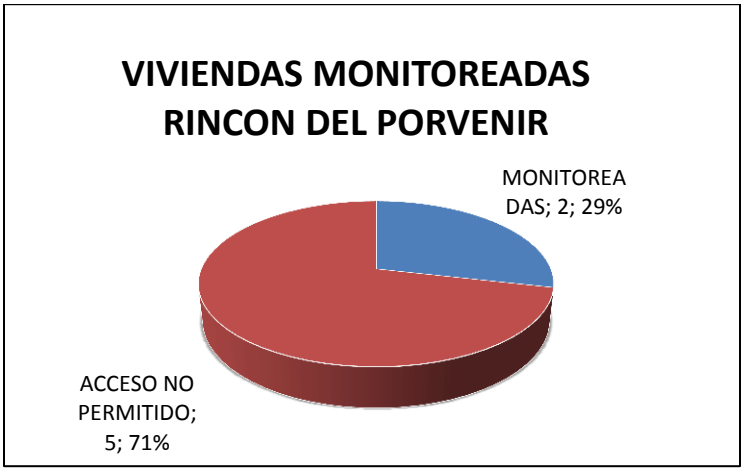


Figura 131. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Rincón del Porvenir

Los 2 predios monitoreados en la Campaña 1 en Rincón del Porvenir se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 132**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 134**).

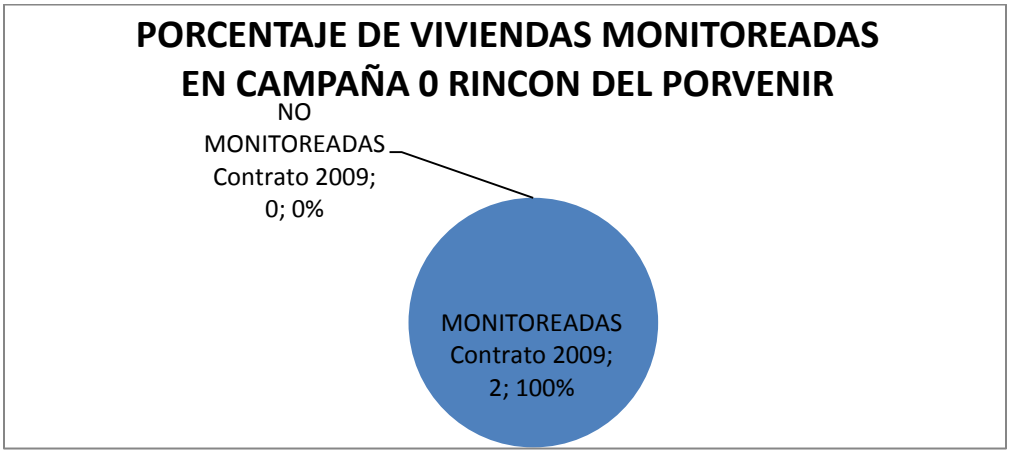


Figura 132. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Rincón del Porvenir

En la Figura anterior se muestra que de las 2 viviendas monitoreadas con la Campaña 1, en la Campaña 0 se monitorearon 2 viviendas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 133**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 100% correspondiente a 2 predios, en donde se puede evidenciar una disminución con respecto a la campaña 0.

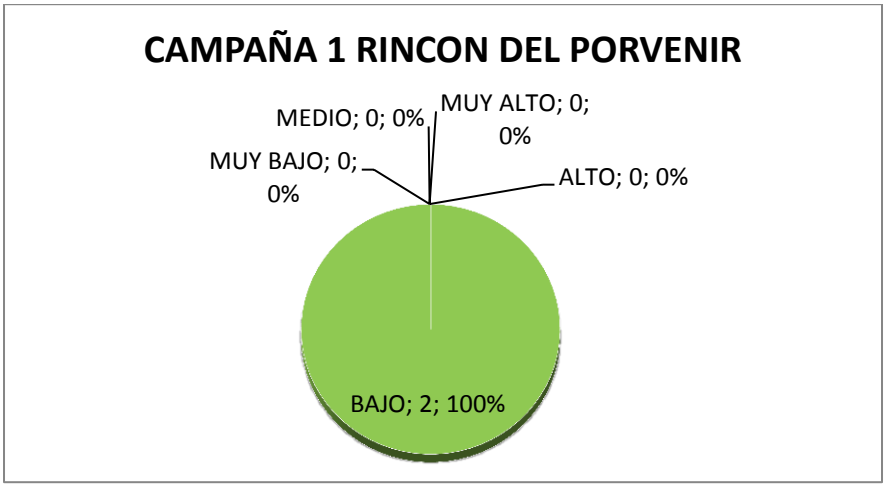


Figura 133 Calificación Índice de Daño Campaña 1 Rincón del Porvenir

De las 2 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 134**), se encontró que el 100% (correspondiente a 2 predios) Disminuyó. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1")

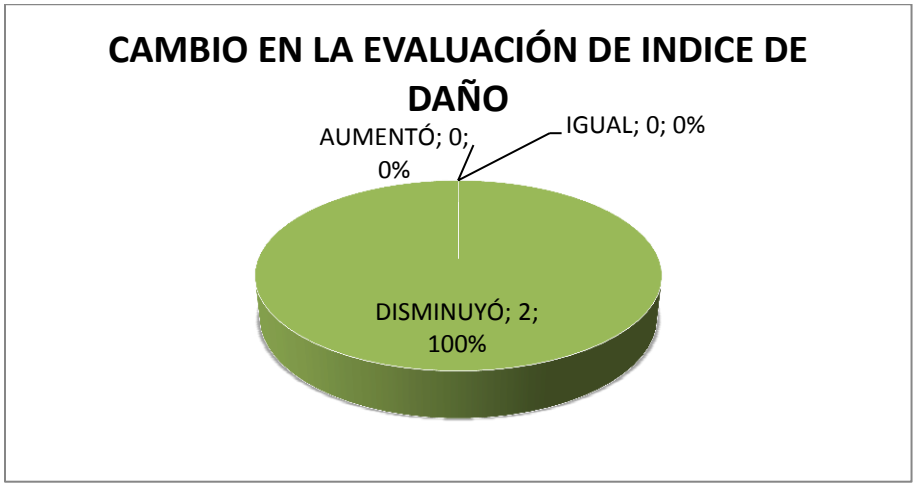


Figura 134. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 135** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1 en la cual se muestra que los 2 predios inspeccionados se encuentran en Bajo con valores entre 1.5-2.0.

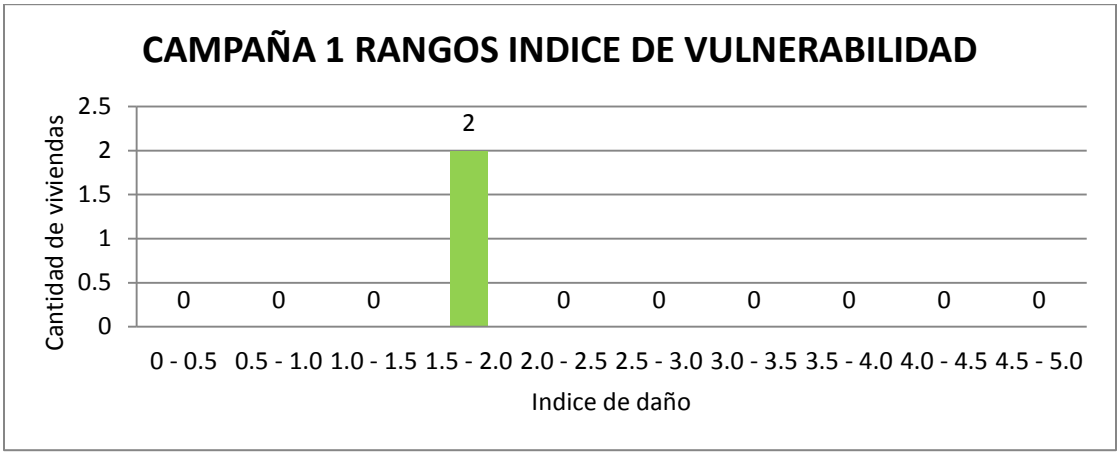


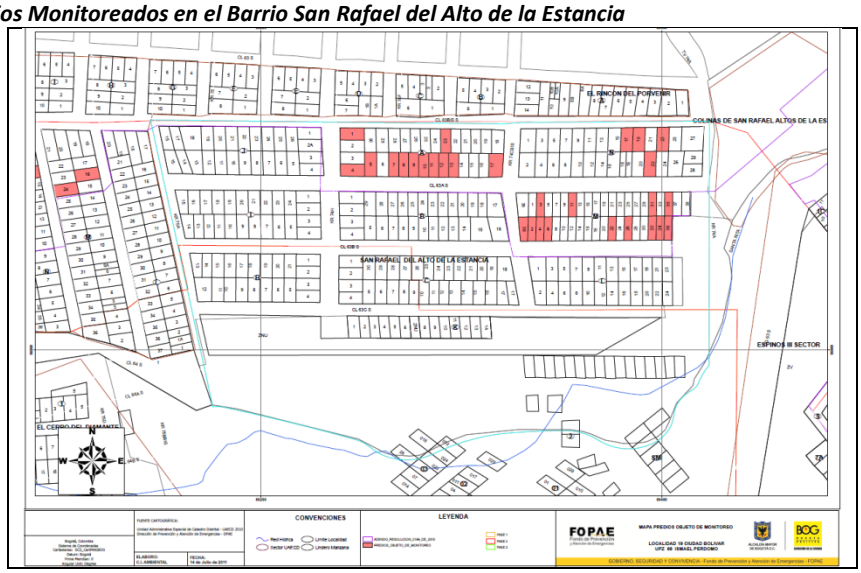
Figura 135 Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***San Rafael del Alto de la Estancia***

En el barrio San Rafael del Alto de la Estancia se encuentran 29 predios divididos en 3 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 55**.

Tabla 55. Predios Monitoreados en el Barrio San Rafael del Alto de la Estancia

SAN RAFAEL	
MANZANA	PREDIOS
A	1 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 17 - 23
M	2 - 3 - 4 - 6 - 11 - 22 - 26 - 31 - 32 - 34 - 35 - 36 - 39
N	17 - 19 - 22 - 23



En el barrio San Rafael del Alto de La Estancia se inspeccionaron 29 predios (Ver **Figura 144**) de los cuales 7 fueron monitoreados, en 19 no se encontró a los propietarios y en 3 no se permitió el

monitoreo (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

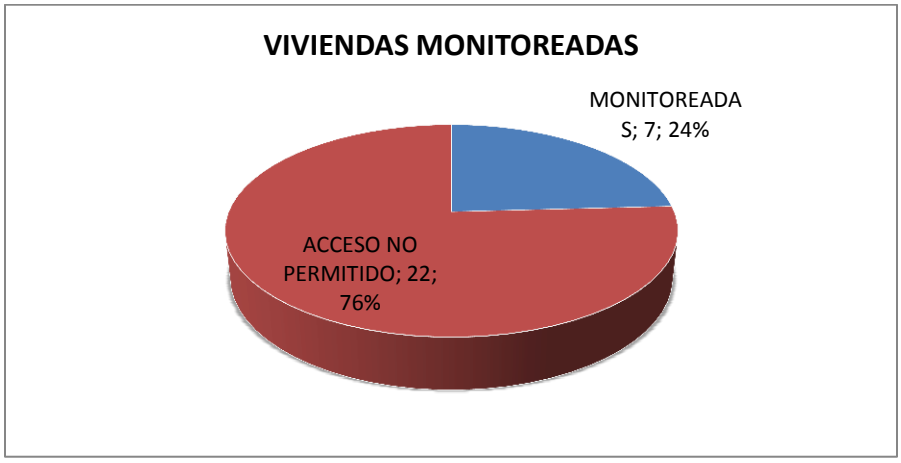


Figura 136. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 San Rafael del Alto de la Estancia

Los 7 predios monitoreados en la Campaña 1 en San Rafael del Alto de la Estancia se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 137**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 139**).

