



SAN JUAN DE PASTO, JULIO DE 2023

Carrera 35 A No. 19-144 Palermo
Celular: 316 619 3255
fmafla@irhsa.com.co- info@irhsa.com.co
Pasto – Nariño - Colombia



TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES	14
1.1. DETERMINANTES URBANÍSTICAS	14
1.1.1. Lineamientos Generales.....	15
1.1.2. Lineamientos particulares para el Plan Parcial Altamira.	17
1.2. DELIMITACIÓN DEL PLAN PARCIAL ALTAMIRA.....	29
1.3. USO DEL SUELO DEL PLAN PARCIAL.....	33
2. ASPECTOS URBANÍSTICOS.....	37
2.1. INICIATIVA DEL PLAN PARCIAL Y PERTINENCIA.....	37
2.1.1. Predios involucrados	38
2.2. MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL PLAN PARCIAL, CONDICIONES DE PARTIDA Y CRITERIOS DE DISEÑO.....	38
2.2.1. Diagnóstico urbanístico.....	38
2.2.2. Objetivos y criterios que orientaron las determinaciones de planificación adoptadas en el plan.....	44
2.3. PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO-DEFINICIÓN Y PROPUESTA DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE ESPACIO PÚBLICO, VIAS Y EQUIPAMIENTOS.	45
2.3.1. Cargas y beneficios	49
2.3.2. Estrategia de gestión y financiación.....	68
2.3.3. Instrumentos legales aplicables para la financiación del plan.....	69
3. ASPECTOS AMBIENTALES.....	70
3.1. TOPOGRAFIA Y BASE CARTOGRAFICA DETALLADA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	70



3.1.1. Metodología.....	70
3.1.2. Resultados.....	72
3.1.3. Parámetros de calidad del dato geográfico.....	87
3.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA.....	89
3.2.1. Geología Local.....	89
3.2.2. Unidades Geológicas para ingeniería (UGI).....	92
3.2.3. Geología Estructural.....	95
3.2.4. Modelo geológico y geotécnico.....	95
3.2.5. Análisis por posibles Subsidiencias por Socavones.....	95
3.2.6. Geomorfología a nivel de elementos geomorfológicos.....	97
3.2.7. Geomorfología aplicada a movimientos en masa.....	97
3.2.8. Inventario de procesos morfodinámicos.....	102
3.2.9. Análisis de Pendientes.....	102
3.2.10. Procesos Erosivos.....	104
3.2.11. Zonificación de la aptitud geológica para el uso y ocupación del suelo	106
3.3. CLIMATÓLOGIA.....	106
3.3.1. Estaciones climatológicas para la obtención de datos.....	107
3.4. HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.....	108
3.4.1. Zonificación Hidrológica del área.....	108



3.4.2. Hidrología superficial (Modelo lluvia – Escorrentia)	116
3.4.3. Caraterización morfométrica del área de drenaje	124
3.4.4. Levantamiento topobatimétrico	125
3.4.5. Análisis del comportamiento del nivel freático	125
3.5. FLORA Y FAUNA	127
3.5.1. Caracterización de Flora	127
3.5.2. Caracterización de Fauna.....	146
3.6. USO Y COBERTURA DEL SUELO.....	149
3.6.1. Cobertura del suelo	149
3.6.2. Capacidad uso del suelo (Clasificación agrológica)	153
3.6.3. Conflictos de uso del suelo	155
3.7. ESTRUCTURA ECOLÓGICA MUNICIPAL.....	163
3.8. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS	167
3.8.1. Estado actual de la prestación de los servicios públicos.....	167
3.8.2. Lineamientos de los instrumentos de planificación	169
3.8.3. Factibilidad de extensión de cobertura y optimización de los servicios públicos	171
3.9. ESTUDIOS DE GESTIÓN DEL RIESGO	176
3.9.1. Movimientos en masa.....	176
3.9.2. Análisis de amenaza y riesgo por inundaciones y flujo torrencial (Geomorfología)	211



3.9.3. Análisis de amenaza y riesgo por amenaza volcánica	211
4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	214
5. BIBLIOGRAFÍA.....	225



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros Edificabilidad Tipo 5 para predios con tratamiento de desarrollo.	18
Tabla 2. Porcentaje de cesión para espacio público efectivo.....	21
Tabla 3. Aislamientos para edificación aislada.	24
Tabla 4. Predios integrantes del Plan Parcial Altamira.....	30
Tabla 5. Predios colindantes del Plan Parcial Altamira.....	31
Tabla 6. Predios involucrados del Plan Parcial Altamira.	38
Tabla 7. Afectaciones presentes en el Plan Parcial Altamira.	42
Tabla 8. Cantidades Cargas Locales y Cargas Generales Plan Parcial Altamira.....	51
Tabla 9. Cargas Urbanísticas Plan Parcial Altamira.....	52
Tabla 10. Resumen General de Áreas en m ² proceso de urbanización Plan Parcial Altamira.....	55
Tabla 11. Edificabilidad del Plan Parcial Altamira.	56
Tabla 12. Porcentaje Aportado por el predio integrante del Plan Parcial Altamira.....	57
Tabla 13. Distribución en m ² de la participación de cargas locales o urbanísticas y de las cargas generales para la Unidad de Gestión.....	58
Tabla 14. Costo de las obras obligatorias de urbanización del Plan Parcial Altamira.....	59
Tabla 15. Costos por Cargas Generales del Plan Parcial Altamira.	60
Tabla 16. Áreas construidas y vendibles por tipo de uso propuesto en m ²	61
Tabla 17. Valores estimados de venta por m ²	62
Tabla 18. Valores proyectados por Ventas de Productos Inmobiliarios.....	62
Tabla 19. Valor por m ² de Costos Directos de Construcción.....	63
	6



Tabla 20. Costos Directos de Construcción de productos inmobiliarios.	63
Tabla 21. Parámetros para cálculo de Costos Indirectos de Construcción.....	64
Tabla 22. Costos Indirectos de Construcción.	64
Tabla 23. Balance del Plan Parcial y el cálculo del valor residual del suelo.	65
Tabla 24. Reparto de cargas y beneficios Plan Parcial Altamira.	67
Tabla 25. Valor Total del Plan Parcial Altamira.....	68
Tabla 26. Relación de información gestionada.....	73
Tabla 27. Parámetros sistema de referencia espacial.....	74
Tabla 28. Capas cartografía base.....	76
Tabla 29. Construcciones.	78
Tabla 30. Limite vial aproximado.....	78
Tabla 31. Vías.....	78
Tabla 32. Red de alta tensión.....	79
Tabla 33. Curvas de nivel.....	79
Tabla 34. Toponimia.....	79
Tabla 35. Reglas de topología.....	80
Tabla 36. Unidades Geológicas para Ingeniería del Plan Parcial Altamira.....	92
Tabla 37. Elementos Geomorfológicos del Plan Parcial Altamira	99
Tabla 38. Pendientes del Plan Parcial Altamira.....	104
Tabla 39. Características estación Obouco.....	107
Tabla 40. Zonificación Hidrográfica del área de estudio	108
Tabla 41. Calificación ICA.....	114
Tabla 42. ICA año lluvioso Juanambú – Metodología IDEAM	114
Tabla 43. Coeficientes para diferentes tiempos de retorno, estación Obouco.	117
Tabla 44. Tiempos de concentración Predio Altamira.....	117
Tabla 45. Hietograma de Proyecto cuenca predio Altamira, Tiempo Retorno 100 años.....	118



Tabla 46. Parámetros de perdidas adoptados modelo de encharcamiento Altamira.....	120
Tabla 47. Rugosidad n de Manning overland Flow	121
Tabla 48. Parámetros de rugosidad adoptados modelo de encharcamiento Altamira.....	121
Tabla 49. Características principales de las áreas de drenaje en la zona de estudio.....	125
Tabla 50. Ficha N° 1 especies de flora identificadas	132
Tabla 51. Ficha N° 2 especies de flora identificadas	133
Tabla 52. Ficha N° 3 especies de flora identificadas	134
Tabla 53. Ficha N° 4 especies de flora identificadas	135
Tabla 54. Ficha N° 5 especies de flora identificadas	136
Tabla 55. Ficha N° 6 especies de flora identificadas	137
Tabla 56. Ficha N° 7 especies de flora identificadas	138
Tabla 57. Ficha N° 8 especies de flora identificadas	139
Tabla 58. Parcela N° 1	141
Tabla 59. Parcela N° 2.....	142
Tabla 60. Parcela N° 3.....	142
Tabla 61. Caracterización florística predio Altamira.....	143
Tabla 62. Avifauna presenta en las zonas intervenidas de la cuenca del Río Mijitayo	146
Tabla 63. Coberturas del suelo Predio Altamira.....	150
Tabla 64. Conflictos de uso del suelo en el área de estudio con respecto a la capacidad agrológica	159
Tabla 65. Conflictos de uso del suelo en el área de estudio con respecto a la amenaza por movimiento en masa	163
Tabla 66. Clasificación métodos bidimensionales.....	180
Tabla 67. Categorías de Factores de seguridad.	187
	8



Tabla 68. Parámetros sísmicos Nsr-10 para Plan Parcial Altamira.....	188
Tabla 69. Parámetros sísmicos Nsr-10 para Lote Altamira.....	195
Tabla 70. Ubicación de los Sondeos de Exploración.	196
Tabla 71. Parámetros para el sondeo 1.	199
Tabla 72. Factores de seguridad para Topografía inicial.....	205
Tabla 73. Factores de seguridad para perfil estabilizado.	207
Tabla 74. Entidades supervisoras.....	224



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización y Ubicación Plan Parcial Altamira.....	32
Figura 2. Predios colindantes del Plan Parcial Altamira.....	34
Figura 3. Usos de Suelo actuales Polígono Plan Parcial Altamira.....	35
Figura 4. Base topográfica Polígono Plan Parcial Altamira.....	43
Figura 5. Planteamiento urbanístico para el Plan Parcial Altamira.....	46
Figura 6. Planteamiento urbanístico usos de suelo propuestos para el Plan Parcial Altamira.....	47
Figura 7. Planteamiento urbanístico modelo morfológico de alturas propuesto para el Plan Parcial Altamira.....	48
Figura 8. Perfil vial local tipo del Plan Parcial Altamira.....	53
Figura 9. Esquema metodológico.....	71
Figura 10. Esquema Geodatabase.....	77
Figura 11. Estructura GDB del componente cartográfico del Plan Parcial Altamira.....	84
Figura 12. Capas cartográficas base.....	85
Figura 13. Capas cartográficas de estructura ecológica.....	85
Figura 14. Capas cartográficas de riesgos naturales.....	86
Figura 15. Capas cartográficas de funcionalidad.....	86
Figura 16. Capas cartográficas de propuestas.....	87
Figura 17. Geología escala 1:100.000.....	90
Figura 18. Geología del Complejo Volcánico Galeras.....	91
Figura 19. Depósito de caída de ceniza fina obtenido en un sondeo geotécnico.....	93
Figura 20. Mapa de Unidades Geológicas para Ingeniería del Plan Parcial Altamira.....	94
	10



Figura 21. Mapa de eventos de minería y subsidencia en el área.	96
Figura 22. Unidades geomorfológicas del municipio de Pasto.	98
Figura 23. Distribución de las geofomas denudacionales en el área de estudio.....	101
Figura 24. Mapa de Elementos Geomorfológicos.....	103
Figura 25. Mapa de pendientes del Plan Parcial Altamira.....	105
Figura 26. Curvas IDF de la estación Obonuco	107
Figura 27. Mapa Zonificación Hidrográfica	109
Figura 28. Hietograma de Proyecto Cuenca predio Altamira, TR 100 años.....	118
Figura 29. Mapa de profundidad acumulación flujos por encharcamiento predio Altamira	122
Figura 30. Mapa de velocidad de acumulación flujos por encharcamiento predio Altamira	123
Figura 31. Ubicación del predio respecto a la Microcuenca Mijitayo.....	125
Figura 32. Especies predominantes	144
Figura 33. Mapa de cobertura del suelo área de estudio.....	152
Figura 34. Mapa clases agrologicas del área de estudio.....	156
Figura 35. Mapa de conflicto de uso de suelo con respecto a la capacidad agrológica	160
Figura 36. Mapa de conflicto de uso de suelo con respecto a la amenaza por movimientos en masa.....	164
Figura 37. Elementos de la EEM que limitan con el plan parcial Altamira.....	166
Figura 38. Proyección de redes de acueducto y alcantarillado	174
Figura 39. Estudios de Amenaza por movimientos en masa PP Altamira	176
Figura 40. Modelamiento Determinístico para la Amenaza Detallada de Movimientos en Masa.....	178
Figura 41. Perfil de factor de seguridad. A) Escenario Seco sin sismo. B) Escenario Seco con Sismo. C) Escenario Normal sin sismo. D) Escenario	



Normal con sismo. E) Escenario Saturado sin sismo. F) Escenario saturado con sismo.	182
Figura 42. Método de selección de Kriging.....	183
Figura 43. Semivariograma de Kriging del escenario Saturado con Sismo	184
Figura 44. Validación de los datos obtenidos de Factor de seguridad para el escenario Saturado con sismo.	186
Figura 45. Mapa final de amenaza por movimientos en masa.	190
Figura 46. Riesgo por movimientos en masa.	193
Figura 47. Exploración subsuelo.....	197
Figura 48. Perfil estratigráfico del Sondeo 1	198
Figura 49. Profundidad de los Niveles Freáticos en el área de estudio.....	200
Figura 50. Predio Altamira.	202
Figura 51. Estabilidad global estado estática – Topografía inicial Slide.....	204
Figura 52. Estabilidad Global estado pseudoestática - Slide.....	204
Figura 53. Materiales en el predio Altamira modelados con Software Slide.....	205
Figura 54. Estabilidad global estado estática-Topografía inicial Slide	206
Figura 55. Estabilidad global pseudoestática-Perfil Estabilizada Slide.....	206
Figura 56. Dimensionamiento topografía inicial de la medida de mitigación.	207
Figura 57. Dimensionamiento de Talud escalonado de obra de mitigación.	208
Figura 58. Mapa de amenaza por inundación a escala 1:25000.....	212
Figura 59. Amenaza por vulcanismo del volcán Galeras.	213



INTRODUCCIÓN

El Plan Parcial Altamira hace parte del suelo de expansión urbana del Municipio de Pasto, el cual es definido por el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto 2015-2027 “Pasto Territorio Con-Sentido”, adoptado por el Municipio mediante el Acuerdo número 004 del 14 de Abril de 2015, en su Artículo 43, como la porción del territorio municipal que se habilitará para el desarrollo de usos urbanos durante la vigencia del Plan de Ordenamiento Territorial, de conformidad con las previsiones específicas sobre la materia.

Dentro del Acuerdo número 004 de 2015, se identifica como una de las zonas de expansión urbana la Zona Sur-Occidental de la ciudad de San Juan de Pasto, sector Altamira, la cual deberá ser desarrollada mediante la implementación del instrumento de planificación urbana denominado Plan Parcial; el objetivo del Plan Parcial de Expansión Altamira, es integrar al desarrollo urbano suelo para vivienda y espacio público en un área conectada con la ciudad. Para tal fin está previsto por el Acuerdo número 004 de 2015, que esta área de expansión puede ser desarrollada mediante un plan parcial.

La formulación del Plan Parcial de Altamira, responde a la condición de estar en un área de borde que no esta sujeta a riesgos, está localizada en el sector aledaño a al equipamiento recreativo U.D.R.A. Unidad Deportiva Recreativa y Ambiental, lo cual le permite consolidar el borde urbano, la centralidad municipal Mijitayo y articularse al sistema vial a través de la carrera 22 sur y Avenida Mijitayo, conectándose fluidamente al centro de la ciudad desde el sector occidental.



1. GENERALIDADES

De acuerdo con el Decreto 1077 (2015), los planes parciales son instrumentos mediante los cuales se desarrollan y complementan las disposiciones de los planes de ordenamiento territorial, para áreas determinadas del suelo urbano y para las áreas incluidas en el suelo de expansión urbana, el objetivo de los planes parciales es establecer el aprovechamiento de los espacios privados, con la asignación de sus usos específicos, intensidades de uso y edificabilidad, así como las obligaciones de cesión y construcción y dotación de equipamientos, espacios y servicios públicos, que permitirán la ejecución asociada de los proyectos específicos de urbanización y construcción de los terrenos incluidos en su ámbito de planificación.

Los planes parciales permiten el desarrollo de zonas de expansión urbana, mediante la planificación y optimización de los sistemas urbanos, enmarcados dentro de la normativa nacional y el modelo de ciudad sostenible, planteado por el Plan de Ordenamiento Territorial de Pasto 2015 – 2027. En ese sentido el Plan Parcial Altamira sigue los planteamientos definidos por el POT Pasto 2015-2027, mediante la implementación de acciones y lineamientos urbanísticos, ambientales y de gestión del riesgo, que permiten consolidar el modelo de ciudad, con un enfoque de planificación y de gestión urbana sostenibles.

1.1. DETERMINANTES URBANÍSTICAS

Para la formulación del Plan Parcial Altamira, se aplican las determinantes urbanísticas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial de Pasto 2015-



2027, en el cual se define los lineamientos a tener en cuenta en la formulación de planes parciales de expansión, puntualmente se define las determinantes para la formulación del Plan Parcial de Expansión Altamira.

1.1.1. Lineamientos Generales

El POT Pasto 2015-2027, define mediante el Artículo 351. *Lineamientos generales para la formulación de los planes parciales de expansión.* El cual determina: *Los procesos de formulación y adopción de Planes Parciales para las zonas identificadas de expansión, que deberán incluir además de las determinantes establecidas en la normatividad nacional, el desarrollo de los siguientes lineamientos:*

- **Plan Parcial de Expansión Altamira:** Incorporación de vivienda y Espacio público urbano.
- **Objetivo:** Integrar al desarrollo urbano suelo para vivienda y espacio público en un área conectada con la ciudad.
- **Espacio Público.** Generación de parques a través de las cesiones in situ de espacio público.
- **Movilidad.** Proyección de la infraestructura vial de conformidad con lo establecido en el plano No. EFS14 y en concordancia con el modelo de ordenamiento de la malla vial adoptada por el presente Plan, la cual se fundamenta en el esquema de supermanzana.
- **Tipos edificatorios:** Proyección de diferentes tipos edificatorios.
- **Edificabilidad:** El plan Parcial en el modelo de cargas y beneficios definirá las áreas objeto de reparto y las cargas adicionales para el alcance de las expectativas del plan. Los lineamientos para la edificabilidad del modelo



de cargas y beneficios se enmarcan en lo establecido para la edificabilidad N°5.

- **Infraestructura:** La formulación del Plan Parcial deberá incluir los elementos que permitan el manejo sostenible de las aguas servidas y garanticen la no contaminación de fuentes hídricas.

Además de los lineamientos antes mencionados, se debe tener en cuenta como determinantes urbanísticas en la formulación del Plan Parcial Altamira, el Artículo 258 Características de las cesiones para actuaciones de urbanización en edificabilidad 4, 5 y 6 en suelo urbano, el cual determina: Las cesiones destinadas a parques, vías y equipamientos en actuaciones de urbanización en edificabilidades 4, 5 y 6 en suelo urbano deberán cumplir con las siguientes características:

-Las áreas de cesión de espacio público efectivo deberán entregarse en un solo globo de terreno. Se entiende por un solo globo de terreno la cesión de áreas que no se encuentran interrumpidas por otras con destinación diferente tales como vías, equipamientos, polideportivos, entre otros.

-El área mínima del espacio público efectivo a ceder en un solo globo de terreno será de 700 metros cuadrados en licencia de urbanización para la edificabilidad tipo 6 y 4 y de 2000 metros cuadros en planes parciales de desarrollo.

-La totalidad del área a ceder deberá tener acceso desde vía pública.



-Las áreas de cesión deberán quedar totalmente construidas, adecuadas, empedradas y dotadas de mobiliario, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo IV "Sistema de Espacio Público" del Título IV "Estructura Funcional y de Servicios", sobre lineamientos para el diseño y construcción del espacio público de la red municipal de parques y las reglamentaciones específicas que realice la administración municipal.

-Los aislamientos, retrocesos y antejardines de las edificaciones no se constituyen en cargas urbanísticas y por tanto no podrán ser compensadas en dinero, ni canjeados por otros inmuebles.

-El diseño de vías en las actuaciones de urbanización deberá sustentarse técnicamente en el modelo de supermanzana descrito en el capítulo II "Sistema de Movilidad" del Título IV "Estructura Funcional y de Servicios".

-El suelo a ceder destinado a equipamientos deberá entregarse en un solo globo de terreno con acceso desde vía pública.

Además, se debe dar especial cumplimiento a los Artículos:

Artículo 259 Entrega material de las áreas de cesión.

Artículo 260 Entrega anticipada de cesiones.

Artículo 261 Áreas excluidas del cálculo de áreas de cesión.

1.1.2. Lineamientos particulares para el Plan Parcial Altamira.

1.1.2.1. Tratamiento urbanístico.

Para los predios objeto del presente Plan Parcial, el tratamiento urbanístico asignado es: Tratamiento de Desarrollo, el cual tiene como objetivo dotar a los



predios de la infraestructura de servicios públicos domiciliarios, vías locales, equipamientos y espacios públicos, habilitándolos para su edificación.

1.1.2.2. Edificabilidad.

La edificabilidad aplicable a los predios con tratamiento de desarrollo corresponde a la Edificabilidad Tipo 5, la cual está definida en el Artículo 221. Edificabilidad aplicable al tratamiento de desarrollo.

A continuación, se presenta la **Tabla 1**:

Tabla 1. Parámetros Edificabilidad Tipo 5 para predios con tratamiento de desarrollo.

EDIFICABILIDAD	ACTUACION URBANÍSTICA	TIPO EDIFICATORIO	CODIGO	ÍNDICE DE CONSTRUCCIÓN MÁXIMO	ÍNDICE DE OCUPACIÓN MÁXIMO	ALTURA	ALTURA MÁXIMA EN ZONAS RECEPTORAS DE DERECHOS DE CONSTRUCCIÓN	CARGA URBANÍSTICA	ÁREA MÍNIMA DE PREDIO (METROS CUADRADOS)	FRENTE MÍNIMO DE PREDIO (METROS)	CONDICIONANTES
TIPO 5	Urbanización y Construcción	Cualquier Tipo Edificatorio	-	Definidos en el plan parcial de conformidad con las densidades establecidas en el presente acuerdo	Aplicable al área útil después de la determinación de las áreas de cesión in situ.	En tipología adosada a definir en el plan parcial bajo los parámetros de las alturas establecidas para las edificabilidades 1 y 2. Para tipología aislada se aplican los rangos de altura de la edificabilidad tipo 3.		Cargas tipo 5	-	-	Cumplimiento de normas volumétricas

Fuente: (POT PASTO 2015-2027).

1.1.2.3. Alturas.

La altura aplicable para la formulación del Plan Parcial Altamira, se define por los parámetros aplicables a la edificabilidad Tipo 5, los cuales están contenidos en la **Tabla 1**; de tal manera el rango de altura elegido, es el determinado para la tipología aislada, de la Edificabilidad Tipo 3, el cual permite un rango de alturas



que va desde 11 a 15 pisos de altura, siempre y cuando el Tipo Edificatorio sea Aislado.

Se define por el POT PASTO 2015-2027, en el Artículo 264. Tipos edificatorios. Edificación aislada como: Edificaciones dispuestas en forma separada de los linderos. Esta tipología es elegida en el diseño urbanístico para la formulación del Plan Parcial Altamira.

La altura máxima aplicada al Plan Parcial Altamira es de 15.

1.1.2.4. Densidad.

La densidad aplicable para el Plan Parcial Altamira está determinada por el Artículo 225. *Densidades en áreas sujetas a aprobación de plan parcial de desarrollo para suelo urbano y de expansión.* Para la Zona de expansión Altamira, el POT Pasto 2015-2027, determino tener una densidad máxima de 43 viviendas por hectárea, la densidad se calcula sobre el área neta urbanizable. Sin embargo, de acuerdo al Parágrafo tercero, del Artículo 225, *Las densidades en planes parciales se podrán incrementar hasta un máximo de 350 viviendas por hectárea del área neta urbanizable como aprovechamiento adicional, siempre y cuando los propietarios participen en cargas generales.* De este modo, el Plan Parcial Altamira, toma la densidad máxima de 350 viviendas por hectárea, con el fin de acceder al mayor potencial edificable posible y lograr el equilibrio financiero del plan parcial.

1.1.2.5. Cargas Generales.

El POT Pasto 2015-2027 en su Capítulo 2, en el Artículo 215, define las Cargas Generales como: las áreas para la localización de la infraestructura para el sistema vial principal y de transporte, las redes primarias de servicios públicos y las áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos. Para



el caso particular del Plan Parcial Altamira, se considera como cargas generales las áreas para generar la Protección del canal de aguas de escorrentía, localizado en el sector occidental del área de estudio y colindante con la U.D.R.A. Unidad Deportiva Recreativa y Ambiental, por otro lado se considera como carga general la recuperación y configuración de la vía peatonal localizada en el sector oriental del área de estudio, en la parte posterior de las manzanas construidas sobre la calle 12 sur.

1.1.2.6. Cargas Urbanísticas.

En relación a cargas urbanísticas en suelo urbano y de expansión, el Capítulo 3 del POT Pasto 2015-2027, en su Artículo 252. Cargas urbanísticas. Las define como: *el conjunto de aportes urbanísticos a cargo de los propietarios del suelo, que se entregan en contraprestación de los beneficios otorgados en la asignación de edificabilidades, para el desarrollo de actuaciones urbanísticas de urbanización de inmuebles, edificación y parcelación, atendiendo al principio de reparto equitativo de cargas y beneficios. Las cargas urbanísticas pueden cumplirse a través de cesión de suelo, traslado o compensación.*

Para el caso particular del Plan Parcial Altamira la carga urbanística asignada es de tipo 5, como se puede evidenciar en la **Tabla 1**. Parámetros Edificabilidad Tipo 5 para predios con tratamiento de desarrollo, del este documento.

La carga urbanística tipo 5 se define en el POT Pasto 2015-2027, en el Artículo 256. Carga tipo 5. Como la carga que se establece para la edificabilidad tipo 5, y para su cálculo, se aplican las siguientes fórmulas:

- **Para Cesión:**

Espacio Público Efectivo: corresponde a la **Tabla 2**.



Tabla 2. Porcentaje de cesión para espacio público efectivo.

Densidad en Viviendas /Ha	Cesión para espacio público efectivo
Menor de 160	25 % del ANU
Entre 160 y 249	30% del ANU
Entre 250 y 350 (máxima)	35% del ANU

Fuente: (POT PASTO 2015-2027).
Dónde: ANU corresponde a Área Neta Urbanizable.

Para el Plan Parcial Altamira, teniendo en cuenta que se aplicó la densidad máxima permitida por el POT Pasto 2015-2027, la cesión para espacio público efectivo se hará del 35% del Área Neta Urbanizable.

Vías: Corresponde al mayor valor entre el 10% del área neta urbanizable y la cuantificación de las vías del diseño urbanístico. En todo caso si el diseño demanda un porcentaje menor al 10%, el excedente se aplicará al espacio público efectivo.

Mayor valor entre 10% ANU y m^2 (vías x Demanda)

Para el Plan Parcial Altamira, como resultado de la densificación propuesta se tiene previsto un porcentaje de cesiones para vías mayor al planteado por el POT Pasto 2015-2027, el porcentaje máximo aplicado al Plan Parcial Altamira será de 17.1% del Área Neta Urbanizable.

Equipamientos: Corresponde al 5% del Área Neta Urbanizable.



Vivienda Social Prioritaria: El Plan Parcial Altamira, deberá cumplir con el Artículo 222 del POT Pasto 2015-2027, Porcentaje mínimo de suelo para el desarrollo de programa de vivienda social prioritaria en tratamiento de desarrollo, en el cual se determina que los proyectos de urbanización, en suelo urbano o de expansión urbana, que se desarrollen a través de adopción de planes parciales, en tratamiento de desarrollo deberán destinar el 20% del área útil al desarrollo de vivienda de interés social prioritaria VIP.

- **Estándares urbanísticos**

Con el fin de garantizar el adecuado proceso de urbanización el Plan Parcial Altamira deberá dar cumplimiento a los estándares mínimos exigido en el Decreto 1077 de 2015, Capítulo 5, los cuales son definidos en el Artículo 2.2.3.5.2 *Estándares urbanísticos*, como los que: *Se conciben como el conjunto de patrones de medida o referentes que orientan la planificación, diseño y construcción de los desarrollos de vivienda, equipamientos y espacios públicos, así como de los elementos que constituyen los perfiles viales.*

Por otra parte, el Plan Parcial Altamira, contempla la incorporación de los lineamientos para estándares urbanísticos contenidos en el POT Pasto 2015-2027, Capítulo IV Normas comunes para actuaciones urbanísticas en suelo urbano, que determina en el Artículo 262: *Las normas para actuaciones urbanísticas están orientadas a definir las volumetrías, condiciones mínimas de accesibilidad, iluminación y ventilación de los edificios.* Dichas normas por su naturaleza se clasifican en: Normas volumétricas y Normas de Accesibilidad y de Espacios Bajo Nivel de Acceso.

Normas volumétricas: Como normas volumétricas el Plan Parcial Altamira contempla lo contenido en los artículos siguientes:



Artículo 263. Normas volumétricas. Son las normas que regulan la volumetría de las edificaciones, entre las que se encuentran aislamientos, retrocesos, vacíos internos, paramentos, aislamientos RETIE, altura de entrepiso, voladizos, empates, altura libre para voladizos, culatas, entre otros. Las normas volumétricas están ligadas directamente con los tipos edificatorios y las condiciones bioclimáticas.

Artículo 264. Tipos edificatorios. Son las formas de disponer los volúmenes de las edificaciones, definen la relación entre lleno y vacío.

Como se determinó en párrafos anteriores el tipo edificatorio que se determina para el Plan Parcial Altamira es Edificación aislada. Cuya característica es ser Edificaciones dispuestas en forma separada de los linderos. Además, se opta por el desarrollo de Edificaciones en conjunto cerrado. Cuya característica es ser edificaciones que se realizan al interior de conjuntos cerrados que pueden presentarse de manera aislada o adosada

Aislamientos: *Artículo 265. Aislamientos. Los aislamientos son vacíos continuos paralelos a los linderos, entre edificaciones, que permiten iluminar los espacios habitables de un proyecto. El espacio de separación entre los volúmenes de los edificios se encuentra establecido en función de la altura.*

Los aislamientos se clasifican en:

- a. Aislamientos laterales.** *Definidos a partir de los linderos laterales del predio.*
- b. Aislamientos posteriores.** *Definidos a partir de los linderos posteriores del predio.*
- c. Aislamientos frontales.** *Definidos a partir del lindero anterior del predio o frente.*

Los aislamientos determinados para el desarrollo del Plan Parcial Altamira son los contenidos en el Artículo 267. Aislamientos para edificación aislada, los cuales se



definen para edificación aislada en urbanización abierta y en conjunto cerrado, en función de lotes y frentes mínimos presentados en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Aislamientos para edificación aislada.

Rango de pisos	Aislamiento posterior (metros)	Aislamiento frontal (sin contar el antejardín cuando aplique) (metros)	Aislamiento lateral desde el lindero (metros)	Aislamiento mínimo entre bloques de un mismo conjunto (metros)	Índice máximo de ocupación	Área mínima de lote (metros cuadrados)	Frente mínimo (metros)
0 a 5 pisos	6	No aplica	4.5	9	0.50	625	25
6 a 10 pisos	6	2	5.5	11	0.35	900	30
10 a 15 pisos	6	2	7.5	15	0.30	1.225	35

Fuente: (POT PASTO 2015-2027).

Parágrafo: En todo caso prevalece el índice de ocupación siempre y cuando se optimice el aislamiento.

De acuerdo al parágrafo, contenido en el Artículo 267. Aislamientos para edificación aislada, del POT PASTO 2015-2027, el Plan Parcial Altamira contempla tener como punto de partida un índice de ocupación de 0.35, que permite optar por un índice de construcción de 4.85. Además de lo expuesto, se deberá dar cumplimiento a Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) o la norma que lo adicione, modifique o sustituya, en lo referente a la distancia de seguridad con respecto de las líneas de conducción de energía eléctrica, de igual manera al Artículo 268. Aislamientos de los edificios de acuerdo al RETIE, del POT PASTO 2015-2027.

Antejardines y cerramientos: Para el Plan Parcial Altamira se define como la dimensión mínima de antejardines 3 metros de separación entre la zona pública y el paramento de construcción, la definición específica de antejardines está

contemplada en el Artículo 269 del POT PASTO 2015-2027, como: *El antejardín es el área libre que comprende el espacio entre el límite de la zona pública y el paramento de construcción, constituyéndose en parte integrante del perfil vial de la ciudad.* Como elemento del espacio público y de la estructura ecológica municipal el antejardín no puede ser cubierto, destinado a estacionamiento de vehículos, edificado u ocupado con la construcción de escaleras y/o rampas, además para el caso particular del Plan Parcial Altamira el área destinada a antejardín se integra a los parques propuestos, configurando áreas de mayor ancho que posibilitan la creación de espacio público efectivo lineal con dimensiones de 6.5m y 8m. En caso de requerirse, el diseño urbano del Plan Parcial prevé la localización de bahías de parqueo para el estacionamiento temporal de vehículos para ascenso y descenso de pasajeros en los accesos de las unidades inmobiliarias cerradas.

Los Cerramientos en las Unidades Inmobiliarias Cerradas, para el Plan Parcial Altamira se acogen a lo dispuesto en el Artículo 280, del POT PASTO 2015-2027, en el cual el cerramiento en unidades inmobiliarias cerradas, se autoriza únicamente con elementos y materiales que garanticen el 90% de transparencia, permitiendo la integración visual de los espacios libres privados y edificaciones al espacio público adyacente, sin que ello implique que se prive a la ciudadanía de su uso, goce y disfrute visual, en los términos del artículo 6 de la Ley 9ª de 1989 y del artículo 71 de la Ley 675 de 2001.

Altura de piso y voladizos: El Plan Parcial Altamira, implementa las determinantes realizadas por el POT PASTO 2015-2027, en lo referente a los artículos siguientes:

Artículo 273. Altura de piso.

Artículo 274. Voladizos.



Artículo 275. Dimensiones máximas de voladizos.

Artículo 276. Altura libre mínima para el voladizo.

Artículo 277. Prohibiciones para voladizos.

La altura de piso, medida entre el nivel de acabado fino de un piso útil y el nivel de acabado fino del siguiente será:

- Para edificaciones diferentes a VIS y VIP: mínimo 2.80 M
- Para edificaciones de VIS y VIP: mínimo 2.60 M

Los voladizos son definidos como: elementos de la volumetría de fachada, que sobresalen de la línea del paramento de construcción partir del nivel de la losa del segundo piso o de la cubierta del edificio, y que se proyectan sobre el espacio público o el antejardín.

La dimensión máxima del voladizo será de un metro (1.00m) siempre y cuando el ancho entre paramentos sea superior a 15 metros y este localizado sobre las vías principales del plan parcial. Para el interior de las Unidades Inmobiliarias Cerradas, la dimensión máxima de voladizo será de sesenta centímetros (0.60m) siempre y cuando el ancho de la vía peatonal entre paramentos sea superior a 9 metros.

La altura libre mínima entre el andén y el voladizo, será de dos metros con cuarenta centímetros (2.40m).

El plan parcial Altamira no permiten voladizos sobre áreas de aislamiento posterior y lateral, zonas verdes públicas, parques, áreas de cesión para parques y equipamientos, franjas de control ambiental y rondas hídricas, y no permite



escaleras internas o externas que se proyecten en voladizo sobre andenes, plazas, plazoletas y/o espacio público en general.

Fachadas, culatas, Iluminación y ventilación de espacios: El Plan Parcial Altamira, implementa las determinantes realizadas por el POT PASTO 2015-2027, en lo referente a los artículos siguientes:

Artículo 285. Fachadas.

Artículo 278. Culatas.

Artículo 283. Iluminación y ventilación de espacios.

En las fachadas de las edificaciones del Plan Parcial Altamira, en ningún caso se permitirá la ocupación exterior de las fachadas de las edificaciones, con elementos, componentes o líneas de: instalaciones hidráulicas, eléctricas, de comunicaciones, aire, redes contra incendio y elementos publicitarios.

El tratamiento de culatas, o muros colindantes laterales o posteriores de las edificaciones deberán tener un adecuado manejo arquitectónico y utilizar acabados con materiales y colores conforme al acabado de la fachada principal, no se permitirá la construcción de culatas ciegas hacia el espacio público.

El Plan Parcial Altamira implementa la tipología edificatoria aislada, por tal motivo, todos los espacios internos de las edificaciones deben estar iluminados naturalmente.

Normas de Accesibilidad y de Espacios Bajo Nivel de Acceso: El Plan Parcial Altamira incorpora la normativa nacional en la materia, tomando como punto de partida lo contenido en el Decreto 1077 de 2015 en el Capítulo 4 Accesibilidad al



medio físico, de la Parte 2. Estructura del sector desarrollo territorial. Título 3 Espacio público y estándares urbanísticos, además de las determinantes del POT Pasto 2015-2027, contenidas en el Subcapítulo 2 Normas de Accesibilidad y de Espacios Bajo Nivel de Acceso del capítulo IV Normas comunes para actuaciones urbanísticas en suelo urbano.

Las Normas de Accesibilidad y de Espacios Bajo Nivel de Acceso son aquellas que garantizan el acceso de todas las personas al espacio público y a las edificaciones, independiente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. El Plan Parcial Altamira deberá tener especial cumplimiento de las Normas Técnicas Colombianas para el diseño, construcción o adecuación de los edificios de uso público y privados, en lo referente a:

- a. **NTC 4140:** "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, pasillos, corredores. Características Generales"
- b. **NTC 4143:** "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, rampas fijas"
- c. **NTC 4145:** "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Escaleras"
- d. **NTC 4201:** "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Equipamientos. Bordillos, pasamanos y agarraderas"
- e. **NTC 4349:** "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Ascensores"
- f. **NTC 5610:** "Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización Táctil".



En función de los lineamientos aquí descritos, en las determinantes urbanísticas, el Plan Parcial Altamira cumplirá con estos lineamientos, teniendo como punto de partida su conexión con la estructura urbana existente, así como su conexión y valoración de la estructura ambiental de la zona de expansión de Altamira, mediante la articulación de la propuesta de espacio público del Plan Parcial Altamira con los parques locales existentes, potenciando el espacio público del sector intervenido. Los planteamientos arquitectónicos y de diseño urbano del Plan Parcial Altamira, responderán a las condiciones aquí definidas con el propósito de consolidar el modelo de ciudad sostenible planteado por el POT Pasto 2015-2027.

1.2. DELIMITACIÓN DEL PLAN PARCIAL ALTAMIRA

El plan parcial Altamira tiene una extensión de 3.31 hectáreas y está localizado dentro de la zona de expansión urbana Altamira, su polígono se inscribe en los siguientes límites:

- Por el Norte con la Zona Recreativa 1 y el Salón Comunal del barrio Altamira
- Por el Nor-occidente con el predio de propiedad de la ASOCIACION DE VIVIENDA Señor del Gran Poder.
- Por el Sur con el perímetro urbano y la CARRERA 22B
- Por el Oriente con el perímetro urbano y la CALLE 2A SUR.
- Por el occidente con la Unidad Deportiva Recreativa y Ambiental U.D.R.A.