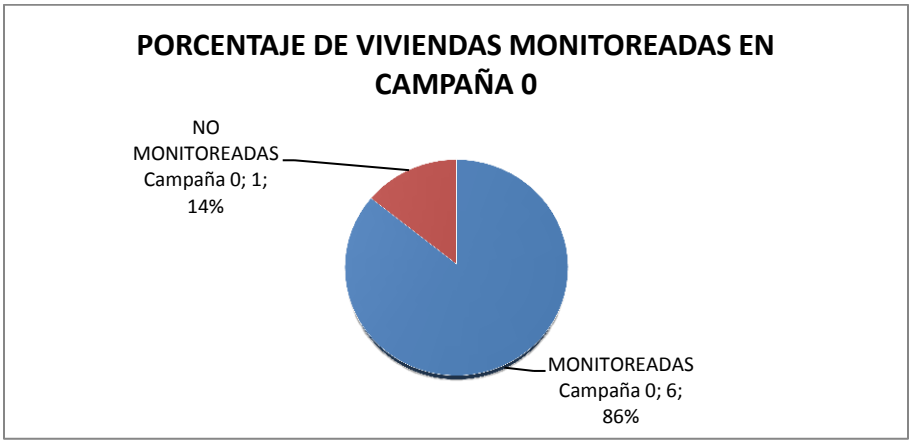


Figura 137. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 San Rafael del Alto de la Estancia

En la Figura anterior se muestra que de las 7 viviendas monitoreadas con la Campaña 1, en la Campaña 0 6 viviendas fueron monitoreadas y 1 no monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 138**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 86%, Medio 14% correspondientes a 6 y 1 predios consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0.

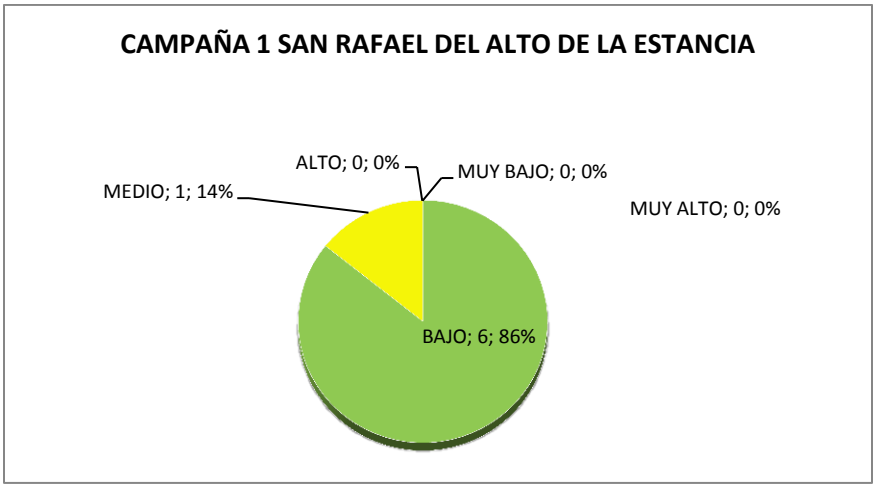


Figura 138. Calificación Índice de Daño Campaña 1 San Rafael del Alto de la Estancia

De las 6 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 139**), se encontró que el 50% (correspondiente a 3 predios) se mantuvo igual y el 50% (correspondiente a 3 predios) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1").

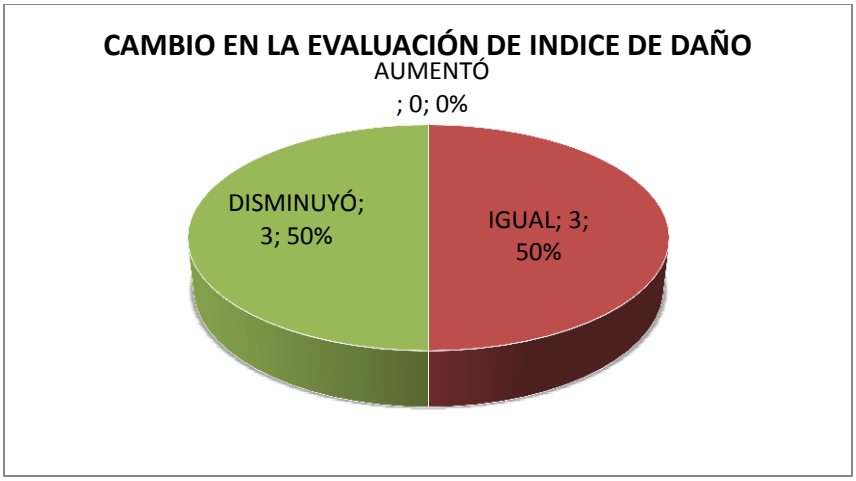


Figura 139. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 140** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1

en la cual se muestra que de los 7 predios inspeccionados6 se encuentran en Bajo con valores entre 1.0-2.0 y 1 en Medio con valores entre 2.0-2.5.

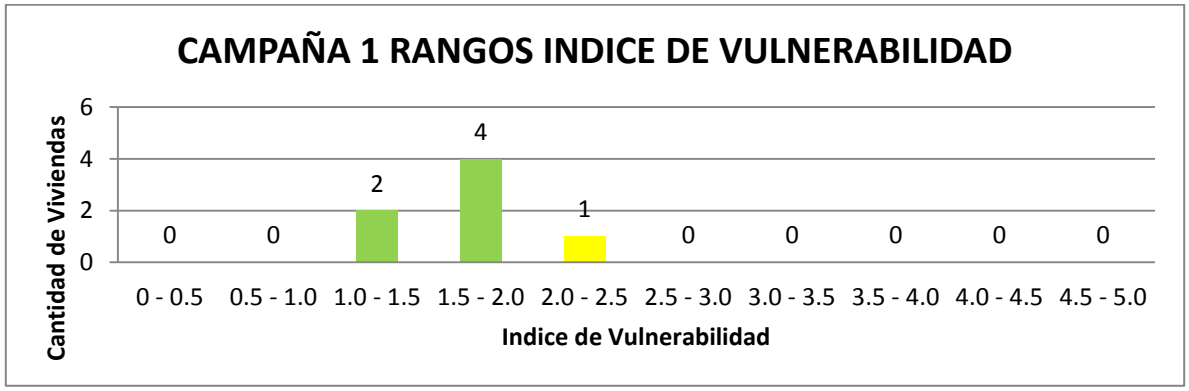


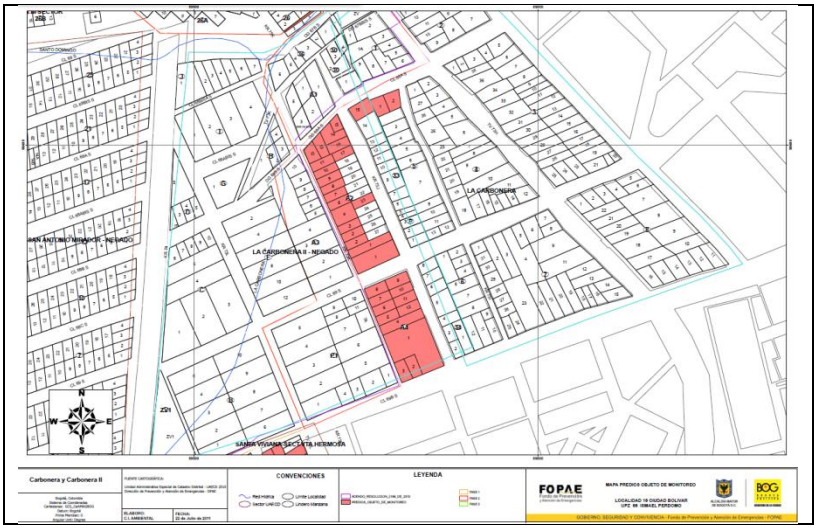
Figura 140. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Carbonera***

En el barrio Carbonera se encuentran 3 predios divididos en 1 manzana distribuidos como se muestra en la **Tabla 56**.

Tabla 56. Predios Monitoreados en el Barrio Carbonera

CARBONERA	
MANZANA	PREDIOS
5	1 - 2
33	15



En el barrio Carbonera se inspeccionaron 3 predios de los cuales 3 fueron monitoreados (Ver **Figura 141**), (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1" y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

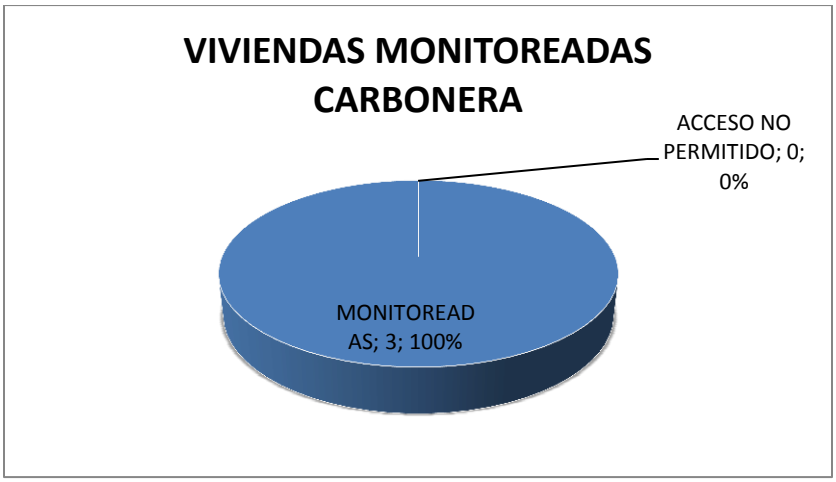


Figura 141. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Carbonera

Para el barrio Carbonera no existe información de monitoreo en la campaña 0 respecto a estos predios, razón por la cual no se tienen datos para realizar una comparación.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 142**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 100%correspondientes a 2 predios consecutivamente. Se debe tener en cuenta que debido a la falta de información en la Campaña 0, no se puede observar la evolución de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad).

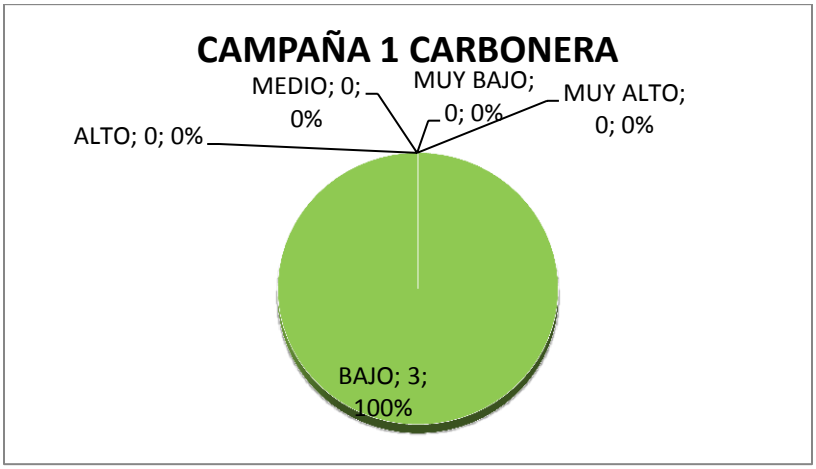


Figura 142. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Carbonera

Complementando la información anterior en la **Figura 143** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la cual se muestra que de los 3 predios inspeccionados 1se encuentra en Muy Bajo con rangos entre 0.5-1.0 y 2 predios en Bajo con rangos entre 1.0-1.5.