En la **Figura 1** se presenta la localización referenciada con coordenadas del Plan Parcial Altamira, en el municipio de Pasto.



Como se puede observar en la **Figura 1**, el Plan Parcial Altamira está compuesto por un predio, su topografía es homogénea, en el sector sur del polígono, se presentan pendientes más pronunciadas, las cuales están en el rango del 12% al 30%, sector que además está sobre la cota 2700 m.s.n.m.

En la **Tabla 4** y la **Tabla 5** se puede observar la distribución de los predios que hacen parte del Plan Parcial Altamira, así como los predios colindantes del Plan Parcial.

Tabla 4. Predios integrantes del Plan Parcial Altamira.

No.	Código Predial	Matricula Inmobiliaria	Propietario	Área (m2)
Predio 1	52001-00-01-00-12-0426-000	240-0045604	HERNAN FAJARDO BOLAÑOS	33,192.42
			Área Total	33,192.42

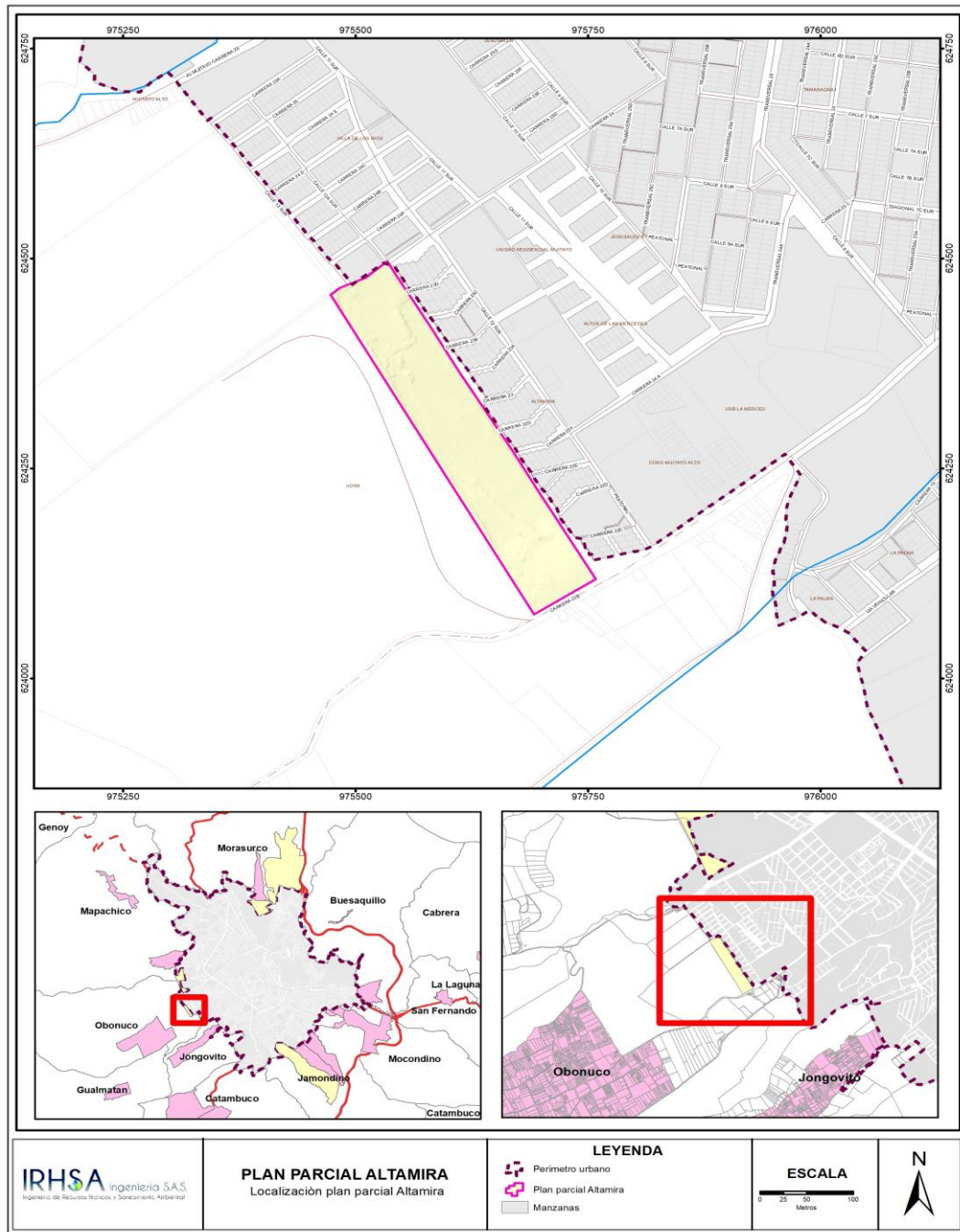


Tabla 5. Predios colindantes del Plan Parcial Altamira.

Lindero	No.	Código predial nacional	Matrícula inmobiliaria	Propietario	Area m2
Norte	1	520010001000000120902000000000	240-206444	ASOCIACION-DE-VIVIENDA- Del Señor del Gran Poder	38,232.41
Nororientado	2	520010104000008190001000000000	240-135978	MUNICIPIO-DE-PASTO	1,151.66
Occidente	3	520010001000000120749000000000	240-156895	MUNICIPIO-DE-PASTO	199,896.19
Nororientado	4	520010104000003770001000000000	240-52501	ROSALES MUNOZ JOSE-GERARDO	104.97
Nororientado	5	520010104000003770014000000000	240-52514	RAMOS CABRERA ALVARO-JAVIER	104.97
Nororientado	6	520010104000003780001000000000	240-52515	BENAVIDES SANCHEZ GUILLERMO	104.97
Nororientado	7	520010104000003780014000000000	240-52528	JOJOA ROSERO CLAUDIA-EUGENIA	100.97
Nororientado	8	520010104000003790001000000000	240-52529	RODRIGUEZ ENRIQUEZ LUZ-LILIANA	51.84
Nororientado	9	520010104000003790010000000000	240-272543	RODRIGUEZ ENRIQUEZ DAYRA-MARITZA	53.13
Nororientado	10	520010104000003790008000000000	240-52536	MUNOZ TIMANA PIO	104.97
Nororientado	11	520010104000003800001000000000	240-52537	RUANO PAZ MARIA-INES	104.97
Nororientado	12	520010104000003800014000000000	240-52550	MOLINA * ESTELLA-DEL-CARMEN	48.99
Nororientado	13	520010104000003800015000000000	240-237841	MOLINA * DALLISS-JAQUELINE	55.98
Nororientado	14	520010104000003810001000000000	240-52551	BURBANO ARANGO HUGO-ARMANDO	104.97
Nororientado	15	520010104000003810014000000000	240-52564	ARIAS PEPINOSA MARCIAL-ARNULFO	104.97
Nororientado	16	520010104000003820001000000000	240-52565	RUANO ERASO JAIME-HOMERO	104.97
Nororientado	17	520010104000003820016000000000	240-52580	JURADO * MARIA-JOSEFINA	104.96
Nororientado	18	520010104000003830001000000000	240-52581	NANDAR GUERRERO JUSTINA	83.98
Nororientado	19	520010104000003830016000000000	240-52596	CHAVEZ RIASCOS CLAUDIA-LILIANA	83.97
Nororientado	20	520010104000003840001000000000	240-52597	ORTIZ VELEZ JAMITH-ARTURO	83.98
Nororientado	21	520010104000003840010000000000	240-52606	MORALES MORALES MICAELA-PAULINA	83.97
Nororientado	22	520010104000003840011000000000	Sin informacion	MUNICIPIO-DE-PASTO	292.71
Nororientado	23	520010104000003850001000000000	240-52607	JARAMILLO CHAUCANES GERMAN-BOLIVA	83.98
Nororientado	24	520010104000003850016000000000	240-52622	DELGADO ERASO CARLOS-ROBERTO	83.97
Nororientado	25	520010104000003880001000000000	240-52645	MUNICIPIO-DE-PASTO	2,524.48
Nororientado	26	520010104000003860008000000000	240-52630	INSTITUTO-CREDITO-TERRITORIAL	83.97
Nororientado	27	520010104000003860007000000000	240-52629	INSTITUTO-DE-CREDITO-TERRITORIAL	83.98
Nororientado	28	520010104000003860006000000000	240-52628	INSTITUTO-CREDITO-TERRITORIAL	83.97
Nororientado	29	520010104000003860005000000000	240-52627	VILLOTA CERON MARIA-DEL-CARMEN	83.98



Figura 1. Localización y Ubicación Plan Parcial Altamira.



Fuente: (POT Pasto 2015-2027 - Plan Parcial Altamira 2023).

En la **Figura 2** se presenta la localización del polígono del Plan Parcial Altamira con respecto a los predios colindantes.

1.3. USO DEL SUELO DEL PLAN PARCIAL.

El Plan Parcial Altamira está incluido en la Zona de Expansión Urbana de Altamira, por tal motivo los usos de suelo vigentes son agrícolas y forestales; de acuerdo al Parágrafo contenido en el Artículo 43 del POT Pasto 2015-2027, esta condición se mantendrá hasta la incorporación del suelo de expansión al suelo urbano a través de la adopción del Plan Parcial. En el área donde se localiza el Plan Parcial Altamira esta asignado el uso de: *Producción agrícola, ganadera, explotación de recursos naturales.*

En la **Figura 3**, se presentan los usos de suelo actuales del área donde se localiza el Plan Parcial Altamira.

Figura 2. Predios colindantes del Plan Parcial Altamira.

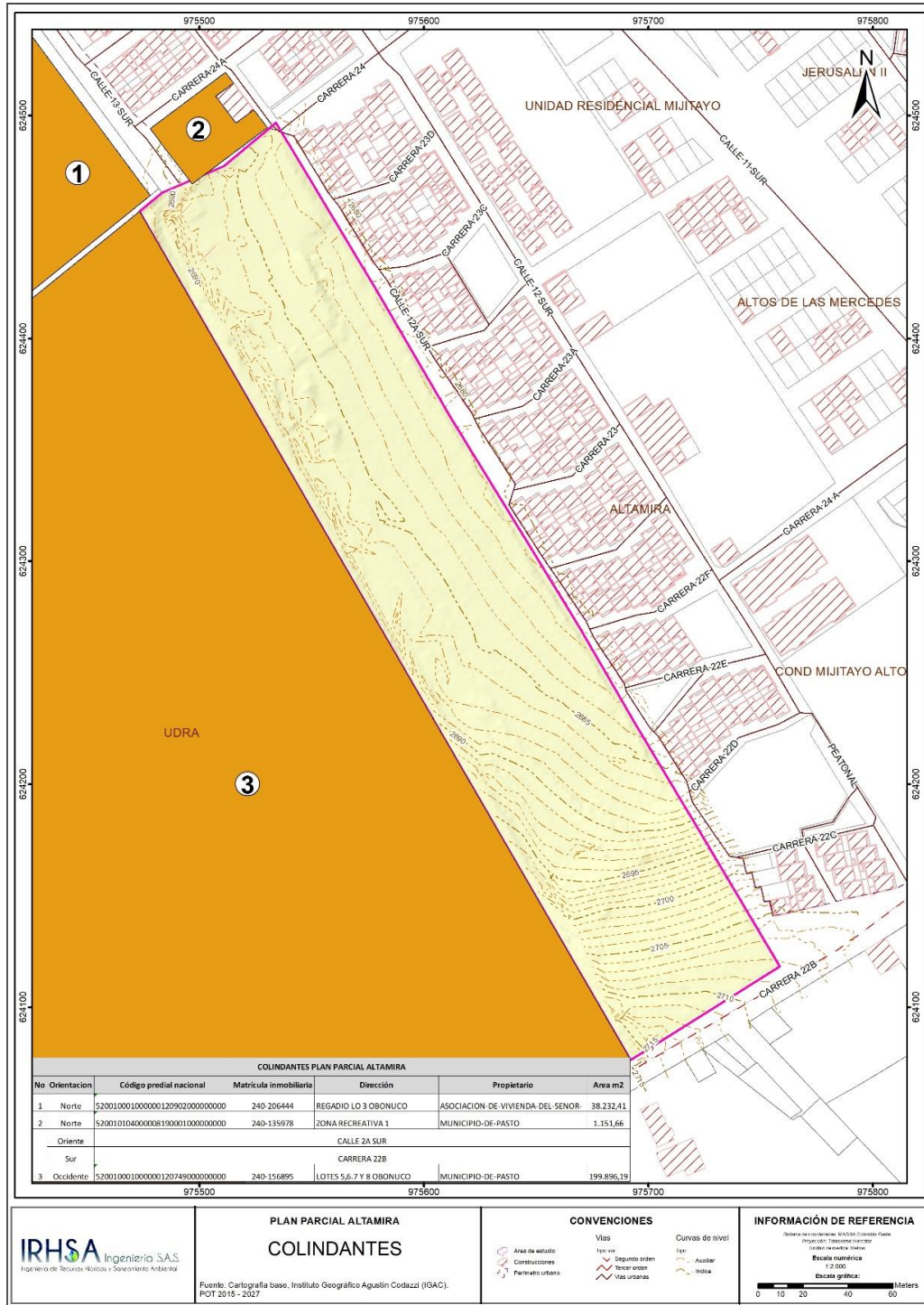
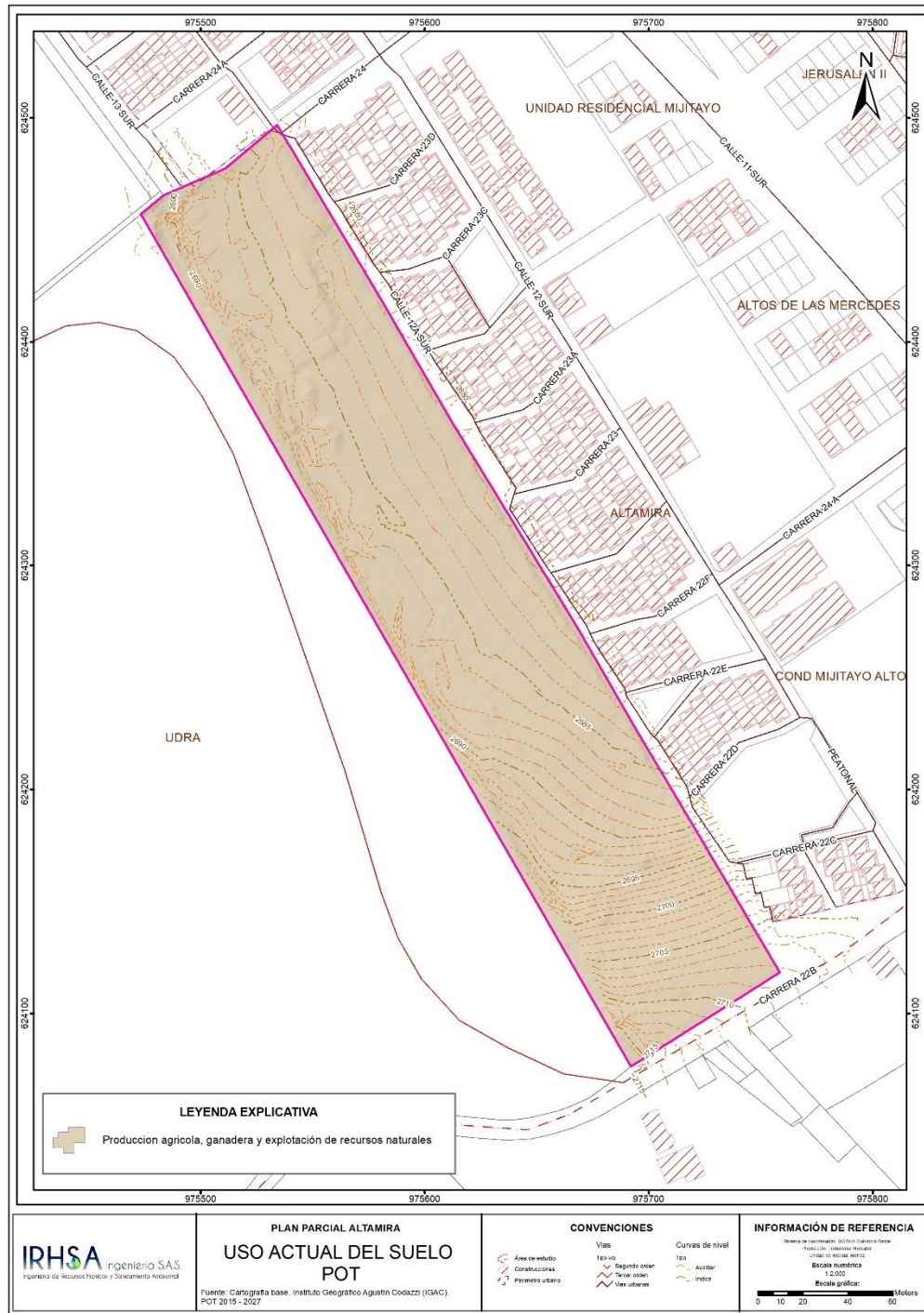


Figura 3. Usos de Suelo actuales Polígono Plan Parcial Altamira.



La capacidad de uso de los suelos para el área donde se localiza el plan parcial Altamira corresponde a la Clase Agrológicas III; además no presenta restricciones por suelos de protección, o que presenten amenazas y riesgos naturales o antrópicos.

Teniendo en cuenta la localización del polígono del Plan Parcial Altamira en Zona de Expansión Urbana de Altamira, se tiene definido por el POT Pasto 2015 – 2027, que el área de actividad a la cual pertenece esta zona es: *Área de actividad residencial, comercial y de servicios con mezcla de usos media*, además el POT Pasto 2015 – 2027 define esta zona como *Áreas por fuera de la centralidad*, sin embargo por su localización, el polígono del Plan Parcial Altamira se articula con *La Centralidad Municipal Mijitayo y La Centralidad Municipal UDRA*, entendiendo a las centralidades como los elementos ordenadores de la ciudad a partir de su conexión con la estructura urbana, que permiten la localización de nuevas infraestructuras de servicios, equipamientos y espacio público, que fortalecen las relaciones sociales en el intercambio de servicios y disfrute del medio ambiente. Las centralidades permiten la aplicación del modelo de ciudad policéntrica, propuesto por el POT Pasto 2015-2027, admitiendo así la mezcla de usos de suelo.

De tal manera que los usos de suelo para el Plan Parcial Altamira, estarán dentro de la clasificación asignada por el POT Pasto 2015-2027: *Área de actividad residencial, comercial y de servicios, con mezcla de usos baja*, permitiendo la satisfacción de necesidades básicas de la población residente y flotante en su área de influencia, propiciando el desarrollo de usos complementarios a la vivienda, condicionando la asignación de los usos de suelo, a usos que en su entorno no generan impactos, tales como: gran afluencia de tráfico, ruidos, emisiones contaminantes; y propiciando en mediana escala el desarrollo de usos complementarios a la vivienda, para el Plan Parcial Altamira el Uso de Suelo Principal será Residencial.

2. ASPECTOS URBANÍSTICOS

El Plan Parcial Altamira se constituye en un instrumento de planificación de la ciudad, que busca incorporar suelo de expansión urbana para el desarrollo de vivienda, atendiendo el déficit cuantitativo y cualitativo actual de vivienda de interés social y de interés prioritario, que a la vez se articula con las condiciones medio ambientales del sector donde se desarrollara el Plan Parcial.

2.1. INICIATIVA DEL PLAN PARCIAL Y PERTINENCIA.

El Plan Parcial Altamira surge de la iniciativa privada, como respuesta al déficit de vivienda de interés social e interés prioritario que se presenta en el Municipio de Pasto, así como de la necesidad del Municipio de habilitar suelo para el desarrollo urbano de vivienda.

Debido a su localización estratégica, el Plan Parcial Altamira presenta una oferta de vivienda social articulada con la estructura urbana zonal, proporcionando a su vez espacios para nuevos equipamientos y nuevo espacio público articulado con la estructura medio ambiental, que le permitirá al Plan Parcial proponer un entorno adecuado para el desarrollo de la vida cotidiana de sus habitantes.

La pertinencia del Plan Parcial, radica en la propuesta que este presenta, de contribuir a solucionar el déficit cuantitativo de vivienda que se tiene en la actualidad en el Municipio de Pasto, según el estudio hecho por la Cámara Colombiana de la Construcción Nariño en el año 2016, e incluido en el DTS Diagnostico Plan Parcial Aranda (2016), *asciende a 16.443 unidades y destaca que la demanda de vivienda se concentra, fundamentalmente, en los hogares de estratos 1,2 y 3 (86,6%). Por otra parte, el déficit cualitativo se concentra en estratos 2 y 3 y se ubica en 39.512 viviendas (48%). De ahí que la propuesta del*

Plan Parcial Altamira apunta a resolver 960 unidades de viviendas, distribuidas entre Vivienda de interés social y Vivienda de interés prioritario, con lo cual se obtendría un avance del 6% en la solución del déficit habitacional que se presenta en el Municipio, particularmente en la ciudad de San Juan de Pasto.

2.1.1. Predios involucrados

El Plan Parcial Altamira se desarrolla en 1 predio, de propiedad privada, el cual tiene un área de 33,192.42m² en total. En la **Tabla 6** se relaciona los predios involucrados en el Plan Parcial Altamira:

Tabla 6. Predios involucrados del Plan Parcial Altamira.

No.	Código Predial	Matricula Inmobiliaria	Propietario	Área (m2)
Predio 1	52001-00-01-00-12-0426-000	240-0045604	HERNAN FAJARDO BOLAÑOS	33,192.42
			Área Total	33,192.42

2.2. MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL PLAN PARCIAL, CONDICIONES DE PARTIDA Y CRITERIOS DE DISEÑO.

Teniendo en cuenta las determinantes normativas aplicables para la formulación del Plan Parcial Altamira, presentadas en el aparte **1.1.** Generalidades, y la necesidad que tiene el Municipio de Pasto de generar suelo urbano para desarrollar vivienda, y así satisfacer las necesidades habitacionales actuales, se presenta a continuación la memoria justificativa para el Plan Parcial Altamira.

2.2.1. Diagnóstico urbanístico

El Plan Parcial Altamira hace parte de la Zona de Expansión Urbana Altamira, la cual está localizada en el sector occidental del perímetro urbano del Municipio de Pasto, su desarrollo a estado condicionado a la ejecución de infraestructura de servicios públicos, para el suministro de agua potable, por su localización el

polígono del Plan Parcial Altamira se surte de la Planta de Tratamiento de Agua Potable localizada en el sector hidráulico S12, que corresponde la PTAP San Felipe, operado por EMPOPASTO SA ESP, su cota de servicio para este sector está en los 2.717 m.s.n.m., y su cobertura para el desarrollo del Plan Parcial Altamira se estimó por el POT Pasto 2015-2027, en 143 unidades de vivienda, con un caudal disponible de 0.88 lps.

Con el objetivo de habilitar el suelo de la Zona de Expansión Urbana Altamira, por iniciativa privada se propone la construcción de una estación de bombeo localizada en la planta Mijitayo de EMPOPASTO SA ESP, con la construcción de esta infraestructura de servicios se pudo tener la viabilidad técnica para el suministro de agua potable al polígono del Plan Parcial Altamira hasta la cota 2.717 m.s.n.m. garantizando ampliar la cobertura del servicio hasta 1.000 unidades de vivienda, permitiendo así validar la posibilidad de urbanizar el suelo de la zona de Expansión Urbana Altamira.

El sector aledaño al polígono del Plan Parcial Altamira, es un sector con características urbanísticas consolidadas el cual se caracteriza por el desarrollo de vivienda unifamiliar de uno y dos pisos, que corresponden en su mayoría a estrato 2; las condiciones arquitectónicas de las mismas son en su mayoría viviendas unifamiliares de un piso con crecimientos en altura resultado de la autoconstrucción y crecimientos espontáneos, que dan lugar a construcciones básicas sin elementos arquitectónicos y estructurales especiales. El trazado urbano es el resultado del desarrollo de urbanizaciones que se implantan en el terreno siguiendo la topografía y generando manzanas con una lotificación a partir de un lote tipo de 6m de frente por 12m de fondo, los cuales se repiten 6 o 7 veces longitudinalmente, y 2 veces a lo ancho, con vías locales que van desde los 6m hasta los 12m entre paramentos. Además, en los últimos 5 años se ha presentado en el sector de Altamira, la construcción de conjuntos residenciales

multifamiliares en altura, que generan una transformación en el trazado y el contexto original del sector.

El espacio público no está consolidado, y carece de calidad urbanística, existen zonas verdes definidas dentro del POT Pasto 2015-2027, como áreas de Protección geográfica, paisajística o ambiental, las cuales no cuentan con tratamiento de diseño urbano y paisajístico, siendo más áreas residuales que se requiere definir e incorporar al diseño urbano del sector.

El polígono del Plan Parcial Altamira está directamente relacionado con la Unidad Deportiva Recreativa y Ambiental U.D.R.A, lo cual le permite hacer parte estratégica de las centralidades Municipales UDRA y Mijitayo. En referencia a la caracterización de vías, el polígono se relaciona directamente con la vía urbana Carrera 22 sur, la cual se encuentra en buen estado, por ella se conecta a la estructura urbana desde el sector occidental con la Avenida Panamericana.

2.2.1.1. Afectaciones

El polígono del Plan Parcial Altamira no tiene afectaciones, sin embargo, se deben considerar las siguientes cargas generales:

- **Redes de servicios públicos, construcción de Tanque agua:** para habilitar una mayor densidad en el polígono del Plan Parcial Altamira, y mejorar las condiciones de servicio de acueducto del sector aledaño, se requiere construir una estación de bombeo de agua potable, la cual estará localizada en la planta Mijitayo de EMPOPASTO SA ESP, llevando las tuberías de servicio de agua potable hasta el sector sur del polígono del plan parcial, para que en ese lugar se localice la construcción de un tanque elevado que se encargara de garantizar la presión del servicio y su cobertura. Para la construcción del tanque elevado de

agua potable, se requiere disponer de 400m² de área del polígono del plan parcial, en los cuales se construirá la infraestructura necesaria para su funcionamiento.

- **Protección canal escorrentía:** el polígono del plan parcial Altamira colinda con la Unidad Deportiva Recreativa y Ambiental UDRA, a lo largo del sector occidental, sobre este lindero, se localiza un canal de manejo de aguas de escorrentía que recorre el predio de sur a norte con una extensión de 524.7m, el cual se requiere mantener en funcionamiento, para ello se destinan 1,574.10 m² del área del polígono del plan parcial Altamira.
- **Recuperación configuración vía peatonal:** el polígono del plan parcial Altamira en el sector oriental colinda con la calle 12ª sur, sobre el sector nororiental del polígono, sobre la carrera 24; actualmente la vía tiene un ancho de 3m y se encuentra sin la configuración adecuada para su funcionamiento, desde la formulación del plan parcial Altamira, se propone generar el espacio público necesario para su funcionamiento, proponiendo un ancho mínimo de vía de 6.4m entre el paramento existente y el paramento propuesto por el plan parcial, la cual será para uso peatonal, con uso vehicular restringido, de tal forma se requiere de 138.7m² para su configuración. En la **Tabla 7** se presentan las Cargas Generales presentes en el Plan Parcial Altamira:

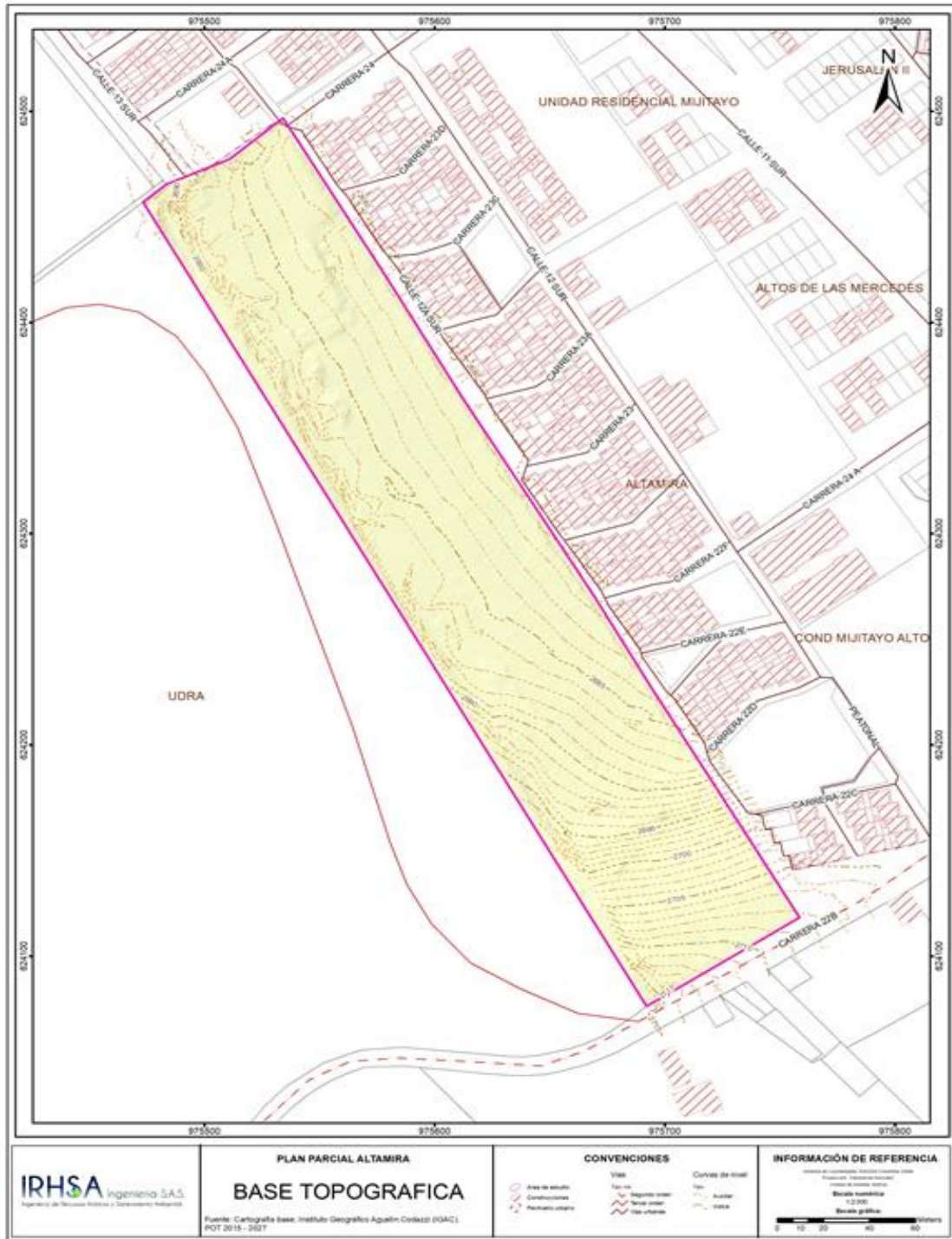
Tabla 7. Afectaciones presentes en el Plan Parcial Altamira.

ITEM	AREA M2	HECTAREAS	PORCENTAJE SOBRE AREA BRUTA
AREA BRUTA	33,192.42	3.32	100%
CARGAS GENERALES	2,112.80	0.21	6%
Redes de servicios públicos	400.00		
Tanque agua	400.00		
Sistema vial y protección canal escorrentía	1,712.80		
Protección canal escorrentía	1,574.10		
Recuperación configuración vía peatonal	138.70		
AREA NETA URBANIZABLE	31,079.62	3.11	94%

2.2.1.2. Forma y Topografía

El emplazamiento donde se desarrolla el Plan Parcial Altamira, se localiza en la Zona Occidental de la ciudad de San Juan de Pasto, tiene una pendiente pronunciada en el primer sector del polígono correspondiente al sector sur, con un 24% de pendiente, la cual se desarrolla en una distancia de 88m lineales; y una pendiente uniforme del 4%, que se extiende hasta el sector norte del polígono a lo largo de 348m lineales. Su topografía va desde la altitud de 2.685 m.s.n.m. hasta los 2.717 m.s.n.m. presentado una planicie en el sector central del polígono, tal como se puede observar en la **Figura 4**, en la cual se presenta la base topográfica del polígono del Plan Parcial Altamira.

Figura 4. Base topográfica Polígono Plan Parcial Altamira.



2.2.1.3. Conectividad

La conexión del Plan Parcial con la estructura urbana de la ciudad, se da principalmente en el sector sur por la Carrera 22 sur; a lo largo del polígono del plan parcial se construirá una vía local, que conecta el sector sur con el sector norte, conectando la carrera 22 sur con la carrera 24, logrando conectar el polígono del plan parcial Altamira en sus dos extremos con la estructura urbana.

2.2.2. Objetivos y criterios que orientaron las determinaciones de planificación adoptadas en el plan

El objetivo principal del Plan Parcial, es habilitar suelo de expansión urbana para el desarrollo de vivienda, mediante la implementación de los siguientes criterios:

2.2.2.1. Criterio 1

El primer criterio es conectar, este criterio busca articular los sistemas de movilidad y de espacio público propuestos, con el espacio público existente y la Unidad Deportiva Recreativa y Ambiental UDRA para lograr una conexión con la ciudad, buscando una adecuada transición entre lo urbano y lo rural. Así como la conexión con el espacio público del barrio, principalmente con las manzanas localizadas entre las calles 12 sur y 12ª sur, mediante la recuperación de la configuración de la vía peatonal localizada sobre la calle 12ª sur, para conectar adecuadamente el nuevo desarrollo con el sector urbano existente.

2.2.2.2. Criterio 2

La densificación, que posibilita el aprovechamiento del suelo y permite aumentar la densidad de vivienda en el sector, proponiendo edificaciones en altura, dinamizadas por el espacio público propuesto.

2.2.2.3. Criterio 3

La mezcla de usos, donde el uso principal es residencial, el cual permite la diversificación de actividades de comercio y servicios para la vivienda, contribuyendo a la vitalidad del espacio y generando mayor calidad de vida.

2.2.2.4. Criterio 4

La estructura del espacio público y equipamientos está diseñada de tal manera que se articulen con los parques planteados, generando la integración de los espacios destinados al desarrollo integral de los habitantes.

2.3. PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO-DEFINICIÓN Y PROPUESTA DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE ESPACIO PÚBLICO, VIAS Y EQUIPAMIENTOS.

El planteamiento urbanístico busca integrar el espacio público efectivo propuesto a las condiciones urbanísticas presentes en el sector a intervenir, mediante la generación de espacio público efectivo con un área de 11,033m², distribuida en 2 parques locales y una plazoleta. En esa misma línea el Plan Parcial, busca generar espacio público privado al interior del área destinada para uso residencial, mediante la densificación en altura, con el objetivo de tener un índice de ocupación bajo que genere mayores áreas libres aprovechables al interior de los conjuntos cerrados para el disfrute de sus habitantes.

Por otra parte, el diseño urbanístico se articula con la estructura urbana existente mediante la implementación de una vía local que ordena la estructura urbana interna del plan parcial, al mismo tiempo que se conecta con la carrera 22 sur y con la carrera 24. Finalmente, el planteamiento urbanístico propone la localización estratégica de equipamiento, sobre la carrera 24 con el objetivo de consolidar este punto como un nodo urbano que refuerza la articulación del plan parcial con la estructura urbana y la centralidad de Mijitayo. A continuación, se presenta en las **Figura 5**, **Figura 6** y **Figura 7** el planteamiento urbanístico para el Plan Parcial Altamira.

Figura 5. Planteamiento urbanístico para el Plan Parcial Altamira.

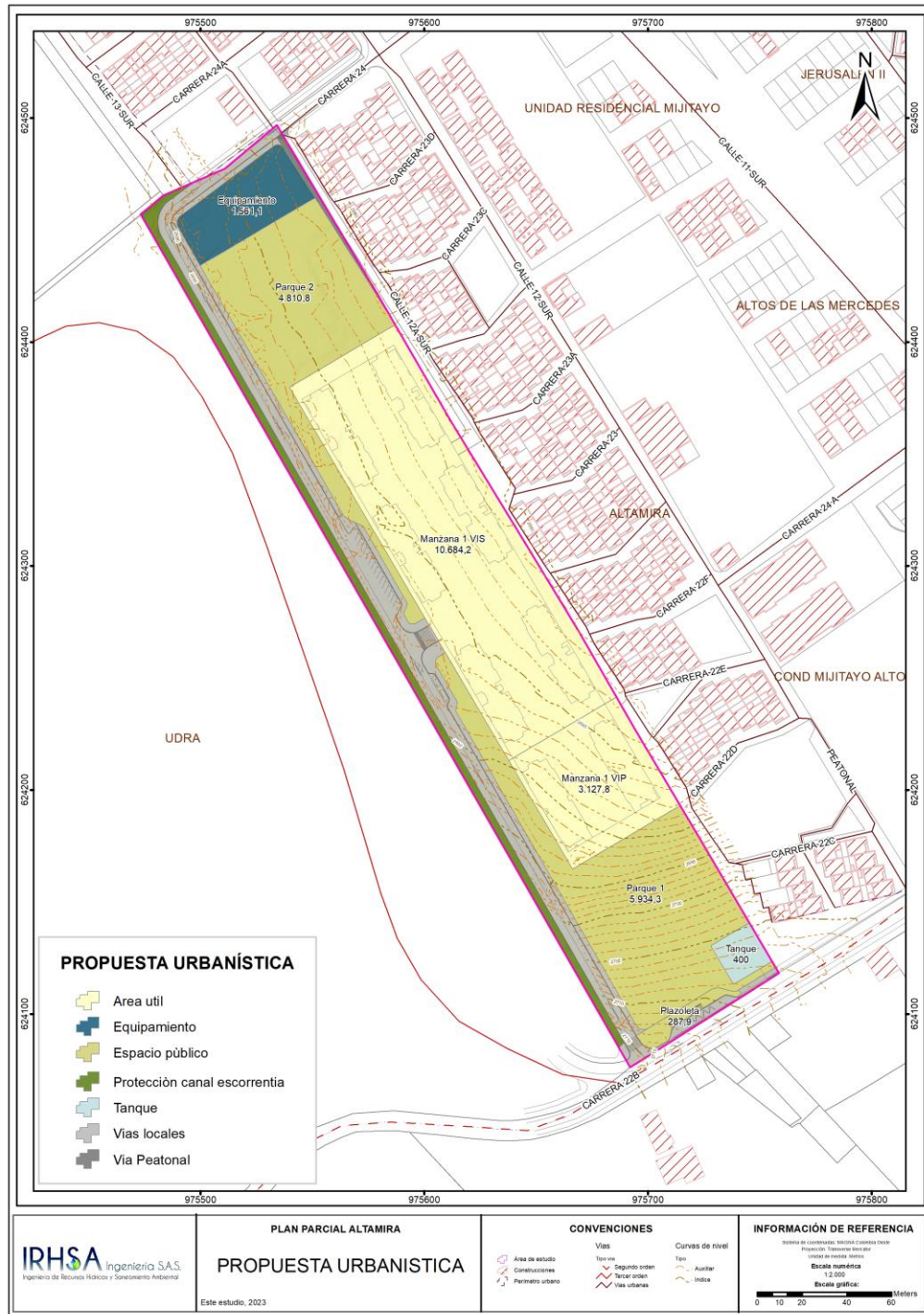


Figura 6. Planteamiento urbanístico usos de suelo propuestos para el Plan Parcial Altamira.