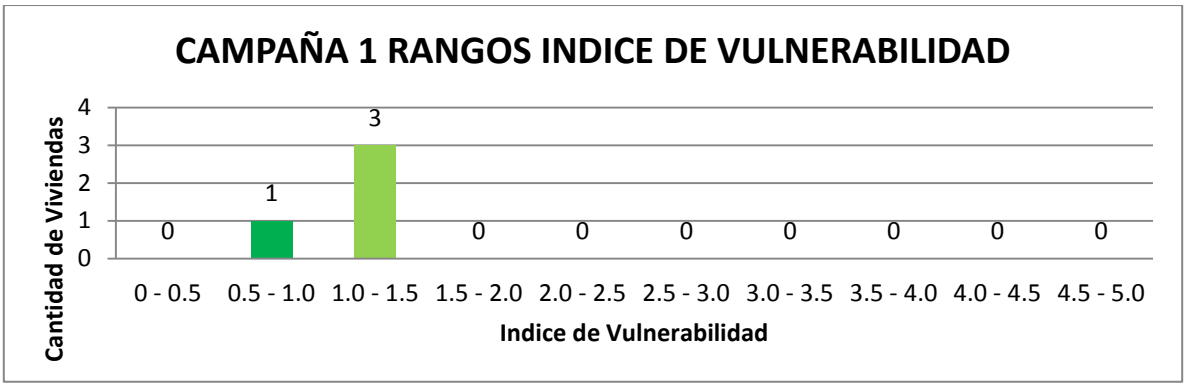


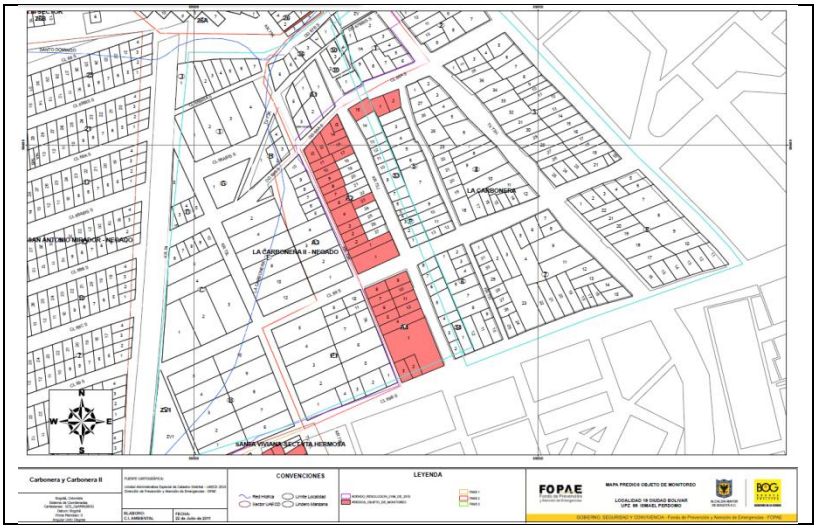
Figura 143. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Carbonera II***

En el barrio Carbonera II se encuentran 29 predios divididos en 2 manzanas distribuidos como se muestra en la **Tabla 57**.

Tabla 57. Predios Monitoreados en el Barrio Carbonera II

CARBONERA II	
MANZANA	PREDIOS
A2	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 23
A4	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12



En el barrio Carbonera II se inspeccionaron 29 predios (Ver **Figura 144**) de los cuales 23 fueron monitoreados y en 6 no se encontró a los propietarios (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado");de estos 29 predios, 5 viviendas están construidas con material de recuperación, por lo que es importante mencionar que dichos predios no se pueden evaluar con la metodología propuesta para este monitoreo, debido a que no presentan elementos estructurales.

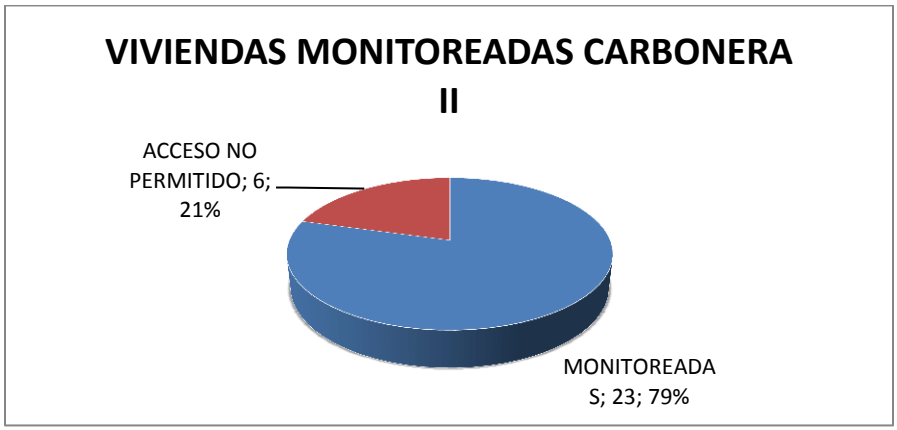


Figura 144. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Carbonera II

Los 29 predios monitoreados en la Campaña 1 en Carbonera II se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 145**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 147**).

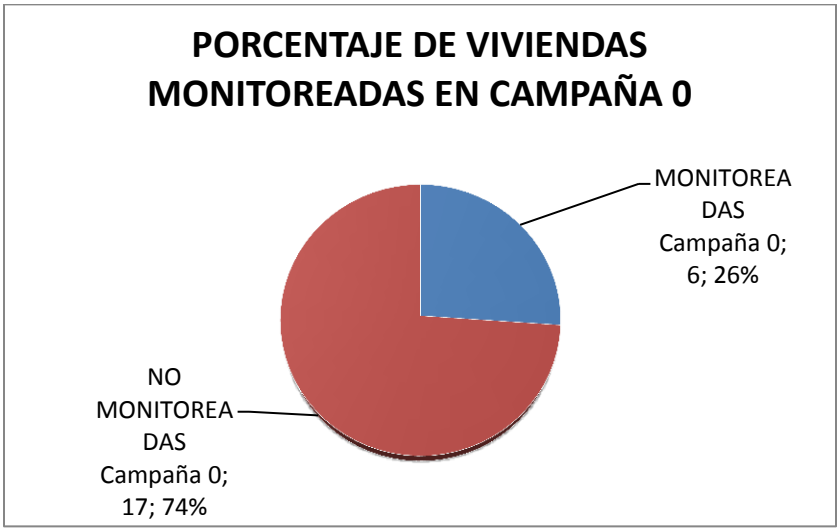


Figura 145. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Carbonera II

En la Figura anterior se muestra que de las 29 viviendas monitoreadas con la Campaña 1, en la Campaña 0 6 viviendas fueron monitoreadas y 17 no monitoreadas.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 146**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 89%, Medio 11% correspondientes a 16 y 2 predios consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0.

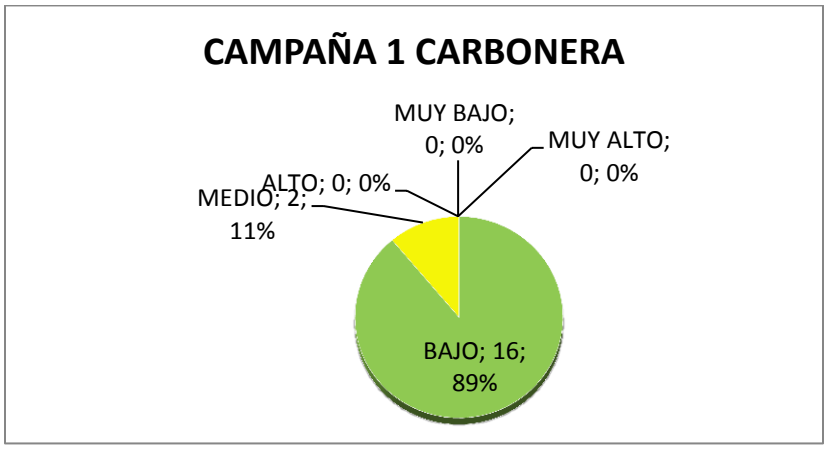


Figura 146. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Carbonera

De las 6 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 147**), se encontró que el 20% (correspondiente a 1 predios) aumentó, el 40% (correspondiente a 2 predios) se mantuvo igual y el 40% (correspondiente a 2 predios) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1")

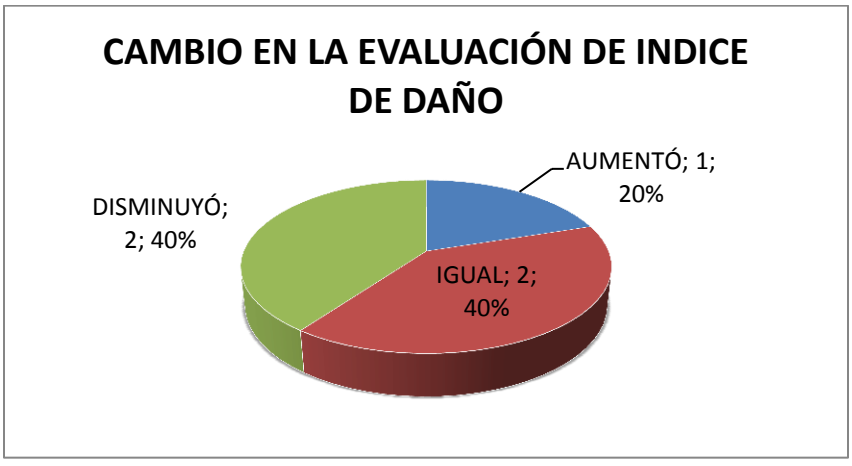


Figura 147. Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 148** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1 en la cual se muestra que de los 23 predios inspeccionados1 se encuentra en Muy Bajo, 15 se encuentran en Bajo con valores entre 1.0-2.0 y 2 en Medio con valores entre 2.0-3.0.

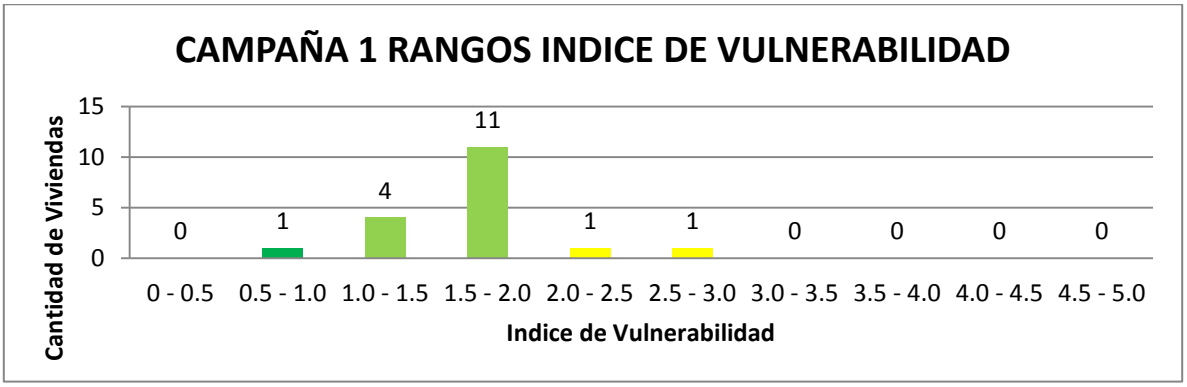


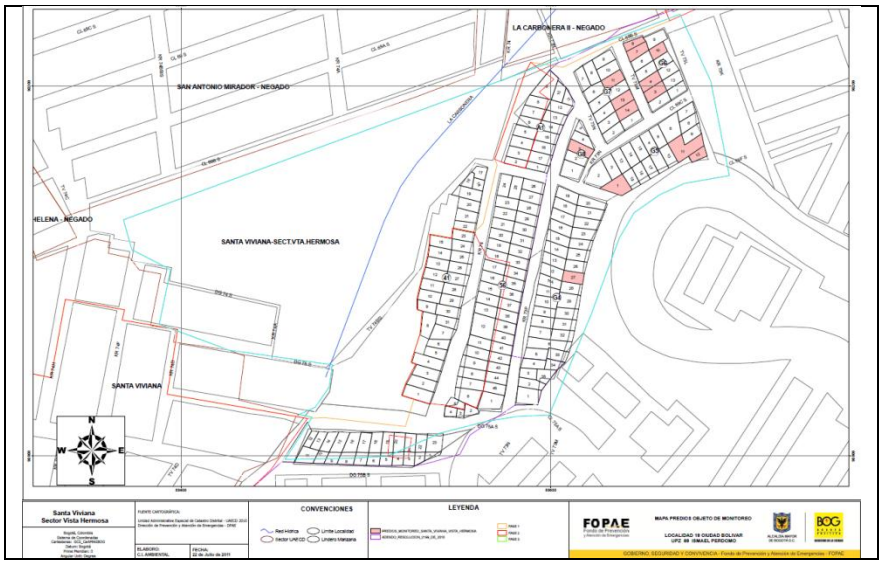
Figura 148. Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Santa Viviana – Sector Vista Hermosa***

En el barrio Santa Viviana – Sector Vista Hermosa se encuentran 13 predios divididos en 5 manzanas, se debe tener en cuenta que en la manzana G7 el predio 11 está dividido en dos construcciones que para nuestra evaluación se tomaran como 11A y 11B distribuidos como se muestra en la **Tabla 58**para un total de 14 viviendas.