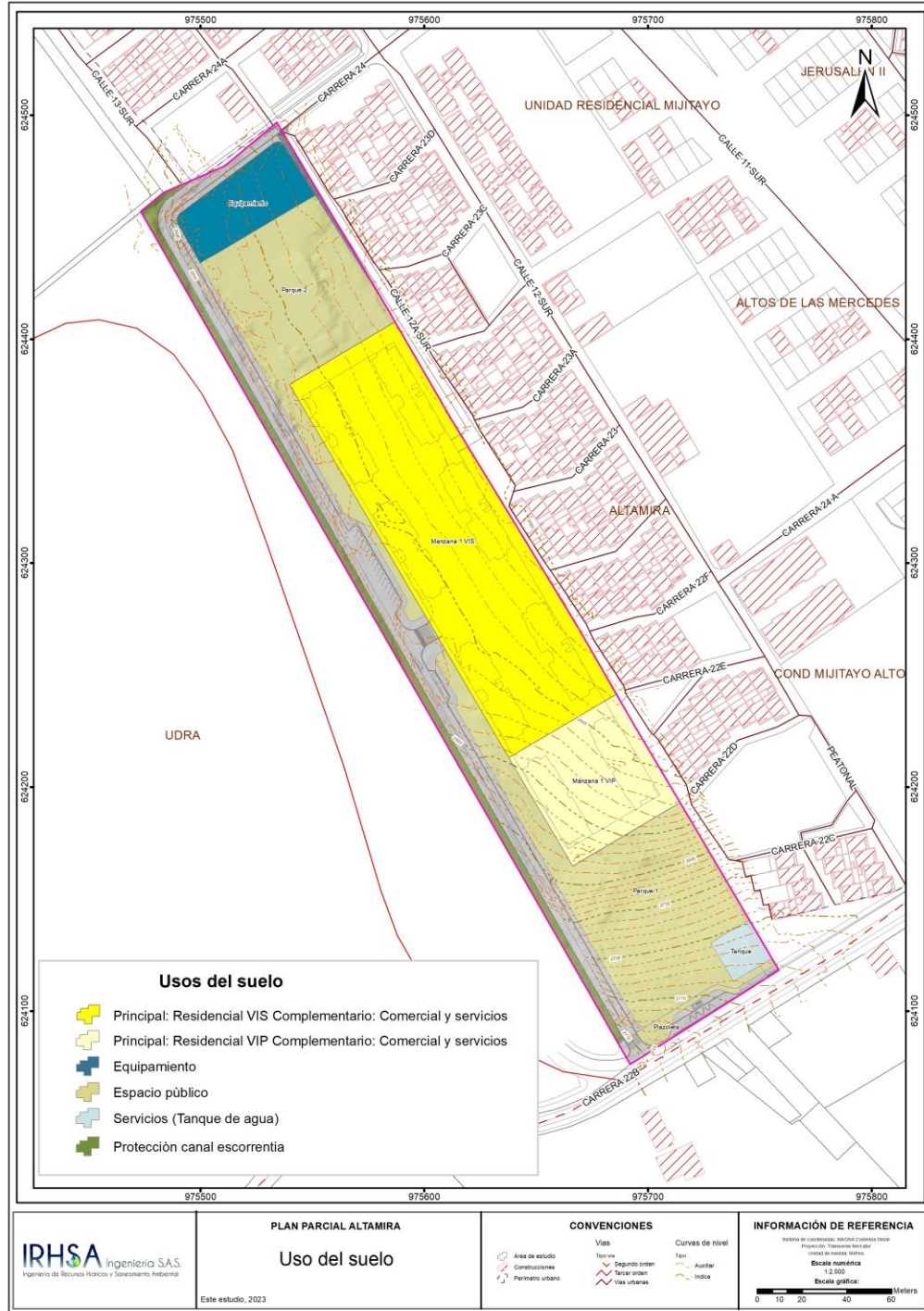
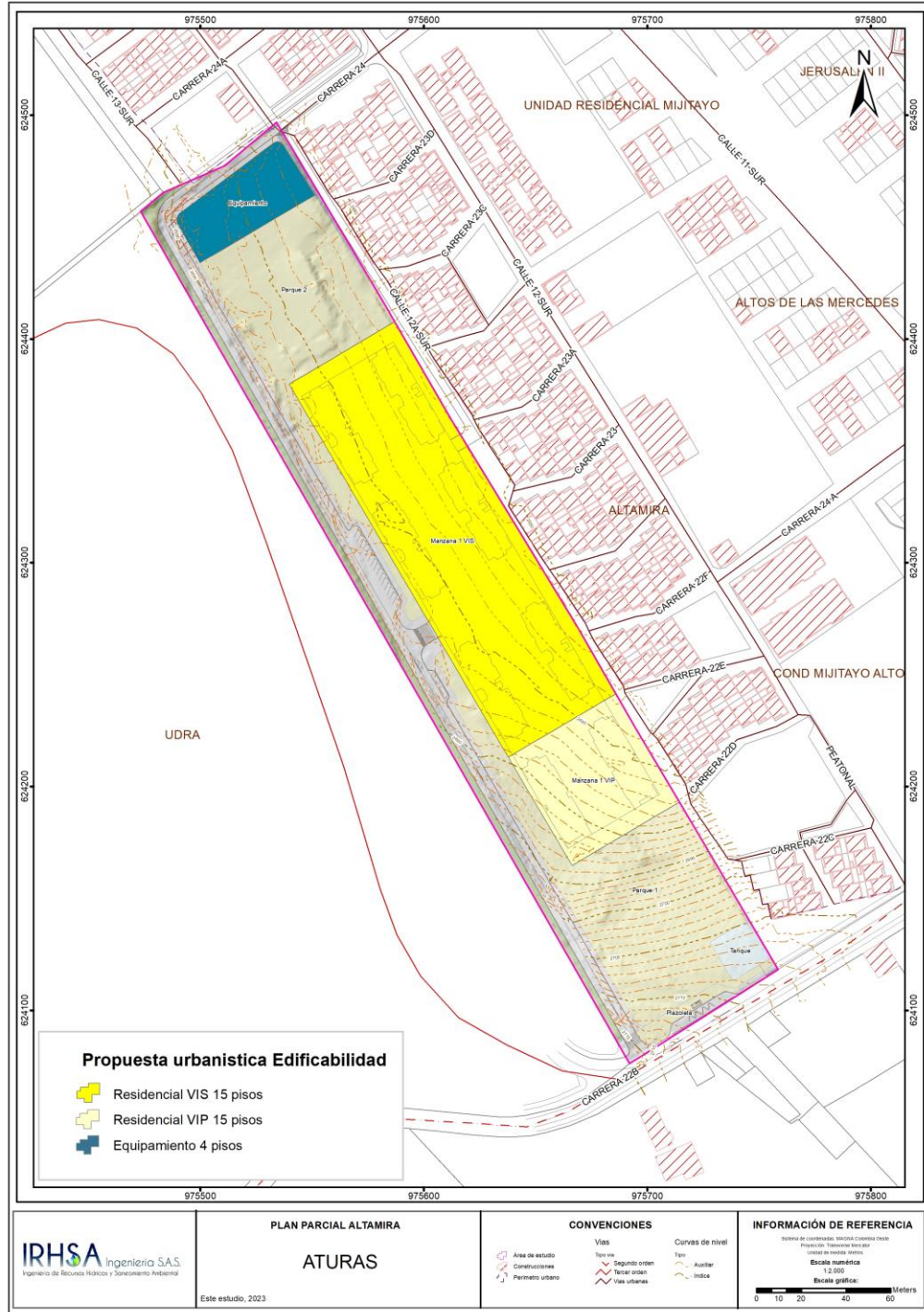


Figura 7. Planteamiento urbanístico modelo morfológico de alturas propuesto para el Plan Parcial Altamira.



2.3.1. Cargas y beneficios

Al realizar el reparto de cargas y beneficios se busca obtener de forma equitativa la distribución de la financiación de las inversiones en infraestructuras, espacio público y equipamientos, que a su vez se ven remuneradas por el beneficio obtenido por el mayor valor del suelo resultante por la implementación del proceso de urbanización realizado a través del plan parcial.

2.3.1.1. Cargas locales de la urbanización

De acuerdo al Artículo 2.2.4.1.5.1, del Decreto 1077 de 2015, se define a las Cargas locales de la urbanización como: *Las cargas locales de la urbanización que serán objeto de reparto entre los propietarios de inmuebles de las unidades de actuación urbanística del plan parcial, incluirán entre otros componentes las cesiones y la realización de obras públicas correspondientes a redes secundarias y de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, energía y teléfonos, así como las cesiones para parques y zonas verdes, vías vehiculares y peatonales y para la dotación de los equipamientos comunitarios.*

De tal manera que será responsabilidad y correrá a cargo de los propietarios los costos por las obras de urbanización necesarias para poder adelantar los procesos edificatorios en el polígono del Plan Parcial Altamira.

2.3.1.2. Cargas generales.

Las cargas generales, de igual forma son definidas en el Decreto 1077 de 2015, en el Artículo 2.2.4.1.5.2, cuyo texto dice lo siguiente: *Las cargas correspondientes al costo de la infraestructura vial principal y redes matrices de servicios públicos se distribuirán entre los propietarios de toda el área beneficiaria de las mismas y deberán ser recuperados mediante tarifas, contribución de*

valorización, participación en plusvalía, impuesto predial, o cualquier otro sistema que garantice el reparto equitativo de las cargas y beneficios de las actuaciones y que cumpla con lo dispuesto en el artículo 338 de la Constitución Política. En todo caso, serán a cargo de sus propietarios las cesiones gratuitas y los gastos de urbanización previstos en el artículo anterior.

Cuando se trate de la adecuación y habilitación urbanística de predios a cargo de sus propietarios en áreas de desarrollo concertado en suelo de expansión urbana, la distribución de las cargas generales sobre los que se apoye cada plan parcial, se podrá realizar mediante la asignación de edificabilidad adicional en proporción a la participación de los propietarios en dichas cargas. Para ello, los planes de ordenamiento territorial podrán determinar la asignación de aprovechamientos urbanísticos adicionales, que definan para cada uso la superficie máxima construible por encima del aprovechamiento urbanístico básico que se establezca para el suelo de expansión. Los índices de edificabilidad básica y adicional y su equivalencia con las cargas generales serán establecidos por los municipios y distritos en el componente urbano del plan de ordenamiento territorial.

Parágrafo. La construcción de las redes matrices de servicios públicos domiciliarios se regirá por lo dispuesto en la Ley 142 de 1994 y su reglamento o las normas que los adicionen, modifiquen o sustituyan.

En la tabla a continuación se presentan las cargas locales y generales del Plan Parcial.

Tabla 8. Cantidades Cargas Locales y Cargas Generales Plan Parcial Altamira.

PLAN PARCIAL ALTAMIRA	LONGITUD	ANCHO	AREA
	M	M	M2
CARGAS LOCALES			
ESPACIO PÚBLICO			11,033.00
PARQUE 1			5,934.30
PARQUE 2			4,810.80
PLAZOLETA BUSES			287.90
EQUIPAMIENTO			1,561.10
SISTEMA VIAL			4,673.52
CALZADA y BAHIAS DE PARQUEO	627.01	6	3,762.06
ANDENES	414.30	2.2	911.46
CARGAS GENERALES			
SISTEMA VIAL y PROTECCION CANAL ESCORRENTIA			1,712.80
PROTECCION CANAL ESCORRENTIA	524.70	3	1,574.10
RECUPERACION CONFIGURACION VIA PEATONAL			138.70
REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS			1,725.10
TANQUE AGUA	20.0	20.0	400.00
CONEXIÓN RED MATRIZ ACUEDUCTO	441.7		441.70
CONEXIÓN RED MATRIZ ALCANTARILLADO	441.7		441.70
CONEXIÓN RED MATRIZ DE ENERGIA	441.7		441.70

Las cargas locales son financiadas por los propietarios de acuerdo al reparto equitativo de cargas, y a la posibilidad de acceder a una mayor edificabilidad a través de la aplicación de la densidad máxima.

Las cargas generales correspondientes al sistema vial, son financiadas por el municipio, mediante contribución por valorización, plusvalía, predial o cualquier otro instrumento de financiamiento válido. Las redes de servicios públicos serán financiadas por las empresas de servicios públicos a través de las tarifas de servicios públicos vigentes; para la financiación de la construcción del Tanque de agua potable y la estación de bombeo se tiene prevista la inversión de recursos por parte de los propietarios con el objetivo de proponer la posibilidad de

acceder a una mayor edificabilidad a través de la aplicación de la densidad máxima.

2.3.1.3. Definición de cargas y cesiones urbanísticas

En la **Tabla 9**, se presentan las cesiones correspondientes a vías, espacio público efectivo y equipamiento que se realizara en el plan parcial Altamira con el objetivo de dar cumplimiento a las cargas locales requeridas.

Tabla 9. Cargas Urbanísticas Plan Parcial Altamira.

ITEM	AREA M2	HECTAREAS	PORCENTAJE SOBRE AREA NETA URBANIZABLE
AREA NETA URBANIZABLE	31,079.62	3.11	
CARGAS URBANISTICAS TIPO 5			
SISTEMA VIAL y DEMOVILIDAD	4,673.52	0.47	15.0%
Vias Locales Altamira	3,762.06		
Vias Peatonales Altamira	911.46		
CESION ESPACIO PUBLICO EFECTIVO	11,033.00	1.10	35.5%
Parques	10,745.10		
Plazoletas	287.90		
EQUIPAMIENTO	1,561.10	0.16	5.0%
Equipamiento 1	1,561.10		
TOTAL CARGAS URBANISTICAS	17,267.62	1.73	55.6%
AREA UTIL	13,812.00	1.38	44.4%

2.3.1.4. Movilidad y cesión de vías.

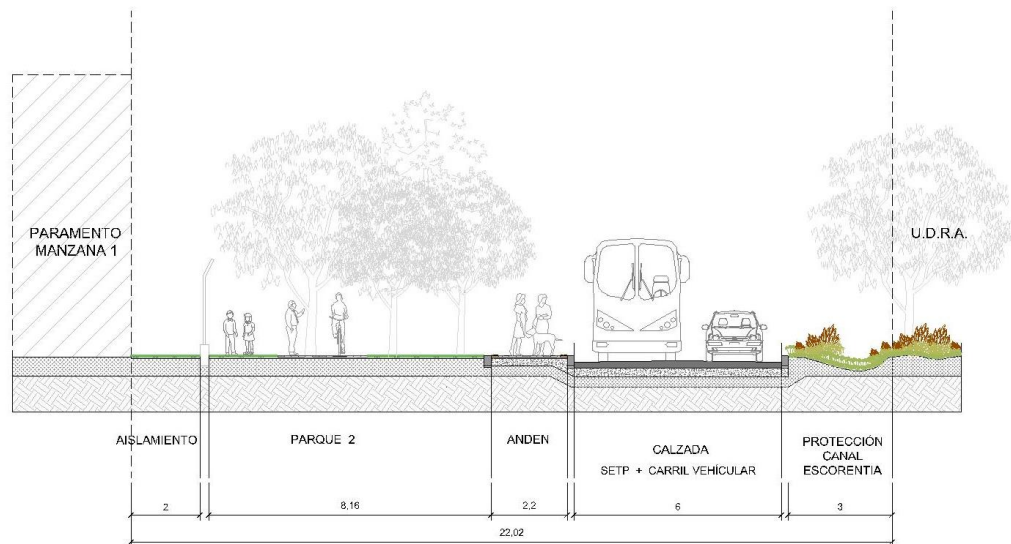
El plan parcial contempla la creación de un circuito vial local, este circuito se conecta en dos puntos con la estructura urbana a través de la carrera 22 sur y la carrera 24. Las cesiones para vías tienen un área total de 4,673.52m² y corresponden al 15% del Área Neta Urbanizable.

Con el fin de mejorar la conectividad del polígono del plan parcial se propone la intervención integral de la calle 12ª sur en su paso por el sector oriental del polígono con una longitud de 164m.

2.3.1.5. Perfiles Viales.

En la **Figura 8**, se presenta el perfil vial local tipo, el cual cumple con las dimensiones mínimas para el perfil L2 - vías locales secundarias, del POT Pasto 2015 -2027, Acuerdo 004 de 2015.

Figura 8. Perfil vial local tipo del Plan Parcial Altamira.



PERFIL VIAL TIPO PLAN PARCIAL ALTAMIRA

2.3.1.6. Cesión de equipamientos.

La cesión para localización de equipamientos se realizó de forma estratégica en el sector norte del polígono del plan parcial, sobre la carrera 24, de manera que a futuro esta área se constituya en un nodo urbano, en conjunto con el parque y el salón comunal existentes, además el área de cesión para equipamiento está respaldada por el Parque local 2 que cuenta con un área de 4,810.80m².

Dentro del DTS POT Pasto (2015), se propone para la zona de Expansión Urbana Altamira, relacionada con la Centralidad Municipal UDRA, la construcción de: Equipamientos para servicios colectivos enfocados a la cultura y el bienestar social.

El área de cesión para equipamientos hecha por el Plan Parcial Altamira corresponde a 1,561.10m², los cuales son el 5% del Área Neta Urbanizable, dando cumplimiento a lo determinado por el POT Pasto 2015-2027.

2.3.1.7. Cesión espacio público efectivo.

La cesión de espacio público efectivo, tiene un área de 11,033.00m², que corresponde al 35.5% del Área Neta Urbanizable, permitiendo así alcanzar la mayor densidad propuesta por el POT Pasto 2015-2027.

2.3.1.8. Cesiones en suelo.

El resumen del proceso de urbanización para el Plan Parcial Altamira se presenta en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Resumen General de Áreas en m² proceso de urbanización Plan Parcial Altamira.

AREA BRUTA	CARGAS GENERALES	AREA NETA URBANIZABLE	CESIONES			AREA UTIL
			CESION VIAS	CESION ESPACIO PUBLICO EFECTIVO	CESION EQUIPAMIENTOS	
33,192.42	2,112.80	31,079.62	4,673.52	11,033.00	1,561.10	13,812.00
	6%	94%	15.0%	35.5%	5.0%	44.4%
	% SOBRE AREA BRUTA		% SOBRE AREA NETA URBANIZABLE			

La cesión de suelo total hecha por el plan parcial Altamira es del 55.6% del Área Neta Urbanizable; en metros cuadrados la cesión de suelos realizada asciende a 17,267.62m².

El área útil urbanizable resultado del proceso de urbanización es 13,812m², que representan el 44.4% del Área Neta Urbanizable y el 41.6% del Área Total del polígono del Plan Parcial Altamira.

2.3.1.9. Beneficios

Los beneficios que ofrece el Plan Parcial Altamira están representados en el mayor potencial de desarrollo que tiene el suelo del polígono del plan parcial, al lograr a través de la actuación urbanística un mayor potencial edificatorio.

El objetivo principal del Plan Parcial Altamira es habilitar suelo de expansión urbana para vivienda y sus usos complementarios.

Teniendo en cuenta que de acuerdo al POT Pasto 2015-2027, la densidad máxima que se puede generar mediante la implementación de planes parciales es de 350 viviendas por hectárea, sobre el área neta urbanizable, siempre y cuando se garantice la generación del 35% del área neta urbanizable para

espacio público efectivo; la densidad de viviendas máxima esperada de acuerdo al área neta urbanizable obtenida es de 960 viviendas.

A partir del área neta urbanizable, una vez descontadas las áreas correspondientes a cesiones, se obtiene el área útil del plan parcial, que para este caso es de 13,812m².

El planteamiento urbanístico propone densificar en altura, para tal fin se propone un índice de construcción de 4.85 y un índice de ocupación de 0.35, a partir de estos indicadores se obtiene una área máxima de construcción de 66,988.20m², de modo que al realizar la implantación del planteamiento arquitectónico, en el cual se propone densificar en altura, mediante edificaciones de quince pisos de altura, consignados en la **Tabla 11** de la edificabilidad del plan parcial Altamira.

Tabla 11. Edificabilidad del Plan Parcial Altamira.

MANZANAS PROPUESTAS	USO	ALTURA MAXIMA	AREA UTIL MANZANA	IO	IC	AREA RESULTANTE IO	AREA RESULTANTE IC	OCUPACION PRIMER PISO MODELO ARQUITECTONICO PROPUESTO
MANZANA 1	RESIDENCIAL ADMINISTRACION	2 PISOS	13,812.00	0.35	4.85	4,834.20	66,988.20	320.00
	RESIDENCIAL	15 PISOS						3,360.00
	RESIDENCIAL (VIP)	15 PISOS						1,060.00
TOTAL			13,812.00			4,834.20	66,988.20	4,740.00

MANZANAS PROPUESTAS	USO	ALTURA MAXIMA	AREA UTIL MANZANA	IO	IC	AREA RESULTANTE IO	AREA RESULTANTE IC	OCUPACION PRIMER PISO MODELO ARQUITECTONICO PROPUESTO
MANZANA 1	EQUIPAMIENTO	4 PISOS	1,561.10	0.60	2.80	936.66	4,371.08	936.66
TOTAL			1,561.10			936.66	4,371.08	

2.3.1.10. Cuantificación financiera de las cargas locales más la participación en cargas generales necesarias para el desarrollo del Plan Parcial y los beneficios surgidos de la adopción del mismo.

Para el reparto de cargas y beneficios del Plan Parcial Altamira, se tiene como punto de partida los metros cuadrados privados aportados por cada uno de los predios integrantes del polígono del plan parcial; que para este caso es solo un predio participante en el plan parcial Altamira y el total de metros cuadrados aportado es de 33,192.42m², que se presentan en la

Tabla 12. Porcentaje Aportado por el predio integrante del Plan Parcial Altamira.

No.	Código Predial	Matricula Inmobiliaria	Área (m2)	Porcentaje Aportado
Predio 1	52001-00-01-00-12-0426-000	240-0045604	33,192.42	100%
Total			33,192.42	100%

Para la ejecución del Plan Parcial Altamira, es necesario definir una estrategia de gestión del suelo, para ello se han definido ejecutar el plan en una sola Unidades de Gestión (UG), que están determinadas por sus características físico espaciales, sus posibilidades de ejecución en el tiempo, así como su financiación y reparto equitativo de cargas y beneficios.

El área aportada para la unidad de gestión corresponde al 100% de la distribución de cargas y beneficios del Plan Parcial Altamira. En la **Tabla 13** se define la distribución de la participación de cargas locales o urbanísticas y de las cargas generales para la unidad de gestión del plan.

Tabla 13. Distribución en m² de la participación de cargas locales o urbanísticas y de las cargas generales para la Unidad de Gestión.

	PP ALTAMIRA
CARGAS LOCALES	
ESPACIO PÚBLICO	11,033.00
PARQUE 1	5,934.30
PARQUE 2	4,810.80
PLAZOLETA 1	287.90
EQUIPAMIENTO	1,561.10
SISTEMA VIAL	4,673.52
CALZADA	3,762.06
ANDENES DER	911.46
CARGAS GENERALES	1,712.80
SISTEMA VIAL y PROTECCION CANAL ESCORRENTIA	
PROTECCION CANAL ESCORENTIA	1,574.10
RECUPERACION CONFIGURACION VIA PEATONAL	138.70

REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS	1,325.10
TANQUE AGUA M2	400.00
CONEXIÓN RED MATRIZ ACUEDUCTO ML	441.70
CONEXIÓN RED MATRIZ ALCANTARILLADO ML	441.70
CONEXIÓN RED MATRIZ DE ENERGIA ML	441.70

La estimación de costos para las obras de urbanización del Plan Parcial Altamira se realizó en pesos (COP) para el año 2023, con base en una estandarización de costos, de tal forma que los valores pueden variar en el tiempo, dependiendo de las variaciones financieras que se presenten en el transcurso de los procesos de formulación, concertación y adopción del plan parcial, además de los tiempos de la ejecución e inicio del plan.

El valor estimado para las obras de urbanización correspondientes a cargas locales se estima en \$8,144,945,000 (COP 2023), el desagregado de este valor se detalla en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Costo de las obras obligatorias de urbanización del Plan Parcial Altamira

Obras Obligatorias de Urbanización en Cesiones	Total	Unidad	Valor Unitario M2	Valor Total
SISTEMA VIAL LOCAL				\$ 3,796,011,000
Vías Locales Plan Parcial Altamira	3,762.06	M2	\$ 900,000	\$ 3,385,854,000
Vías Peatonales	911.46	M2	\$ 450,000	\$ 410,157,000
ESPACIO PÚBLICO				\$ 4,348,934,000
Parques	10,745.10	M2		\$ 4,190,589,000
Zonas duras máx. 20% del Área Total	2,149.02	M2	\$ 550,000	\$ 1,181,961,000
Zonas verdes min. 80% del Área Total	8,596.08	M2	\$ 350,000	\$ 3,008,628,000
Plazoletas	287.90	M2		\$ 158,345,000
Zonas duras	287.90	M2	\$ 550,000	\$ 158,345,000
Valor Total Estimado				\$ 8,144,945,000

Además de los costos de las obras de urbanismo, por concepto de cargas locales, se requiere cuantificar las cargas generales, que corresponden a la inversión requerida para las redes matrices de acueducto, alcantarillado y energía, así como la intervención de la recuperación de la vía de la calle 12ª sur y la construcción de la estación de bombeo, red de acueducto y tanque elevado de agua potable para suministro. En la **Tabla 15** se presenta los costos estimados por cargas generales del Plan Parcial Altamira, los cuales se estiman en \$ 2,191,798,684.00 (COP 2023).

Tabla 15. Costos por Cargas Generales del Plan Parcial Altamira.

CARGAS GENERALES	Cantidad	Unidad	Valor Unitario M2/ML	Valor Total
SISTEMA VIAL y PROTECCION CANAL ESCORRENTIA	1,712.80			675,765,000.00
PROTECCION CANAL ESCORRENTIA	1,574.10	M2	350,000	550,935,000.00
RECUPERACION CONFIGURACION VIA PEATONAL	138.70	M2	900,000	124,830,000.00
REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS	1,325.10			1,516,033,684.00
CONEXIÓN RED MATRIZ ACUEDUCTO	441.70	ML	450,000	198,765,000.00
CONEXIÓN RED MATRIZ ALCANTARILLADO	441.70	ML	600,000	265,020,000.00
CONEXIÓN RED MATRIZ DE ENERGÍA	441.70	ML	900,000	397,530,000.00
TANQUE AGUA	400.00	M2	1,636,797	654,718,684.00
Valor Total Estimado				2,191,798,684.00

Los costos estimados por concepto de cargas generales se financiarán a través de las Empresas de Servicios Públicos y aportes del Municipio; las redes de servicios públicos por un valor proyectado de \$1,516,033,684.00 (COP 2023), serán financiadas por las empresas de servicios públicos a través de las tarifas de servicios vigentes, sin embargo de este valor los propietarios del plan parcial proponen financiar el valor de la construcción de la estación de bombeo, red de acueducto y tanque elevado de agua potable para suministro valorados en \$654,718,684.00 (COP 2023); por otra parte el sistema vial y protección del canal de escorrentía por un valor proyectado de \$675,765,000.00 (COP 2023), será financiado con la implementación de instrumentos de financiación como contribución por valorización, plusvalía o predial.

De esta forma los costos estimados por concepto de Cargas Locales y Generales para el Plan Parcial Altamira ascienden a \$ 10,336,743,684.00 (COP 2023).

Los beneficios del Plan Parcial, surgen de la aplicación del aprovechamiento urbanístico de la propuesta normativa urbana planteada en el **numeral 2.3.1.9**, contenida en la **Tabla 11**.

Para calcular los beneficios y el reparto equitativo de cargas es necesario valorar económicamente los aprovechamientos urbanísticos, para ello se cuantifica los valores máximos obtenidos de área de construcción, para compararlos con los valores de áreas vendibles de los productos inmobiliarios obtenidos. La **Tabla 16**, muestra la categorización que se implementa para los productos inmobiliarios propuestos, junto con sus áreas de construcción y venta.

Tabla 16. Áreas construidas y vendibles por tipo de uso propuesto en m².

Manzanas propuestas	USO	Área Construida		Porcentaje de área vendible sobre el área construida	Área Vendible	
		Área construida	Área construida Total		Área vendible	Área vendible Total
Manzana 1	Administración, Comercial y servicios	640.00	70,840.00	30%	192.00	55,572.00
	Parqueaderos	3,900.00		60%	2,340.00	
	Residencial VIS	50,400.00		80%	40,320.00	
	Residencial VIP	15,900.00		80%	12,720.00	
TOTAL		70,840.00			55,572.00	

En la **Tabla 17** se muestra los valores estimados de venta por cada uno de los productos inmobiliarios, que tienen como base el cálculo realizado para el precio máximo de venta por cada producto inmobiliario calculados en función de los valores máximos para aplicar a subsidios de vivienda en el 2023.

Tabla 17. Valores estimados de venta por m².

Valor Salario Mínimo 2023 **\$1,160,000.00**

	VALOR EN		Valor proyectado Apto Venta	Valor m2 Venta
	SMMLV	COP	COP	COP
Parqueadero				\$ 850,000.00
Comercial y servicios				\$ 3,150,000.00
Vivienda Interés Prioritario (VIP)	90	\$ 104,400,000.00	\$ 104,400,000.00	\$ 2,007,693.00
Vivienda Interés Social (VIS)	135	\$ 156,600,000.00	\$ 156,600,000.00	\$ 2,796,428.57

A partir de los valores estimados de venta por m², en la **Tabla 18** se calculan los valores proyectados por ventas.

Tabla 18. Valores proyectados por Ventas de Productos Inmobiliarios.

Manzanas propuestas	USO	Valor promedio m2 Venta	Área Vendible		Ingresos proyectados por ventas	
			Área Vendible Manzana	Área vendible Total	Ingresos Ventas Manzana	Ingresos Ventas
Manzana 2	Administración, Comercial y servicios	3,150,000.00	192.00	55,572.00	\$ 604,800,000.00	\$ 150,916,371,428.57
	Parqueaderos	850,000.00	2,340.00		\$ 1,989,000,000.00	
Manzana 3	Residencial VIS	2,796,428.57	40,320.00		\$ 112,752,000,000.00	
Manzana 4	Residencial VIP	2,796,428.57	12,720.00		\$ 35,570,571,428.57	
TOTAL			55,572.00		\$150,916,371,428.57	

A partir del cálculo de las cantidades de área construida por cada uno de los usos establecidos en el Plan Parcial Altamira se calcula la estructura de costos del plan parcial, teniendo en cuenta el cálculo de costos directos por concepto de construcción y los costos indirectos de construcción.

En la **Tabla 19** se presenta el valor por m² de los costos directos de construcción de cada producto inmobiliario, información que proviene de la experiencia particular de los gestores del plan parcial, y en la **Tabla 20** se presenta los costos directos de construcción del Plan Parcial Altamira.

Tabla 19. Valor por m² de Costos Directos de Construcción.

	Valor m2 Construccion
Vivienda Interés Prioritario (VIP)	\$ 1,200,000.00
Vivienda Interés Social (VIS)	\$ 1,500,000.00
Comercial y servicios	\$ 1,400,000.00
Parqueadero	\$ 650,000.00

Tabla 20. Costos Directos de Construcción de productos inmobiliarios.

Manzanas propuestas	USO	Valor promedio m2 Construccion	Área Construccion		Costos Directos de Construcción	
			Área Construccion Manzana	Área Construccion Total	Costos Directos de Construcción Manzana	Costos Directos de Construcción
Manzana 1	Administracion, Comercial y servicios	1,400,000.00	640.00	70,840.00	\$ 896,000,000.00	\$ 98,111,000,000.00
	Parqueaderos	650,000.00	3,900.00		\$ 2,535,000,000.00	
	Residencial VIS	1,500,000.00	50,400.00		\$ 75,600,000,000.00	
	Residencial VIP	1,200,000.00	15,900.00		\$ 19,080,000,000.00	
TOTAL			70,840.00		\$98,111,000,000.00	

Para el cálculo de los costos indirectos de construcción se tomó como referencia los parámetros que se esbozan en la **Tabla 21**, que se calculan en función de los costos de ventas por cada unidad de gestión. La estimación de los Costos Indirectos de Construcción, se consignan en la **Tabla 22**.

Tabla 21. Parámetros para cálculo de Costos Indirectos de Construcción.

Costos Indirectos	Porcentaje Sobre Ventas
Honorarios	7.00%
Impuestos	4.80%
Gastos administración	0.30%
Gastos de Ventas	2.10%
Financieros	3.00%
Aprovechamiento Urbanístico Adicional	1.00%
TOTAL	18.20%

Tabla 22. Costos Indirectos de Construcción.

			Ingresos proyectados por ventas		Costos Indirectos proyectados	
Manzanas propuestas	USO	Porcentaje sobre Ventas	Ingresos Ventas Manzana	Ingresos Ventas	Costos Indirectos Manzana	Costos Indirectos Ventas
Manzana 1	Administración, Comercial y servicios	18.20%	\$ 604,800,000.00	\$150,916,371,428.57	\$ 110,073,600.00	\$ 27,466,779,600.00
	Parqueaderos	18.20%	\$ 1,989,000,000.00		\$ 361,998,000.00	
	Residencial VIS	18.20%	\$ 112,752,000,000.00		\$ 20,520,864,000.00	
	Residencial VIP	18.20%	\$ 35,570,571,428.57		\$ 6,473,844,000.00	
TOTAL			\$150,916,371,428.57		\$27,466,779,600.00	

Una vez calculados los valores correspondientes a: proyección de ventas, cargas y costos directos e indirectos de construcción, se procede a realizar el balance del plan parcial, y a calcular el valor residual del suelo, para ello se toma los valores obtenidos. Este valor se obtiene mediante el método residual, que según la Resolución 620 de 2008 del IGAC se define como aquel "que busca establecer el valor comercial del bien, normalmente para el terreno, a partir de estimar el monto total de las ventas de un proyecto de construcción, acorde con la reglamentación urbanística vigente y de conformidad con el mercado del bien final vendible, en el terreno objeto de avalúo. Para encontrar el valor total del terreno se debe descontar al monto total de las ventas proyectadas, los costos

totales y la utilidad esperada del proyecto constructivo". La fórmula correspondiente es:

$$\text{Valor Residual del Suelo} = \text{Ventas Estimadas} - (\text{Egresos Totales} + \text{Utilidad Neta Esperada})$$

Para el Plan Parcial Altamira la utilidad neta mínima esperada es del 7%.

En la **Tabla 23** se presenta el balance del plan parcial y el cálculo del valor residual del suelo.

Tabla 23. Balance del Plan Parcial y el cálculo del valor residual del suelo.

ITEM	PLAN PARCIAL	% PARTICIPACION EN VENTAS
Ingresos proyectados por ventas	\$ 150,916,371,428.57	100%
Costos Directos de Construcción	\$ 98,111,000,000.00	65.0%
Costos Indirectos de Construcción	\$ 27,466,779,600.00	18.2%
Cargas	\$ 8,144,945,000.00	5.4%
Utilidad Esperada 7%	\$ 10,564,146,000.00	7.0%
Valor Residual	\$ 6,629,500,828.57	4.4%
Area de Terreno m2	33,192.42	
Valor residual por m2	\$199,729.36	

Al obtener el valor residual del suelo y tener un balance del plan parcial positivo, se procede a realizar el reparto de cargas y beneficios, que es uno de los principios fundamentales de la Ley 388 de 1997, constituyéndose como el mecanismo mediante el cual se garantiza que cada participante de un plan parcial, obtenga una participación en los beneficios en la misma proporción de su participación en los aportes.

Para realizar el reparto de cargas y beneficios, para el caso del plan parcial Altamira se toma como un único beneficiario al predio integrante del plan.

A continuación, se presentan los lineamientos para el reparto económico de cargas y beneficios para el Plan Parcial Altamira:

- **Identificación del aporte por Unidad de Gestión:**

Los aportes son el valor económico de:

- Los predios (el valor del suelo) que conforman cada Unidad de Gestión
- Aportes en dinero para la construcción y desarrollo de las cargas urbanísticas que asume cada Unidad de Gestión

- **Definición de los beneficios por Unidad de Gestión:**

Los beneficios son los metros cuadrados que permite la norma urbanística adoptada por el plan parcial, que en términos económicos se traducen en las ventas estimadas de los diferentes productos inmobiliarios.

- **Balance entre los aportes y los beneficios:**

Para cada U.G. se hace el balance de su participación en aportes comparadas con sus beneficios, para detectar los desequilibrios entre los beneficios y los aportes que le corresponden a cada Unidad de Gestión y entrar a corregirlos.

- **Reparto:**

Los ajustes de los desequilibrios cuando una unidad no guarda relación entre

los beneficios y cargas se pueden equilibrar realizando los siguientes ajustes:

- Aumentando los aportes a cargas
- Disminuyendo los beneficios
- Realizando compensaciones en dinero, suelo o metros cuadrados construidos
- La combinación de una o varias de las anteriores, siempre que se logre la proporcionalidad que requiere el reparto

En la **Tabla 24** se realiza el proceso de reparto equitativo de cargas y beneficios entre las unidades de gestión del Plan Parcial Altamira. Partiendo de un valor comercial del suelo por m² de \$ 199,729.36 (COP 2023).

Tabla 24. Reparto de cargas y beneficios Plan Parcial Altamira.

SUELO	Total
Area en m2	33,192.42
Valor m2 compra proyectado al año 2023	\$ 199,729.36
Valor total	\$ 6,629,500,828.57

	Total
Aporte de Cargas	8,144,945,000.00
Aporte en Suelo	6,629,500,828.57
Total Aporte	14,774,445,828.57
Porcentaje de Aporte	100%

Beneficios (Ventas Proyectadas)	150,916,371,428.57
Porcentaje de Beneficios	100%

Balance	
% Beneficios - % Aporte	0%

Equilibrio	
Total Aporte	14,774,445,828.57
Financiamiento % Balance * Total Aportes	0.00
Total Aporte en equilibrio	14,774,445,828.57
Porcentaje de Aporte en equilibrio	100%

La repartición de beneficios se realizará acorde al porcentaje de participación en los beneficios finales obtenidos por las ventas de los productos inmobiliarios, los beneficios obtenidos se repartirán entre los propietarios del predio integrante en forma proporcional a su participación en el suelo del plan parcial.

2.3.1.11. Valor total del proyecto.

El valor total estimado para el Plan Parcial Altamira es de \$142,544,024,112.57 (COP 2023) y se discrimina en la **Tabla 25**.

Tabla 25. Valor Total del Plan Parcial Altamira.

	Valor Unitario
Costos Directos de Construcción	98,111,000,000.00
Costos Indirectos de Construcción	27,466,779,600.00
Cargas Urbanísticas	8,144,945,000.00
Cargas Generales	2,191,798,684.00
Valor del Suelo	6,629,500,828.57
Valor total	142,544,024,112.57
<hr/>	
VALOR TOTAL VENTAS	\$ 150,916,371,428.57
Utilidad mínima esperada 7%	\$ 10,564,146,000.00

2.3.2. Estrategia de gestión y financiación

El Plan Parcial Altamira está planeado para que su principal fuente de financiación sean los ingresos derivados de las ventas de los productos inmobiliarios propuestos.