Tabla 58. Predios Monitoreados en el Barrio Santa Viviana – Vista Hermosa

SANTA VIVIANA VISTA HERMOSA	
MANZANA	PREDIOS
G4	27
G5	1 - 11A - 11B - 12
G6	3 - 4 - 7 - 8 - 10
G7	11A - 11B - 13 - 14
G8	3



En el barrio Santa Viviana – Sector Vista Hermosa se inspeccionaron 14 predios (Ver **Figura 149**) de los cuales 8 fueron monitoreados y en 6 no se encontró a los propietarios (Ver Anexo 10, Correspondiente a "Consolidado Predios Visitados Campaña 1"y Anexo 11 Correspondiente a "Predio No Monitoreado").

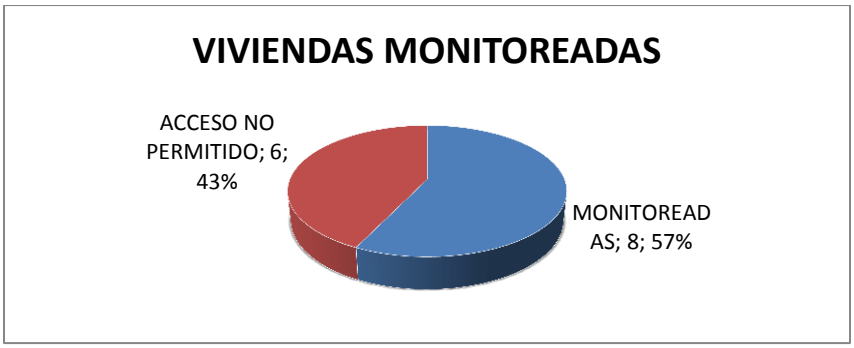


Figura 149. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 1 Santa Viviana – Sector Vista Hermosa.

Los 8 predios monitoreados en la Campaña 1 en Santa Viviana – Sector Vista Hermosa se compararon con los predios de la Campaña 0 y se realizó un diagrama de tortas con el fin de determinar el porcentaje de viviendas que se pudieron inspeccionar (Ver **Figura 150**) y si se produjo algún aumento o disminución del índice de daño (Vulnerabilidad) en la transición de las dos campañas (Ver **Figura 152**).

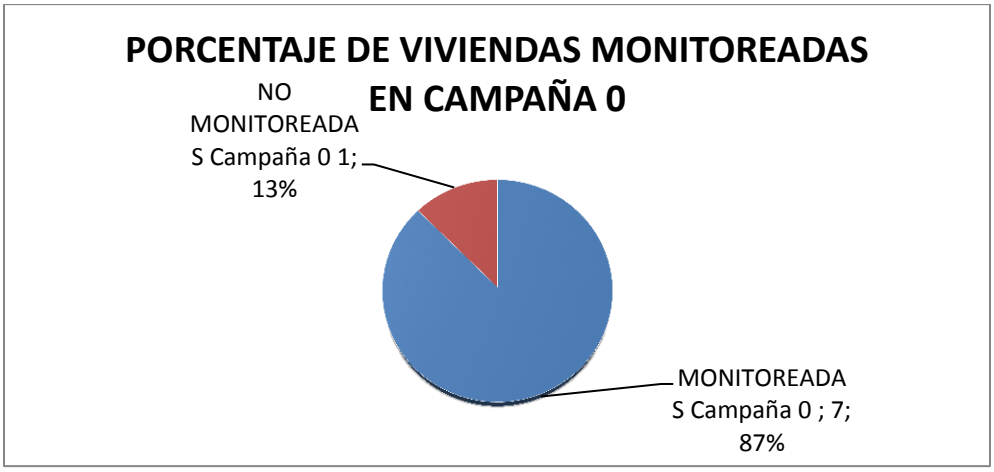


Figura 150. Porcentaje de Viviendas Monitoreadas en la Campaña 0 Santa Viviana – Sector Vista Hermosa.

En la Figura anterior se muestra que de las 8 viviendas monitoreadas con la Campaña 1, en la Campaña 0 7 viviendas fueron monitoreadas y 1 no monitoreada.

En el monitoreo realizado en la campaña 1 (Ver **Figura 151**) la calificación del índice de daño presenta valores de Bajo 87% y Medio 13% correspondientes a 7 y 1 predio consecutivamente, en donde se puede evidenciar un aumento con respecto a la campaña 0.

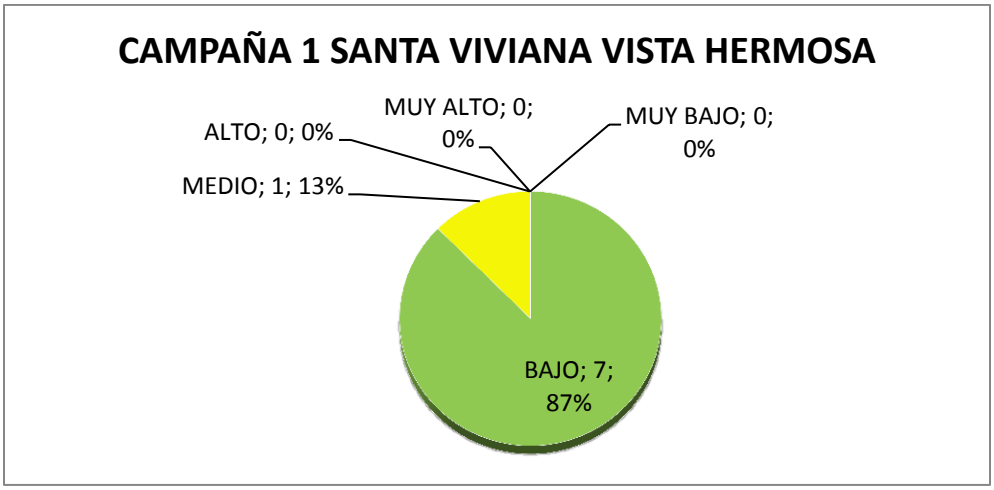


Figura 151. Calificación Índice de Daño Campaña 1 Santa Viviana – Sector Vista Hermosa.

De las 7 Viviendas que fueron Monitoreadas en la Campaña 0 y al realizar una comparación con los resultados de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad) de la Campaña 1 (Ver **Figura 152**), se encontró que el 14% (correspondiente a 1 predio) aumentó, el 14% (correspondiente a 1 predio) se mantuvo igual y el 72% (correspondiente a 5 predios) disminuyo. (Ver Anexo 12, Correspondiente a "Cuadro Comparativo Calificación índice de daño (vulnerabilidad) Campaña 0 y Campaña 1")

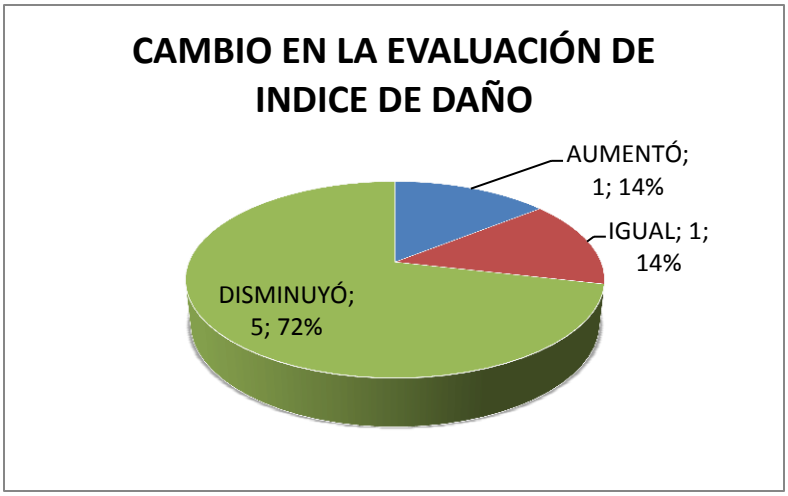


Figura 152 Cambio en la Evaluación de Índice de Daño

Complementando la información anterior en la **Figura 153** se muestra la distribución de frecuencias del índice de daño(vulnerabilidad) para las viviendas monitoreadas en la Campaña 1

en la cual se muestra que de los 8 predios inspeccionados7 se encuentran en Bajo con valores entre 1.0-2.0 y 1 en Medio con valores entre 2.0-2.5.

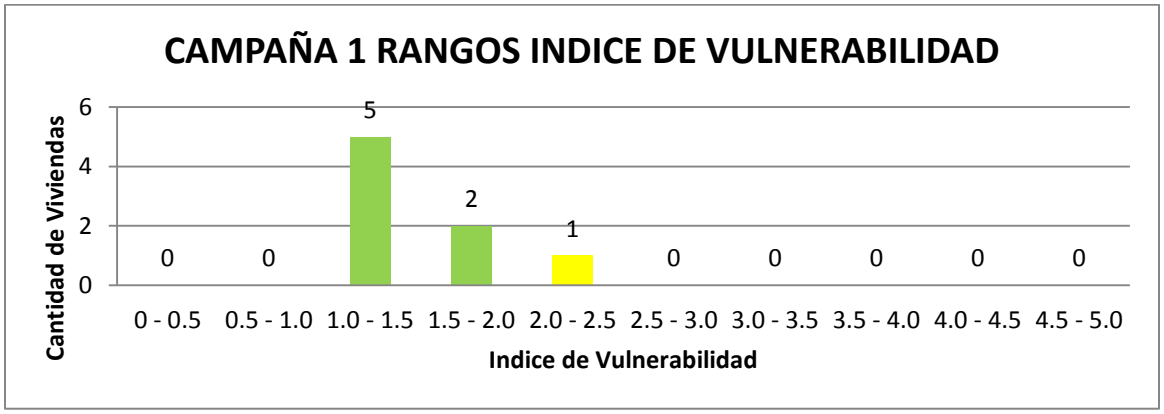


Figura 153 Rangos Índice de Vulnerabilidad

- ***Predios no Monitoreados***

En el Monitoreo realizado para la campaña 1 en Altos de la Estancia no se pudo realizar la evaluación estructural a 95 predios de los 222 entregados por el Fopae, como se muestra en la **Tabla 59.**

Tabla 59 Predios No Monitoreados

BARRIO	PREDIOS NO MONITOREADOS
SANTA VIVIANA	13
SANTO DOMINGO	1
ESPINO I	33
TRES REYES	4
MIRADOR DE LA ESTANCIA	5
RINCON DEL PORVENIR	5
SAN RAFAEL DEL ALTO DE LA ESTANCIA	22
CARBONERA	0
CARBONERA II	6
SANTA VIVIANA - VISTA HERMOSA	6
TOTAL	**95**

El motivo del no monitoreo de los predios incluidos en la **Tabla 59** se debe a que en algunos predios no se encontró el propietario, se encontraron lotes baldíos y/o en construcción o no

se permite el monitoreo por parte del propietario (Ver Anexo 11, Correspondiente a "Predios No Monitoreados").

De los 95 predios no monitoreados mencionados anteriormente se encuentran 8 viviendas en las cuales el propietario(a) no permitió el ingreso para realizar la evaluación de los predios; en la **Tabla 60** se muestran los predios por barrio para la campaña 1.