Los recursos para la financiación del plan parcial provienen en su mayoría de los aportes privados, que realizarán los propietarios del suelo, que ascienden al 98.5% del valor total del plan parcial. El 1.5% correspondiente al valor de cargas generales, por concepto de redes de servicios y acondicionamiento de vías, que

deberá ser financiado a través de las tarifas de servicios públicos y aportes del municipio que se propone se financien a través de instrumentos de financiación como valorización, predial o participación en plusvalía.

Para el proceso de gestión del Plan Parcial Altamira se creará un Equipo Gestor, que realizará la gestión asociada de los propietarios, y también será el encargado de canalizar los recursos provenientes por parte de inversionistas interesados en financiar el plan parcial.

La duración de la ejecución del plan parcial se estima en 10 años.

2.3.3. Instrumentos legales aplicables para la financiación del plan

Como se planteó en el numeral anterior los instrumentos legales de financiación para el plan parcial son:

- Impuesto predial
- Impuesto por valorización
- Participación en plusvalía
- Entrega anticipada de cesiones de suelo con el fin de adelantar las obras correspondientes a cargas generales.

3. ASPECTOS AMBIENTALES

3.1. TOPOGRAFIA Y BASE CARTOGRAFICA DETALLADA DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Metodología.

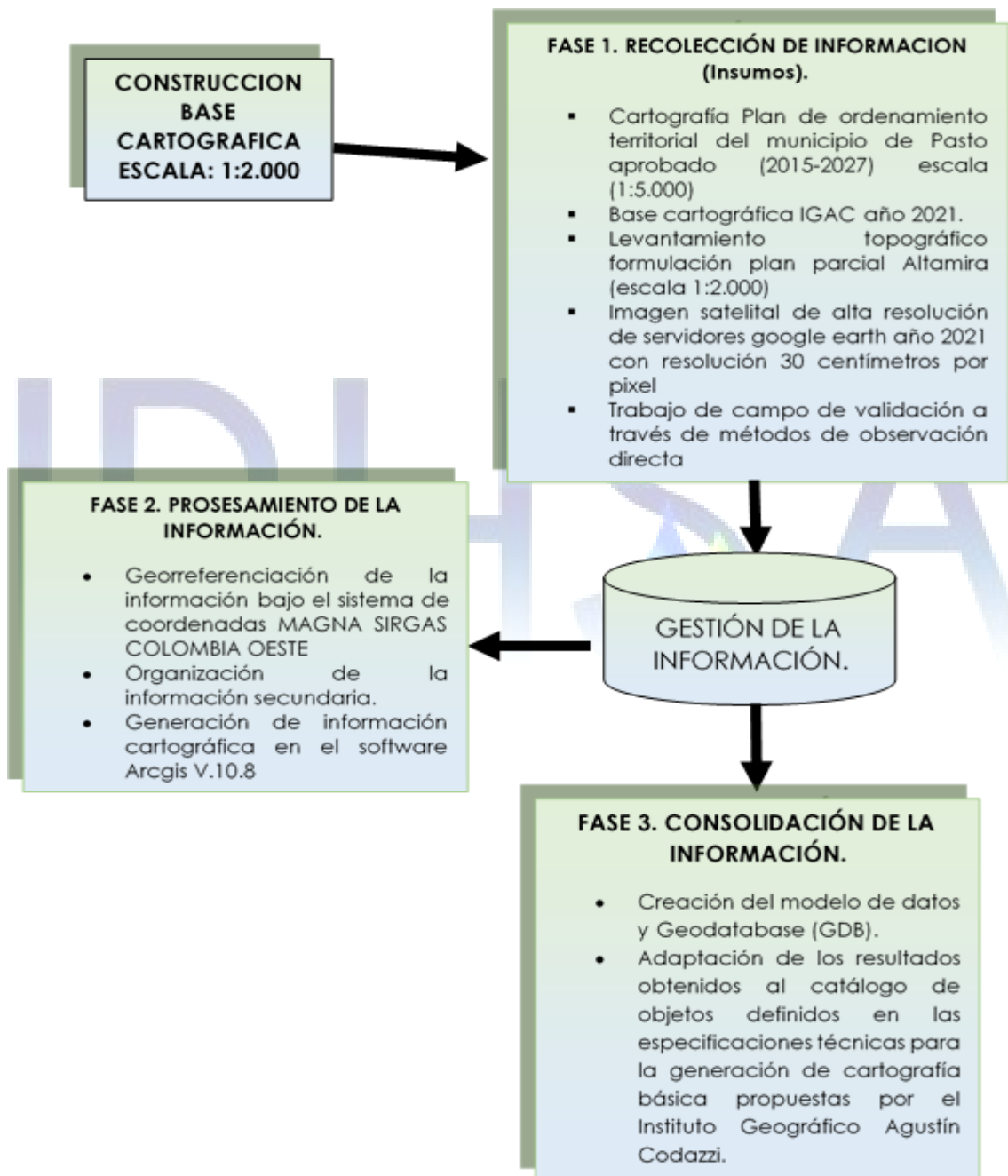
La cartografía es considerada como la ciencia aplicada que se encarga de reunir, realizar y analizar medidas y datos de regiones de la tierra, para representarlas gráficamente con diferentes dimensiones lineales (Raisz, 2005). Siguiendo esta concepción es indispensable incluir en todos los estudios técnicos y científicos esta ciencia, pues de ella depende la adecuada representación de los elementos del territorio de tal manera que se puedan definir en un contexto más amplio incluso si están fuera de nuestro campo visual, a través de ello se pueden generar conocimientos precisos de lo que se quiere estudiar además de establecer parámetros y medidas que permitan realizar estudios óptimos apoyados en las nuevas tecnologías.

La sistematización de la cartografía tradicional a través de programas especiales ofrecen un sinnúmero de herramientas para realizar procesos, así mismo la teledetección juega un papel fundamental pues de esta depende la representación gráfica de la superficie terrestre por medio de imágenes satelitales permitiendo realizar actuaciones adecuadas sobre el territorio, sin embargo como todo proceso requiere un orden que nos lleve a un resultado esperado es por ello que es necesario realizar un proceso metodológico adecuado.

Para llevar a cabo un proceso exitoso de generación de cartografía se requiere ser minucioso en la obtención y generación de insumos de los cuales dependerá el resultado final, en este sentido es indispensable realizar actividades de reconocimiento a través de trabajo de campo, hacer contrastes de información con el fin de ejecutar análisis comparativos que lleven a determinar la veracidad y confiabilidad de la información a utilizar, el nivel de detalle para llegar a una escala 1:2.000 es riguroso por ende se requiere seguir unas fases las cuales para el

presente estudio se han definido en tres y se presentan a través del siguiente esquema.

Figura 9. Esquema metodológico.



3.1.2. Resultados.

Los resultados obtenidos radican en la generación del insumo base para la elaboración del estudio, definiendo los detalles cartográficos ajustados y organizados de acuerdo a la metodología expuesta con los contenidos técnicos que se requieren para la escala 1:2.000, cabe resaltar que la cartografía es un factor fundamental de análisis del territorio es por ello que se debe manejar la mayor rigurosidad técnica pues de ésta depende la correcta delimitación de las áreas, que con la aplicación de los demás estudios van a tener un tratamiento especial, y determinar la viabilidad de las actuaciones urbanísticas.

3.1.2.1. FASE 1. Recolección de información.

- **Información secundaria:**

En el proceso de búsqueda y recolección de información secundaria con la colaboración de todos los actores involucrados mediante la gestión de datos se obtuvieron los siguientes productos:

Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pasto: Construido en el año 2015 y vigente hasta la fecha, de la información suministrada se tomó como referencia las capas que constituyen el plano base a escala 1:5000; con el fin de tener el punto de partida para construir la cartografía en escala 1:2.000.

Base cartográfica IGAC: Con este referente se puede determinar la situación catastral con el fin de tener una determinación clara de los predios que se encuentran dentro del área de estudio, este insumo es fundamental porque permite la identificación de elementos ambientales y administrativos para una visión amplia del sector y todos sus componentes. La información se obtuvo a través del geoportal IGAC para el año 2021.

Plan Parcial Altamira: En la formulación del plan parcial Altamira se realizó el levantamiento topográfico con alto nivel de detalle, lo cual permite generar insumos de trabajo como la nube de puntos topográfica para la generación de curvas de nivel y modelos digitales de elevación de 1 metro de resolución aplicando métodos de triangulación.

Imágenes satelitales de alta resolución: La resolución de una imagen satelital es directamente proporcional a la medida del pixel, es por ello que son consideradas imágenes de mayor resolución las que poseen un número inferior a diez metros por pixel, lo que permite procesar información con datos precisos, fiables y actualizados que ofrecen enormes ventajas para la detección, éstas imágenes permitirán el apoyo en la identificación de elementos naturales y artificiales y garantizarán la correcta referencia espacial, para el presente estudio se utilizó una imagen Google de resolución espacial de 30 cm por pixel.

Tabla 26. Relación de información gestionada

PRODUCTO	CONTENIDO	ENTIDAD FACILITADORA
Cartografía plan de ordenamiento territorial 2020—2027 municipio de Pasto.	Geodatabase con todas las capas temáticas urbanas y rurales de diagnóstico y formulación del instrumento de planificación territorial. Escala 1:5.000	ALCALDIA DE PASTO.
Base cartográfica IGAC 2021.	Información geográfica y catastral base que incluye elementos de terreno drenajes, construcciones, vías.	INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI
Levantamiento topográfico formulación Plan parcial Altamira.	Cartera de puntos topográfica con intervalo promedio de 1 metro. Escala 1:2.000	ALCALDIA DE PASTO

- **Información primaria:**

En la primera fase se logró la construcción de insumos base para la generación de cartografía a escala 1:2.000, el trabajo de campo se realizó rigurosamente y se identificaron los elementos de terreno correspondientes, así mismo se identificaron elementos los cuales no estaban registrados en la información preliminar, se complementó información con topografía en campo. Se actualizó la información previamente obtenida y con ello se verificaron todos los componentes que se encuentran en el área de estudio realizando la respectiva validación de datos.

3.1.2.2. FASE 2. Procesamiento de la información

- **Georreferenciación de la información:**

Las capas temáticas se trabajaron bajo el sistema de referencia MAGNA SIRGAS COLOMBIA OESTE.

Sistema de referencia:

-*Sistema de referencia horizontal:* El marco geocéntrico nacional de referencia es MAGNA SIRGAS, establecido mediante resolución 068 de 2005, la proyección cartográfica será establecida en un único origen de coordenadas, con los siguientes parámetros:

Tabla 27. Parámetros sistema de referencia espacial.

PARÁMETRO	Valor
PROYECCIÓN	Transversa de Mercator
ELIPSOIDE	GRS80
ORIGEN: LATITUD	4° N
ORIGEN: LONGITUD	73° W

PARÁMETRO	Valor
FALSO: ESTE	5.000.000
FALSO: NORTE	2.000.000
UNIDADES	Metros
FACTOR DE ESCALA	0,992 metros.

-*Sistema de referencia vertical:* El sistema de referencia vertical será el que tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura.

- **Organización de la información:**

En esta fase se toman los datos previamente almacenados tanto en campo como en información secundaria se los organiza por carpetas de acuerdo a la naturaleza de la Información. Posteriormente se crea una file Geodatabase que permita almacenar datos sin perder detalles para su posterior procesamiento y continuidad, se almaceno la información en diferentes datasets.

- **Generación de información:**

El sistema de coordenadas manejado es el mismo en todas las capas y corresponde a MAGNA SIRGAS COLOMBIA OESTE de acuerdo a los lineamientos establecido por el IGAC se establece una relación y ajuste de capas para que no haya traslapes y todo tenga perfecta relación para la generación de nuevas capas temáticas.

El ajuste de la escala se hace a partir de los insumos que se generarán producto del proceso de recolección de información, cabe resaltar que el IGAC tiene una guía de especificaciones técnicas para la generación de cartografía básica a escala 1:2.000 la cual se aplicará en este estudio. En ella menciona todos los elementos que se deben digitalizar a esta escala o

nivel de detalle, así mismo los intervalos en las curvas de nivel y la representación gráfica de los elementos.

Para la generación de capas temáticas se realizaron diversos procesos de digitalización (generación de información en geometrías punto, polilínea, polígono), rectificación (Corrección de trazos), y ajuste (acople de todos los elementos) que permitieron pasar a la fase de consolidación como resultado final. Las capas base para la generación de cartografía se relacionan a continuación:

Tabla 28. Capas cartografía base.

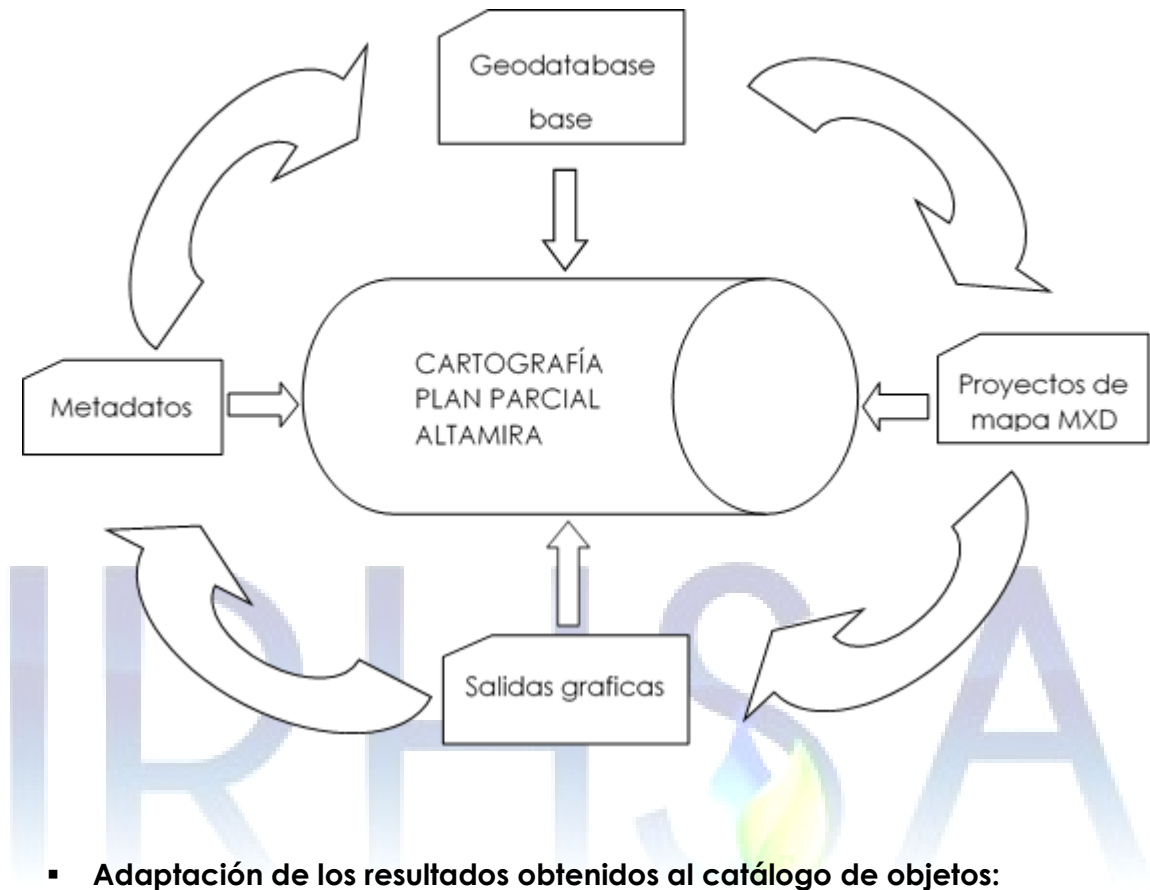
NO.	ELEMENTO	PROCESO	ESCALA
2	Construcciones	Adopción y ajuste	1:2000
3	Curvas de nivel	Adopción y ajuste	1:2000
4	Vías	Digitalización	1:2000
6	Toponimia	Digitalización	1:2000
7	Predios	Adopción	1:2000

3.1.2.3. FASE 3. Consolidación de la información

- **Creación del modelo de en una Geodatabase:**

Se consolidó la información en una carpeta que contiene los resultados cartográficos del proyecto, en ella se encuentra la información en formato SHP y una file geodatabase en donde se agrupan y conectan todas las capas del proyecto, así mismo se organizó las salidas gráficas en formato PDF y JPG, con su respectiva información la cual corresponde a la elaboración misma del insumo (METADATOS), siguiendo los lineamientos brindados por la Alcaldía municipal de Pasto y la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO.

Figura 10. Esquema Geodatabase



- **Adaptación de los resultados obtenidos al catálogo de objetos:**

Una vez culminadas las fases preliminares se procede a unificar toda la información y generar un solo producto cartográfico denominado mapa base, siguiendo los lineamientos expuestos en las especificaciones técnicas para la elaboración de cartografía básica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:2.000, el cual en adelante será el insumo inicial para la generación de productos de los demás componentes. Las capas para la cartografía base se elaboraron de la siguiente manera:

Tabla 29. Construcciones.

CS232011-4101-02	Habitable	Polígono		línea 1	
				Color	237,190,189RGB
				Tamaño de línea	1 pt
				Color Sólido 1	
				Color Trama	210, 4, 3 RGB
				Tamaño	0,13 pt
				Ángulo	45
				Paso	2,0001 pt
				línea 2	
				Color	255,255,255 RGB
				Tamaño	1 pt
				Color Sólido 2	
Color	255,255,255 RGB				

Tabla 30. Limite vial aproximado.


CS311212-2-02	Limite Vía L Aproximado	Línea		Patrón	15 3
				Terminaciones	Sin restricciones
				Posición	0 pt
				Tamaño	0,31 pt
				Color	130,130,130 RGB
				Tamaño	0,283464 pt
				Color	99,128,155 RGB

Tabla 31. Vías




CS310116-2-02	via tipo 2	línea		Línea Interna	
				Patrón	6 6
				Terminaciones	Con ½ Patrón
				Posición	-3 pt
				Tamaño	1,41647 pt
				Relleno color	255,255,255 RGB
CS310116-3-03	via tipo 3	línea		Relleno color	230,0,0 RGB
				Tamaño	1 pt
				Línea Interna	
CS310116-4-04	via tipo 4	línea		Patrón	5 5
				Terminaciones	Con ½ Patrón
				Posición	-2,5 pt
				Tamaño	0,566928 pt
				Relleno color	255,255,255 RGB
				Línea Principal	
				Tamaño	1 pt
Color	230,0,0 RGB				

Tabla 32. Red de alta tensión.

Código del símbolo	Título	Geometría	Muestra Gráfica	Propiedad	Valor
CS341412-01	Red de Alta Tensión	Línea		<i>línea del símbolo cartográfico</i>	
				Patrón	2 1 2 1 2 1 2 4
				Terminaciones	Sin Restricciones
				posición	0 pt
				Color	0,0,0 RGB
				Tamaño de línea	0,283464 pt
				<i>Marcador del símbolo cartográfico</i>	
				Paso	15
				posición	0,5 pt
				Terminaciones	Sin Restricciones
				Color	0,0,0 RGB
				Tamaño del punto	1,84 pt

Tabla 33. Curvas de nivel.

Código del símbolo	Título	Geometría	Muestra Gráfica	Propiedad	Valor
CS610113-1000-01	Índice	Línea		Color	168,112,0 RGB
				Tamaño	0,71 pt
CS610113-1010-05	Intermedia	Línea		Color	230,159,18 RGB
				Tamaño	0,35 pt

Tabla 34. Toponimia.

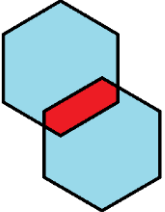
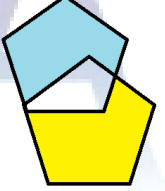
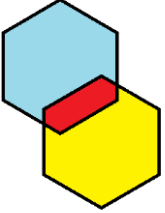
Código del símbolo	Título	Geometría	Muestra Gráfica	Propiedad	Valor
CS850013-01	Nomenclatura	Punto		Tamaño	5 pt
				color Punto	Null Color


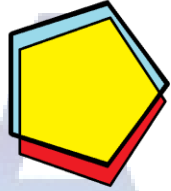
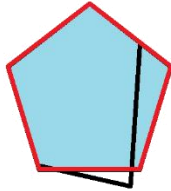

▪ **Generación del mapa base:**

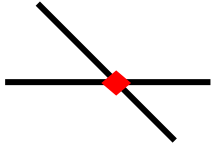
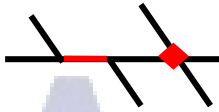
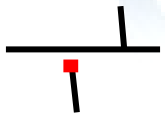
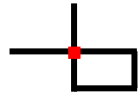

El mapa base se elaboro de acuerdo a las carcteristicas técnicas mencionadas y se incorporo en la base de datos geográfica con todas sus capas y siguiendo las reglas de topología especificadas en el catalogo de objetos de IGAC. La topología nos permite encontrar errores en las capas de puntos, líneas y polígonos, así mismo ayuda a la hora de comprobar las integridades de la información y validación de las representaciones dentro


de las geodatabases, especialmente en elementos hidrográficos, red vial, curvas de nivel, etc. A continuación, una pequeña descripción de las reglas topológicas.

Tabla 35. Reglas de topología.

REGLAS TOPOLÓGICAS APLICADAS A POLÍGONOS		
REGLA TOPOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
No debe superponerse	Requiere que el interior de los polígonos no se superponga. Los polígonos pueden compartir ejes o vértices. Esta regla se utiliza cuando un área no puede pertenecer a dos o más polígonos. Resulta útil para modelar límites administrativos, como códigos postales o distritos electorales, y clasificaciones de área mutuamente exclusivas, como cobertura de suelo o tipo de forma de suelo.	
No debe haber huecos	Esta regla precisa que no haya vacíos dentro de un polígono simple o entre polígonos adyacentes. Todos los polígonos deben formar una superficie continua. Siempre existirá un error en el perímetro de la superficie. Puede ignorar este error o marcarlo como una excepción. Utilice esta regla en datos que deben cubrir completamente un área. Por ejemplo, los polígonos de vocación del suelo no pueden incluir espacios ni formar vacíos, deben cubrir un área completa.	
No debe superponerse con	Requiere que el interior de los polígonos en una clase (o subtipo) de entidad no se deba superponer con el interior de los polígonos en otra clase (o subtipo) de entidad. Los polígonos de las dos clases de entidad pueden compartir ejes o vértices o estar completamente inconexos. Esta regla se utiliza cuando un área no puede pertenecer a dos clases de entidad separadas. Resulta útil para combinar dos sistemas mutuamente exclusivos de clasificación de área, tales como zonificación y tipos de cuerpos de agua, en las que las áreas definidas en la clase de zonificación tampoco se pueden definir en la clase de cuerpos de agua y viceversa.	

REGLAS TOPOLÓGICAS APLICADAS A POLÍGONOS		
REGLA TOPOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Debe estar cubierto por la clase de entidad	Requiere que un polígono en una clase (o subtipo) de entidad comparta toda su área con los polígonos en otra clase (o subtipo) de entidad. Un área en la primera clase de entidad que no está cubierta por polígonos desde la otra clase de entidad es un error. Esta regla se utiliza cuando un área de un tipo, como un polígono departamental, debería estar completamente cubierto por áreas de otro tipo, tales como municipios.	
Deben cubrirse entre sí	Requiere que los polígonos en una clase (o subtipo) de entidad compartan toda su área con los polígonos de otra clase (o subtipo) de entidad. Los polígonos pueden compartir ejes o vértices. Cualquier área definida en otra clase de entidad que no esté compartida con otra es un error. Esta regla se utiliza cuando dos sistemas deben cubrirse entre sí. Se utilizan para la misma área geográfica y cualquier punto dado definido en un sistema también debe estar definido en el otro. Uno de esos casos se produce con datasets jerárquicos anidados, como bloques censales y grupos de bloque o pequeñas cuencas hidrográficas o grandes cuencas hidrográficas. La regla que también se puede aplicar a las clases de entidad poligonales relacionadas no jerárquicas, tales como tipos de suelo y clases de pendiente.	
El límite debe estar cubierto Por	Requiere que los límites de entidades poligonales deban estar cubiertos por líneas en otras clases de entidad. Estas reglas se utilizan cuando las entidades de área necesitan tener entidades de línea que marquen los límites de las áreas. Esto es así, generalmente, cuando las áreas tienen un conjunto de atributos y sus límites tienen otros atributos. Por ejemplo, los límites de una entidad territorial podrían almacenarse en la Geodatabase junto con sus límites.	
No debe superponerse	Requiere que las líneas no se superpongan con las líneas en la misma clase (o subtipo) de entidad. Esta regla se utiliza en aquellos segmentos de línea que no se deberían duplicar, por ejemplo, en una clase de entidad de hidrografía. Las líneas se pueden cruzar o	

REGLAS TOPOLÓGICAS APLICADAS A POLÍGONOS		
REGLA TOPOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
	intersecar, pero no pueden compartir segmentos.	
No debe interceptarse	Requiere que las entidades de línea desde la misma clase (o subtipo) de entidad no se crucen ni se superpongan entre sí. Las líneas pueden compartir extremos. Estas reglas se utilizan para líneas de contorno que nunca se deben cruzar entre sí o en los casos en los que la intersección de las líneas se debe producir únicamente en extremos, tales como segmentos e intersecciones de calles.	
No debe intersectarse con	Requiere que las entidades de línea de una clase (o subtipo) de entidad no se crucen ni se superpongan las líneas de otra clase (o subtipo) de entidad con otras. Las líneas pueden compartir extremos. Estas reglas se utilizan cuando existen líneas de dos capas que nunca se deben cruzar entre sí o en los casos en los que la intersección de las líneas se debe producir únicamente en extremos, tales como calles y ferrocarriles.	
No deben quedar nodos colgados	Requiere que una entidad de línea deba tocar las líneas desde la misma clase (o subtipo) de entidad en ambos extremos. Un extremo que no esté conectado con otra línea se llama nodo colgado (<i>dangle</i>). Esta regla se utiliza cuando las entidades de línea deben formar bucles cerrados, como cuando definen los límites de las entidades poligonales. También se podría utilizar en los casos en los que las líneas se conectan generalmente con otras líneas, como con calles. En este caso, las excepciones se pueden utilizar allí donde la regla se viola ocasionalmente, como con segmentos cul-de-sac o de calle sin salida.	
No debe intersectarse con sí mismo	Requiere que las entidades de línea no se crucen ni se superpongan entre sí. Esta regla es útil para las líneas, tales como líneas de curvas de nivel, que no se puedan cruzar entre sí.	
Debe ser una sola parte	Requiere que las líneas tengan una única parte. Esta regla es útil allí donde las entidades de línea, como carreteras, no deben tener múltiples partes.	
Debe estar cubierto por el límite de	Requiere que los puntos se encuentren en los límites de las entidades de área. Esto resulta útil	

REGLAS TOPOLÓGICAS APLICADAS A POLÍGONOS		
REGLA TOPOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
	cuando las entidades de punto facilitan un sistema de límites, tal como los puntos que hacen referencia a los vértices del perímetro urbano, o del área de expansión.	
Debe estar separado	Requiere que los puntos se encuentren separados espacialmente de otros puntos en la misma clase (o subtipo) de entidad. Los puntos que se superpongan son errores. Esto resulta útil para asegurarse de que los puntos no coincidan ni se dupliquen dentro de la misma clase de entidad, tal como en capas de ciudades, puntos de ID de lote de parcela, pozos o postes de luz.	 <p>La superposición de un punto rojo y uno azul es un error.</p>

▪ **Incorporación de cartografía temática:**

Para el desarrollo de la base cartográfica del plan parcial la Altamira se estructuraron cinco feature datasets listados alfabéticamente con sus correspondientes feature class, adicionalmente a ello se incorporaron los insumos utilizados para la generación cartográfica de productos.

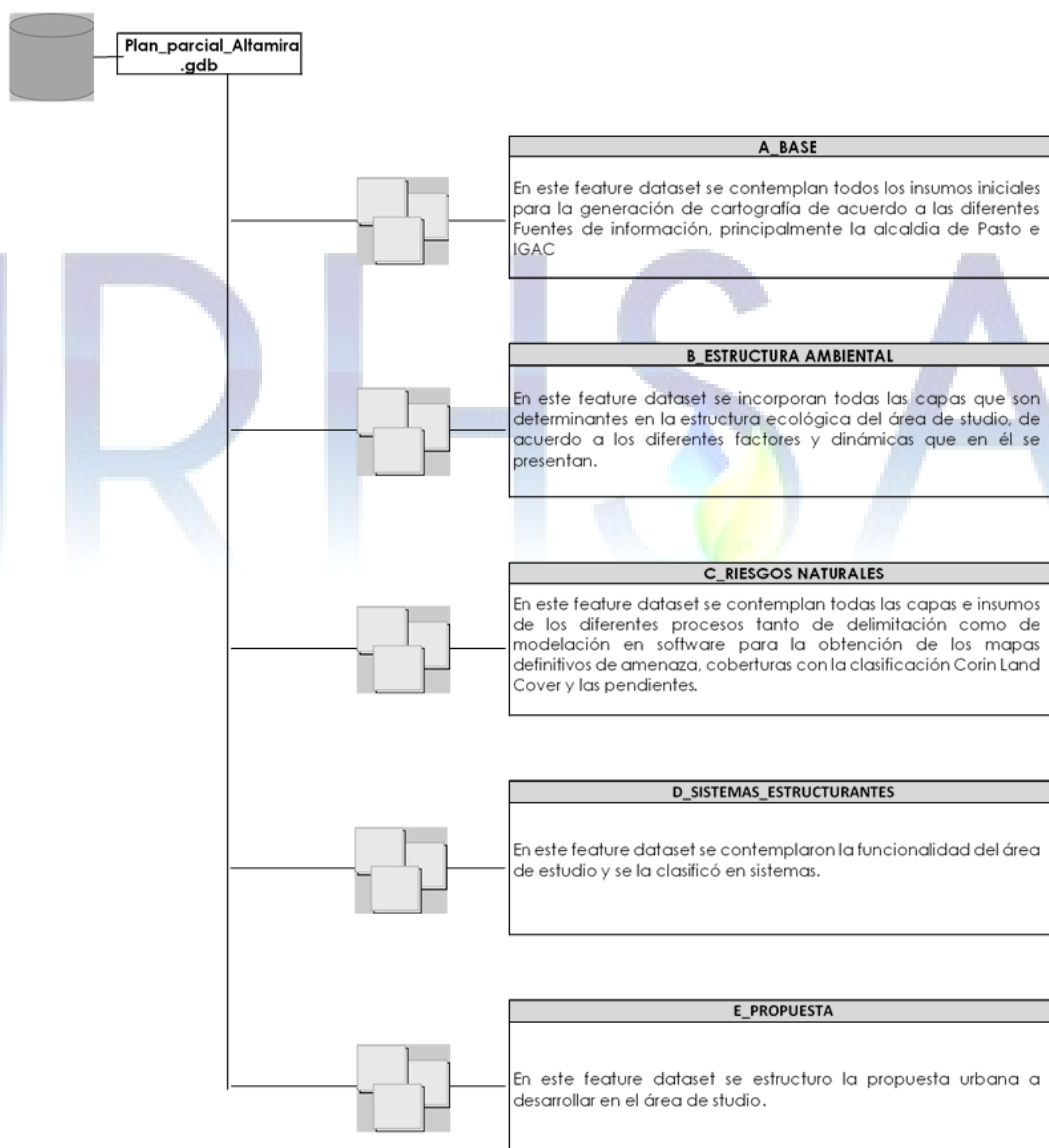
De forma general, el proceso de elaboración de la cartografía temática se consideró lo siguiente:

- Verificación de la existencia de entidades espaciales dentro de las GDB y correspondencia con los objetos espaciales mínimos propuestos en el modelo de datos, para el contexto.
- Revisión de atributos de las entidades para adaptar el modelo de datos geográfico a la situación propia del estudio.
- Ajuste de geometría de las capas temáticas de acuerdo con el área de estudio.

- o Validación topológica de todos los Features Class para verificar la consistencia lógica de los objetos geográficos.

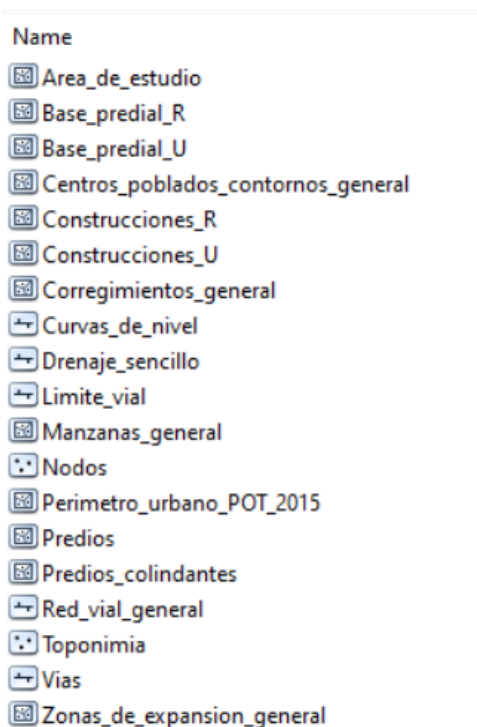
La GDB se consolidó de la siguiente manera:

Figura 11. Estructura GDB del componente cartográfico del Plan Parcial Altamira



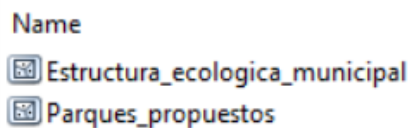
A BASE: En este feature dataset se contemplan todos los insumos iniciales para la generación de cartografía de acuerdo a las diferentes fuentes de información, principalmente la alcaldía de pasto e IGAC.

Figura 12. Capas cartográficas base.



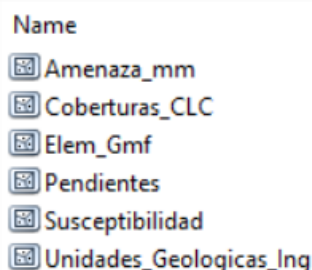
B ESTRUCTURA AMBIENTAL: En este feature dataset se incorporan todas las capas que son determinantes en la estructura ecológica del área de estudio, de acuerdo a los diferentes factores y dinámicas que en él se presentan.

Figura 13. Capas cartográficas de estructura ecológica.



C. RIESGOS NATURALES: En este feature dataset se contemplan todas las capas e insumos de los diferentes procesos tanto de delimitación como de modelación en software para la obtención de los mapas definitivos de amenaza, coberturas con la clasificación corin lan cover y las pendientes.

Figura 14. Capas cartográficas de riesgos naturales.

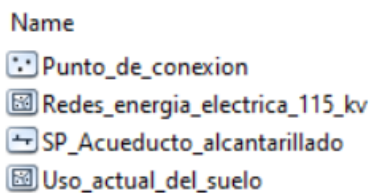


Name

- Amenaza_mm
- Coberturas_CLC
- Elem_Gmf
- Pendientes
- Susceptibilidad
- Unidades_Geologicas_Ing

D SISTEMAS ESTRUCTURANTES: En este feature dataset se contemplaron la funcionalidad del área de estudio y se la clasifico en sistemas.

Figura 15. Capas cartográficas de funcionalidad.

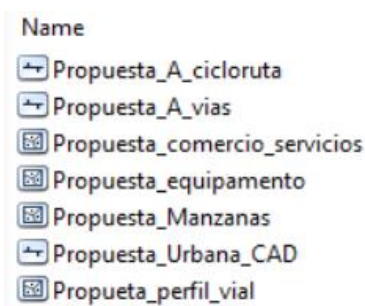


Name

- Punto_de_conexion
- Redes_energia_electrica_115_kv
- SP_Acueducto_alcantarillado
- Uso_actual_del_suelo

E. PROPUESTA: En este feature dataset se estructuro la propuesta urbana a desarrollar en el área de estudio.

Figura 16. Capas cartográficas de propuestas.



3.1.3. Parámetros de calidad del dato geográfico.

Toda información geográfica y espacial debe cumplir con unos parámetros de calidad antes de ser presentados o incorporados en el SIG Municipal, permitiendo así:

- Asegurar que los atributos que contiene la información geográfica describen las características del territorio estudiado conforme a la escala de trabajo definida.
- Garantizar que la información geográfica obtenida permite elaborar salidas gráficas y documentos de mapa de óptima calidad.
- Garantizar que los datos que se emplean como insumo para procesos de análisis geográfico (álgebra de mapas, cortes espaciales, sobre posiciones, buffer, análisis de redes, intersecciones, entre muchos otros) permiten generar nuevos datos de óptima calidad.

Estos parámetros son:

- **Tipo de información:**

Hace referencia al tipo de archivo en que es entregada la información para establecer si es necesario realizar conversiones entre archivos para obtener entidades compatibles.

- **Cobertura geográfica:**

Corresponde a la extensión geográfica que cubre cada una de las entidades la cual debe relacionarse con el área de estudio del proyecto.

- **Complejidad temática y gráfica:**

Verificar si la información geográfica entregada tiene cubrimiento total en el área en el área de estudio y si las tablas de atributos se encuentran correctamente diligenciadas.

- **Continuidad gráfica y temática:**

Mantener constantemente los elementos gráficos y los atributos temáticos en las demás salidas gráficas.

- **Consistencia lógica:**

Garantizar que la representación gráfica y la descripción de los elementos en el mapa corresponden con la representación lógica del paisaje en la realidad.

- **Revisión y validación topológica:**

Este parámetro implica la identificación de errores topológicos (superposición de puntos, superposición de polígonos, polígonos repetidos, líneas no conectadas en entidades definidas como redes lineales, etc.) resultantes en el proceso de captura y generación de las coberturas

geográficas de cada temática. Por lo tanto, para la revisión se recomienda tener en cuenta mínimamente las siguientes reglas topológicas.

- **Escala de captura de la información:**

Permite establecer el nivel de detalle de la temática del área de estudio.

- **Exactitud temática (calidad de los atributos):**

Identificación y revisión de los atributos que describen a cada entidad y de los dominios que puede tomar cada campo.

- **Exactitud posicional:**

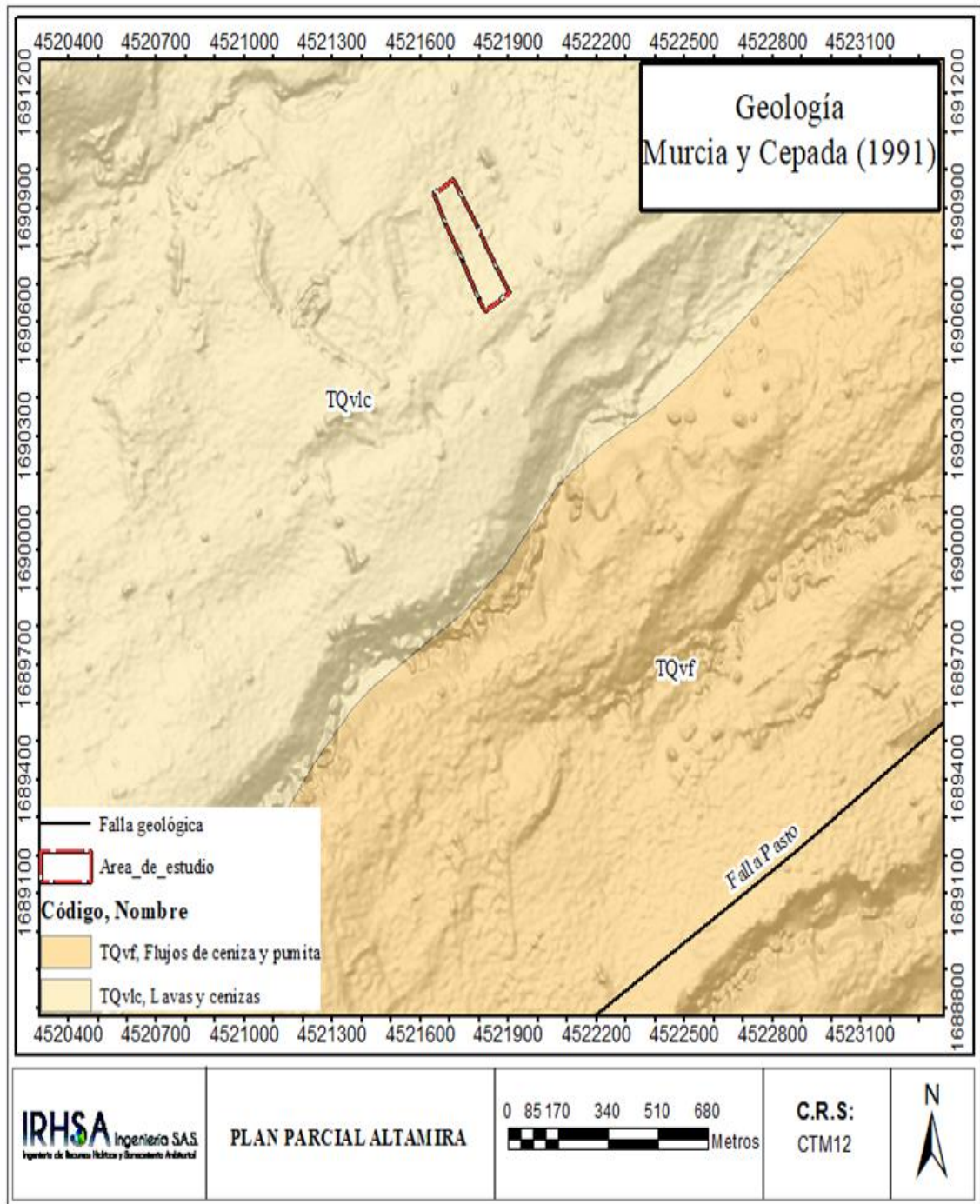
Revisión de la exactitud geográfica de los diferentes elementos de acuerdo a su geometría (puntos, líneas o polígonos) conforme a su posición en terreno. El primer nivel de revisión es validar que se encuentren en el área de influencia del proyecto. También se revisa la posición absoluta con respecto a otros elementos.

3.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA

3.2.1. Geología Local

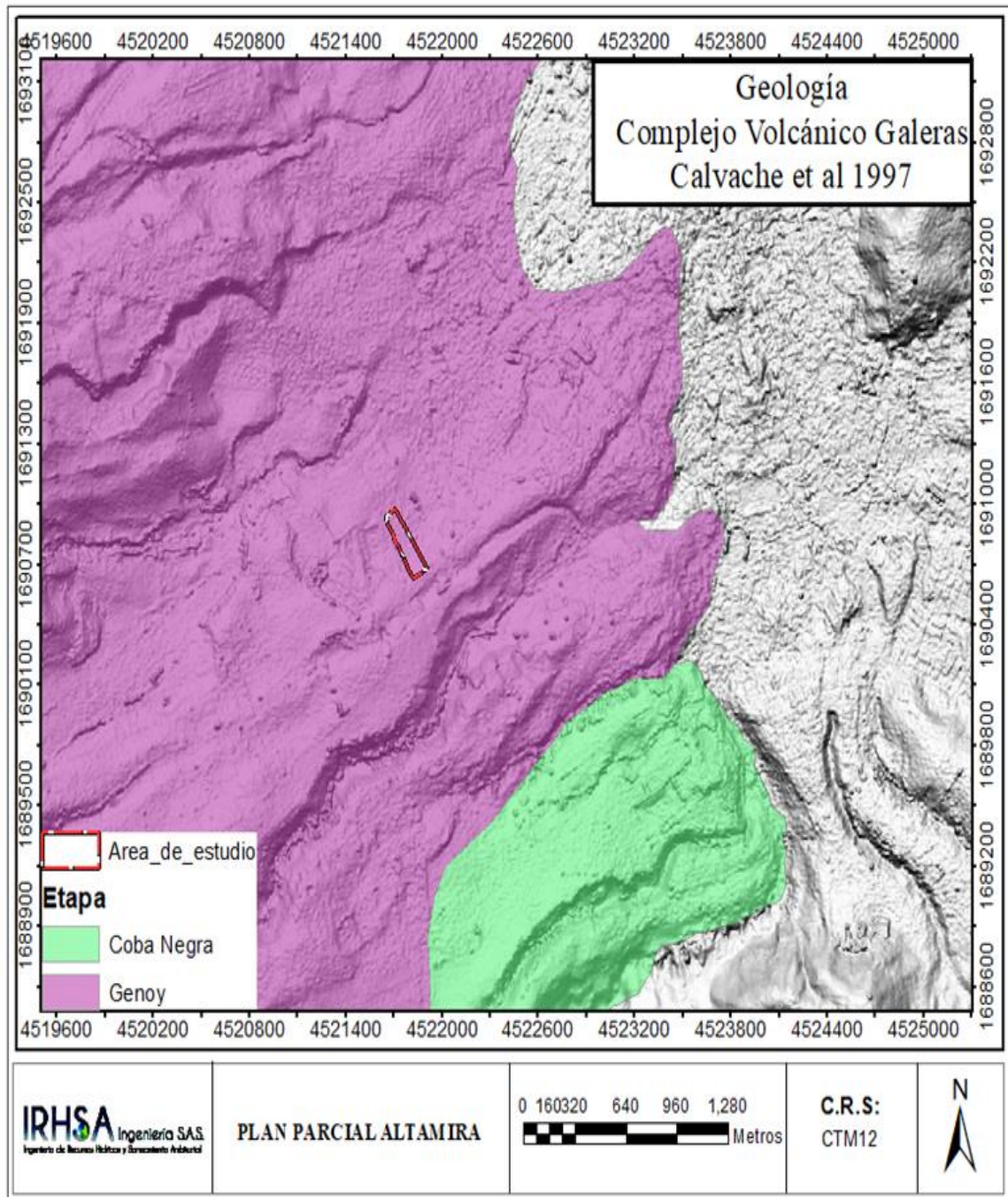
El contexto geológico en el que se encuentra el Plan Parcial Altamira se relaciona a la actividad volcánoclastica del Complejo Volcánico Galeras (CVG) los cuales se han depositado desde el Pleistoceno. Según Murcia & Cepeda (1991) la unidad litoestratigráfica correspondiente es la unidad de lavas y ceniza (Tqvlc) sin embargo la escala de estudio es a 1:100000 por lo cual el detalle es pequeño. Según Carrillo et al (2003), el área de estudio se localiza en los Flujos de Lodo del oeste (Qflw), estos autores definen estas unidades con edad entre el final del Cenozoico y principios del Cuaternario. Ver **Figura 17**.

Figura 17. Geología escala 1:100.000



Fuente: Tomado y modificado de Murcia y Cepeda (1991).

Figura 18. Geología del Complejo Volcánico Galeras.



Fuente: Tomado y modificado de Calvache et al (1997)

Para este estudio se retoma el trabajo de Calvache et al (1997) donde proponen una estratigrafía para el área de estudio donde los eventos que generaron los depósitos volcanoclásticos infrayacentes se dieron durante la etapa volcánica Genoy estos corresponden a grandes depósitos de lahares pleistocénicos. Ver **Figura 18**.

3.2.2. Unidades Geológicas para ingeniería (UGI).

Las unidades geológicas para ingeniería se cartografiaron y analizaron con base en la en la fotointerpretación del modelo digital de terreno (MDT) generado a partir de la topografía a detalle, y el trabajo de campo donde se obtuvo información de la litología, la estructura y geomecánica de los materiales en afloramientos presentes dentro del área de estudio, ver en carpeta el **ANEXO 1- EXPLORACIÓN GEOTECNICA**. La caracterización de las UGI se dio a partir de los afloramientos y los apiques disponibles, donde se obtuvo información cualitativa de la composición del material, la textura, la resistencia y la granulometría. (INGEOMINAS 2004). Como resultado se identificó y caracterizó una unidad de Suelo transportado de origen volcanoclástico y de edad cuaternaria. Masivo, sin estructuras, y grado de meteorización bajo. Ver **Tabla 36** y **Figura 20**.

Tabla 36. Unidades Geológicas para Ingeniería del Plan Parcial Altamira.

UGI	NOMBRE	ÁREA (m ²)	ÁREA TOTAL (%)
Stdcf	Suelo transportado de depósito de caída de ceniza fina	33192.42	100

Fuente: Este estudio.

3.2.2.1. Suelo transportado de depósito de caída de ceniza fina (Stdccf)

Corresponde al material de depósitos de caída de ceniza no consolidadas asociadas al vulcanismo activo en la región, esta unidad suprayace los depósitos

de lahares antiguos, y está compuesto por vidrio, cristales de anfíbol, plagioclasa y líticos volcánicos. Es masivo y tiene un tamaño de grano areno limoso, lo cual se consta en los resultados de la caracterización granulométrica, su grado de meteorización es II, resistencia moderada, y alta plasticidad. Esta unidad tiene un espesor de hasta 9 metros con base en los resultados de la exploración directa del subsuelo.

Esta unidad se distribuye en toda el área de estudio, y ocupa un 100 % del área total. Los perfiles de suelo orgánico asociados son delgados.

Figura 19. Depósito de caída de ceniza fina obtenido en un sondeo geotécnico.



Fuente: Este estudio.

Con lo anterior se deduce que la capa del depósito de caída de ceniza fina es el material que se distribuye en el área de estudio, y que condiciona todos los procesos morfodinámicos que se puedan originar este.

Figura 20. Mapa de Unidades Geológicas para Ingeniería del Plan Parcial Altamira



3.2.3. Geología Estructural

La esquina Noroeste de la placa suramericana surge de la interacción tectónica con la placa Nazca. Esto dio paso a la formación de geomorfoestructuras en la zona de arco continental, las cuales difieren según su origen geológico y edad (e.g Cordillera Central, Cordillera Occidental, Valle interandino, etc). (Aspden & McCourt, 1986; Paris & Romero Leon, 1993). Las cordilleras como estructuras tectónicas regionales son separadas por fallas regionales, siendo el Sistema de Fallas Romeral (SFR) el límite tectónico entre la Cordillera Occidental y Cordillera Central, el cual tiene un buzamiento general hacia el NW y un movimiento dextral con rumbo NE-SW. (Aspden & McCourt, 1986; Restrepo & Toussaint, 1988; Paris & Romero Leon, 1993).

El SFR está compuesto por fallas regionales paralelas entre sí que representan los límites de terrenos tectonoestratigráficos que se han acrecionado desde el mesozoico (Paris & Romero Leon, 1993). Hacia el sur del área de estudio esta la falla Pasto la cual ha tenido movimiento desde el Plioceno hasta el Cuaternario. (Tibaldi & Romero Leon, 2000; Rovida & Tibaldi, 2005). Ver **Figura 17**.

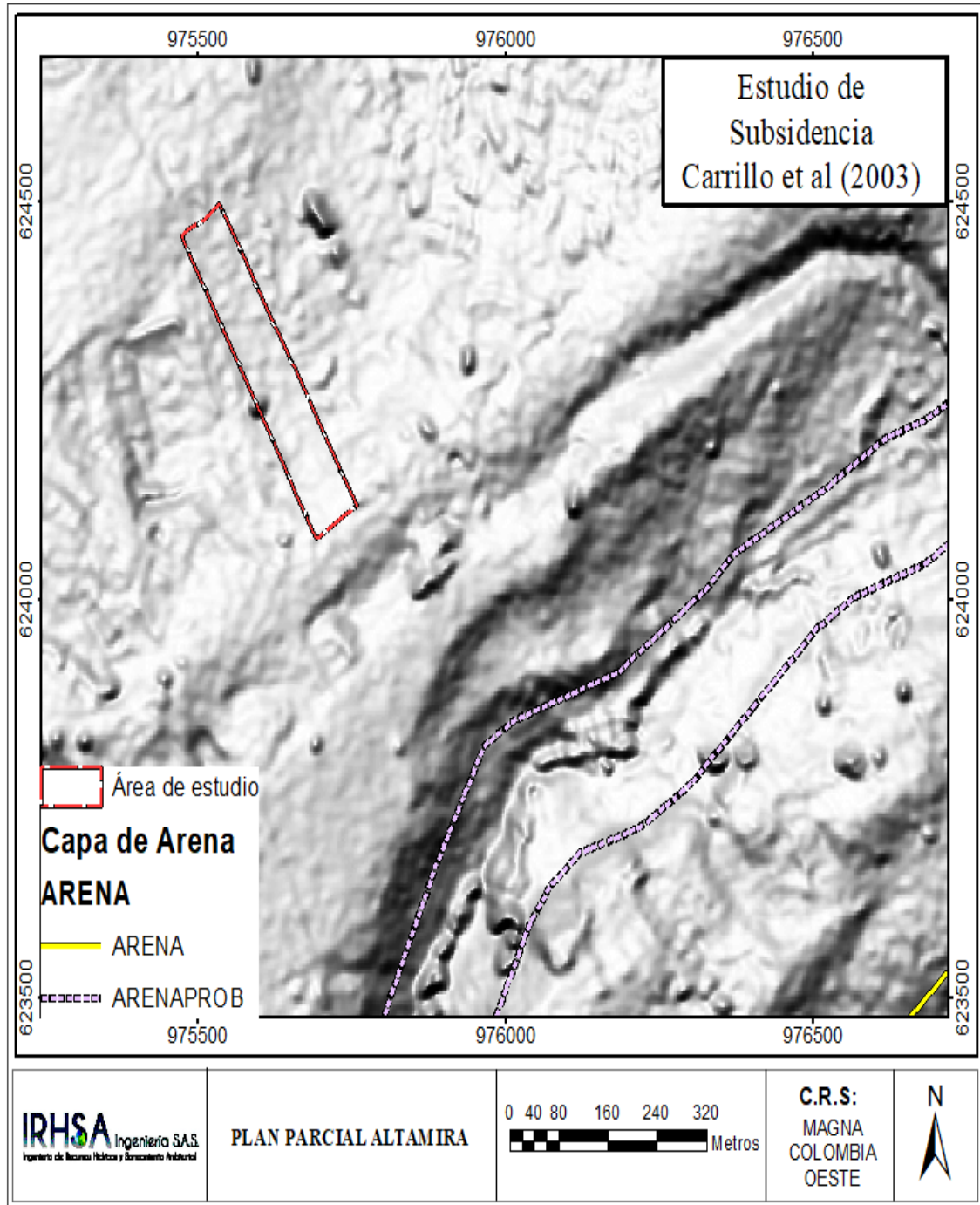
3.2.4. Modelo geológico y geotécnico

Se presenta en el numeral 3.9.1.

3.2.5. Análisis por posibles Subsidiencias por Socavones

Con base en los estudios realizados por Carrillo et al (2003), la capa de arena la cual es la mena objeto de explotación de la minería de yacimientos minerales como los es la tefra de lapilli, no se encuentra en las inmediaciones del área de estudio, además considerando la geología local no hay registro litológico de esta capa, por lo cual está en el área de estudio podría estar a profundidades muy altas suprayaciendo los depósitos laháricos, condiciones que hacen imposible su explotación económica.

Figura 21. Mapa de eventos de minería y subsidencia en el área.



Fuente: Tomado y modificado de Carrillo et al (2003).

3.2.6. Geomorfología a nivel de elementos geomorfológicos

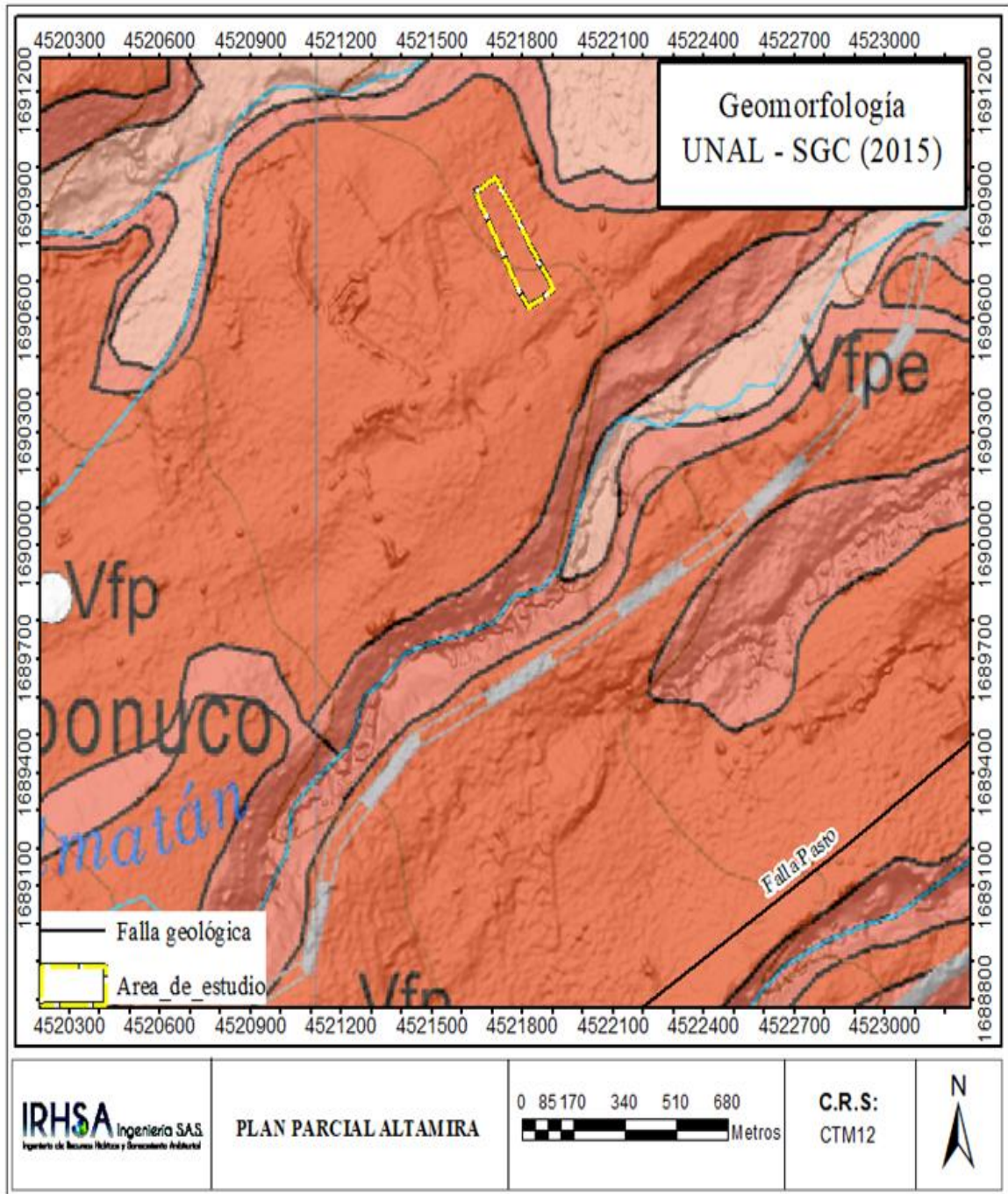
La geomorfología del área de estudio se encuentra condicionada por un ambiente morfogenético denudacional el cual ha modelado los depósitos laháricos y caídas de ceniza que se han depositado desde el Pleistoceno. Según el mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:100.000 el área de estudio se localiza sobre flujos piroclásticos asociados al CVG. Ver **Figura 22**. Según la geomorfología levantada por Carrillo et al (2003) el área de estudio se localiza sobre laderas moderadas sobre flujos piroclásticos (V4).

3.2.7. Geomorfología aplicada a movimientos en masa

Los elementos geomorfológicos son la unidad más detallada de caracterización del relieve, la cual en este estudio se realiza a escala 1:2000, para ello se realizó la fotointerpretación y la morfometría del terreno a partir del Modelo digital de terreno con resolución de 1 metro, el cual se obtuvo a partir del mapa de sombras, las pendientes y se verificó con trabajo de campo. Como conceptos utilizados se analizó el relieve según su morfología, morfogénesis y morfometría, para ello se siguieron las recomendaciones de Carvajal Perico (2012) y Leiva et al., (2012).

En total se caracterizaron 5 elementos geomorfológicos, en su mayoría generados por procesos denudacionales en materiales volcánoclasticos, solo existe una geoforma antropogénica la cual no tienen evidencia de inestabilidad del terreno.

Figura 22. Unidades geomorfológicas del municipio de Pasto.



Fuente: Tomado y modificado de UNAL -y SGC (2015).

Tabla 37. Elementos Geomorfológicos del Plan Parcial Altamira

SÍMBOLO	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	ÁREA (m ²)	ÁREA TOTAL (%)
Asp	Superficie de explanación	1279.36	3.85
Dscp	Superficie casi plana	19147.19	57.69
Dli	Ladera Inclínada	968.68	2.92
Dlm	Ladera Moderada	4687.14	14.12
Dls	Ladera Suave	7110.03	21.42

3.2.7.1. Ambiente antropogénico

Este ambiente morfodinámico se produce por la intervención antrópica en el relieve, lo cual puede representarse como rellenos o explanaciones de laderas.

- **Superficie de Explanación (Asp):**

Son superficies de terreno con diferentes inclinaciones de ladera las cuales por intereses de infraestructura o servicios sanitarios se modifican a través de la remoción de material generando laderas rectas.

En el área de estudio la superficie explanada son laderas inclinadas que fueron modificadas para el corte de una vía de acceso de un carril. Este elemento representa 3.85% del área de estudio.

3.2.7.2. Ambiente denudacional

Este ambiente se origina por la erosión de litologías preexistentes que modelan el relieve y generan sedimentos los cuales se depositan y pueden formar nuevas geoformas. Se da por la acción de agentes morfodinámicos como el viento, el agua o la gravedad. En el área de estudio los materiales modelados son volcániclasticos.

- **Ladera Inclínada (Dli):**

Son superficies planas a convexas de pendiente abrupta a muy abruptas con pendientes entre 20 a 50° de inclinación, generalmente desarrolladas sobre material volcániclástico por procesos erosivos detonados por agentes como el viento, el agua y la gravedad.

Los materiales que componen este elemento son de origen volcániclástico siendo estos los depósitos de caída de ceniza. Este elemento, aunque tiene las mayores pendientes no tienen evidencia de actividad morfodinámica. Representa el 2.92 % del área de estudio por lo cual su importancia en la morfodinámica del predio es despreciable.

- **Ladera Moderada (Dlm):**

Corresponde a las superficies planas a cóncavas, de longitud corta con pendientes entre 12° y 20°. Se encuentran asociadas a la depositación de sedimentos provenientes de la erosión de laderas inclinadas. Estas no presentan procesos morfodinámicos activos, sin embargo, pueden verse afectadas por ellos.

Este elemento solo ocupa el 14.12% del área total de estudio, y se localiza en la parte suroriental del área de estudio.

- **Ladera Suave (Dls):**

Son superficies de terreno con pendientes entre 5 y 12°, de longitud corta, cóncavas a planas, y se origina por una morfogénesis denudacional. Este elemento se moldea en materiales de depósitos de caída de ceniza las cuales suavizan el relieve, y hacia las laderas de depósitos de ladera que se sedimentan gradualmente acumulándose entre las zonas planas y las

laderas moderadas, estos materiales generan estas pendientes. Este elemento geomorfológico se distribuye en la parte central y ocupa el 24.13% del total del área del área de estudio.

Se consideran superficies con estabilidad geotécnica y no están asociadas a eventos morfodinámicos activos en el área de estudio.

Figura 23. Distribución de las geformas denudacionales en el área de estudio.



Fuente: Este estudio.

- **Ladera Suave (DIs):**

Son superficies de terreno con pendientes entre 5 y 12°, de longitud corta, cóncavas a planas, y se origina por una morfogénesis denudacional. Este elemento se moldea en materiales de depósitos de caída de ceniza las cuales suavizan el relieve, y hacia las laderas de depósitos de ladera que se sedimentan gradualmente acumulándose entre las zonas planas y las laderas moderadas, estos materiales generan estas pendientes. Este elemento geomorfológico se distribuye en la parte central y ocupa el 21.42% del total del área del área de estudio.

Se consideran superficies con estabilidad geotécnica y no están asociadas a eventos morfodinámicos activos en el área de estudio.

- **Superficie casi plana (Dsp):**

Son superficies con inclinaciones menores a 5° de pendiente, tienen forma irregular y su origen está asociado al aplanamiento por depósitos de caída piroclástica, estas áreas pueden estar asociados a encharcamiento en temporadas de precipitaciones altas.

En el área de estudio ocupa el 57.69% del área de estudio, su morfología plana la hace susceptible de encharcamiento, pero no representa una condición para la generación de movimientos en masa.

3.2.8. Inventario de procesos morfodinámicos

Con base en la revisión de información secundaria, la fotointerpretación y el trabajo de campo no se evidenciaron eventos morfodinámicos activos que demuestran alguna inestabilidad del terreno en el área de estudio.

3.2.9. Análisis de Pendientes

Las pendientes del área de estudio se obtuvieron con SIG a partir de las curvas de nivel del proyecto, y se usó la clasificación de van Zuidam (1986).

Figura 24. Mapa de Elementos Geomorfológicos.

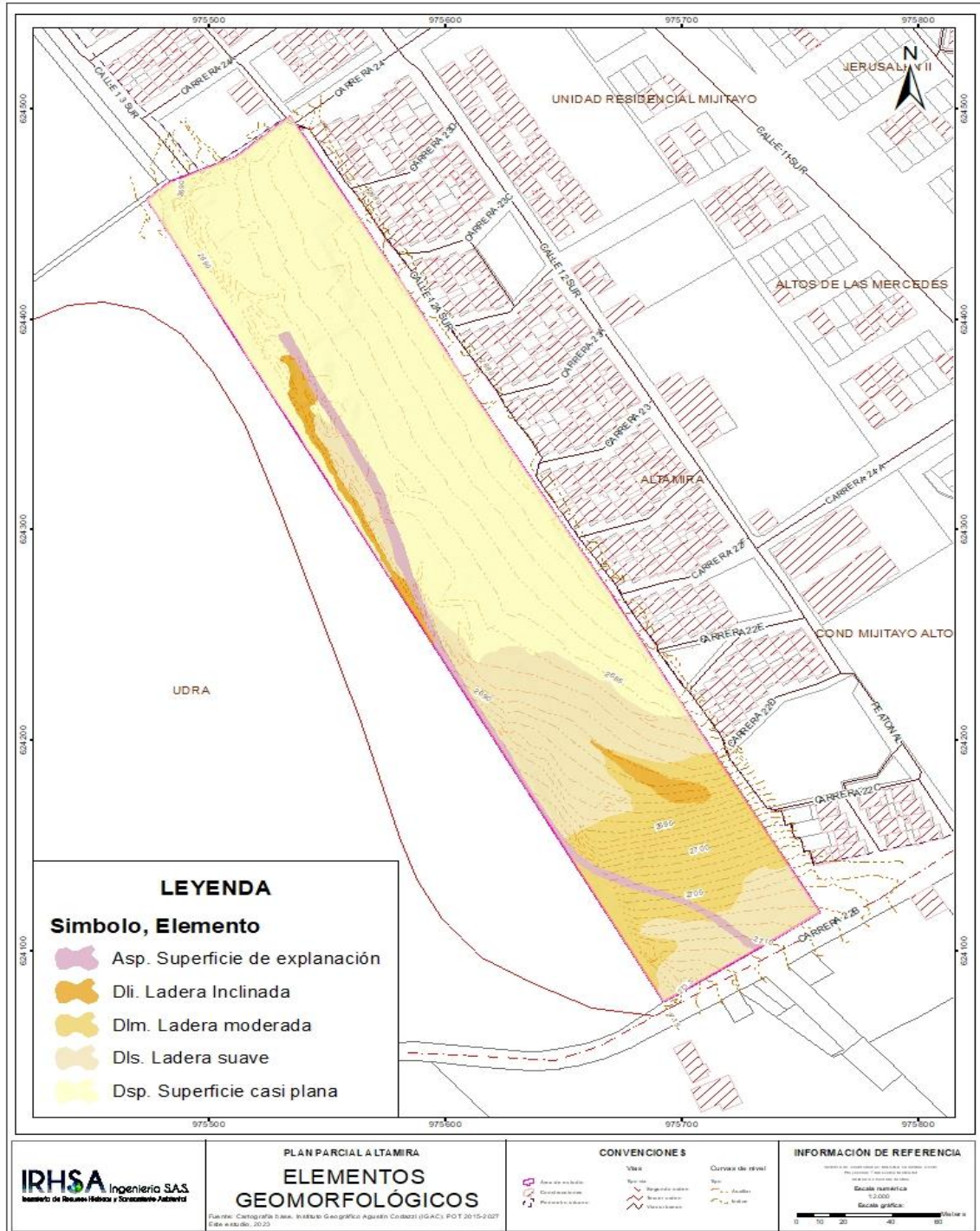


Tabla 38. Pendientes del Plan Parcial Altamira.

CLASE	PENDIENTE	ÁREA (m ²)	ÁREA TOTAL (%)
Plano a Casi Plano	0 - 2°	676.88	2
Suavemente inclinado	2 - 4°	3710.26	11
Inclinado	4 - 8°	16358.63	49
Moderadamente abrupto	8 - 16°	8859.56	27
Abrupto	16 - 35°	3370.47	10
Muy abrupto	35-55°	216.62	1

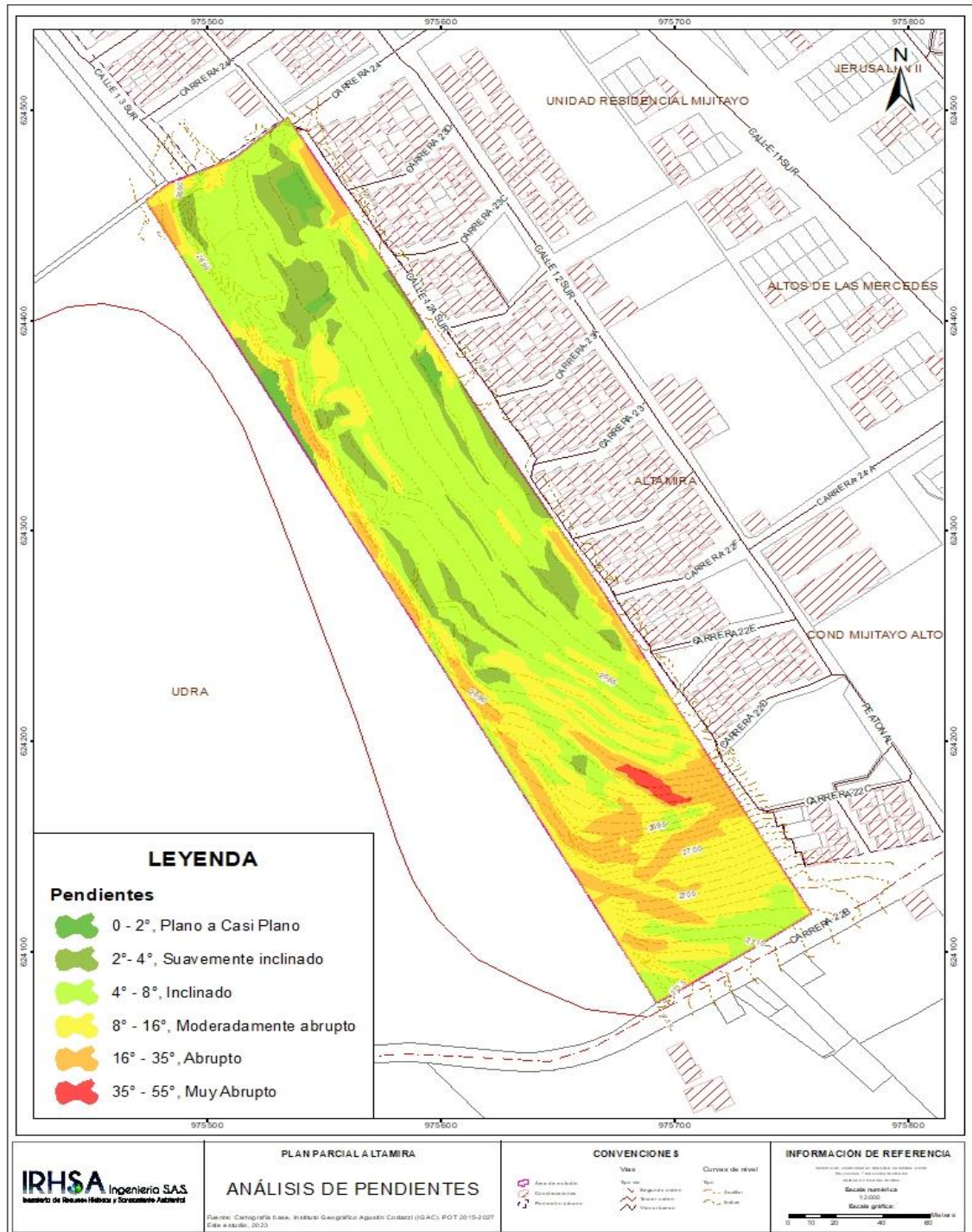
Fuente: Tomado y modificado de van Zuidam (1986).

En el área de estudio predominan las pendientes inclinadas (49%) las cuales tienen un rango entre 4 y 8° grados de inclinación por lo cual predomina una condición general casi plana, esta área se localiza hacia el noroccidente, por siguiente la clase Moderadamente Abrupto (27%) las cuales tienen un rango entre 16-35° grados, y solo el 10% del área tiene pendientes mayores a 16° la cual se localiza hacia el suroriente del área de estudio y no presentan procesos morfodinámicos activos ni inactivos. El resto de área se encuentra con una condición de pendiente menor a 4° por lo cual se considera que la condición del terreno es su mayoría casi plana. Ver **Figura 25**.

3.2.10. Procesos Erosivos

Los procesos erosivos son aquellos fenómenos que condicionan la morfodinámica denudacional del relieve y están relacionados al grado de erosión el cual también depende del área con cobertura vegetal.

Figura 25. Mapa de pendientes del Plan Parcial Altamira.



Según la geomorfología del área de estudio las geoformas denudadas al Sureste como las laderas (Dlb, Dlm, Dls) solo presentan procesos erosivos como surcos indicando un grado bajo de erosión. Las geoformas que se encuentran hacia el noroccidente tales como superficies planas sirven como grasis de acumulación para aquellos sedimentos que provienen de la leve erosión en ladera.

3.2.11. Zonificación de la aptitud geológica para el uso y ocupación del suelo

Los resultados geotécnicos del subsuelo indican que la unidad geológica para ingeniería Suelo transportado de depósito de ceniza presenta condiciones geomecánicas poco inestables a la inclinación del terreno del sector noroccidental. Siendo la geología homogénea en toda el área la ocupación del suelo más apta se encuentra en aquellas pendientes menores a 16° .

3.3. CLIMATOLOGÍA

En el área de estudio la temperatura promedio es de 13°C , llegando a alcanzar valores mínimos de 6.6°C y valores máximos de 21°C (Consortio Mijitayo, 2019)

En cuanto a la precipitación mensual multianual, ésta es de 68.31 mm. En general el régimen de precipitación es bimodal con una temporada seca muy definida durante los meses de junio, julio y agosto y otra menos notoria en enero y febrero. La estación lluviosa principal se presenta en los meses de octubre, noviembre y diciembre, la segunda temporada lluviosa se presenta en los meses de marzo, abril, y mayo, con valores máximos en los meses de abril y noviembre. Por otra parte, la temporada de lluvias bajas se presenta a mitad del año, entre los meses de junio a septiembre, siendo el mes de agosto el que presenta los valores mensuales más bajos (Consortio Mijitayo, 2019)

3.3.1. Estaciones climatológicas para la obtención de datos

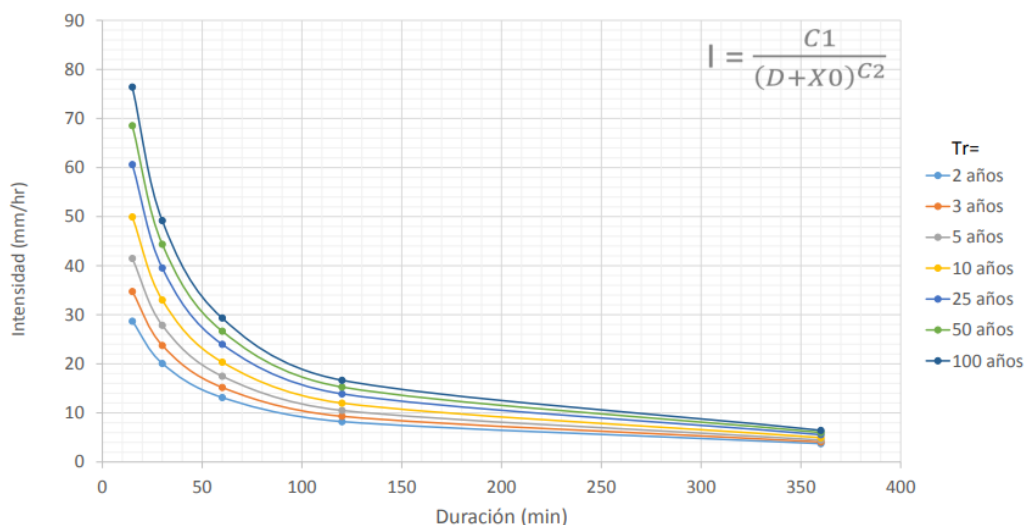
Para los análisis específicos en el área de estudio y la aplicación del modelo, se utilizó información de la estación Obonuco del IDEAM, la cual es la más cercana a la zona de estudio y tiene registros completos de precipitación desde 1976. En la siguiente tabla se indican sus principales características:

Tabla 39. Características estación Obouco

NOMBRE	CÓDIGO	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
Obonuco	52045010	Agrometeorológica	1.1982222	-77.303083	2710 m.s.n.m

Para el caso de este proyecto no fue necesaria la descarga de datos, sino que se tomó directamente los registros de las curvas de Intensidad, Duración, Frecuencia-IDF realizados por el IDEAM para esta estación, las cuales fueron construidas a partir de datos de precipitación ajustados con la distribución de probabilidad de Gumbel. En la siguiente imagen se presentan las curvas IDF respectivas:

Figura 26. Curvas IDF de la estación Obonuco



Fuente: IDEAM (2017)

3.4. HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

Principalmente, hay que tener en cuenta que el área de estudio no es colindante con ninguna fuente de agua superficial y por lo tanto varios procesos asociados a éstas no afectan la zona estudiada.

Con lo anterior, los análisis más detallados a nivel de hidrografía, hidrología e hidráulica pertinentes, se presentan en los siguientes numerales.