Tabla 60. Predios donde No se Permitió el Ingreso

Barrio	MZ	PD	DIRECCIÓN	NOMBRE	No IDENTIFICACIÓN	CAMPAÑA 1
SV	30	27	CRA 75 No 76 C - 05 SUR	BARBARA MAHECHA	23890259	NO SE PERMITE EL MONITOREO
E 2	29	17	CLLE 67 SUR No 76 -12	MARIA ELENA ARIAS		NO SE PERMITE EL MONITOREO
E 1	31	15	CRA 76 C No 67 A - 15 SUR			NO SE PERMITE EL MONITOREO
RP	M	16	CRA 75 BIS NO 63- 37 SUR	JOHN VANEGAS	1024500512	NO SE PERMITE EL MONITOREO
RP	M	24	CRA 75D NO 63-44 SUR			NO SE PERMITE EL MONITOREO
SR	A	23	CLLE 63BIS SUR No 74 D-05			NO SE PERMITE EL MONITOREO
SR	M	3	CLLE 63 A SUR No 74 A - 77			NO SE PERMITE EL MONITOREO
SR	M	31	CLLE 63A SUR No 74A-21			NO SE PERMITE EL MONITOREO

Adicional a lo anterior de los 95 predios no monitoreados en 10 predios presentados en la **Tabla 61** se encontraron lotes baldíos y/o predios que están en proceso construcción.

Tabla 61. Predios sin Construir

Barrio	MZ	PD	DIRECCIÓN	NOMBRE	No IDENTIFICACIÓN	CAMPAÑA 1
SV	25	26				NO SE ENCUENTRA HABITADO
SV	35	9				NO SE ENCUENTRA HABITADO
E 1	18	14	CRA 76 C No 64A - 05 SUR	GINA MARITZA PANTOJA	52381897	NO SE ENCUENTRA HABITADO
E 1	19	14	CRA 76 C No 64 C - 11 SUR			NO SE ENCUENTRA HABITADO
E 1	22	16				NO SE ENCUENTRA HABITADO
E 1	29	14				NO SE ENCUENTRA HABITADO
SR	A	4				NO SE ENCUENTRA HABITADO
SR	A	9				NO SE ENCUENTRA HABITADO
SR	A	10				NO SE ENCUENTRA HABITADO
SR	A	11				NO SE ENCUENTRA HABITADO

Los 77 predios restantes a los que no se pudo acceder por consideraciones diferentes a las anteriormente expuestas como son el no encontrar el propietario, solamente niños menores en la casa, etc. (Ver Anexo 11, Correspondiente a "Predios No Monitoreados"), se iniciara el monitoreo estructural en las siguientes campañas.

Dentro de los 127 predios monitoreados se encuentran 10 viviendas construidas con material de recuperación para las cuales no aplica la metodología propuesta en los numerales 6.4.4; a las viviendas que estén construidas con material de recuperación y que además tengan otro tipo de sistema estructural, se le realizara evaluación a la parte de material convencional. (Ver **Tabla 62**)

Tabla 62. Viviendas en Material de Recuperación

Barrio	MZ	PD	DIRECCIÓN	NOMBRE	No IDENTIFICACIÓN	**CAMPAÑA 1**
SV	29	29	DIAG 75C No 75F-09 SUR	TULIA BEANCOURT		90% VIVIENDA EN MATERIAL DE RECUPERACION SIN PRESENCIA DE SISTEMA ESTRUCTURAL ADECUADO
SV	32	25	CLLE 75 C SUR No 75 C - 02	BALBINO BERNAL	364726	CONSTRUCCIÓN 80% EN MATERIAL DE RECUPERACION
SV	36	12	DIAG 75C No 74F- 06 SUR	JHONATHAN LANDAZURI	1022951508	CONSTRUCCIÓN 40% EN MATERIAL DE RECUPERACION
E 1	23	15				100% MATERIAL DE RECUPERACION
E 1	25	14		OCTAVIANO BROCHERO		100% MATERIAL DE RECUPERACION
C II	A2	3	CRA 73K No 68-38 SUR	MARTINA TIQUE	41449535	CONSTRUCCION EN MADERA, MUROS EN LAMINAS DE HIERRO, 100% EN MATERIAL DE RECUPERACIÓN
C II	A2	4	CRA 73K No 68A-40 SUR	MARTINA TIQUE	41449535	CONSTRUCCION EN MADERA, MUROS EN LAMINAS DE HIERRO, 100% EN MATERIAL DE RECUPERACIÓN
C II	A2	16	CRA 73J No 68A-07SUR	MARTHA CARDENAS		VIVIENDA CONSTRUIDAS CON MATERIAL DE RECUPERACION
C II	A2	17	CRA 73J No 68 A SUR	MARIA ALEMAN		VIVIENDA CONSTRUIDAS CON MATERIAL DE

						RECUPERACION
C II	A2	23	CRA 73J No 68A - SUR	JULIO CESAR GARCIA	79052457	VIVIENDA CONSTRUIDAS CON MATERIAL DE RECUPERACION

- ***Predios con Índice de Daño (Vulnerabilidad)Alto***

En el Monitoreo realizado para la campaña 1 en Altos de la Estancia se encontraron 3 viviendas con índice de daño (Vulnerabilidad) alto, como se muestra en la **Tabla 63.**

Tabla 63. Viviendas con Índice de Daño (Vulnerabilidad) Alto

BARRIO	MANZANA	PREDIO	DIRECCIÓN	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	INDICE DE DAÑO (VULNERABILIDAD	EVALUACIÓN INDICE DE DAÑO (VULNERABILIDAD)
SV	27	30	Diag 76 No 75 H - 03	LUZ AMPARO SAAVEDRA	26566784	3.59	Alto
TR	01	27	CRA 76B No 63A-11 SUR	EDGAR DIAZ	79423779	3.52	Alto
ME	16	18	CRA 76 No 63 A - 29 SUR	MARIA VALLEJO		3.9	Alto

6.4.7. Limitaciones

- Los residentes de las viviendas no se encuentran en el momento de la evaluación, o en otros casos, hay menores de edad, quienes no permiten el acceso a la misma.

- La negativa por parte de los propietarios para el ingreso a sus viviendas a fin de realizar los monitoreos, por lo cual no se tiene información de algunas viviendas.

- Además de lo anterior, en algunas viviendas se les han hecho reparaciones superficiales recientemente, cubriendo grietas en la estructura, por lo cual la precisión de la evaluación para la determinación del índice de daño se ve afectada.

- Por último, dada la puntualidad de los factores de evaluación de cada uno de los parámetros de la metodología de calificación del índice de daño y teniendo en cuenta los criterios de incidencia de los daños dados por los evaluadores se producen cambios en la evaluación de la vulnerabilidad estructural entre la Campaña 15 del Contrato 755 de 2009, llamada para este contrato Campaña 0 y la campaña 1 del presente contrato.

6.4.8. Conclusiones y Recomendaciones

- En la Campaña Estructural, en la Inspección realizada a los 222 Predios en la Campaña 1, se Monitorearon 127 viviendas, no se encontró el propietario en 77, en 10 predios no se encontraba habitado, y en 8 no se permitió el monitoreo; en la **Tabla 64** se muestra discriminado por barrio, luego del análisis de las condiciones de las viviendas monitoreadas se encuentra que 76 tienen índice de daño Bajo, 38 Medio y 3 Alto. Para las viviendas de daño alto se recomienda lo siguiente:

  - En la Manzana 27, predio 30 del Barrio Santa Viviana, presenta daños localizados en los muros de la habitación principal y fisuras en los muros del resto de la vivienda, además de presentar problemas en toda la placa de contrapiso atribuidos a asentamientos diferenciales, los daños de los muros pueden atribuirse a deficiencias constructivas, Aunque el daño no se ha generalizado en toda la vivienda, esta se considera con índice de daño (vulnerabilidad) alto, debido al daño que se concentra en la habitación principal. En este predio se recomienda, notificar al propietario de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad), realizar monitoreo riguroso, evaluar refuerzos para evitar deterioro progresivo y realizar reforzamiento en la habitación principal de la vivienda debido a que el daño se localiza en este sector y puede amenazar la habitabilidad en este espacio.

  - Teniendo en cuenta que el Predio 27 de la Manzana 1, ubicado en el Barrio Tres reyes presenta un índice de Daño IV con daños muy importantes que comprometen la estabilidad de la edificación; daños combinados de grietas y deformaciones, se recomienda, notificar al propietario de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad), realizar un monitoreo riguroso, evaluar refuerzos y apuntalamientos, para evitar deterioro progresivo y realizar reforzamiento en la estructura, debido a que la edificación amenaza la habitabilidad.

  - En la Manzana 16, Predio 18ubicado en el barrio Mirador de la Estancia presenta hundimientos y por consiguiente grietas en muros y placa lo que se atribuye a

asentamientos del terreno, presentando un índice de daño (vulnerabilidad) alto. Aunque los daños no se han reflejado en los muros de cerramiento y el propietario manifestó intención de realizar reparaciones en la vivienda, se recomienda al FOPAE tomar las siguientes acciones: notificar al propietario de la calificación del índice de daño (Vulnerabilidad), realizar un monitoreo riguroso, evaluar refuerzos y apuntalamientos, para evitar deterioro progresivo y si el propietario va a realizar reparaciones en la vivienda, notificar que estas mejoras deben ser de índole estructural con el fin de realizar un reforzamiento y de mejorar el comportamiento de la estructura, debido a que la edificación amenaza la habitabilidad.

Tabla 64. Viviendas Inspeccionadas Campaña 1

BARRIO	MONITOREADA	NO SE ENCONTRO EL PROPIETARIO	NO SE PERMITE EL MONITOREO	NO SE ENCUENTRA HABITADO
SANTA VIVIANA	34	10	1	2
SANTO DOMINGO	3	1	0	0
ESPINO I	30	27	2	4
TRES REYES	7	4	0	0
MIRADOR DE LA ESTANCIA	10	5	0	0
RINCON DEL PORVENIR	2	3	2	0
SAN RAFAEL DEL ALTO DE LA ESTANCIA	7	15	3	4
CARBONERA	3	0	0	0
CARBONERA II	23	6	0	0
SANTA VIVIANA - VISTA HERMOSA	8	6	0	0
TOTAL	127	77	8	10

- En el monitoreo realizado en las 127 Viviendas en la evaluación de la inspección visual se encontró 3 Predios con índice de daño (vulnerabilidad) alto en los barrios Santa Viviana, Tres Reyes y Mirador de La Estancia, como se muestra en la **Tabla 65**.

Tabla 65. Viviendas con Índice de Daño (Vulnerabilidad) Alto

BARRIO	MANZANA	PREDIO	DIRECCIÓN	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	INDICE DE DAÑO (VULNERABILIDAD	EVALUACIÓN INDICE DE DAÑO (VULNERABILIDAD)
SV	27	30	Diag 76 No 75 H - 03	LUZ AMPARO SAAVEDRA	26566784	3.59	Alto
TR	01	27	CRA 76B No 63A-11 SUR	EDGAR DIAZ	79423779	3.52	Alto
ME	16	18	CRA 76 No 63 A - 29 SUR	MARIA VALLEJO		3.9	Alto

- Es necesario precisar que la Evaluación del índice de daño (vulnerabilidad) de las viviendas monitoreadas está basada en la inspección visual realizada a las viviendas, por lo que hay situaciones diversas que se escapan de dicha evaluación.

- El colegio Didascalio ubicado en el barrio Santa Viviana presenta fisuración en los muros y en las placas debido a un movimiento del suelo de cimentación. Para la Campaña 1 fue calificado con índice de daño medio.

- En la Manzana 1 Predio 27 del barrio Tres reyes, se presentan grietas importantes y hundimientos en la placa de contrapiso, y grietas en los muros la cual se pueden asociar a asentamientos diferenciales en el terreno de cimentación y a las deficiencias constructivas de la vivienda, por lo que de dicha calificación es de 3.5 con un índice de daño (vulnerabilidad) alto.

- El cambio de calificación de índice de riesgo con respecto a la campaña 15 del contrato 755/2009, llamada Campaña 0 se debe a la aplicación de criterios de estabilidad y vulnerabilidad en la selección de los rangos de los parámetros de evaluación, en determinados casos el cambio del índice se debe a aumento progresivo en los daños de la estructura.

7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA

Para el análisis de estabilidad y se usarán los Métodos de equilibrio límite desarrollados por Bishop y Spencer, bajo diferentes condicione de contorno como lo son, terreno parcialmente saturado, y totalmente saturado, con condiciones de sismo y sin sismo, adicional a las sobrecargas generadas por las viviendas del sector.