3.4.1. Zonificación Hidrológica del área

Conforme al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Juanambú (CORPONARIÑO, 2017) el área de estudio se encuentra localizada en la cuenca del río Pasto, específicamente al sector medio de la cuenca, que hace parte de la subzona hidrográfica del Río Juanambú, que pertenece a la zona hidrográfica del Río Patía y al área hidrográfica del Pacífico. En la siguiente tabla se detalla la zonificación hidrográfica del área de estudio:

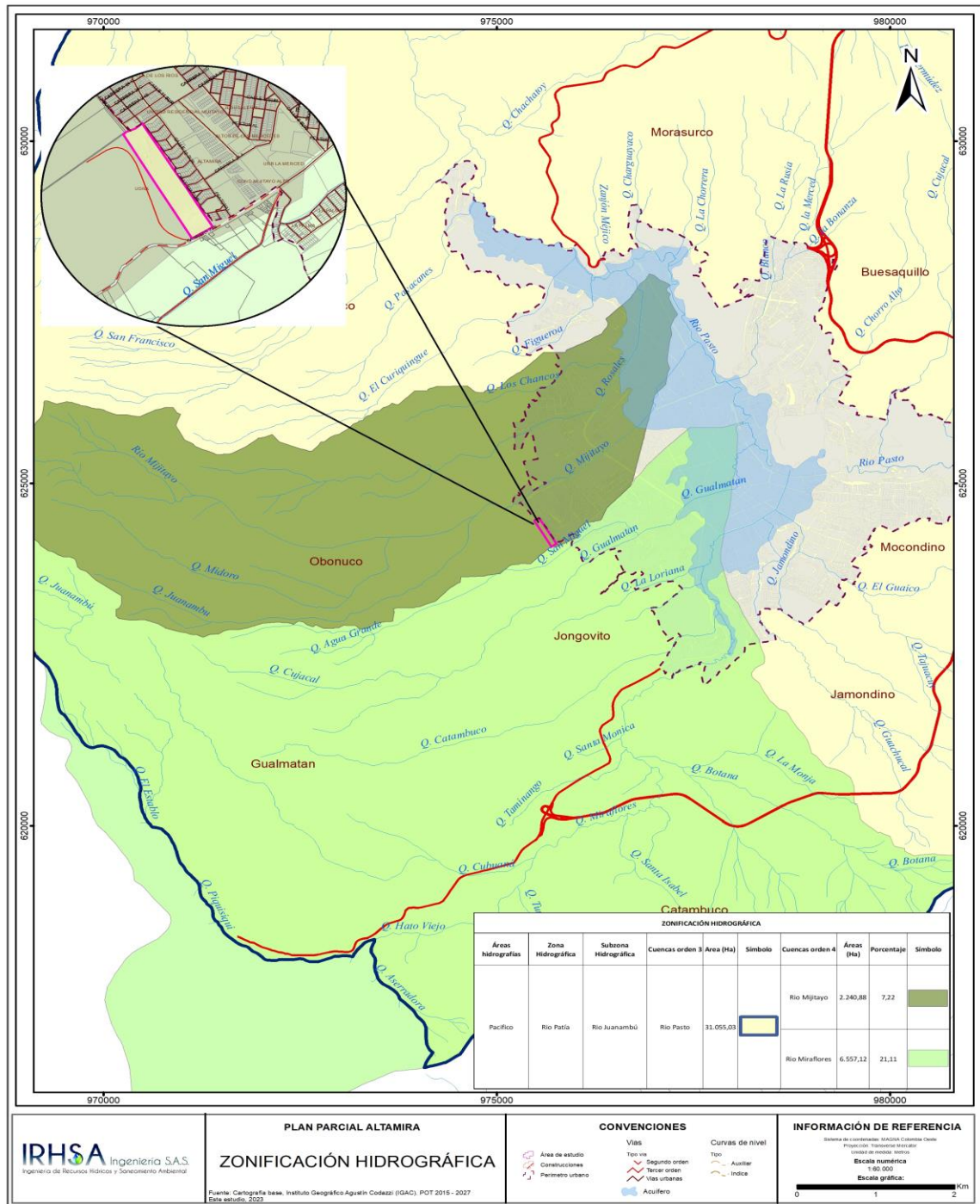
Tabla 40. Zonificación Hidrográfica del área de estudio

ÁREAS HIDROGRÁFICAS	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	CUENCAS NIVEL I	CUENCAS NIVEL II
5. Pacífico	52. río Patía	5204 río Juanambú	520405 río Pasto	52040504 río Mijitayo

Fuente: Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Juanambú
(CORPONARIÑO, 2017)

En la siguiente figura se observa la zonificación hidrográfica del área de estudio:

Figura 27. Mapa Zonificación Hidrográfica



La cuenca del río Pasto, se localiza al norte del municipio de Pasto, es el principal afluente de la cuenca del río Juanambú, tiene un área de 31,001.24 hectáreas dentro del municipio, que representa el 28,30% de su área total, teniendo en cuenta la codificación del POMCA del río Juanambú, el código de la subcuenca del río Pasto corresponde al 520405 y el código de la microcuenca del río Mijitayo es el 52040504 (Orden 4 de acuerdo a lo establecido en el Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Juanmabu, formulado por CORPONARIÑO en el año 2017) a la cual pertenece el área del plan parcial.

La cuenca del río Pasto se divide en tres sectores alto, medio y bajo. El área de estudio se encuentra en el sector medio, que abarca la ciudad de Pasto y las subcuencas aferentes, este tramo se localiza entre la bocatoma del Centenario y la estación del IDEAM que se ubica en la Universidad de Nariño (UNIVERSIDAD MARIANA, 2008, citado por CORPONARIÑO, 2011). Por su parte, la microcuenca del río Mijitayo tiene un área de 2240.8 hectáreas y presenta cauces con un comportamiento paralelo debido a las pendientes fuertes en la zona o a la posible existencia de materiales de baja permeabilidad.

3.4.1.1. Oferta y demanda del recurso hídrico.

- **Oferta hídrica superficial total:**

La oferta hídrica superficial total, hace referencia al volumen de agua por cantidad de tiempo que escurre por la superficie y que no se infiltra o se evapora (IDEAM, 2015). Es el agua que es utilizada por los ecosistemas y por la población para desarrollar todas sus actividades. Conforme al POMCA de la cuenca del Río Juanambú, la oferta hídrica de la cuenca del río Pasto en el año normal es de 10,20 m³/s y para el año seco es de 4,68 m³/s. De acuerdo a CORPONARIÑO (2017), el cálculo de la oferta hídrica superficial total se realizó para las condiciones hidrológicas normal y seca.

A nivel mensual “el año hidrológico medio corresponde a los caudales medios mensuales multianual y el año hidrológico seco corresponde a los caudales mensuales del año típico seco”; a nivel anual “el año hidrológico medio corresponde al caudal medio anual” y “el año hidrológico seco corresponde al caudal mínimo anual simulado, estimado de la serie de caudales medios” (IDEAM, 2010).

▪ **Oferta hídrica neta disponible:**

La oferta hídrica neta disponible, corresponde al volumen de agua disponible para ser empleado para el consumo y desarrollo de las actividades productivas de una población, sin afectar el volumen de agua que necesitan los ecosistemas para su funcionamiento y conservación, denominado caudal ambiental.

Conforme a CORPONARIÑO (2017) la oferta hídrica neta se calcula a partir del volumen de agua superficial de la unidad y periodo de análisis y caudal ambiental demandado en la unidad y periodo de análisis. La oferta hídrica neta disponible de la cuenca del río Pasto es de 3,04 m³/s para el año normal y para el año seco es de 2,63 m³/s

▪ **Demanda total de agua:**

La demanda hídrica es el volumen de agua que se extrae del cuerpo de agua para que sea destinado para suplir los requerimientos de consumo humano y para el desarrollo de las actividades productivas. Conocer la demanda hídrica, es fundamental para identificar las presiones sobre la oferta hídrica y los impactos sobre la fuente hídrica.

Según CORPONARIÑO (2017), la demanda hídrica se estimó conforme a lo estipulado en la metodología propuesta por el Estudio Nacional del Agua

(2014) y considera la clasificación de usos contemplados en el Decreto 1076 de 2015, como son a) Doméstico: urbano y rural; b) Pecuario: bovino, porcino, equino, ovino, caprino y avícola; c) Agrícola: riego; d) Industria: sacrificio bovino, sacrificio porcino, construcción y otras industrias no especificadas; e) Servicios: establecimientos educativos, hospitales, transporte, recreación, lavaderos, estaciones de servicios y otros servicios no especificados; f) Minería: oro y agregados g) Generación de Energía: y h) Hidrocarburos.

La demanda hídrica total de la cuenca del río Pasto es de 2,356 m³/s, distribuida de la siguiente forma: a) demanda de agua para uso doméstico, 0,683 m³/s; b) demanda de agua para uso pecuario, 0,055 m³/s; c) demanda de agua para uso agrícola, 1,225 m³/s; d) demanda uso industrial, 0,308 m³/s, e) demanda de agua para uso de servicios, 0,067 m³/s, f) demanda de agua para uso minero, 0,016 m³/s.

En cuanto a la quebrada Mijitayo, según el Plan de Ordenamiento Territorial de Pasto 2021-2027, ésta tiene un caudal medio de 50 L/s de los cuales 45L/s son captados para suplir la demanda de la población en referencia a consumo humano y para actividades agrícolas y ganaderas, éstas últimas sobre todo en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Mijitayo.

3.4.1.2. Calidad del recurso hídrico

La cuenca del Río Pasto se divide en parte alta, media y baja. La parte alta comprende desde la divisora sur de la cuenca, hasta el sector donde esta la bocatoma del acueducto Centenario que abastece a la ciudad de Pasto, tiene un área aproximada de 67,14 km², abarca los corregimientos del norte del municipio, como son La Laguna, Buesaquillo, Morasurco, Mapachico, Obonuco

Genoy, La Caldera y parte de Catambuco; la parte media abarca principalmente la ciudad de Pasto y subcuencas aferentes, que comprende el tramo ubicado entre la bocatoma Centenario y la estación del IDEAM que se encuentra en la parte delantera de la Universidad de Nariño, tiene un área de 215,24 km² aproximadamente; la zona baja comprende desde la estación del IDEAM hasta la desembocadura al río Juanambú, con un área aproximada de 200 km².

El POMCA de la cuenca del Río Juanambú (CORPONARIÑO, 2017), realizó el cálculo del Índice de Calidad de Agua – ICA, que corresponde a un número del 0 al 1, que señala el grado de calidad de un cuerpo o corriente de agua. El ICA se estimó para el año lluvioso y para el año seco. Para la determinación del año lluvioso, se utilizaron dos metodologías, una establecida por el IDEAM en el estudio denominado “Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua” en el año 2013, la cual utiliza 6 parámetros (porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, pH y coliformes fecales) y la segunda, la metodología de la Fundación de Sanidad Nacional de EEUU, la cual utiliza 9 parámetros (coliformes fecales, pH, DBO, nitratos, fosfatos, cambio en la temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto).

Para efectos de este informe, se utilizaron los resultados obtenidos por la Metodología del IDEAM. La escala de valoración para el ICA según esta metodología es la siguiente:

Tabla 41. Calificación ICA

RANGOS DE VALOR	CALIFICACIÓN CALIDAD DEL AGUA	SEÑAL DE ALERTA
0.00 – 0.25	Muy mala	Rojo
0.26 – 0.50	Mala	Naranja
0.51 – 0.70	Regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Aceptable	Verde
0.91 – 1.00	Buena	Azul

Fuente: (IDEAM, 2011 citado por CORPONARIÑO, 2017)

Los datos obtenidos, de acuerdo a los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 42. ICA año lluvioso Juanambú – Metodología IDEAM

SITIO	PUNTO DE MONITOREO	ICA	CLASIFICACIÓN
Aguas arriba	Punto de monitoreo Qda. El Barbero	0,85	Aceptable
Bocatoma Centenario, zona alta-media	Punto de monitoreo Rio Pasto - Bocatoma Centenario	0,70	Regular
Confluencia Rio Pasto	Punto de monitoreo Q. Miraflores - Confluencia R. Pasto	0,37	Mala
Bocatoma Pasto	Punto de monitoreo Rio. Mijitayo - Bocatoma Pasto	0,63	Regular
Universidad - Zona media-baja	Punto de monitoreo Rio Pasto - Estación IDEAM- Universidad de Nariño	0,34	Mala

Fuente: (CORPONARIÑO, 2017)

Según los resultados del ICA de la anterior tabla, se identifica que hay dos tramos que se encuentran en la zona baja y media de la cuenca, con una valoración de 0,37 y 0,34 que equivale a una calificación de mala calidad del agua, estos corresponden a los puntos de monitoreo Q. Miraflores - Confluencia R. Pasto y Punto de monitoreo Rio Pasto - Estación IDEAM- Universidad de Nariño, estos tramos presentan un alto grado de contaminación del agua, ya que llegan cargas contaminantes procedentes de vertimientos de aguas residuales domésticas, de tipo pecuaria y agrícola, que no tienen un tratamiento previo, así mismo, se descargan aguas residuales provenientes de curtiembres que se localizan al finalizar la zona urbana del municipio, que a pesar de tener algún tratamiento previo, son insuficientes para disminuir la carga contaminante.

Hay dos tramos que presentan valores de 0,70 y 0,63, lo cual significa que tienen una calificación de regular, en estos puntos se encuentran las bocatomas Centenario y Pasto respectivamente de las cuales se prevé que se provera del servicio de agua al área de estudio. Lo anterior refleja que las condiciones fisicoquímicas del recurso no están dentro de los parámetros adecuados, por lo cual, se presentan problemas de contaminación, es indispensable, que se realicen acciones de recuperación de calidad de agua, teniendo en cuenta que en estos tramos están las bocatomas para el abastecimiento de agua para la población de la ciudad de Pasto.

En la quebrada Barbero, que se ubica en la zona alta de la cuenca el valor fue de 0,85 que significa que tiene una calidad de agua aceptable, esto se da, debido a que aguas arriba, no se presentan altas descargas de contaminantes.

Con el fin de conocer el nivel de riesgo al que se encuentra expuesta una población determinada derivado de la calidad de agua, es decir de las características físicas, químicas y microbiológicas de un cuerpo de agua, que será

utilizado para consumo, se cuantifica el Índice de Riesgo de Calidad del Agua - IRCA. La estimación y cálculo de este indicador se realiza con base en lo establecido en la resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Los datos del IRCA son reportados por las Direcciones Territoriales de Salud en el Sistema de Información para la vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP), el cual es administrado por el Instituto Nacional de Salud.

De acuerdo al boletín de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano, del Instituto Nacional de Salud, el municipio de Pasto reportó el IRCA para el mes de diciembre de 2019, el cual tuvo un valor de 34,70 que significa que existe un nivel de riesgo medio para el consumo de agua, por lo cual se requiere una gestión directa de la empresa prestadora del servicio y autoridades sanitarias, con el fin de implementar mejores tratamientos del agua utilizada para consumo y acciones de control y vigilancia sobre las fuentes generadoras de vertimientos.

3.4.2. Hidrología superficial (Modelo lluvia – Escorrentia)

Para el análisis de la hidrología superficial, considerando que no existen drenajes naturales susceptibles a desbordamiento, se procedió a realizar un análisis asociado a inundaciones pluviales “encharcamiento” por medio de la utilización del modelo FLO 2D.

3.4.2.1. Lluvia de Proyecto

Para la definición de lluvia de proyecto se utilizó la curva IDF IDEAM ajustada de forma Lineal, de la estación Obonuco, cuyos coeficientes se presentan en la **Tabla 43**.

$$i = \frac{C1}{(D + X0)^{C2}}$$

Tabla 43. Coeficientes para diferentes tiempos de retorno, estación Obonuco.

TR (años)	C1	X0	C2
2	324,55	9,852	0,755
3	420,001	9,048	0,784
5	541,556	8,702	0,812
10	712,396	8,593	0,841
25	951,158	8,649	0,87
50	1141,572	8,741	0,888
100	1339,746	8,845	0,903

La discretización temporal interna de la lluvia fue realizada mediante la metodología de bloque alterno, la duración de la lluvia fue de 30 minutos considerando los diferentes tiempos de concentración estimados por los métodos presentados en **Tabla 44**.

Tabla 44. Tiempos de concentración Predio Altamira.

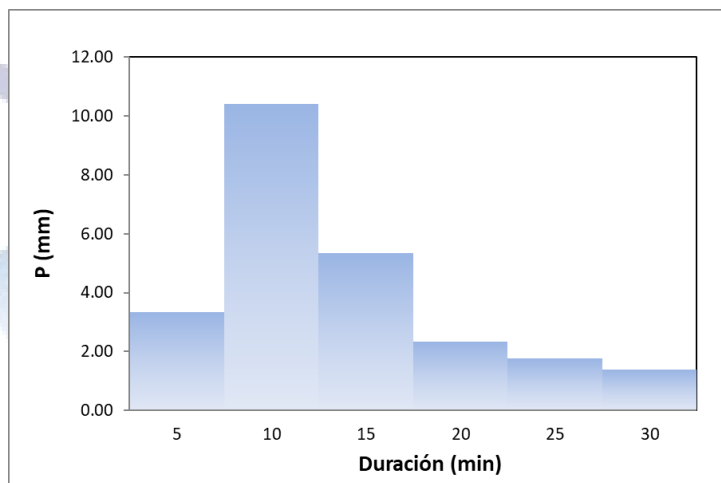
NÚMERO	ID, UNIDAD HIDROLOGICA	KIRPICH	CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE	RAMSER - KERBY	FAA	CARTER	DOOGE
1	PP Altamira	25 min	23 min	43 min	55 min	23 min	14 min

El hietograma resultante de la aplicación de esta metodología para un tiempo de retorno de 100 años se presenta en la **Tabla 45** y **Figura 28**.

Tabla 45. Hietograma de Proyecto cuenca predio Altamira, Tiempo Retorno 100 años

	1	2	3	4	5	6
DURACIÓN (min)	5	10	15	20	25	30
INTENSIDAD (mm/h)	124.90	94.54	76.44	64.36	55.71	49.19
PRECIPITACIÓN (mm)	10.41	15.76	19.11	21.45	23.21	24.60
δP(mm)	10.41	5.35	3.35	2.35	1.76	1.38
ARREGLO (1/4)	3.35	10.41	5.35	2.35	1.76	1.38
ATENUACIÓN AREAL	3.25	10.10	5.19	2.27	1.71	1.34

Figura 28. Hietograma de Proyecto Cuenca predio Altamira, TR 100 años



3.4.2.2. Modelo de producción de escurrimiento

Para la generación de escurrimiento se utiliza dos modelos el de pérdidas e infiltración, el primero de ellos es el de la curva de escurrimiento (CN) de SCS, el cual es una función de la profundidad de lluvia total y el parámetro del número de curva empírico que varía de 1 a 100.

La pérdida de lluvia de SCS es una función de la hidrología, tipo de suelo, uso y tratamiento de la tierra, condición de la superficie y condición de humedad

antecedente. El método fue desarrollado con datos hidrográficos de 24 horas en cuencas rurales y de pendiente suaves en los Estados Unidos. Los números de la curva de escorrenfía se han calibrado o estimado para una amplia gama de áreas urbanas, tierras agrícolas y pastizales semiáridos. El método SCS CN no tiene en cuenta la variación en la intensidad de la lluvia. Fue desarrollado para predecir la escorrenfía de lluvia de cuencas hidrográficas no aforadas y su atractivo radica en su simplicidad. Para cuencas grandes (especialmente cuencas semiáridas) que tienen características de infiltración únicas o variables, como canales, el método CN tiende a predecir en exceso la escorrenfía (Ponce, 1989).

Los parámetros numéricos de la curva SCS se asignan gráficamente en el GDS para permitir una escorrenfía de lluvia espacialmente variable. Los archivos de forma se usan para interpolar SCS-CN a partir de la cobertura del suelo y los atributos del suelo.

El tipo de suelo se clasifica en uno de los cuatro grupos hidrológicos existentes. Estos grupos van desde A hasta D, representando el grupo A un potencial de escurrimiento mínimo y el D un potencial de escurrimiento alto (Aguilar & Díaz, 2016).

Según (Chow, Maidment, & Mays, 1994), los números curva han sido tabulados por el Soil Conservation Service (SCS) con base en el tipo de suelo y el uso de este. Para ello, esta metodología define cuatro grupos de suelo:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.

- o Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- o Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Los parámetros adoptados para el modelo de perdidas se presentan en

Tabla 46.

Tabla 46. Parámetros de perdidas adoptados modelo de encharcamiento
Altamira

COBERTURA	SUELOS	CN
Pastos condiciones pobres	B	81
Zonas Urbanizadas	B	92

3.4.2.3. Modelo de tránsito

El tránsito hidráulico propuesto por FLO-2D se basa en una ecuación cuadrática de pendiente de fricción. La velocidad estimada representa la velocidad de flujo calculada en cada límite de elemento de la zona de circulación de flujo, el n de Manning para el flujo en superficie adoptado estuvo entre un rango de 0.03 y 0.2, este se obtuvo a través del mapa de coberturas. En este orden de ideas, la esquematización del cómputo del coeficiente de Manning para cada celda definida con base en el modelo digital de terreno se presenta en la **Tabla 47** los cuales fueron seleccionados con base en los valores presentados en la **Tabla 48**.

Tabla 47. Rugosidad n de Manning overland Flow

Surface	n-value
Dense turf	0.17 - 0.80
Bermuda and dense grass, dense vegetation	0.17 - 0.48
Shrubs and forest litter, pasture	0.30 - 0.40
Average grass cover	0.20 - 0.40
Poor grass cover on rough surface	0.20 - 0.30
Short prairie grass	0.10 - 0.20
Sparse vegetation	0.05 - 0.13
Sparse rangeland with debris	
0% cover	0.09 - 0.34
20 % cover	0.05 - 0.25
Plowed or tilled fields	
Fallow - no residue	0.008 - 0.012
Conventional tillage	0.06 - 0.22
Chisel plow	0.06 - 0.16
Fall disking	0.30 - 0.50
No till - no residue	0.04 - 0.10
No till (20 - 40% residue cover)	0.07 - 0.17
No till (60 - 100% residue cover)	0.17 - 0.47
Open ground with debris	0.10 - 0.20
Shallow glow on asphalt or concrete (0.25" to 1.0")	0.10 - 0.15
Fallow fields	0.08 - 0.12
Open ground, no debris	0.04 - 0.10
Asphalt or concrete	0.02 - 0.05

Fuente: (FLO 2D Manual reference, 2018).

Tabla 48. Parámetros de rugosidad adoptados modelo de encharcamiento Altamira

COBERTURA	N MANNING
Pastos	0.15
Zonas Urbanizadas	0.013
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0.25
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0.013
Áreas con vegetación, herbácea y/o arbustiva	0.1
Bosques	0.4

Los resultados obtenidos producto del modelamiento del encharcamiento con un DTM de alta resolución espacial se presentan en la siguiente figura.

Figura 29. Mapa de profundidad acumulación flujos por encharcamiento predio
Altamira

IRHSA



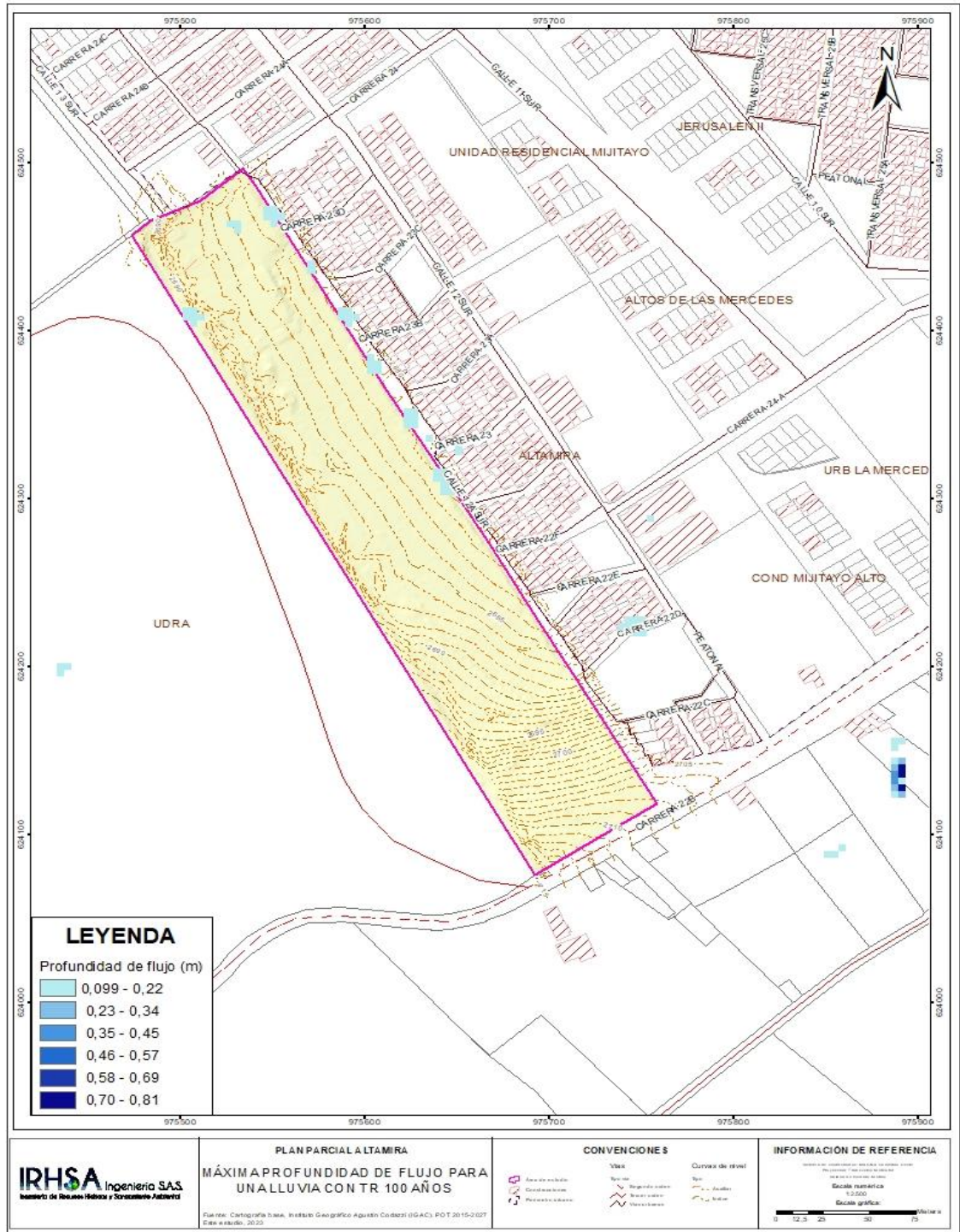
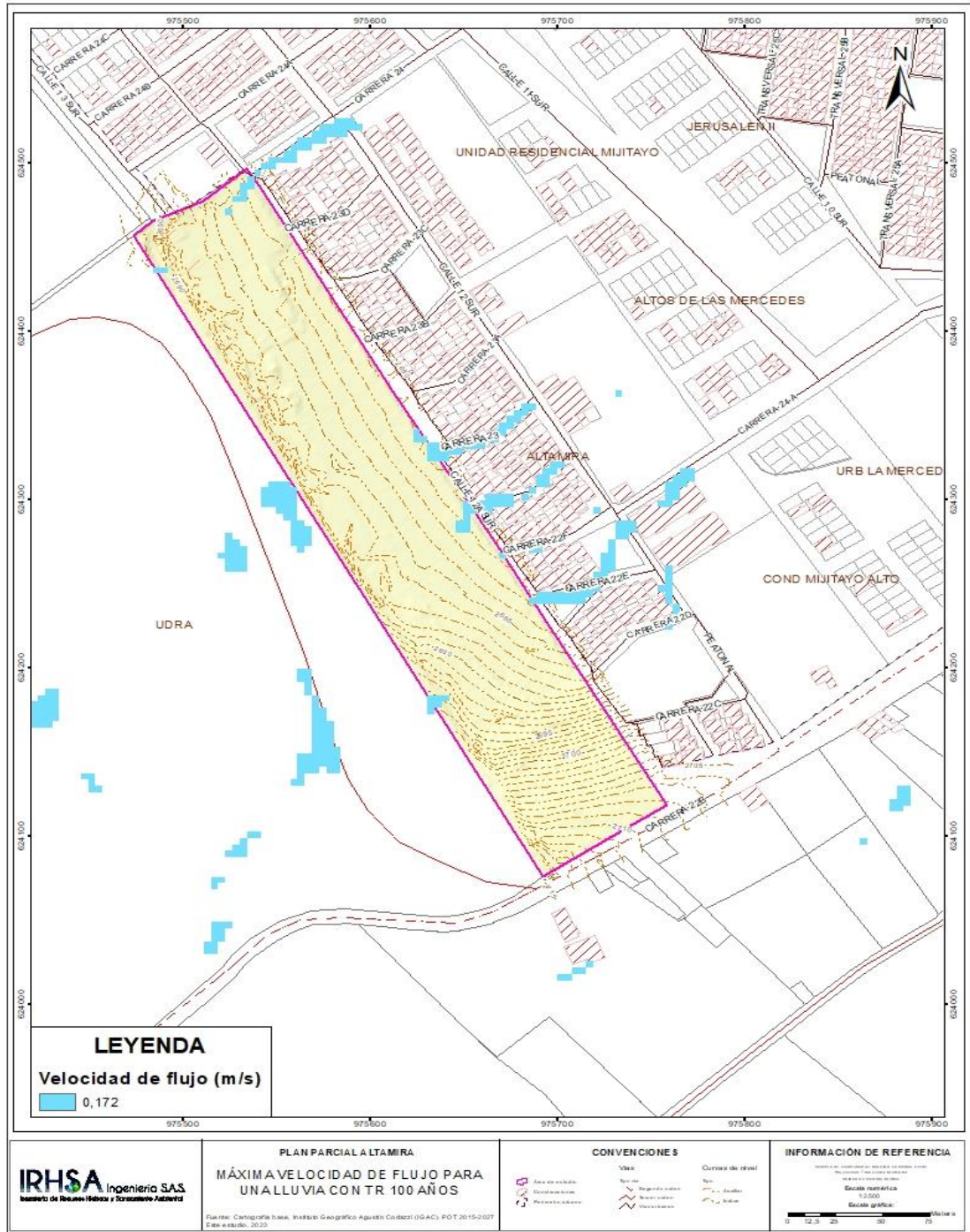


Figura 30. Mapa de velocidad de acumulación flujos por encharcamiento predio
Altamira



Como consideraciones generales para una condición de lluvia crítica con tiempo de retorno de 100 años se puede concluir:

- Profundidad del flujo superficial de acumulación dentro del predio no superan los 22 centímetros de profundidad
- La velocidad de flujo superficial de acumulación dentro del predio no supera los 0.17 m/s.
- La acumulación de flujos es localizada en ciertos puntos del predio coincidentes con la geomorfología del mismo
- Los flujos por encharcamiento no presentan una amenaza al predio debido a sus bajas magnitudes.
- Los encharcamientos presentados se deben principalmente a la distribución de pendientes en el predio los cuales deber ser manejados con obras de drenaje propios del desarrollo urbano del predio en concordancia con la infraestructura hidráulica disponible en el sector.

ANEXO 2. MODELAMIENTO DE ENCHARCAMIENTO

3.4.3. Caracterización morfométrica del área de drenaje

El área de estudio pertenece 100% a la zona de drenaje de la microcuenca de la quebrada Mijitayo, sin embargo, al sur de la zona se encuentra la microcuenca de la quebrada Gualmatán, donde la quebrada San Miguel es la más cercana a la zona de estudio, pero no influye sobre esta ya que el área de estudio no está sobre su zona de drenaje.

En la siguiente tabla se indican las características generales de la microcuenca Mijiyayo.

Tabla 49. Características principales de las áreas de drenaje en la zona de estudio

NOMBRE	ÁREA MICROCUENCA (Km ²)	COTA MÁYOR	COTA MENOR
Quebrada Mijitayo	15.044	4100 m.s.n.m.	2504 m.s.n.m.

Adicionalmente, en la **Figura 31** se presenta la ubicación del predio dentro de la microcuenca en cuestión.

3.4.4. Levantamiento topobatimétrico

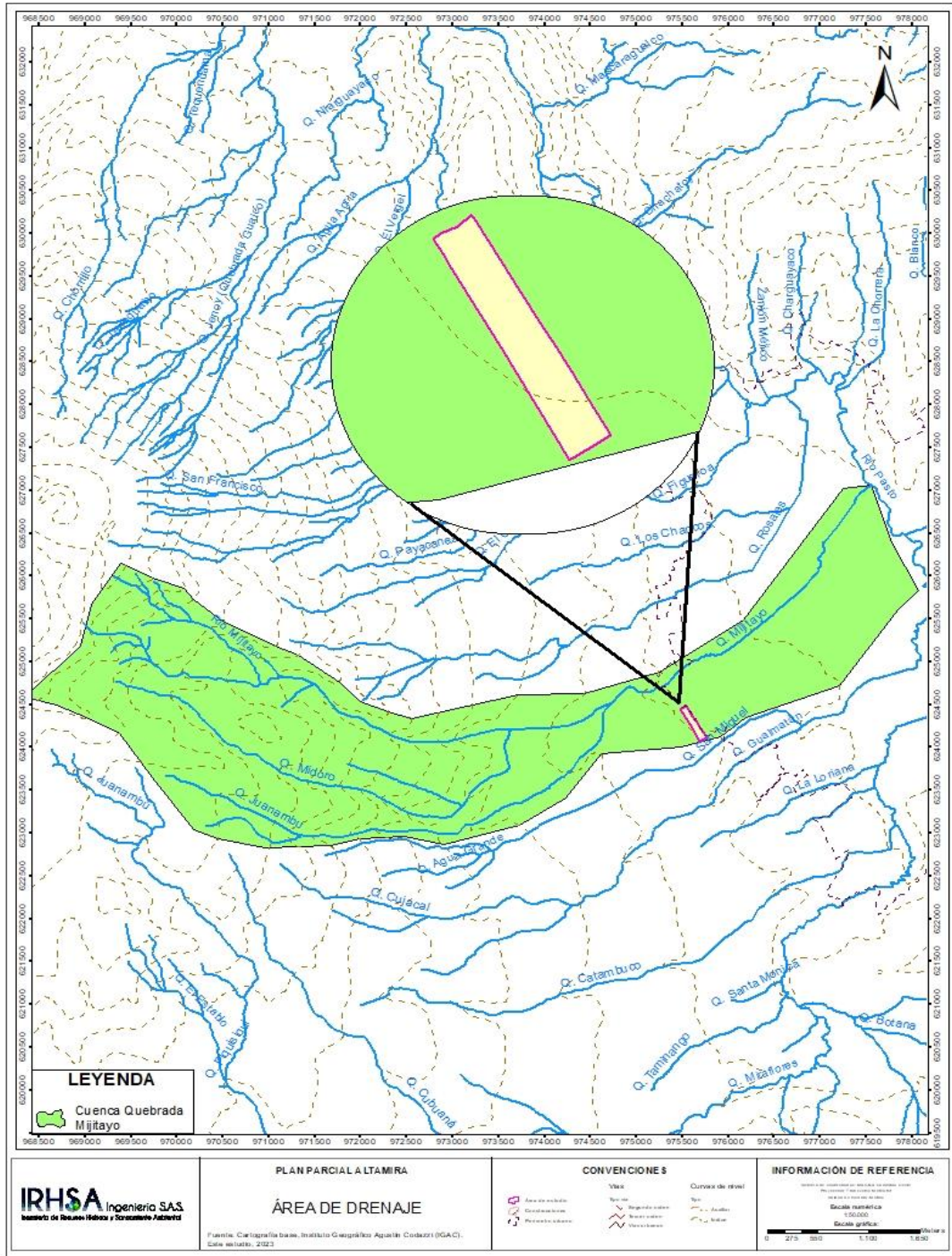
Debido a que en el área de influencia del plan parcial no hay cursos de agua, no fue necesario realizar un levantamiento topobatimétrico y por tanto no existe la prioridad de realizar estudios de riesgo por flujo torrencial e inundación.

3.4.5. Análisis del comportamiento del nivel freático

A nivel de predio los aspectos hidrogeológicos se centran en la obtención de los niveles freáticos como detonantes de movimientos en masa; sin embargo, es importante establecer un análisis cualitativo en las áreas de análisis de las condiciones de permeabilidad de las unidades litoestratigráficas que se definen (SGC, 2015).

- La unidad analizada presenta una humedad natural del 15-39 % para las muestras representativas, la cual se considera media en condiciones variantes de saturación en el terreno.
- Al ser suelos finos granulares su plasticidad tiende a ser alta y permeabilidad baja.

Figura 31. Ubicación del predio respecto a la Microcuenca Mijitayo.



Fuente: Base cartográfica IGAC y Elaboración propia

- o En las perforaciones realizadas se encontró el nivel freático, a una profundidad media de 1.3 metros en tres sondeos siendo este un valor de regencia al momento del modelamiento determinístico. Lo anterior considerando que la toma de estas muestras se realizó en el mes de junio el cual se encuentra en temporada de precipitaciones bajas, por lo anterior se considera que en temporadas de precipitaciones altas este nivel freático fluctúa a una profundidad somera, por lo cual se recomienda la condición saturada como el modelo crítico para la amenaza por movimientos en masa.

El análisis de los niveles freáticos en el área de estudio se complementa con lo indicado en el numeral 3.9.1.8.

3.5. FLORA Y FAUNA

3.5.1. Caracterización de Flora

De acuerdo a la clasificación de Holdrige, que asocia formaciones vegetales a las diferentes variables climáticas principales (evapotranspiración potencial, biotemperatura, precipitación asociados a la latitud y altitud), esto da como resultado las zonas de vida de un territorio. El área de estudio, se encuentra en la zona de vida Bosque Seco Montano Bajo – bs -MB, la cual registra una temperatura promedio entre 12°C y 18°C y lluvias entre los 500 y 1000 mm anuales.

En el POMCA de la Cuenca del Rio Juanambú, se calcula el índice de fragmentación, que cuantifica el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra. La fragmentación, es la división de un hábitat originalmente continuo. Para el área de estudio, la fragmentación es moderada, es decir, que se presenta una pérdida de la cobertura del uso del suelo, que permite verificar que hay pérdida del hábitat, esto se refleja en la

cobertura actual del predio, en donde la cobertura predominante son los pastos con el 74,4% y el área de bosque esta reducida a 7,3% del área total del predio, así, mismo esto evidencia la transformación del área de influencia del predio, en donde por estar en el borde del perímetro urbano, se presenta una continua intervención antrópica, por lo cual, solo queda remanentes y fragmentos de la vegetación nativa.

Para la caracterización de flora que se registra en el área de estudio, se tuvo en cuenta el inventario florístico desarrollado por Bravo (et al, 2018), en las zonas de ribera del Rio Mijitayo, en donde, se presentan cuatro zonas de vida que corresponden a Bosque seco montano bajo (bs-MB), Bosque húmedo montano (Bh-M), Bosque muy húmedo montano (bmh-M) y Páramo sub-andino. En la zona de vida Bosque seco montano bajo, se encontró que la familia más abundante fue Asteracea, con dos tipos de especies, Verbesina arbórea (Velo) y Baccharis latifolia (chilca).