El modelo geológico -geotécnico se define como aquel que involucra aspectos geológicos (variación en profundidad de los diferentes depósitos) y geotécnicos (caracterización geomecánicas de los diferentes depósitos). Las anteriores variables son necesarias para la obtención de perfiles geotécnicos que serán utilizados posteriormente en los análisis de estabilidad. En este orden de ideas, y como se mencionó previamente, se definieron 6 (seis) secciones de control aprobadas por FOPAE.

Para la consideración de la condición con sismo, el coeficiente de aceleración horizontal usado será 2/3 A_0, el cual se extrajo del decreto 523 de 2010, tal y como lo indica dicho documento "*Adoptar las disposiciones de Microzonificación Sísmica de Bogotá, O.C., de acuerdo con los resultados del estudio de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá, de conformidad con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-1O, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010, que dentro del presente Decreto se denominará el Reglamento NSR-1O. La presente reglamentación tiene carácter obligatorio y es substitutiva de las secciones A.2.4 y A.2.6 del Reglamento NSR-10, es aplicable para el diseño y construcción de las edificaciones cubiertas por el alcance establecido en su sección A.1.2.3 y no se podrán aplicar con la versión del Reglamento NSR-98.*

Fijar las zonas geotécnicas y las zonas de respuesta sísmica de Bogotá D.C., de conformidad con las Tablas 1 y 2, así:

Cada una de las zonas en que se ha dividido Bogotá Distrito Capital involucra un valor característico de Aceleración Pico del Terreno (Aoy Aod), el cual corresponde a la aceleración máxima esperada en la superficie del terreno para dicha zona, los valores de Ao se indican en la Tabla 3 para las condiciones de diseño y en la Tabla 4 para seguridad limitada y los valores de Aod en la Tabla 5 para umbral de daño. Los valores de Aceleración Pico del Terreno adoptados en el presente Decreto se deben emplear en los siguientes tipos de análisis: estabilidad de taludes, potencial de licuación, estructuras de contención, estabilidad de rellenos artificiales y de cimentaciones superficiales y profundas.

En aquellos casos en que las normas de construcción sismo resistente contenidas en el Reglamento NSR-IO, hagan referencia al valor de Aceleración horizontal pico efectiva de diseño A, para Bogotá Distrito Capital A, es igual a 0.18 g"

De acuerdo a lo anterior, se buscó el mapa de Zonas Geotécnicas definidas para la ciudad de Bogotá, presentado en la 31, donde se observa que las zonas que abarcan la zona de estudio son Cerros A, Cerros B y Depósitos de Ladera. Según la Tabla 3 del decreto mencionado, los valores de aceleración son 0.18g para las zonas Cerros y 0.22g para el depósito de Ladera. Dado el conocimiento del comportamiento activo del deslizamiento, se adoptará el Ax=0.18g.

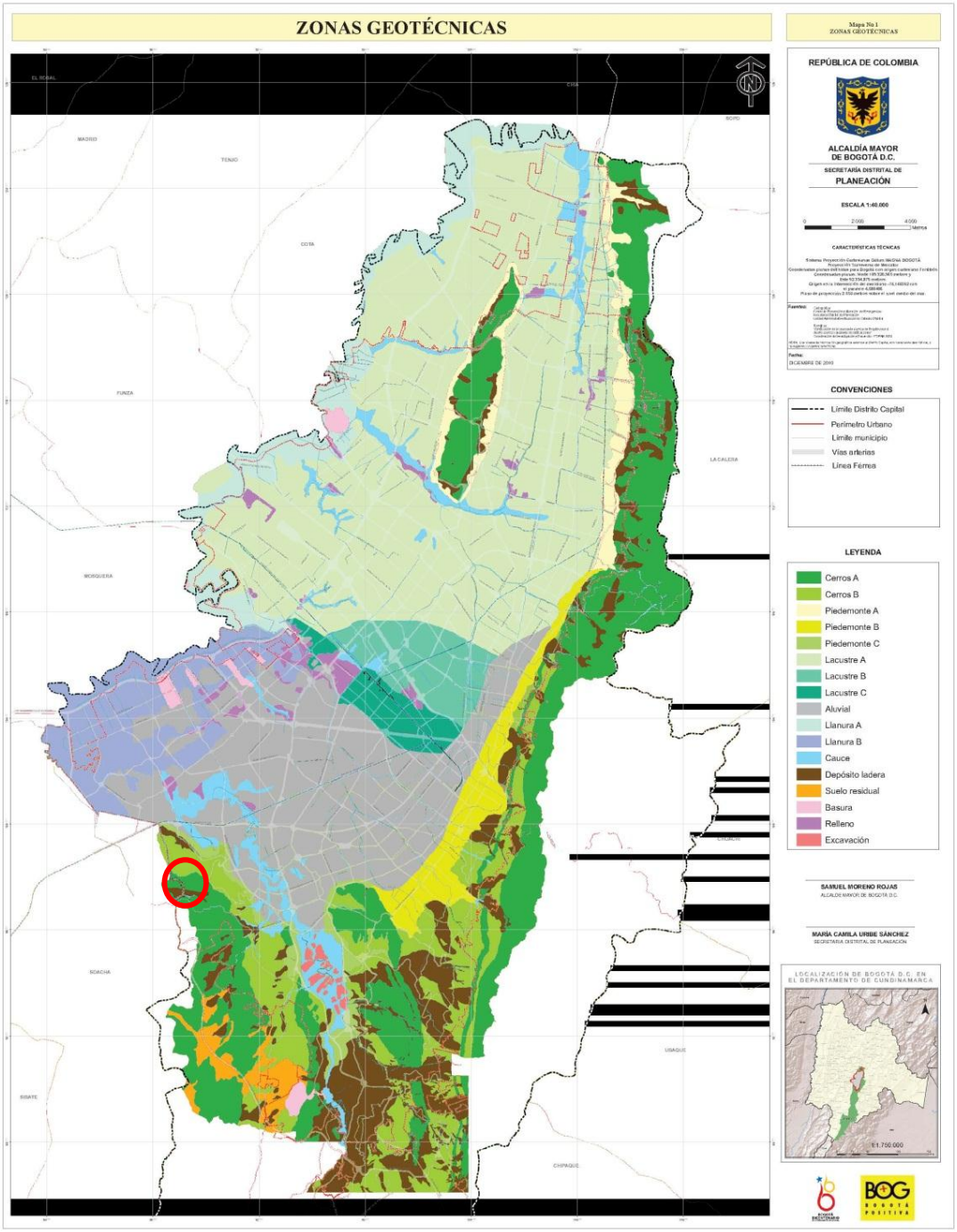


Figura 154. Zonas Geotécnicas. Decreto Distrital 523/2010

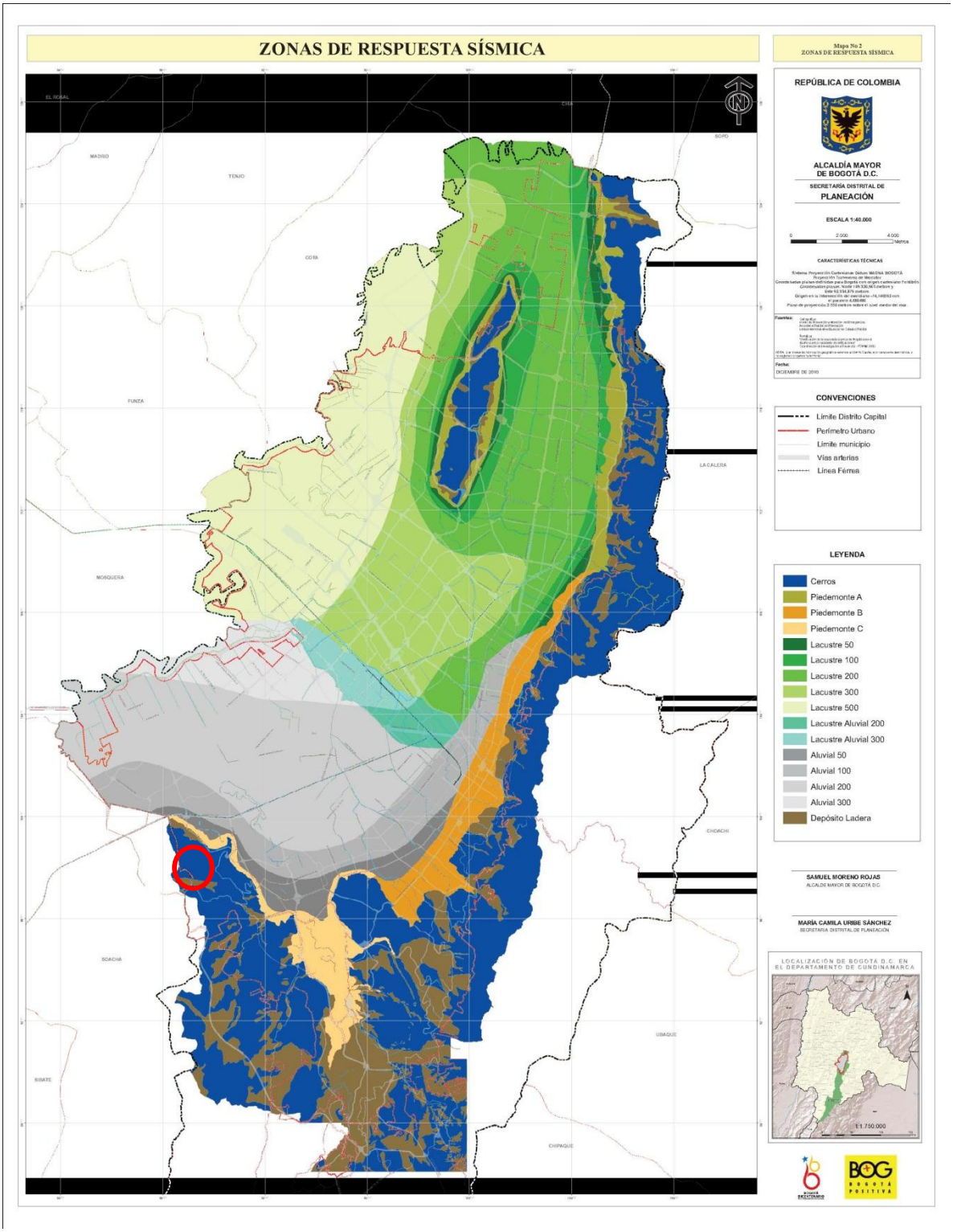


Figura 155. Zonas de respuesta sísmica. Decreto Distrital 523/2010

El software para realizar los análisis se será el programa SLIDE v5.0, desarrollado por la firma Rocscience. Estos análisis se realizan para la condición actual del terreno, sin ningún tipo de estructura de contención. Básicamente, se pretende modelar el comportamiento del talud, al verse sometido a un ascenso importante del nivel freático y un sismo.

En el presente informe no se presenta el análisis de estabilidad del sector Altos de la Estancia, teniendo en cuenta que para realizar este análisis, la consultoría debe contar con la topografía actualizada, y que de acuerdo a los aspectos técnicos y el cronograma establecido allí, la topografía se acabaría en la semana 6 del presente contrato. Es por esta razón en el mes 1, el análisis de estabilidad no puede ser realizado.