De acuerdo al anterior inventario, en donde se presentan condiciones ambientales similares a la zona de estudio, se identificó que en el predio de Altamira hay varios individuos de la especie Baccharis latifolia (chilca), en la cobertura de bosques y áreas seminaturales.

Según el inventario florístico realizado para la cuenca del río Juanambú, desarrollado en el POMCA, dos de los puntos de muestreo de flora, se encuentra en la misma zona de vida que el área de estudio, por lo tanto, existe una gran posibilidad de que se desarrollen las mismas especies. Acorde a lo evaluado en el POMCA, la zona de estudio, se caracteriza por tener una cobertura tipo arbustal denso, en donde, se pueden exponer que se podrían desarrollar las siguientes especies: Myrcianthes orthostemon, Baccharis salicina, Croton

ferrugineus, Palicourea angustifolia, Acacia lehmannii, Baccharis bogotensis y Cestrum buxifolium.

Gutiérrez y Rojas (2000), en el inventario de avifauna de la cuenca del río Mijitayo, describen la zona de bosque seco montano bajo, como una zona donde dominan los matorrales altos, existen árboles dispersos y zonas deforestadas abiertas, que son destinadas para el pastoreo o agricultura de productos como trigo, papa y maíz, la anterior, descripción es congruente con lo que se encuentra en el predio o zona de estudio, ya que, se presenta una zona de bosque con individuos árboles de mayor porte y de tipo arbustivo, que coincide con las coberturas colindantes, en donde hay remantes de bosque y vegetación arbustiva, pero prevalece la zona de pastos, lo cual, nos indica el nivel de transformación que se viene realizando durante años en esta zona.

En la zona de estudio se identifican especies características de la zona de vida bosque seco montano bajo, en donde, se presenta vegetación arbustiva y algunos árboles de gran porte, que representan coberturas vegetales o elementos bióticos de interés que se deben proteger a la hora de construir y consolidar un proyecto urbanístico.

Con el fin de realizar una descripción más detallada de la flora existente en el predio Altamira, se realizó la caracterización de la vegetación, para esto se tuvo en cuenta la siguiente metodología:

3.5.1.1. Identificación de especies

Antes de realizar la caracterización florística de la zona de estudio, se efectuó la identificación de las diferentes especies de flora.

Para la identificación de las especies forestales y arbustivas de flora, se tuvo en cuenta la morfología, la distribución, el hábito, las hojas, flores, frutos, ramas y corteza de los individuos.

- Distribución: aunque muchos de los árboles no son naturales, sino que son introducidos, en el caso de especies silvestres es importante conocer el área biogeográfica de cada especie.
- Hábito: corresponde a la apariencia general de cada árbol; es decir tamaño, forma del tronco, forma general, densidad, y tamaño de la copa, así como número, tamaño y dirección de crecimiento de las ramas.
- Hojas: muestran patrones característicos, por lo que son órganos muy útiles en la identificación de árboles y otras formas vegetales. Las hojas consisten básicamente de una porción expandida o lámina y una porción de soporte o pecíolo, algunas pueden no tenerlo, siendo llamadas sésiles. Las hojas quedan definidas como tales por la ubicación de pequeñas yemas que se encuentran en la axila de la unión del pecíolo con el tallo, de esta forma podemos distinguir: hojas simples, que consisten de una única lámina; hojas compuestas, formadas por varias láminas individuales llamadas folíolos.
- Flores: en el caso de los angiospermas (plantas con flores), las características florales son un importante parámetro para identificar las especies.
- Frutos: aunque varían mucho en tipo y apariencia, los frutos son muy útiles en la identificación de los árboles.
- Ramas: ya sea por la forma o disposición, las ramas aportan datos para la identificación, es importante prestar atención a las ramas jóvenes, la presencia y color de lenticelas, pubescencia, etc. Las

ramas gruesas pueden aportar caracteres para la identificación por la corteza.

- Corteza: el aspecto que presenta, ya sea en su diseño, textura y color, así como la presencia de otras particularidades, constituye una característica importante de la planta. Aunque ésta varía en aspecto de acuerdo a la edad y al ambiente en el que se desarrollan los árboles, la misma mantiene cualitativamente características que se pueden utilizar para la identificación de las especies. La descripción de las cortezas se realiza en días que no hubo lluvias, puesto que en un tronco mojado el color de la corteza varía mucho, tendiendo a aparecer más oscura sobre todo si tiene grietas.

3.5.1.2. Identificación de especies florísticas

Para realizar la identificación de especies florísticas se tuvieron en cuenta factores, como si se estuviera realizando un aprovechamiento forestal, como son la especie, el tamaño y la edad de los individuos identificados. Las características de las especies arbóreas analizadas corresponden a las siguientes:

- Latifoliados: Las especies latifoliadas presentan diversas formas en la estructura de su copa, tales como ovalada, esférica, piramidal y llorona o de parasol. Es importante conocer las estructuras de la copa y la disposición de las ramas de cada especie (arquitectura), puesto que dicho conocimiento es definitivo para tomar la decisión de qué y cómo cortar.
- Caducifolios y perennifolios: Los árboles caducifolios pueden ser aprovechados en la época en que pierden su follaje, ya que, es

posible ver perfectamente el armazón del árbol, facilitando la toma de decisiones sobre cuales ramas cortar.

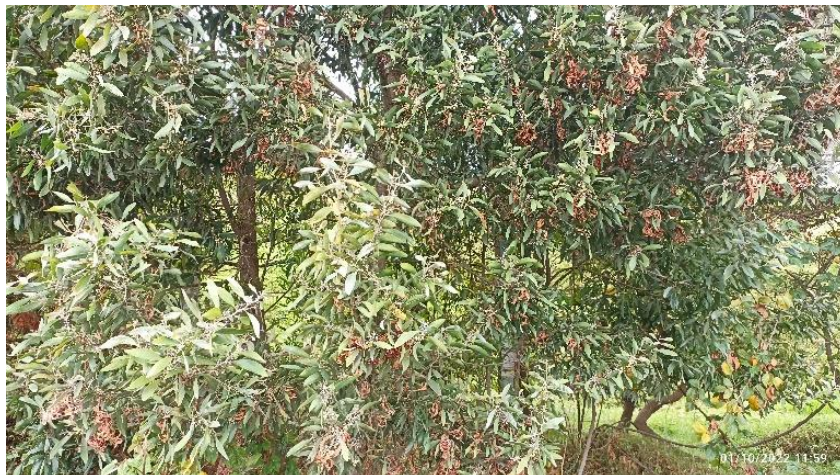
- o Coníferas: Las coníferas presentan copas de tipo piramidal y columnar. La disposición de las ramas en el caso de los pinos y los cedros es perpendicular; mientras que en los cipreses es paralela. El despunte del meristemo apical en las coníferas no es recomendable, ya que suele debilitarlas severamente, llegando incluso a poner en riesgo su vida. Por otro lado, si llegan a sobrevivir, sus ramas desarrollan un crecimiento desproporcionado y con tendencia lateral, con lo cual pierden su estructura natural. Es importante conocer dicha estructura para que mediante la poda se logre la forma óptima.

Teniendo en cuenta la anterior metodología, se indentificaron las siguientes especies arbustivas y forestales en el predio Altamira:

Tabla 50. Ficha N° 1 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Acacia japonesa o negra
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Acacia melanoxylon</i>
FAMILIA	Fabaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Acacia melanoxylon es una acacia, (nombre que comparte con otras especies) o acacia negra. Es una especie nativa del este de Australia. Conocida en aquel país como "madera negra de Tasmania", (en inglés, 'Tasmanian blackwood'). Los aborígenes la llaman mudgerabah. Este árbol crece rápido y alto, a más de 45 m. Tiene amplia tolerancia a una gran diversidad de ambientes, pero prospera mejor en climas fríos. De hoja perenne.</p> <p>En muchos países puede transformarse en una especie invasora. Su control en campos naturales y cultivados ocasiona altos costos. No obstante, su valor</p>	

como madera y como cultivo precedente en una secuencia de futuras plantaciones de árboles nativos, han dado resultados económicos positivos.



Fotografía 1. Acacia Japonesa

Tabla 51. Ficha N° 2 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Colla, ceibo, cachimbo
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Erythrina crista</i>
FAMILIA	Fabaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Es un árbol de la familia Fabaceae originario de Sudamérica, de porte mediano que puede alcanzar entre 5 a 8 m de altura, llegando raramente hasta los 20 m. y con un diámetro de tronco de más de 50 cm. Su raíz es pivotante, con nudosidades producidas por bacterias nitrificantes que viven en simbiosis, facilitando a esta la absorción del nitrógeno que fijan y de la cual toman las sustancias orgánicas que elabora. El tronco es irregular, con ramas espinosas que crecen de forma desordenada. Las hojas son caducas, compuestas de tres láminas oblongo-lanceoladas con textura coriácea. Las flores, de color rojo, surgen en inflorescencias arracimadas, tienen cinco pétalos con simetría bilateral.</p> <p>Se usa como planta medicinal y ornamental. Resulta atractiva para las aves.</p>	



Fotografía 2. Colla o Ceibo

Tabla 52. Ficha N° 3 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Pispura
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Dalea coerulea</i>
FAMILIA	Fabaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Arbusto de 2 metros de altura aproximadamente, abundante ramificación, copa de forma redondeada, follaje verde grisáceo, hojas compuestas de 7 cm, alternas, con largos peciolo, flores de color lila, en racimos simples, frutos en legumbre, carmelita con una o dos semillas. Es una especie originaria de la cordillera Oriental colombiana, se ha observado entre los 2.400 y 3.200 metros sobre el nivel del mar.</p> <p>Se propaga por semilla y estaca, los frutos se colectan cuando se tornan carmelitas, se secan al sol y luego se extraen las semillas, se siembran en semilleros a 5 mm de profundidad, a 1 cm entre si, en líneas separadas de 10 cm, el trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza los 20 cm; soporta suelos pobres, es una especie melífera que sirve como forraje, y por ser fijadora</p>	

de nitrógeno, es apta para la recuperación de suelos, y control de la erosión.



Fotografía 3. Pispura

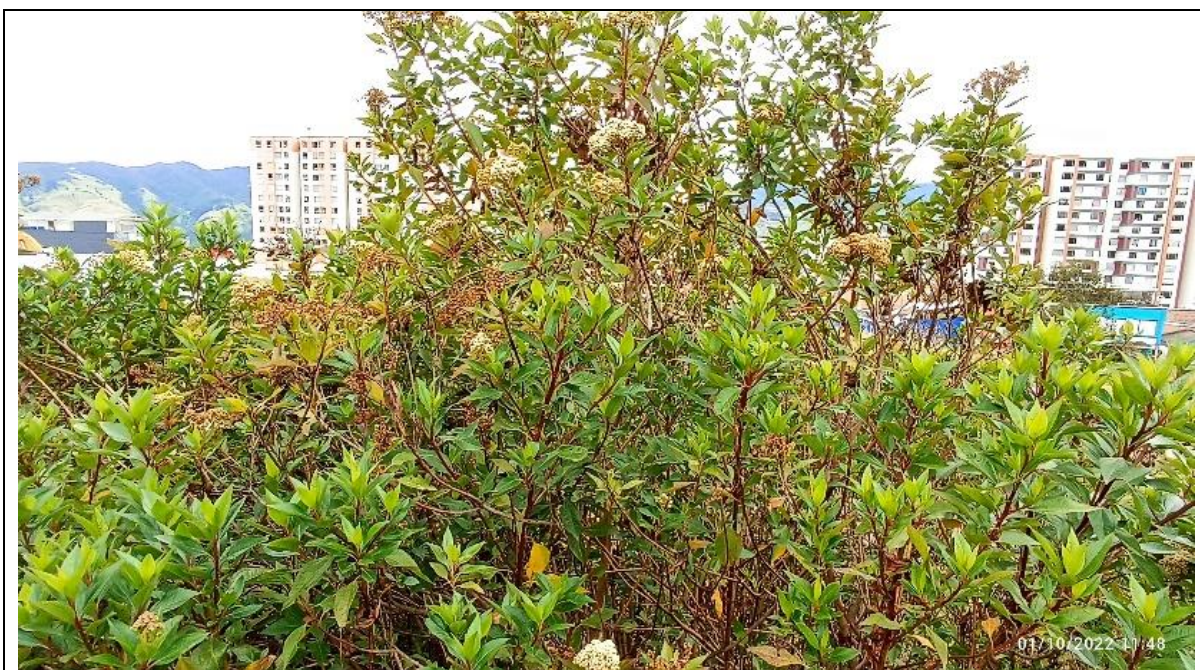
Tabla 53. Ficha N° 4 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Bejuco, flor de sapo
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Bomarea hirsuta (Kunth)</i>
FAMILIA	Alstroemeriaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Bejuco de 4 m de altura, inflorescencias terminales, flores naranjas rojizo y sépalos con ápices vino tinto. Es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia de las Alstroemeriáceas, se encuentra en la selvas de baja montaña a bosques de Quercus, bosques de neblina, páramos y pantanos ácidos, a una altitud de 1800-3500 metros desde Costa Rica a Ecuador. Pétalos 1.8-2.8 x 0.8-1.3 cm, sobrepasando a los sépalos por 3-6 mm, rojos a anaranjados por fuera, a menudo con los márgenes amarillos, anaranjados a amarillos por dentro, ocasionalmente con máculas muy pequeñas rojas o pardas.</p>	



Tabla 54. Ficha N° 5 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Chilca
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Bacharis latifolia</i>
FAMILIA	Asteraceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Árbol o arbusto de rápido crecimiento que puede alcanzar 2 m. de altura y hasta 3 m. de ancho, de aspecto glabro con ramas verticiliadas. Las hojas, de 10 a 20 cm de largo, son elípticas u oblongo lanceoladas, enteras, acuminadas, coriáceas y brillantes, peciolo de unos 4 mm de largo. La inflorescencia surge de las axilas de las ramas. Numerosas flores pentámeras muy pequeñas, cáliz con dientes desiguales y pétalos blancos de forma abovada. El fruto es una cápsula ovoide.</p> <p>Las semillas son oblongas, con arilo blanco. Se suele utilizar en jardinería para formar cercas vivas, para fijar suelos en laderas y terrazas. La madera se utiliza para leña. Tiene propiedades medicinales.</p>	



Fotografía 5. Chilca

Tabla 55. Ficha N° 6 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Mora silvestre
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Rubus floribundus</i>
FAMILIA	Rosaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Arbusto espinoso de 1,5 metros de altura aproximadamente, abundante ramificación rastrera que empieza desde el suelo, hojas compuestas ásperas de 14 cm, de borde aserrado, puntas agudas, base redondeada y nerviación marcada, flores rosadas y agrupadas, frutos redondos, carnosos y rojizos, con múltiples semillas; es una especie originaria de la cordillera Oriental colombiana, se ha observado entre los 2.300 y 3.000 m.s.n.m.</p> <p>Los frutos son consumidos por el hombre, la fauna silvestre y la avifauna; mezclados con panela y carbón vegetal sirven para controlar las infecciones por hongos en la boca, esta planta es empleada como cerca viva.</p>	



Fotografía 6. Mora Silvestre

Tabla 56. Ficha N° 7 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Pichuelo, alcaparro, palo bonito, pichuelo, galvis, cucaracho, frutillo
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Senna pistaciifolia</i>
FAMILIA	Fabaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Es nativo de todas las regiones tropicales, con alguna de las especies distribuidas por las regiones templadas. Comprende 332 especies descritas y de estas solo 263 aceptadas.</p> <p>Las especies de este género poseen flores amarillas. Pueden ser hierbas, pequeños árboles o incluso lianas, pero típicamente son arbustos o subarbustos. Son árboles, arbustos, trepadoras o hierbas, algunas monocárpicas.</p>	



Fotografía 7. Pichuelo

Tabla 57. Ficha N° 8 especies de flora identificadas

NOMBRE CÓMUN	Eucalipto
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Eucalyptus globulus</i>
FAMILIA	Myrtaceae
CARACTERÍSTICAS	
<p>Es una especie arbórea de la familia de las mirtáceas, originaria del sureste de Australia y Tasmania. Estos árboles crecen generalmente hasta 30 o 55 metros de altura. Es natural de Australia. El género es uno de los árboles más conocidos de la flora australiana, ya que por su rápido crecimiento se ha extendido por todo el mundo para su aprovechamiento industrial. La madera de eucalipto se usa principalmente para pasta de papel, fabricación de postes, tableros, chapa y serrería. Su madera es semipesada, semidura, de un color amarillento rosado pálido y pardo rojiza, su grano es medio y tiene pocos poros. De igual manera bien conocido por sus usos medicinales curativos.</p>	



Así mismo, se realizó el inventario de los individuos de cada especie que se encuentran en el predio del plan parcial Altamira (caracterización florística), para lo anterior, se llevo a cabo lo siguiente:

- **Área de muestreo:**

Se identifica el área objeto de estudio, con base en la información primaria obtenida en campo.

Se evidencia que la clase de vegetación existente pertenece a especies vegetales provenientes de un proceso de regeneración natural en estado de desarrollo, donde habitan especies arbóreas de brinzales y latizales con alturas que van desde 1,5 m y 15 m.

- **Forma y tamaño de área de evaluación:**

Teniendo en cuenta que el área de estudio corresponde a un área con intervención antrópica alta, donde actualmente se ha generado un proceso de regeneración natural, con estado de desarrollo brinzal, se determinó establecer tres (3) parcelas de 15 x 15 metros, para un área de 225 m² y dos parcelas de 10 x 10 m, en un área de 100 m², con un área específica total de 425 m².

- **Levantamiento de parcelas:**

Una vez delimitada cada parcela se identificaron las especies obteniendo su nombre vulgar, nombre científico y cantidad de individuos presentes por cada especie identificada. A continuación, se detalla la información levanda de cada parcela:

Tabla 58. Parcela N° 1

AREA:	10 X 10 METROS (100 m ²)		
COORDENADAS			
PUNTO 1	Y: 1.9703	X: -77.2958817	H: 2.703.2
PUNTO 2	W:1.1971235	N: -77.2960095	H: 2.703.2
PUNTO 3	W: 1.1973141	N: -77.2963707	H: 2.700.9
NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS
Pispura	<i>Dalea coerulea</i>	Fabaceae	9
Pichuelo	<i>Senna pistaciifolia</i>	Fabaceae	5
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteracea	10
Mora Silvestre	<i>Rubus floribundus</i>	Rosaceae	5
TOTAL			29

Tabla 59. Parcela N° 2

AREA:	10 X 10 METROS (100 m ²)		
COORDENADAS			
PUNTO 1	Y: 1.1978236	X: -77.2966595	H: 2708.7
PUNTO 2	Y:1.1974011	X: -77.2964062	H: 2706.2
PUNTO 3	1.1979667	.77.2967267	H: 2704.0
NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS
Acacia Japonesa	<i>Acacia Melanoxylon</i>	Fabaceae	6
Colla	<i>Erythrina crista-galli</i>	Fabaceae	2
Mora silvestre	<i>Rubus floribundus</i>	Rosaceae	3
Pispura	<i>Dalea coerulea</i>	Fabaceae	3
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteracea	4
Bejuco	<i>Bomarea hirsute</i>	Alstroemeriaceae	2
Pichuelo	<i>Senna pistaciifolia</i>	Fabaceae	2
TOTAL			22

Tabla 60. Parcela N° 3

AREA:	10 X 10 METROS (100 m ²)		
COORDENADAS			
PUNTO 1	Y: 1.1979359	X: -77.2966987	H: 2.709.7
PUNTO 2	Y: 1.1977761	X: -77.2966081	H: 2702.2
PUNTO 3	Y: 1.1975597	X: -77.2964702	H: 2703.0
NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS
Pispura	<i>Dalea coerulea</i>	Fabaceae	7
Mora silvestre	<i>Rubus floribundus</i>	Rosaceae	2

Acacia Japonesa	<i>Acacia Melanoxylon</i>	Fabaceae	3
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteracea	15
Pichuelo	<i>Senna pistaciifolia</i>	Fabaceae	1
Mora silvestre	<i>Dalea coerulea</i>	Fabaceae	5
Eucalypto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	2
TOTAL			35

De acuerdo al levantamiento de las parcelas, en la siguiente tabla se detallan los resultados encontrados en el predio Altamira, en donde, se identificaron 81 individuos en total.

Tabla 61. Caracterización florística predio Altamira.

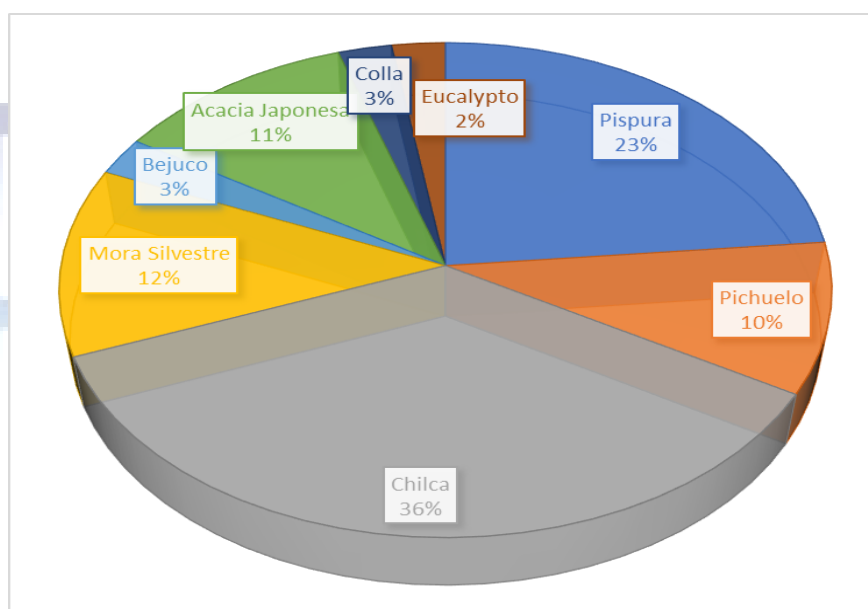
N. VULGAR	N. CIENTIFICO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS
Pispura	<i>Dalea coerulea</i>	Fabaceae	19
Pichuelo	<i>Senna pistaciifolia</i>	Fabaceae	8
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	29
Mora Silvestre	<i>Rubus floribundus</i>	Rosaceae	10
Bejuco	<i>Bomarea hirsute</i>	Alstroemeriaceae	2
Acacia Japonesa	<i>Acacia Melanoxylon</i>	Fabaceae	9
Colla	<i>Erythrina crista-galli</i>	Fabaceae	2
Eucalypto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	2
TOTAL			81

Cabe resaltar que el área a intervenir no se encuentra al interior del sistema de Parques Nacionales Naturales de las áreas forestales protectoras, y/o productoras

– protectoras, ni al interior de las reservas forestales creadas por la ley segunda de 1959 y el decreto 0111 de 1959.

Finalmente, se realizó el análisis estructural horizontal de la comunidad vegetal, que tiene como fin, evaluar el comportamiento de las especies encontradas, en este caso, se realizó la cuantificación de los individuos presentes en cada parcela para determinar así las especies predominantes en el área a intervenir. En la siguiente grafica se muestra el porcentaje de las especies predominantes.

Figura 32. Especies predominantes



En el predio Altamira se identificaron un total de 81 (ochenta y un) especies de tipo arbustivo y forestal, que ocupan un área total de 425 m². De acuerdo a la anterior figura, en primer lugar, sobresale la Chilca Blanca (*Baccharis latifolia*), determinada como la especie predominante que representa el 36 % del total del área de estudio. Le sigue en segundo lugar la pispura (*Dalea coerulea*) con 19 individuos, con un porcentaje del 18% de ocupación. Posteriormente en su nivel de importancia se evidencia con 12% la mora silvestre (*Rubus floribundus*),

acacia japonesa (*Acacia Melanoxylon*), con el 9% de predominancia y pichuelo (*Senna pistaciifolia*) con el 8%.

Finalmente, se determina que las especies menos predominantes de la zona con porcentajes del 2% y 3%, fueron bejuco (*Bomarea hirsuta*), colla (*Erythrina crista-galli*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*), respectivamente.

Según el análisis florístico realizado en la zona de estudio, **no se identificaron especies arbóreas y/o forestales amenazadas que generen impactos negativos para la conservación de la biodiversidad, según la Resolución 1912 de 2017.**

En dado caso, que el proyecto deba aprovechar o talar los árboles o arbustos del predio, es necesario que se realice una compensación, sin embargo, es necesario analizar con antelación, las alternativas que pueden existir, como conservar los árboles, por medio de la modificación de los diseños, en donde, se evite el daño de los mismos, o trasladar los individuos arbóreos.

De no llevarse a cabo el rediseño o el traslado de los individuos arbóreos, se recomienda hacer la compensación, que puede ser la plantación de nuevo arbolado, la plantación de individuos que tengan mayor porte y la reconversión de zona dura para que se creen nuevos espacios para la plantación de árboles. Lo anterior deberá ir en la propuesta paisajista en la ejecución del proyecto.

Bravo (et al, 2018), propone algunas especies nativas para la restauración ecológica en la ronda hídrica del río Mijitayo, con el fin de ser implementadas en las cuatro zonas de vida identificadas. Si tenemos en cuenta que la zona de estudio, se encuentra en la microcuenca del río Mijitayo, y hace parte de una de las zonas de vida que se identifica dentro de este estudio, las especies que se proponen pueden desarrollarse también en la zona de estudio (predio Altamira).

Por lo tanto, si se requiere la plantación de nuevos individuos arbóreos en la zona de estudio, se recomienda las especies *Verbesina arborea* y *Fuchsia dependens*, las cuales, presentan un mayor índice de importancia (IVI), según lo propuesto por Bravo (et al, 2018) para la zona de vida bosque seco montano bajo de ronda hídrica de la cuenca del río Mijitayo.

3.5.2. Caracterización de Fauna

Para la caracterización de la fauna, se debe tener en cuenta el alto nivel de antropización que presenta el área de estudio, que hace referencia al grado de transformación que ejerce el ser humano sobre un territorio, por lo cual, se registra la fauna que puede haber a escala local en la microcuenca del río Mijitayo y el área de influencia de la zona de estudio, que corresponde al Santuario de fauna y flora del Galeras y la zona con función amortiguadora.

Conforme al inventario de las especies de aves que habitan en los ecosistemas representativos de la cuenca del río Mijitayo, realizado por Gutiérrez y Rojas (2000), es posible plantear que en el área de estudio (predio Altamira), se podrían registrar 16 familias y 23 especies, las cuales se establecen en zonas intervenidas, las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 62. Avifauna presenta en las zonas intervenidas de la cuenca del Río Mijitayo

FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ABUNDANCIA RELATIVA
Tinamidae	<i>Nothocercus Julius</i>	Frugívoro 0,5 Insectívoro 0,5	Raro
Cathartidae	<i>Coraryps atratus</i>	Carroñero	Escaso
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Carnívoro	Escaso

FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ABUNDANCIA RELATIVA
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Carnívoro	Escaso
	<i>Falco deiroleucus</i>	Carnívoro	Raro
	<i>Polyborus plancus</i>	Carnívoro	Raro
Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	Frugívoro 0,5 Insectívoro 0,5	Abundante
	<i>Zenaida auriculata</i>	Frugívoro 0,5 Insectívoro 0,6	Abundante
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus longirostris</i>	Insectívoro	Común
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Nectarívoro 0.5 Insectívoro 0.5	Común
	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Nectarívoro 0.5 Insectívoro 0.5	Común
	<i>Lesbia victoriae</i>	Nectarívoro 0.5 Insectívoro 0.5	Escaso
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Insectívoro	Escaso
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Insectívoro	Común
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Insectívoro	Común
	<i>Notiochelidon murina</i>	Insectívoro	Común
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Insectívoro	Raro
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Insectívoro 0.5 Frugívoro 0,5	Abundante
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Insectívoro 0.5 Frugívoro 0,5	Común
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Insectívoro 0.5 Frugívoro 0,5	Raro

FAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO	ABUNDANCIA RELATIVA
Coerebidae	<i>Diglosa humeralis</i>	Nectarívoro 0.5	Abundante
	<i>aterrima</i>	Insectívoro 0,5	
	<i>Conirostum cinereum</i>	Nectarívoro 0.5	Escaso
		Insectívoro 0,5	
Embericidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Insectívoro 0.5 Frugívoro 0,5	Escaso

Fuente: Gutiérrez y Rojas (2000)

Con respecto a los mamíferos, la zona de estudio, hace parte de la microcuenca del río Mijitayo, el cual nace en la parte alta del Volcán Galeras, en donde, se encuentra declarada el área protegida denominada Santuario de Fauna y Flora Galeras. Debido a que limita con el SFF Galeras y su zona amortiguadora, es posible que se puedan registrar en la zona de estudio algunas especies de mamíferos que se hayan avistado en el santuario, sin embargo, debido a la transformación antrópica, es probable que solo se encuentren mamíferos pequeños como son: *Nasua sp* (Cusumbos), *Sciurus sp* (Ardillas), *Sylvilagus sp* (Conejos) y *Caenolestes fuliginosus* (Ratones ciegos) (Parques Nacionales Naturales, 2015).

En relación a los insectos y anfibios, también se podrían registrar las especies que se encuentran en el SFF Galeras, Con respecto a los anfibios, se registran dos familias Leptodactylidae y Bufonidae y 6 especies: *Eleutherodactylus unistrigatus*, *Eleutherodactylus buchkleyi*, *Eleutherodactylus lymani*, *Eleutherodactylus repens*, *Eleutherodactylus thymelensis*, que pertenecen a la familia Leptodactylidae y *Osornophryne bufoniformis* que pertenece a la familia Bufonidae. Referente a los insectos, en zonas de bosque andino y subpáramo del SFF Galeras, se reporta a la familia Araneidae, con dos géneros *Araneus* y *Zigiella* (Romo, M. 2005 citado por PNN, 2015). La macrofauna reportada asociada al suelo del Galeras, se agrupa

en seis clases Insecta, Arachnida, Crustácea, Quilópoda, Diplópoda y Gasterópoda. Con relación al grupo de lepidópteros (Mariposas) en la zona de estudio, podrían existir diferentes especies pertenecientes a las familias Nymphalidae, Pieridae, Hesperidae y Papilionidae.

Exponiendo lo anterior, se puede inferir que en esta **zona no se presentan especies que se encuentren en amenaza o que son endémicas**, por lo cual, no se genera ninguna restricción para realizar el proyecto o desarrollo urbanístico.

3.6. USO Y COBERTURA DEL SUELO

3.6.1. Cobertura del suelo

Con respecto al acuerdo 004 de 2015, por el cual, se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Pasto 2015 – 2027 Pasto Territorio con sentido, la zona de Altamira se encuentra clasificada como suelo de expansión urbana, especializada en el Plano No 6G, es decir, que corresponde a una porción del territorio municipal que se habilitará para el desarrollo de usos urbanos durante la vigencia del POT, de igual forma, se identifica como una zona para el desarrollo de planes parciales de expansión.

Teniendo en cuenta modelo de ordenamiento planteado en el POT vigente, el área de estudio hace parte de la centralidad municipal UDRA, que presenta un área de influencia objeto del ordenamiento de usos, tratamientos y actuaciones urbanísticas que mejoran la funcionalidad urbana y consolidan el modelo de ciudad adoptado por POT. Los usos de la centralidad corresponden a residencial, comercial y servicios con mezcla de usos.

Conforme al trabajo de campo realizado en la zona de estudio se identificaron las siguientes coberturas:

Tabla 63. Coberturas del suelo Predio Altamira

TIPO DE COBERTURA (NIVEL 1)	TIPO DE COBERTURA (NIVEL 2)	TIPO DE COBERTURA (NIVEL 3)	ÁREA (Ha)	% OCUPACIÓN
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	0,59	17,74
2. Territorios agrícolas	2.3 Pastos	2.3.1 Pastos Limpios	2,49	74,95
3. Bosques y áreas seminaturales	3.1 Bosques	3.1.2 Bosque abierto	0,24	7,30
TOTAL			3,32	100

Fuente: Elaboración propia, adaptada de la leyenda nacional de coberturas de la tierra (IDEAM, 2010)

Según la anterior tabla, el área total del predio es de 3,32 Ha, la cobertura que más predomina es Territorios agrícolas (Pastos) con un área de 2,49 Ha, que representa el 74,95% del total del área de estudio, seguida de una zona que tiene territorios artificializados (tejido urbano discontinuo) con un área de 0,59 Ha, que representan el 17,74% del área total, por último, existe la zona de bosques y áreas seminaturales (bosque abierto) con un área de 0,24 Ha, que abarca el 7,3% del área total.

3.6.1.1. Territorios artificializados.

Esta cobertura comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un

proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos (IDEAM, 2010).

En la zona de estudio se encuentra el tejido urbano discontinuo, que se refiere al espacio conformado por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones e infraestructura construida cubre la superficie de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área esta cubierta de zona verde o vegetación.

3.6.1.2. Territorios agrícolas

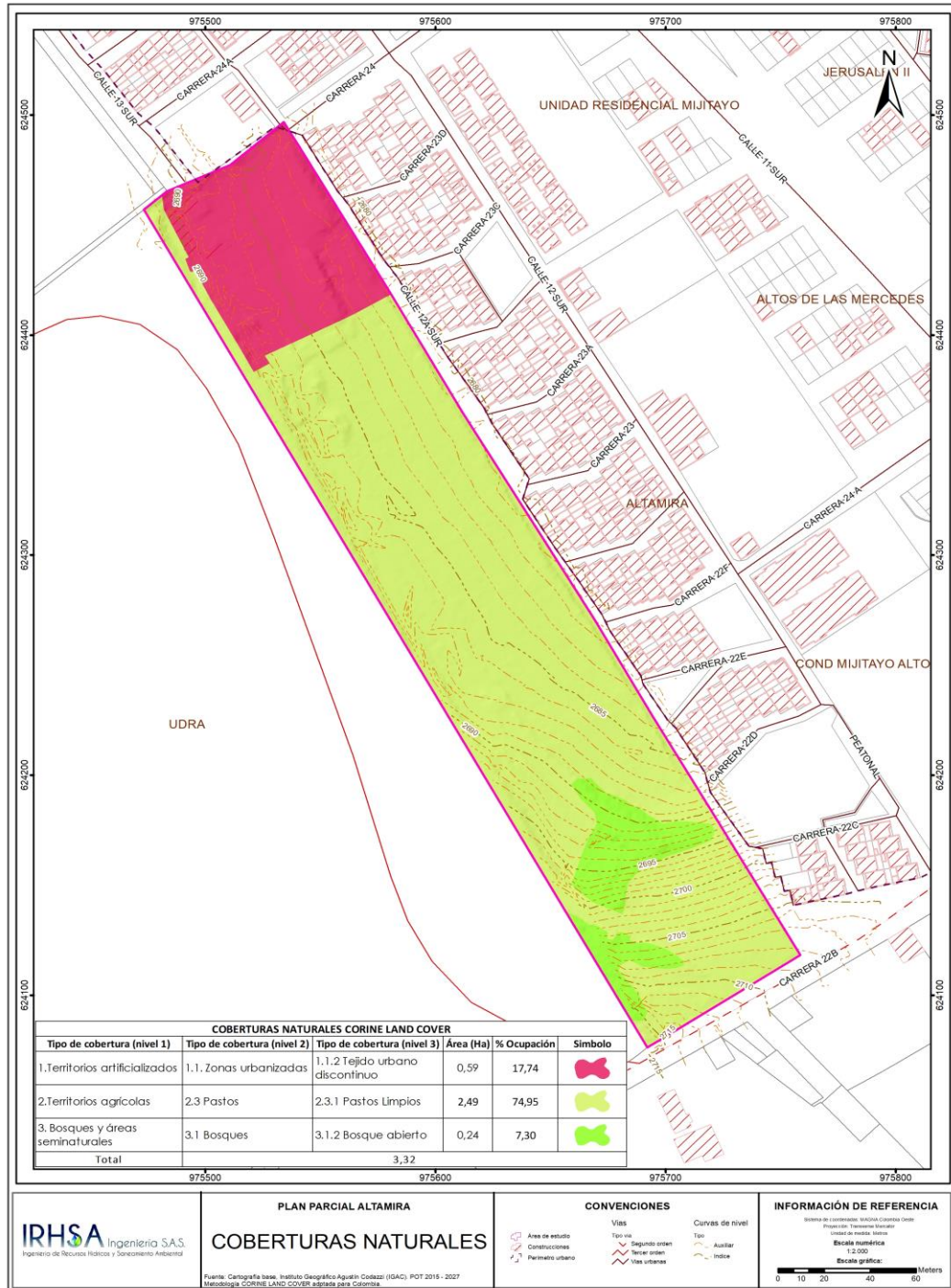
La cobertura de territorios agrícolas hace referencia a los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho (IDEAM, 2010). En el área de estudio se encuentran pastos limpios, que son tierras que deben tener un cubrimiento de pastos mayor al 70%.

3.6.1.3. Bosques y áreas seminaturales

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación (IDEAM, 2010). En el área de estudio existe un área de bosque abierto, que corresponde a una cobertura constituida por elementos arbóreos regularmente distribuidos.

En la siguiente figura está el mapa de cobertura de suelo para el predio Altamira:

Figura 33. Mapa de cobertura del suelo área de estudio



Por su parte el área de influencia hacia la parte oriente del predio, está conformado por vivienda en su mayoría de un piso, a dos aguas con antejardín y en menor proporción edificios multifamiliares de más o menos 13 pisos, los dos tipos de construcciones son en concreto. Esta zona aledaña tiene una retícula organizada, en donde, se observa que el crecimiento se ha hecho de manera planificada, destacando que se pueden visualizar las calles y las carreras con claridad, así como la ocupación de los predios.

3.6.2. Capacidad uso del suelo (Clasificación agrológica)

La clasificación por capacidad de uso se fundamenta en el análisis de los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo, sobre los riesgos de degradación, limitaciones en su uso, capacidad de producción y requerimientos de manejo. Las tierras se catalogan en diferentes clases, las cuales, agrupan suelos que presenta el mismo grado relativo de limitaciones y de riesgos (IGAC, 2014).

Según el IGAC, 2014 las clases se reúnen en tres grandes grupos:

- Grupo de tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo (clases I al IV).
- Grupo de tierras que pueden ser utilizadas en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales (clases V-VI-VII)
- Tierras que deben ser utilizada sólo en preservación, conservación y ecoturismo (Clase VIII).

Para determinar las clases agrológicas (Capacidad de uso del suelo) del área de estudio, la metodología se basó en la interpretación de información secundaria, en donde, se tomaron como principales insumos el mapa de áreas homogéneas

de tierras con fines catastrales a escala 1:25.000 que fue realizado en el año 2014 por el IGAC y el mapa de capacidad de uso del suelo a escala 1:25.000 realizado en el Plan de Ordenamiento de la Cuenca Hídrica del Juanambú (POMCA) por CORPONARIÑO en el año 2017.

Una vez revisados y analizados los insumos, se encontraron dos clases agrologicas en el predio Altamira, la clase VI y la clase VII.

3.6.2.1. Clase VI

Las tierras que pertenecen a la clase VI, presentan limitaciones muy severas que, en términos generales, las hacen aptas para algunos cultivos perennes o semi perennes, semi densos y densos; además se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros. La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y de sombrío (IGAC, 2014). La clase VI ocupa un área de 2,6 Ha, es decir, que representa el 78,3% del predio Altamira.