8. SISTEMA DE ALERTA

Para el sistema de alerta se tomó como base la metodología establecida en el informe de consultoría No 755 de 2009 de acuerdo a la presentada por IGR 2004. Esta metodología, plantea generar un índice de alerta, haciendo uso de la instrumentación instalada en el sector, puntos de control, Inclinómetros, piezómetros y el monitoreo estructural de los predios definidos por el FOPAE.

$$IA = Plan*FPP + Alt*FPA + Piez*FPZ + Inc*FPI + Viv*FPV + Prec*FPP$$

IA: Índice de alerta en la unidad considerada (adimensional)
Plan: Calificación promedio de la planimetría en la unidad considerada (adimensional)
Alt: Calificación promedio de la altimetría en la unidad considerada (adimensional)
Piez: Calificación promedio de los piezómetros en la unidad considerada (adimensional)
Inc: Calificación promedio de los Inclinómetros en la unidad considerada (adimensional)
Viv: Calificación promedio de las viviendas en la unidad considerada (adimensional)
FPP: Factor de ponderación de planimetría (adimensional)
FPA: Factor de ponderación de altimetría (adimensional)
FPZ: Factor de ponderación de piezómetros (adimensional)
FPI: Factor de ponderación de Inclinómetros (adimensional)
FPV: Factor de ponderación de viviendas (adimensional)

La asignación de los factores de ponderación a los diferentes elementos de monitoreo obedece a la confiabilidad de sus resultados, a la representatividad de ellos observada a lo largo del proyecto y a su periodicidad; la sumatoria es igual a la unidad. Para la aplicación de la ecuación se consideran los siguientes procedimientos:

a) Definición de la variable evaluada y de sus unidades evaluadas en cada tipo de control:

Tabla 66. Variables evaluadas según el tipo de control

Control	Variable por avaluar	Unidad
Planimetría	Tasa de desplazamiento horizontal	cm/día
Altimetría	Tasa de cambio de nivel (hundimiento o levantamiento)	mm/día
Piezómetros	Tasa de cambio de nivel	m/semana
Inclinómetros	Tasa de desplazamiento	mm/mes
Viviendas	Índice de daño	Adimensional

Dentro de las variables que se han considerado para la evaluación del índice de alerta solamente se han contemplado las controladas dentro del presente estudio de monitoreo: desplazamientos

horizontales y verticales en mojones de control e instrumentos instalados, tasas de desplazamiento medidas para los Inclinómetros, tasas de cambios de nivel en piezómetros e índices de daño en viviendas.

b) Realización de análisis de frecuencia para cada tipo de control y obtención de categorías de acuerdo con el comportamiento de la variable respectiva.

c) Asignación de elementos de monitoreo a cada unidad de estudio.

d) Evaluación de la variable de cada tipo de control en todos los elementos de una unidad de terreno.

e) Calificación de los valores reportados en cada elemento y variable según las categorías establecidas en el análisis de frecuencia respectivo.

f) Cálculo del promedio de las calificaciones por unidad de estudio y por tipo de control, es decir, Plan, Alt, Piez, Inc, y Viv, presentados en la tabla anterior.

g) Obtención de IA por cada unidad de terreno.

h) Categorización de IA previa elaboración del análisis de frecuencia respectivo.

Tabla 67. Características de los elementos de monitoreo e intervalos para definición de categorías, modificado de IGR, 2004

Elemento	Factor de ponderación	Baja	Media	Alta	Crítica	Categoría
		1	2	3	4	Calificación
Planimetría	0.25	<0.25	0.25-0.50	0.50-0.75	>0.75	
Altimetría	0.10	<0.25	0.25-0.50	0.50-0.75	>0.75	
Piezómetros	0.10	<0.50	0.50-1.00	1.00-2.00	>2.00	
Inclinómetros	0.25	<37.5	37.5-50.0	50.0-87.5	>87.5	
Viviendas	0.30	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	>4.0	
IA	-	<2.0	2.0-2.7	2.7-3.3	>3.3	
Grado de alerta	-	Verde	Amarilla	Naranja	Roja	

Según esta metodología las zonas inestables en las que no hay viviendas o éstas no han sido reubicadas aún, el promedio de calificaciones se asume como 4 o crítico. En ausencia de otros elementos de control y en consecuencia de sus valores, calificaciones y promedio, se asume el promedio de las viviendas como representativo para el IR de la zona.

Así mismo se plantea que para las zonas en que han ocurrido deslizamientos y en que se ha producido evacuación de viviendas, fase I y Fase II, se toman los rangos presentados antes. En el caso de las zonas en que se encuentran las viviendas que se están monitoreando, Fase III, se ha decidido cambiar los valores límite para cada categoría y así establecer de manera más precisa los umbrales representativos de los índices de Alerta.

Tabla 68. Características de los elementos de monitoreo e intervalos para definición de categorías, modificado de IGR, 2004 para la Fase III.

Elemento	Factor de ponderación	Baja	Media	Alta	Crítica	Categoría
		1	2	3	4	Calificación
Planimetría	0.25	<0.10	0.10-0.20	0.20-0.40	>0.40	
Altimetría	0.10	<0.10	0.10-0.20	0.20-0.40	>0.40	
Piezómetros	0.10	<0.20	0.20-0.40	0.40-0.80	>0.80	
Inclinómetros	0.25	<10.0	10.0-20.0	20.0-40.0	>40.0	
Viviendas	0.30	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	>4.0	
IA	-	<2.0	2.0-2.7	2.7-3.3	>3.3	
Grado de alerta	-	Verde	Amarilla	Naranja	Roja	

En la metodología adoptada se contó con una zonificación de unidades básicas realizada por IGR, 2004, la cual se presenta a continuación. De acuerdo a estas unidades básicas y el análisis de la instrumentación instalada en cada una de ellas, se definirá un nivel de alerta.

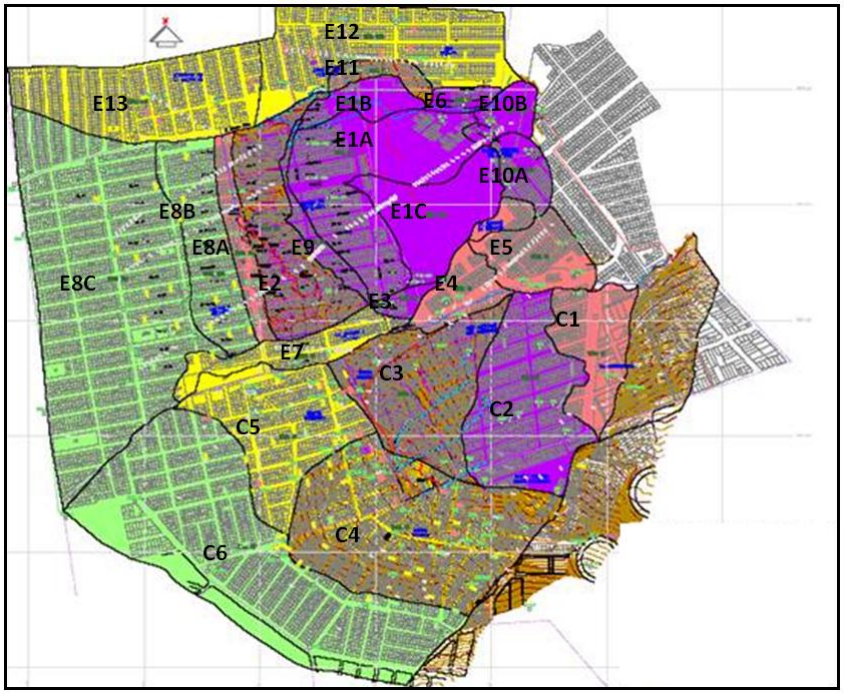


Figura 156. Unidades Básicas para la evaluación de alerta.

Tabla 69. Descripción de unidades básicas definidas para La Carbonera IGR, 2004

Zona	Características
C1	Definida por el límite superior de las explotaciones para materiales de construcción. Esta zona fue totalmente variada en su configuración morfológica y constituye la zona más variada de la ladera.
C2	Definida por un movimiento retrogresivo probablemente traslacional de suelos residuales y coluviales que se identificó con evidencias morfodinámicas fuertes en las fotografías aéreas de 1977. Es importante anotar que ya en 1952 esta microzona presentaba evidencias de inestabilidad por procesos de remoción en masa en la parte alta y que se encontraba afectada por procesos de erosión hídrica superficial concentrada (carcavamiento)
C3	Definida por un movimiento retrogresivo de suelos residuales y coluviales definido por evidencias morfodinámicas fuertes en las fotografías de 2002 y por la información recogida en campo. Antes de la intervención urbana mostraba carcavamiento (1952)
C4	Definida por la cicatriz de un movimiento probablemente muy antiguo, que presenta evidencias morfodinámicas fuertes en las fotografías aéreas de 1952 año en el cual la ladera se encontraba desprovista de retículas urbanas y no había sido afectada por procesos de extracción de materiales. Para este año también se encontraba afectada por carcavamiento. La fotografía aérea de 1977 muestra para esta microzona la posibilidad de agrietamientos (evidencias morfodinámicas débiles) que en caso de existir estarían relacionadas con el alivio de esfuerzos debidos a deslizamientos ubicados ladera abajo (en la microzona C2).
C5	Área sin evidencias concluyentes de inestabilidad. La fotografía aérea de 1952 muestra evidencias morfodinámicas débiles aproximadamente coincidentes en su altimetría con la corona del deslizamiento antiguo que delimita la zona C4.
C6	Área sin evidencias antiguas ni recientes de inestabilidad. Constituye la parte más alta de la Ladera Carbonera.

Tabla 700. Descripción de unidades básicas definidas para El Espino IGR, 2004

Zona		Características
E1A	Deslizamiento del Espino y Cerro del Diamante	*Suelo y roca desplazados.* Corresponde al movimiento principal de la zona de estudio, es de carácter traslacional retrogresivo e involucra aproximadamente 1'760.000 m^3 de areniscas muy fracturadas con intercalaciones de arcillolitas, y algunos suelos residuales que sobreyacen. Presenta un escarpe de 450 m de longitud y altura entre 8 y 10 m. Su desplazamiento horizontal ha sido de 20 a 30 m entre mayo de 2002 y marzo de 2003 (Zona 1A). Se han presentado levantamientos del orden de 7 a 8 m en el sector sur del Barrio San Rafael, al costado occidental del paradero de buses se presentan levantamientos del terreno aproximadamente 2 m.
E1B		*Levantamiento de suelo y roca.* El movimiento ha registrado velocidades de entre 2 y 14 cm/día para el periodo mayo 2002-marzo 2003, reportando mayores velocidades arriba del escarpe de la Cantera Santa Rita, y las menores en la parte sur del escarpe principal. La dirección del movimiento varía entre 30 y 40° NE.
E1C		*Roca fracturada desplazada.* Este deslizamiento afectó 12 manzanas de los barrios Cerro El Diamante y El Espino Sector I, así como el sector sur del Barrio San Rafael y El Rodeo. Por las características del movimiento, este representa una amenaza muy alta para cualquier construcción ubicada dentro del fenómeno.
E2	Bloque desplazado detrás del	Movimiento de carácter traslacional que involucra areniscas fracturadas con

	escarpe principal	intercalaciones de arcillolitas, producto de la regresión del deslizamiento principal y de la intervención antrópica. La grieta del bloque fallado se encuentra aproximadamente a 100 m ladera arriba del escarpe principal y ha registrado desplazamientos desde 4 hasta 32 cm en el periodo de julio de 2002 a marzo de 2003, con tasas de movimiento entre 0.02 y 0.14 cm/día. La dirección del movimiento está entre 30 y 40° NE. Este movimiento afectó las viviendas, así como la infraestructura vial y las redes de acueducto y aguas servidas. Por las características del movimiento, este representa una amenaza muy alta para cualquier construcción ubicada dentro del fenómeno.
E3	Deslizamiento quebrada Santo Domingo	Este movimiento se encuentra en el costado sur del deslizamiento El Espino. El desplazamiento va en dirección occidente-oriente, sobre la vertiente de la quebrada Santo Domingo. Este deslizamiento ejerce presión sobre el flujo de detritos antiguo y ahora activado. Presentó una tasa de movimiento de 11 mm/día para el periodo Abril 2002-Marzo 2003. Representa una amenaza muy alta para cualquier construcción ubicada dentro de la zona.
E4	Flujo de detritos Quebrada Santo Domingo	Ocurren típicamente al suroriente de la zona, sobre la margen izquierda de la Quebrada Santo Domingo. Se diferenciaron dos tipos de flujos: - Flujo antiguo reactivado posiblemente como consecuencia del empuje del deslizamiento de los materiales de la zona 3 y de otros fenómenos ubicados en la margen derecha de la Quebrada Santo Domingo-Deslizamiento de La Carbonera. Su extensión, no supera los 200 m de largo y 100 m de ancho y en su parte e inferior el espesor del material no sobrepasa los 8m. Presentó una tasa de movimiento de 0.4 mm/día para el periodo Diciembre 2002-Marzo 2003. - Flujo activo de pequeñas dimensiones: 100 m de longitud, y aproximadamente 3 m de espesor. Se ubica al nororiente del anterior. Su forma es estrecha y alargada. Presentó una tasa de desplazamiento de 0.1 mm/día para el periodo Diciembre 2002-Marzo 2003. Su desplazamiento está ejerciendo presión sobre antiguas viviendas que ya han sido demolidas, y representa una amenaza muy alta para las casas de los alrededores. Estos flujos representan una amenaza muy alta para cualquier construcción en la zona.
E5	Caída de rocas del Espino Sector III	En el sureste del área de estudio se encuentra una zona que presenta caídas de bloques de roca provenientes del material fracturado que está sometido a empujes del deslizamiento de La Carbonera y del flujo de detritos arriba del área. Representa una amenaza muy alta para cualquier construcción ubicada dentro de este sector.
E6	Escarpe y depósitos de taludes	En esta zona se desarrollan taludes o depósitos de talud a partir del desprendimiento por gravedad de rocas, cuyos materiales se depositan en el cambio de pendiente. Estos materiales representan gran amenaza por su ubicación debajo de las zonas escarpadas además de ser muy inestables ya que han empezado a sufrir el efecto de la presión y empuje de los materiales del deslizamiento de El Espino por lo cual se están deformando.
E7	Parte alta Quebrada Santo Domingo	Comprende la zona desde los escarpes de roca, ladera arriba de la Quebrada Santo Domingo hasta la zona del flujo antiguo depositado en la margen izquierda de la quebrada. En la actualidad no tienen mayores problemas por movimientos de remoción en masa sin embargo la estabilidad de laderas

		vecinas –El Espino y Carbonera- pueden llegar a afectar su estabilidad.
E8A	Ladera arriba Deslizamiento El Espino y Cerro del Diamante – Escenario de amenaza por sismo	*Efecto sísmico de 0.05 g de aceleración horizontal.* Esta zona puede inestabilizarse presentando un movimiento de carácter traslacional. De no tomarse medidas que estabilicen el movimiento principal cualquier construcción ubicada dentro de la zona puede verse gravemente afectada.
E8B		*Efecto sísmico de 0.15 g de aceleración horizontal.* Este sector junto con la zona 8A puede inestabilizarse presentando un movimiento de carácter traslacional. De no tomarse medidas que estabilicen el movimiento principal cualquier construcción ubicada dentro de la zona puede verse gravemente afectada.
E8C		*Efecto sísmico de 0.24 g de aceleración horizontal.* Este sector junto con las zonas 8A y 8B puede inestabilizarse presentando un movimiento de carácter traslacional. De no tomarse medidas que estabilicen el movimiento principal cualquier construcción ubicada dentro de la zona puede verse gravemente afectada.
E9	Ladera arriba Deslizamiento El Espino y Cerro del Diamante escenario de amenaza por intervención antrópica	Esta zona puede inestabilizarse presentando un movimiento de carácter traslacional considerando una intervención antrópica que provoque la infiltración de aguas y alteración de las propiedades de los materiales del subsuelo. De no tomarse medidas que estabilicen el movimiento principal cualquier construcción ubicada dentro de la zona puede verse gravemente afectada.
E10A	Ladera abajo Deslizamiento El Espino y Cerro del Diamante escenario de amenaza por avance del movimiento	*Zona de avance del movimiento de la zona 1C.* Este movimiento podría afectar en gran parte a la zona destinada al parqueadero de los buses del sector. De no tomarse medidas que estabilicen el movimiento principal cualquier construcción ubicada dentro de la zona puede verse gravemente afectada.
E10B		*Zona de avance del movimiento de la zona 1A.* Este movimiento podría afectar el cauce de la Quebrada Santa Rita pudiendo represarla. De no tomarse medidas que estabilicen el movimiento principal cualquier construcción ubicada dentro de la zona puede verse gravemente afectada.
E11	Influencia en San Rafael	Este sector se puede ver afectado por caídas de rocas y agrietamiento del terreno debido al empuje del deslizamiento del Espino y Cerro del Diamante, por lo que la zona se encuentra en amenaza alta. Esta zona puede ampliarse si el monitoreo de la instrumentación instalada registra movimientos de consideración.
E12		Las rocas subyacentes buzan hacia el nororiente, posición favorable a la estabilidad. La zona no ha presentado agrietamientos y la secuencia rocosa en que predominan areniscas e intercalaciones de areniscas lodosas y arcillolitas fisibles correspondientes a la Formación Guaduas no presenta aperturas anómalas de diaclasas. La posibilidad de inestabilización disminuye hacia al norte.

E13		Morfológicamente corresponde a un lomo con dirección aproximada E-W, con laderas que buzan hacia el sur (cuya base corresponde a la Quebrada Santa Rita) y hacia el norte fuera del área de estudio. La ladera norte fue afectada por pequeñas canteras que pueden se r un factor que disminuya la resistencia del macizo rocoso como contrafuerte. La zona no ha presentado agrietamientos y la secuencia rocosa en que predominan areniscas bien cementadas dispuestas en bancos correspondientes a la Formación Guaduas no presenta aperturas anómalas de diaclasas. La posibilidad de inestabilización disminuye conforme avanza hacia el norte.

NOTA: IGR 2004 adoptó la zonificación de amenaza de Ingeominas de 2003, modificó las zonas E1B, E6, E8C y E11, y agregó E12 y E13

Para la presente campaña de monitoreo, el análisis de alerta temprana no se puede realizar, debido a las razones expuestas a continuación:

- La planimetría y altimetría obtenida a través del monitoreo topográfico, no es consistente con la información suministrada por la anterior consultoría.

- Las lecturas de los Inclinómetros se correlacionarán a partir de la segunda campaña de la presente consultoría. Esto es debido a que las mediciones se realizaron con diferentes torpedos.

- Teniendo en cuenta que para la campaña 1, la actividad del levantamiento topográfico no se encuentra terminada, no fue posible realizar el análisis de estabilidad para las secciones definidas.

No obstante, lo anterior, se está investigando metodologías recientes que permitan emitir alertas oportunas en el sector.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENRALES

De lo expuesto anteriormente se concluye:

- Para la campaña 1 de monitoreo, se complementó el sistema de monitoreo con la instalación de 28 mojones, 6 Inclinómetros – Piezómetros y 5 extensómetros. Así mismo se está adelantando el levantamiento topográfico del polígono declarado suelo de protección por riesgo del sector de Altos de la Estancia a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.5 metros.

- Se recomienda al FOPAE, que para futuros estudios de monitoreo, las perforaciones se realicen en diámetro HQ, ya que este sistema permite una mejor recuperación y adicionalmente, es màs fácil la instalación del inclinómetro.

- De acuerdo a los registro estratigráficos, se encontró que la perforación IP-01, presenta valores muy bajos del RQD (RQD<25%). lo cual indica el alto grado de fracturamiento del material, en el sector de San Rafael. El IP-02 ubicado en la parte alta del Espino (en límite entre Fase II y Fase III), presenta valores de RQD que fluctúan entre el 25% y 50%, que indica que el material no se encuentra tan afectado por los desplazamientos del terreno. En el caso del IP-03, se evidencia un alto grado de fracturamiento de la roca, lo cual se evidencia con los bajos a nulos valores de RQD. Referente al IP-04, la roca se encontró muy fracturada, los valores de RQD en su mayoría son cero, es importante monitorear este sector, teniendo en cuenta que este instrumento se encuentra ubicado en la Fase II de la parte alta del deslizamiento la carbonera. El IP 05, por otro lado, se encuentra ubicado en la parte baja del deslizamiento el espino, muy cerca de la zona levantada, se caracteriza por estar el material muy fracturado en los primeros seis metros y a partir de esta profundidad mejora el RQD (RQD>25%).Así mismo el IP-06 presenta un nivel de fracturamiento alto.

- Los resultados obtenidos en la primera campaña de control topográfico realizado por CI. AMBIENTAL no se pudieron comparar con la última campaña de la anterior consultoría, debido a que se presentaron algunas inconsistencias, las cuales se revisarán en la segunda campaña. Este error puede estar asociado al tipo de equipo utilizado para las lecturas. Como consecuencia de lo anterior no es posible establecer en este primer informe cambios y/o tendencias en los movimientos presentes en el sector.

- Para el análisis de los piezómetros monitoreados, se tuvo en cuenta las lecturas de la consultoría pasada, la campaña 1 de esta consultoría y el registro de lluvias presentadas

en el sector en los últimos tiempos. De acuerdo a esto, se evidencia que el ascenso en el nivel piezómetro, está relacionado en algunos sectores la lluvia registrada en la fecha correspondiente. Sin embargo en algunos piezómetros este nivel es constante en el tiempo y no corresponde a las lluvias registradas; teniendo en cuenta esto, los niveles registrados, pueden corresponder a niveles freáticos colgados, lo que evidencia un taponamiento en la tubería.

- Las lecturas de los Inclinómetros se correlacionarán a partir de la segunda campaña de la presente consultoría. Esto es debido a que las mediciones se realizaron con diferentes torpedos.

- En la Campaña Estructural, en la Inspección realizada a los 222 Predios en la Campaña 1, se Monitorearon 127 viviendas, no se encontró el propietario en 77, en 10 predios no se encontraba habitado, y en 8 no se permitió el monitoreo; luego del análisis de las condiciones de las viviendas monitoreadas se encuentra que 76 tienen índice de daño Bajo, 38 Medio y 3 Alto. Para las viviendas de daño alto se recomienda lo siguiente:

  - En la Manzana 27, predio 30 del Barrio Santa Viviana, presenta daños localizados en los muros de la habitación principal y fisuras en los muros del resto de la vivienda, además de presentar problemas en toda la placa de contrapiso atribuidos a asentamientos diferenciales, los daños de los muros pueden atribuirse a deficiencias constructivas, Aunque el daño no se ha generalizado en toda la vivienda, esta se considera con índice de daño (vulnerabilidad) alto, debido al daño que se concentra en la habitación principal. En este predio se recomienda, notificar al propietario de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad), realizar monitoreo riguroso, evaluar refuerzos para evitar deterioro progresivo y realizar reforzamiento en la habitación principal de la vivienda debido a que el daño se localiza en este sector y puede amenazar la habitabilidad en este espacio.

  - Teniendo en cuenta que el Predio 27 de la Manzana 1, ubicado en el Barrio Tres reyes presenta un índice de Daño IV con daños muy importantes que comprometen la estabilidad de la edificación; daños combinados de grietas y deformaciones, se recomienda, notificar al propietario de la calificación del índice de daño (vulnerabilidad), realizar un monitoreo riguroso, evaluar refuerzos y apuntalamientos, para evitar deterioro progresivo y realizar reforzamiento en la estructura, debido a que la edificación amenaza la habitabilidad.

  - En la Manzana 16, Predio 18ubicado en el barrio Mirador de la Estancia presenta hundimientos y por consiguiente grietas en muros y placa lo que se atribuye a

asentamientos del terreno, presentando un índice de daño (vulnerabilidad) alto. Aunque los daños no se han reflejado en los muros de cerramiento y el propietario manifestó intención de realizar reparaciones en la vivienda, se recomienda al FOPAE tomar las siguientes acciones: notificar al propietario de la calificación del índice de daño (Vulnerabilidad), realizar un monitoreo riguroso, evaluar refuerzos y apuntalamientos, para evitar deterioro progresivo y si el propietario va a realizar reparaciones en la vivienda, notificar que estas mejoras deben ser de índole estructural con el fin de realizar un reforzamiento y de mejorar el comportamiento de la estructura, debido a que la edificación amenaza la habitabilidad.

- Respecto al monitoreo de los procesos, esta información se complementará en las próximas campañas teniendo que se evidenciaron nuevos agrietamientos especialmente en el deslizamiento del Espino.

- Teniendo en cuenta los resultado obtenidos en la presente campaña de monitoreo, no es posible realizar un análisis integral que permita determinar el análisis general de los procesos de inestabilidad, modelo geotécnico, avance retrogresivo, correlación con los instrumentos y estructuras. Esta información se analizará y actualizará en el próximo informe de monitoreo.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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 ESTNACIA 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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