3.6.2.2. Clase VII

Las tierras que se encuentran clasificadas como clase VII, presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples

estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad (IGAC, 2014).

La clase VII tiene un área de 0,7 Ha, es decir, que representa el 21,7% del predio Altamira. En el siguiente mapa se pueden observar las clases agrologicas del área de estudio:

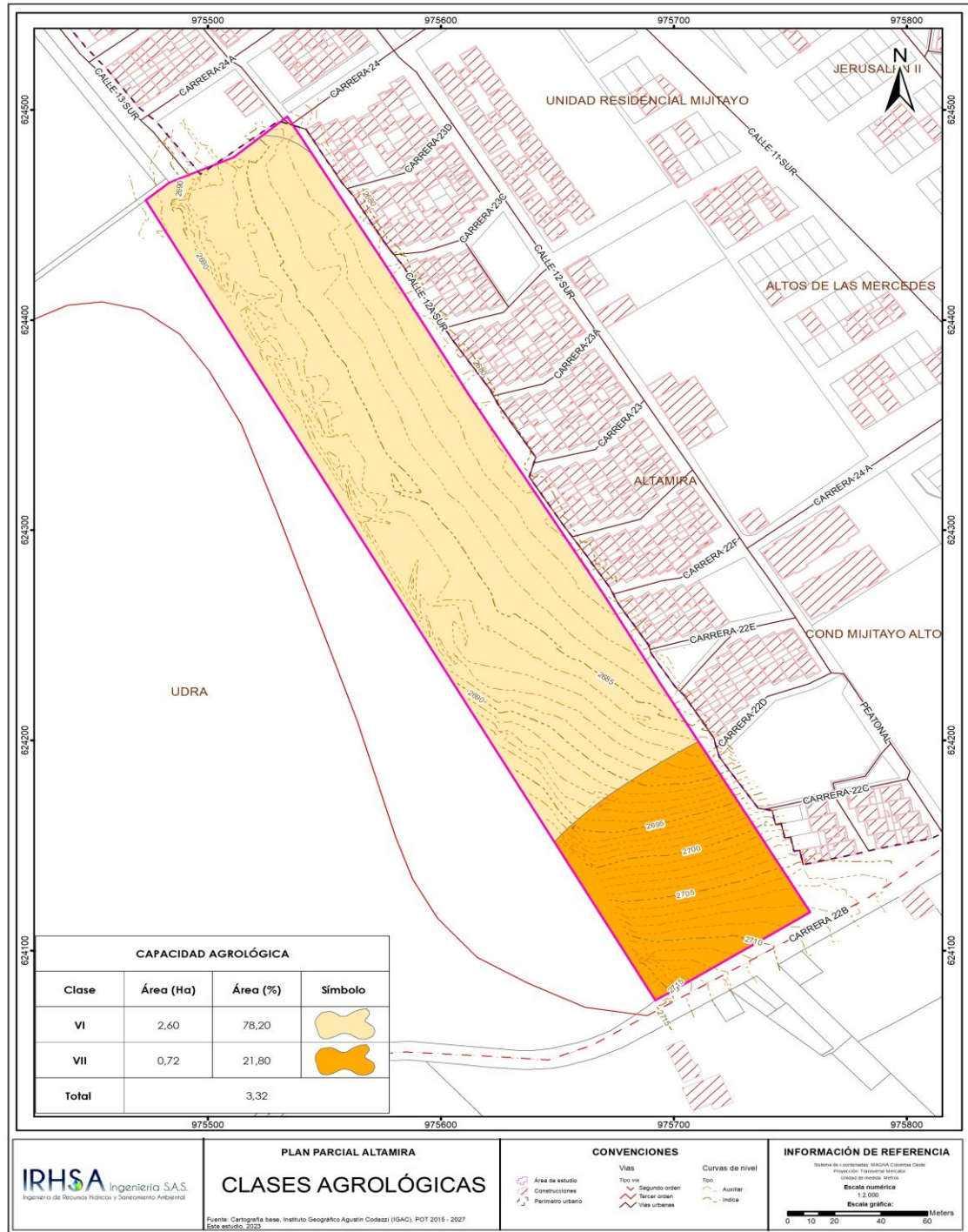
3.6.3. Conflictos de uso del suelo

Para realizar el análisis de conflicto de uso de suelo del área de estudio, fue necesario identificar las variables que deberán ser comparadas con la zona de expansión urbana, con el fin de determinar si existe conflicto de uso del suelo.

Las variables que se tuvieron en cuenta para realizar la confrontación con el predio Altamira, corresponden a la capacidad de uso de suelo (Clases agrologicas) y áreas con afectación por amenazas.

Para la clasificación de los conflictos identificados, se utilizan las categorías definidas en el estudio de Zonificación de los Conflictos de uso de las tierras de País, realizado por el IGAC y CORPOICA en el año 2002. Estas categorías corresponden a las siguientes:

Figura 34. Mapa clases agrológicas del área de estudio



- Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado: Corresponden a las tierras en donde los usos actuales guardan correspondencia con la capacidad de uso o vocación de uso, por lo cual, no hay deterioro ambiental, lo que permite que las actividades realizadas sean concordantes con la capacidad productiva de las tierras.
- Conflicto por subutilización ligera: Tierras en donde el uso actual es muy cercano a la capacidad de uso de las tierras, sin embargo, existe una ligera inconsistencia, en donde se puede evidenciar un nivel de explotación del recurso por debajo del recomendado.
- Conflicto por subutilización moderada: Tierras en donde el uso actual esta por debajo, mas o menos, dos niveles de la capacidad de uso de las tierras, lo cual afecta los niveles de productividad de los suelos, debido a que se da un uso inadecuado del recurso, no hay pérdida o degradación del mismo, pero se desaprovecha la potencialidad de estas tierras.
- Conflicto por subutilización severa: Tierras en donde el uso actual es totalmente contrario a la capacidad de uso de las tierras, esta po debajo en tres o más niveles de la vocación. Se subutiliza el recurso suelo en un grado severo, no se utiliza de acuerdo a su ptencialidad, no hay deterioro, pero los conflictos pueden ser de carácter social.
- Conflicto por sobreutilización ligera: Tierras en donde el uso actual esta cercano al uso potencial o capacidad de uso de las tierras, se evidencia un nivel de explotación del recurso por encima del

recomendado, de esta forma habrá deterioro del recurso por el incremento de procesos erosivos.

- Conflicto por sobreutilización moderada: Tierras en donde el uso actual se encuentran por encima en dos niveles o de forma moderada de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente la producción sustentable del recurso, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos.
- Conflicto por sobreutilización severa: Tierras en donde el uso actual es inadecuado y totalmente contrario a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo, se presentan evidencias de degradación avanzada del recurso, como aumento de procesos erosivos, disminución de la productividad de las tierras, procesos de salinización, etc.

3.6.3.1. Análisis de conflicto de uso del suelo en el área de estudio con respecto a la capacidad de uso (clases agrológicas)

Para realizar este análisis fue necesario hacer un procesamiento en el programa ArcGIS, en donde, se cruzó el mapa de clases agrológicas con el predio Altamira, que hace parte de la propuesta de expansión urbana del municipio. Una vez realizado el cruce de estas categorías podemos identificar el conflicto con respecto a la capacidad agrológica.

Los conflictos de uso de suelo obtenidos para la zona de expansión urbana Altamira son los siguientes:

Tabla 64. Conflictos de uso del suelo en el área de estudio con respecto a la capacidad agrológica

CONFLICTOS DE USO DE SUELO CON RESPECTO A LA CAPACIDAD AGRÓLOGICA	ÁREA (Ha)
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado (Sin conflicto)	2.6
Tierras en conflicto por sobreutilización severa (Con conflicto)	0,72

Fuente: Este estudio

En la **Figura 35** se encuentra el mapa de conflicto de uso con respecto a la capacidad agrológica.

La zona que presenta conflicto tiene un área de 0,72 Ha que representa el 21, 7% del total del área del predio Altamira, en esta zona se presenta un conflicto de uso por sobreutilización severa, ya que a nivel de capacidad agrológica este suelo es de Clase VI, que corresponde a tierras que presentan limitaciones fuertemente severas, que las hace inadecuadas para cultivos, pero que tienen una aptitud forestal de carácter protector, por lo cual se recomienda que esta zona conserve su aptitud forestal incorporándola como un parque con esta tipología.

Sin embargo, es importante evidenciar que, aunque la vocación del suelo es de carácter forestal protector en esta zona del predio, este se encuentra localizado en una zona altamente transformada, por una parte, hacia el sur y oriente, colinda con zonas urbanizadas y desarrolladas.

Figura 35. Mapa de conflicto de uso de suelo con respecto a la capacidad agrológica



Hacia el occidente, teniendo en cuenta la Estructura Ecológica Municipal – EEM definida en el acuerdo 004 de 2015, por el cual se aprobó el Plan de Ordenamiento del Municipio, la zona de expansión de Altamira, se encuentra en inmediaciones del corredor ecológico de transición rural Galeras, que hace parte de la categoría corredores ecológicos de la EMM y el parque sub urbano UDRA, que hace parte de la categoría áreas de calidad ambiental y paisajista de la EEM, que corresponden a zonas que también se encuentran intervenidas, presentan algunos relictos de bosque y varias zonas con tejido urbano discontinuo.

Lo anterior, nos permite evidenciar que, a pesar de tener esta vocación de protección, el área de influencia de la zona de expansión está transformada, en consecuencia, el área de expansión se podrá desarrollar, pero en esta zona en específico, desde la etapa de diseño se deberá incluir medidas o actividades compatibles con la vocación, con el fin de garantizar la restauración y rehabilitación de estas zonas de protección colindantes.

Además, analizando las coberturas del suelo identificadas, en esta zona de conflicto existe una cobertura vegetal de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, que se clasifica como bosque abierto, que tiene un área de 0,24 Ha, lo cual coincide con la vocación de uso forestal protector según la clase agrológica. Por lo anterior, el plan parcial Altamira conservará y mantendrá esta zona de bosque (individuos arbóreos) incorporándolo como un parque de esta tipología a pesar de no hacer parte de la estructura ecológica municipal.

La zona que no presenta conflicto, tiene un área de 2,6 Ha, que representa el 78,3% del total del área del predio Altamira, no existe conflicto (tierras sin conflicto de uso o uso adecuado), debido a que en esta zona, el suelo es de clase VI, que

hace referencia a tierras que presentan limitaciones muy severas, que las hacen aptas solo para algunos cultivos, se podrían desarrollar sistemas foestales y agroforestales, por lo cual, se podría desarrollar la zona de expansión urbana Altamira en este suelo sin conflicto.

De igual modo, lo anterior concuerda con lo estipulado en el artículo 2.2.2.2.1.3 Categorías de protección en suelo rural, del Decreto 1077 de 2015, en donde se definen que los suelos clasificados como clase I, II y III, deben ser parte de la categoría de protección áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales, por esta razón, este tipo de suelos deberán ser conservados por su potencialidad.

3.6.3.2. Análisis de conflicto de uso del suelo en el área de estudio con respecto a la gestión del riesgo.

Conforme a la geología local de la zona, no existe amenaza por subsidencia; la zona de estudio no tiene drenajes naturales, por lo cual, no es posible que se generen inundaciones por creciente, es decir, no hay amenaza por inundaciones y flujo torrencial y acorde al Mapa de Amenaza Volcanica del complejo Volcanica Galeras del SGC realizado en 2015, la zona se encuentra en amenaza baja.

Por las razones antes mencionadas, el análisis de conflicto de uso se realizó únicamente para la amenaza por movimiento en masa, que tiene su estudio de detalle en el capítulo de gestión del riesgo.

Para el análisis de conflicto de uso con respecto a la amenaza por movimiento en masa, se confrontó el área de estudio con el mapa de amenaza por movimientos en masa. El resultado dio los siguientes tipos de conflicto de uso:

Tabla 65. Conflictos de uso del suelo en el área de estudio con respecto a la amenaza por movimiento en masa

TIPO DE CONFLICTO	AMENAZA POR MOVIMIENTO EN MASA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin conflicto o uso adecuado	Baja	3,19	96,6
Con conflicto o uso inadecuado	Media	0,11	3,4
TOTAL		3,3	100

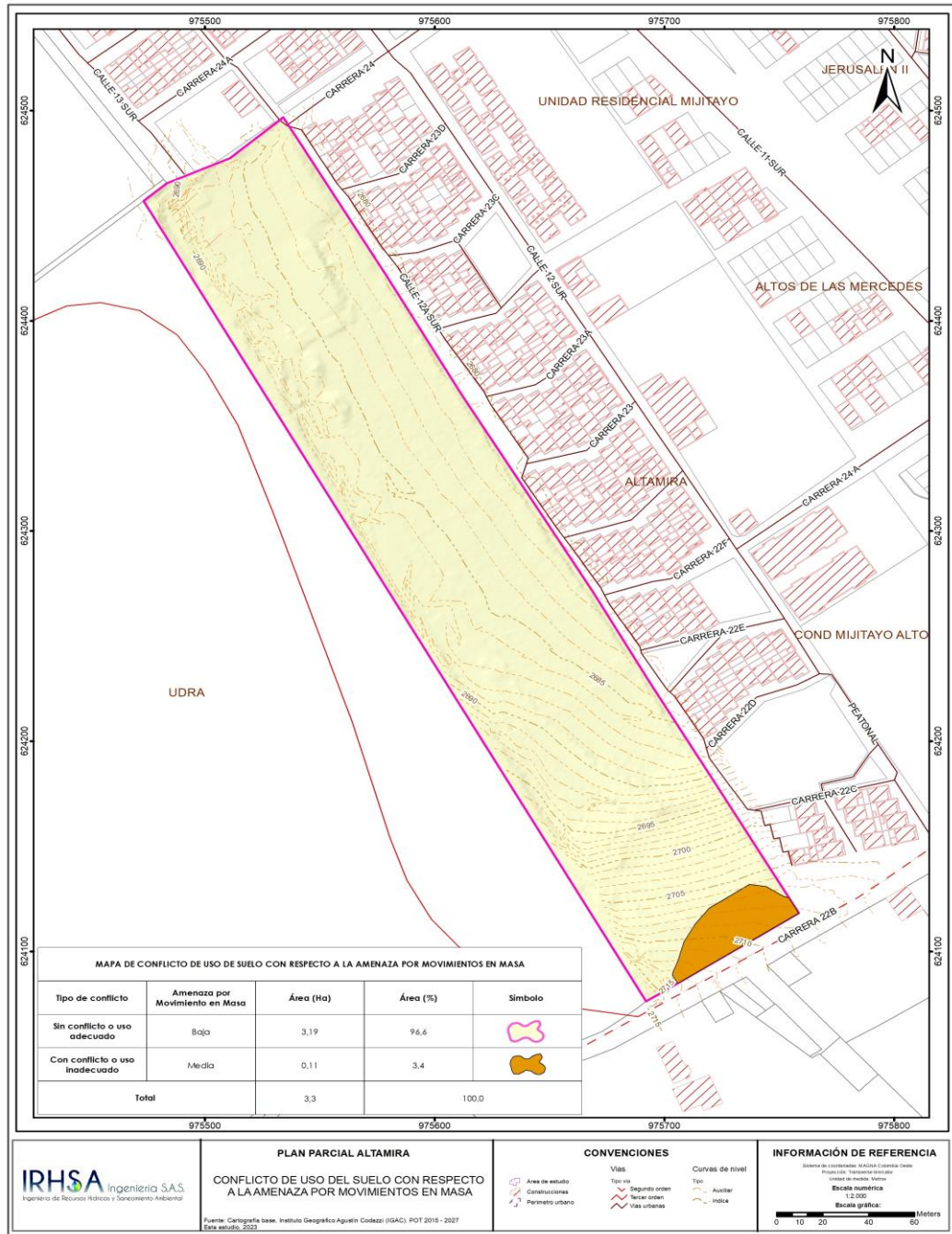
En la **Figura 36** se encuentra el mapa de conflicto de uso con respecto a la amenaza por movimientos en masa.

La zona que tiene conflicto por movimientos en masa representa el 3,4% del área total del predio Altamira y la zona que no tiene conflicto es el restante 97%, presentando una amenaza baja por movimientos en masa, por lo cual, la zona de expansión urbana Altamira tiene potencial para su desarrollo.

3.7. ESTRUCTURA ECOLÓGICA MUNICIPAL

Conforme a lo establecido en el artículo 46 del acuerdo 004 de 2015, por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto 2015 – 2027 Pasto Territorio con Sentido, la Estructura Ecológica Municipal -EEM es el conjunto de espacios Naturales y seminaturales en suelo urbano, rural y de expansión, cuya interconexión espacial y funcional permite mantener los procesos y funciones ecológicas esenciales, que garantizan la integridad de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos requeridos para el desarrollo socioeconómico y cultural del Municipio. En el artículo 50, del mismo acuerdo, se establece que la EEM esta conformada por el sistema de áreas protegidas, las áreas de especial importancia ecosistémica, las áreas de calidad ambiental y paisajista y los corredores ecológicos.

Figura 36. Mapa de conflicto de uso de suelo con respecto a la amenaza por movimientos en masa

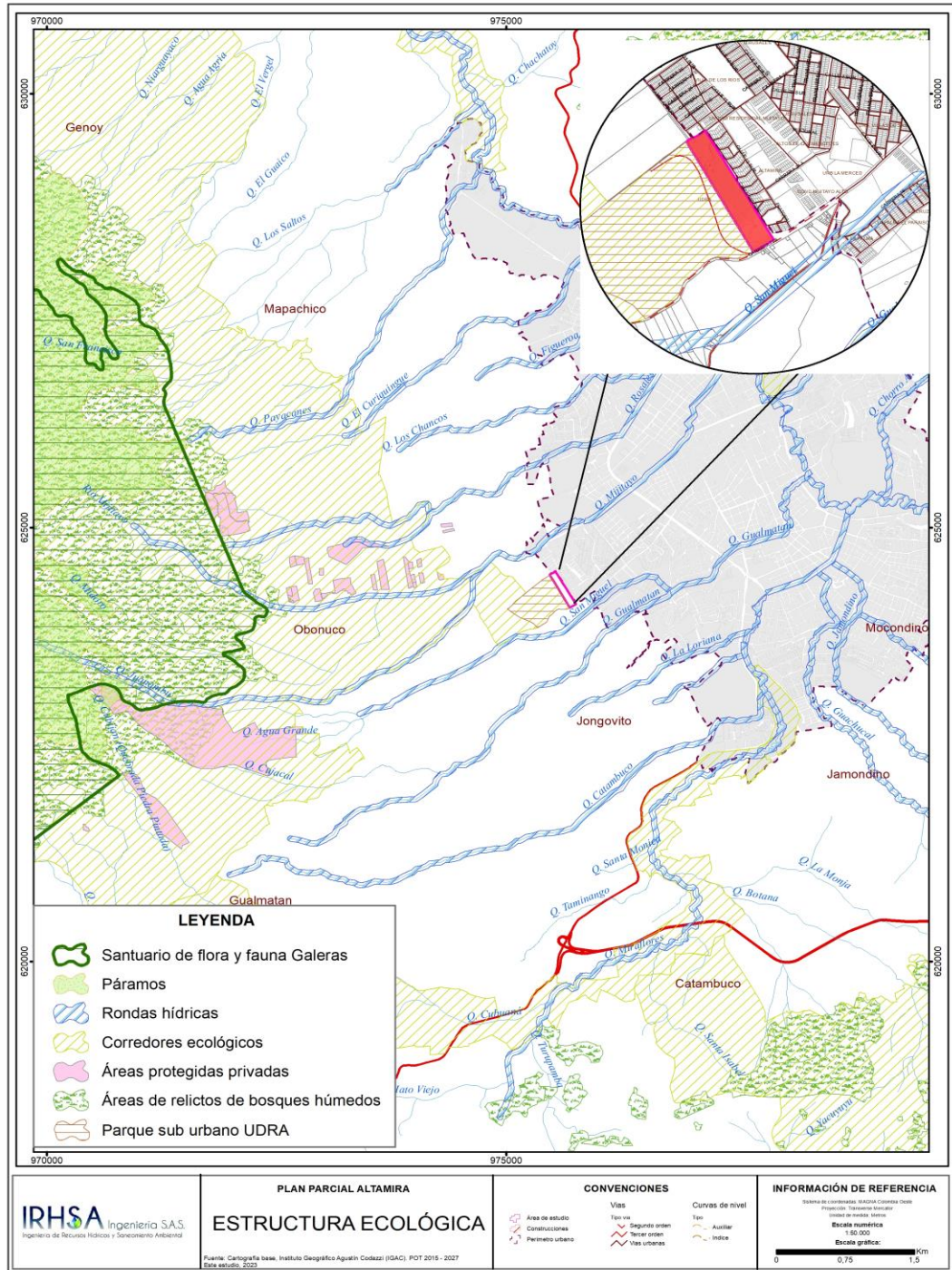


Cabe resaltar que en la **zona de estudio no se encuentran elementos de la Estructura Ecológica Municipal**, en inmediaciones, hay dos componentes de la EEM que presentan una relación directa, corresponde al corredor ecológico de transición rural Galeras y al parque suburbano UDRA, el primero hace parte de la categoría corredores ecológicos y el segundo hace parte de las áreas de calidad ambiental y paisajista, que se localizan al occidente de la zona de estudio.

El corredor ecológico permite conectar a la zona de estudio con otros elementos de la EEM, como es el Santuario de Flora y Fauna Galeras y la red de reservas naturales del Galeras que hacen parte de la categoría Sistema de áreas protegidas, la zona con función amortiguadora del SFF Galeras, zona de páramos y áreas de relictos de bosque y con aptitud forestal protectora, que pertenecen a la categoría de áreas de especial importancia ecosistémica. También se encuentran otros elementos de la EEM aledaños al predio Altamira, como son las rondas hídricas del río Mijitayo y la quebrada San Miguel.

Los elementos de la EEM que colindan con el área de estudio pueden observar en la siguiente figura:

Figura 37. Elementos de la EEM que limitan con el plan parcial Altamira



3.8. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS

Los servicios públicos, corresponden a todas las actividades que realizan los organismos del estado o que se encuentren bajo su control y regulación, que tiene como finalidad satisfacer las necesidades de la población. De acuerdo a la ley 142 de 1994, que hace referencia al régimen de servicios públicos domiciliarios, en el artículo 14, los servicios públicos domiciliarios corresponden a los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública básica conmutada, telefonía móvil rural, y distribución de gas combustible.

En la prestación de los servicios públicos participan entidades estatales, empresas privadas, organizaciones sociales, comunidad y usuarios. En esta cadena de actores, existe otro actor importante que supervisa a los prestadores de estos servicios, corresponde a la Superintendencia de Servicios públicos domiciliarios, que se orienta a dos funciones principalmente, supervisar el cumplimiento de la regulación por parte de las empresas prestadores de los servicios públicos vigilados y proteger los derechos y promover los deberes de los usuarios de estos servicios.

3.8.1. Estado actual de la prestación de los servicios públicos

La prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Pasto, está a cargo de la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A.E.S.P. S.A. E.S.P, esta entidad presta sus servicios desde el 26 de septiembre de 1974. Según el informe técnico de esta empresa para el año 2021, el servicio de acueducto se presta a aproximadamente a 100.481 usuarios, de los cuales aproximadamente el 75% del total son usuarios subsidiados (estratos 1,2 y 3) y el 15% son contribuyentes (estratos 5 y 6 y de uso industrial y comercial). El 10%

restante son usuarios que no reciben subsidios ni hacen contribución (estrato 4, uso oficial y especial).

Las fuentes de abastecimiento de la ciudad de Pasto, corresponden a 6 fuentes superficiales, que son: Río Bobo, Quebrada Mijitayo, Río Pasto, Quebrada Lope, Quebrada Miraflores y Río Piedras. EMPOPASTO S.A.E.S.P. tiene en operación 4 plantas de tratamiento de agua – PTAP, que corresponden a Centenario, San Felipe, Mijitayo y Guadalupe, que potabilizan el agua, de forma continua los 7 días de la semana. Para el año 2021, la cantidad de agua producida en las plantas alcanza 20.139.386 metros cúbicos. El sistema de Centenario abastece al 82% de la población, el otro 18% lo cubre el sistema de Mijitayo y San Felipe, el sistema de Guadalupe, abastece a las zonas de expansión de Aranda y Jamondino.

EMPOPASTO S.A.E.S.P. cuenta con una red de más de 500 kilómetros en acueducto y un valor similar en alcantarillado, para el año 2021, se construyeron y repararon 2.08 km de redes de acueducto y 6.25km de redes de alcantarillado.

Por su parte, la empresa Centrales Eléctricas De Nariño S.A ESP – CEDENAR está a cargo de suministrar la energía eléctrica a la ciudad de Pasto, se constituyó el 9 de agosto de 1955. Para el año 2021, la generación de energía fue de 27.177 MWh/año en la pequeña central hidroeléctrica (PCH) del Río Bobo, esta central pertenece a la cuenca del Río Bobo y se encuentra ubicada en la vereda Paramillo del corregimiento de Santa Barbará. La PCH del Río Bobo, empezó su operación en el año 1952 y 1960 pasó a ser parte de CEDENAR.

La distribución y comercialización de gas natural la realiza la empresa ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P., esta empresa es privada, su sede principal es el municipio de Neiva e inició operaciones en el año de 1977. Alcanos atiende a 119 municipios y 16 centros poblados, por lo tanto, cuenta con 156 estaciones entre descompresoras, City Gates, estaciones de regulación y medición.

3.8.2. Lineamientos de los instrumentos de planificación

3.8.2.1. Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua -PUEAA

La ley 373 de 1997, por la cual se establece el Programa para uso eficiente y ahorro del agua - PUEAA, define que el PUEAA es el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico; en su artículo 3, establece que cada entidad encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, de riego drenaje, de producción hidroeléctrica, y los demás usuarios del recurso hídrico presentarán para aprobación de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua.

De acuerdo al Informe de Gestión del año 2020 de EMPOPASTO S.A, E.S.P, la entidad presento el PUEAA de la fuente de abastecimiento del rio Bobo ante la autoridad ambiental, que corresponde a la Corporación autónoma del departamento de Nariño – CORPONARIÑO, lo anterior, teniendo en cuenta las obligaciones establecidas en la resolución 099 de 2020, por la cual se aprueba la concesión de agua del rio Bobo, lo establecido en el Decreto 1090 de 2018, por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones, y en cumplimiento de la ley 373 de 1997.

El Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) presentado por EMPOPASTO S.A, E.S.P, contienen los proyectos y/o lineamientos para minimizar el consumo de agua, reducir el desperdicio que existe y optimizar la cantidad de agua, las acciones del programa también apuntan a la restauración ecológica,

pago por servicios ambientales, operación y mantenimiento de estaciones hidrometeorológicas y producción de material vegetal en vivero, que mejoran la calidad y cantidad del agua.

La concesión de agua el programa de uso eficiente y ahorro de agua, se pueden considerar instrumentos de control y administración del recurso hídrico, en cuanto al aprovechamiento del agua se refiere, la cual se utiliza para muchos usos, como es el residencial, agropecuario, industrial y comercial.

3.8.2.2. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV

La resolución 1433 de 2004, por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, en donde, se establece que los prestadores del servicio de alcantarillado sujetos al pago de la tasa deberán presentar ante la Autoridad Ambiental competente el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Para dar cumplimiento al Decreto, EMPOPASTO S.A, E.S.P remitió PSMV actualizado el 25 de noviembre de 2020 a CORPONARIÑO, la actualización realizada se presenta para el caso urbano del municipio de Pasto.

Por medio de la resolución 110 de 2021, la CORPORACIÓN revisa y actualiza el PSMV, en donde, desde el punto de vista técnico y ambiental aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos presentado por EMPOPASTO S.A, E.S.P, el cual será por un periodo de 10 años.

El Plan Parcial de Altamira, deberá estar articulado al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, de EMPOPASTO S.A.E.S.P., si se establece que las aguas residuales y pluviales serán vertidas a la red de alcantarillado que opera la entidad.

3.8.3. Factibilidad de extensión de cobertura y optimización de los servicios públicos

Las condiciones para el trámite de las solicitudes de viabilidad y disponibilidad de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, se reglamenta por medio del Decreto 3050 de 2013. En este decreto, define la factibilidad de servicios públicos de acueducto y alcantarillado, como el documento mediante el cual el prestador del servicio público establece las condiciones técnicas, jurídicas y económicas que dentro de procesos de urbanización que se adelante mediante el trámite de plan parcial permitan ejecutar la infraestructura de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, atendiendo el reparto equitativo de cargas y beneficios.

El prestador del servicio público, debe emitir un certificado de viabilidad y disponibilidad inmediata de servicios públicos, que certifica la posibilidad de conectar un predio a las redes matrices de servicios públicos existentes, una vez se realice la solicitud previamente por el urbanizador.

Para los demás servicios públicos, también es necesario solicitar factibilidad. Para el Plan Parcial de Altamira, se solicita la factibilidad a EMPOPASTO S.A.E.S.P, CEDENAR S.A. E.S.P.

3.8.3.1. Acueducto y Alcantarillado

De acuerdo al oficio con N° de radicado 20223300179651 del 19 de septiembre del 2022, emitido por la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A.E.S.P, se establece que el predio ubicado en el sector de Altamira, donde, se plantea el desarrollo del Plan Parcial Altamira, cuenta con factibilidad de servicios de acueducto y alcantarillado.

En el oficio anteriormente citado, se establecen las alternativas de conexión de acueducto y alcantarillado pluvial y sanitario, sin embargo, el responsable del proyecto deberá revisar esta información, en caso de no cumplir las condiciones técnicas de conexión, deberá proponer a EMPOPASTO, las alternativas de solución o los ajustes necesarios, así mismo, una vez se apruebe el plan parcial, deberá continuar el trámite ante EMPOPASTO, para la certificación de sponibilidad de servicios y bases técnicas de diseño.

Las alternativas de conexión planetadas por EMPOPASTO S.A.E.S.P corresponden a las siguientes:

- **Acueducto:**

Se plantean dos alternativas posibles para el abastecimiento de agua del proyecto:

- Reforzamiento del caudal de alimentación de agua cruda a la PTAP San Felipe, consistente en la construcción de una conducción de agua cruda desde la PTAP Mijitayo hasta la PTAP San Felipe, en una longitud aproximada de 1450 m en tuberías de hierro dúctil y PVC de diámetros de 6", 8" y 10"; con una estación de bombeo que permitirá llevar más agua para tratar en la planta y ampliar la cobertura del servicio de acueducto con suministro de agua por gravedad en la zona.
- Construcción de un sistema de bombeo en la PTAP Mijitayo de EMPOPASTO, consistente en el bombeo de agua potable desde el tanque de acueducto Mijitayo bajo Chambú, localizado en la PTAP Mijitayo de EMPOPASTO S.A. E.S.P., hasta un tanque ubicado en la parte alta del predio del proyecto urbanístico, para desde ahí distribuir por gravedad el agua a la zona. Esta alternativa requiere la construcción de estación de bombeo, tubería de impulsión y tanque

alto de almacenamiento, con su respectiva operación y mantenimiento.

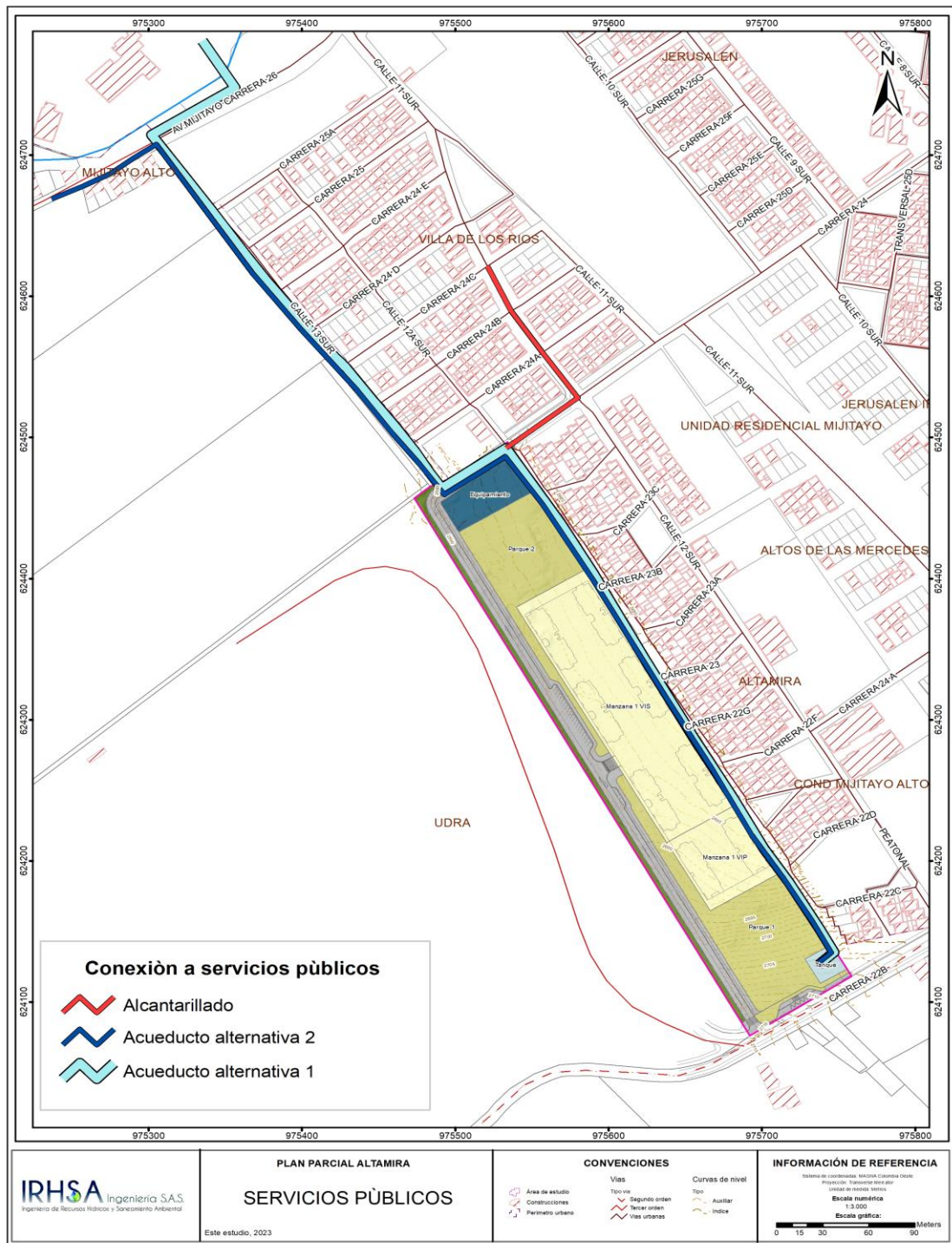
- **Alcantarillado:**

Las redes de alcantarillado separado, se localizan sobre la carrera 26, frente a la PTAP Mijitayo de EMPOPASTO, aproximadamente a 310 metros de la zona del Plan Parcial.

En el planteamiento del proyecto, es necesario que el responsable tenga en cuenta lo especificado en la Norma RAS, con respecto a la estimación de caudales del sistema de alcantarillado pluvial, adoptando medidas (sistemas urbanos de drenaje sostenible – SUDS) que puedan limitar al máximo los caudales producidos, También deberá realizar la evaluación técnica y de impacto ambiental si se propone la descarga de los caudales pluviales a cuerpos hídricos.

A continuación, se presenta la proyección de las redes de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial hasta la conexión con la infraestructura operada por la empresa prestadora del servicio quien definirá los aspectos técnicos.

Figura 38. Proyección de redes de acueducto y alcantarillado



3.8.3.2. Redes eléctricas

Mediante el oficio enviado el 12 de octubre del 2022, CEDENAR S.A. E.S.P, certifica que existe disponibilidad total, inmediata y continua de energía en nivel de tensión 3 (34.5kV) para la carga solicitada en el nodo de conexión.

Carga solicitada: 1000 kVA

Número de usuarios: 1000

Subestación: Catambuco

Circuito: 41CA41NA

Nodo de conexión físico más cercano: WFMP56423

Nodo de conexión eléctrico más cercano: WFMVEL66396

Red de M.T. existente: Aérea

Coordenadas: 1°11'51.58" N 77°17'46.86" W

Regulación del voltaje neto: 0%

Corriente de falla trifásica balanceada: 4.62 kA

Corriente de falla monofásica: 1.88 kA

Vigencia: 1 Año de acuerdo al Artículo 30 de la Resolución CREG 156 de 2011.

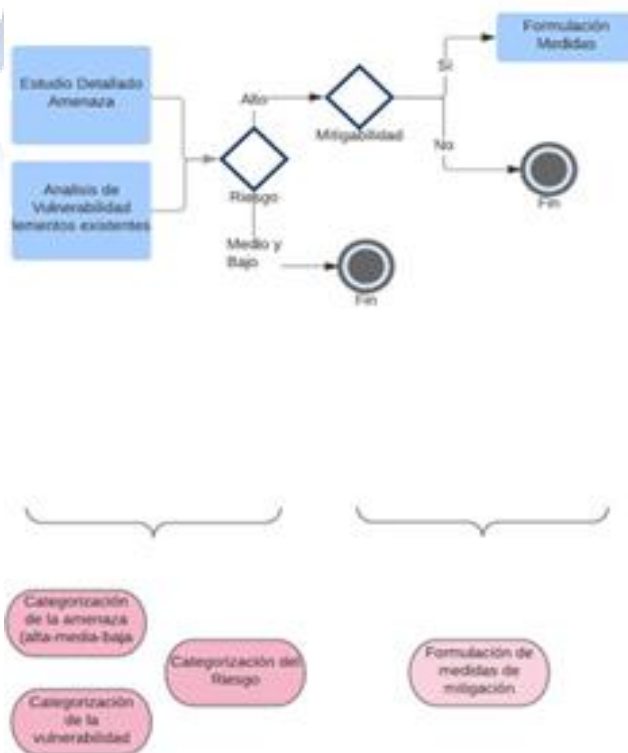
Para que la disponibilidad de energía se haga efectiva, el proyecto a construir deberá cumplir con los requerimientos de construcción, la Norma técnica NTC 2050 y con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. El correspondiente diseño debe ser presentado a CEDENAR S.A. E.S.P. para su revisión y aprobación de la División de Operaciones-**ANEXO 3. FACTIBILIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS**

3.9. ESTUDIOS DE GESTIÓN DEL RIESGO

3.9.1. Movimientos en masa

El estudio a escala de detalle de la amenaza se realizó con base en la guía para la elaboración de los estudios de amenaza por movimiento en masa del Servicio Geológico y se siguió como eje fundamental el decreto 1077 de 2015 (Decreto 1077, 2015, Sección 3 – Subsección 2; Decreto 1077, 2015, Sección 4 – Subsección 3.), donde se exige la elaboración de los estudios detallados para la planificación de planes parciales, por ello se realizaron los insumos, el análisis y la evaluación asociados a movimientos en masa. Se realizó el análisis de amenaza a escala 1:2000. El proceso seguido se indica en la siguiente figura:

Figura 39. Estudios de Amenaza por movimientos en masa PP Altamira



3.9.1.1. Estudio en detalle de la amenaza por movimientos en masa en el área de estudio

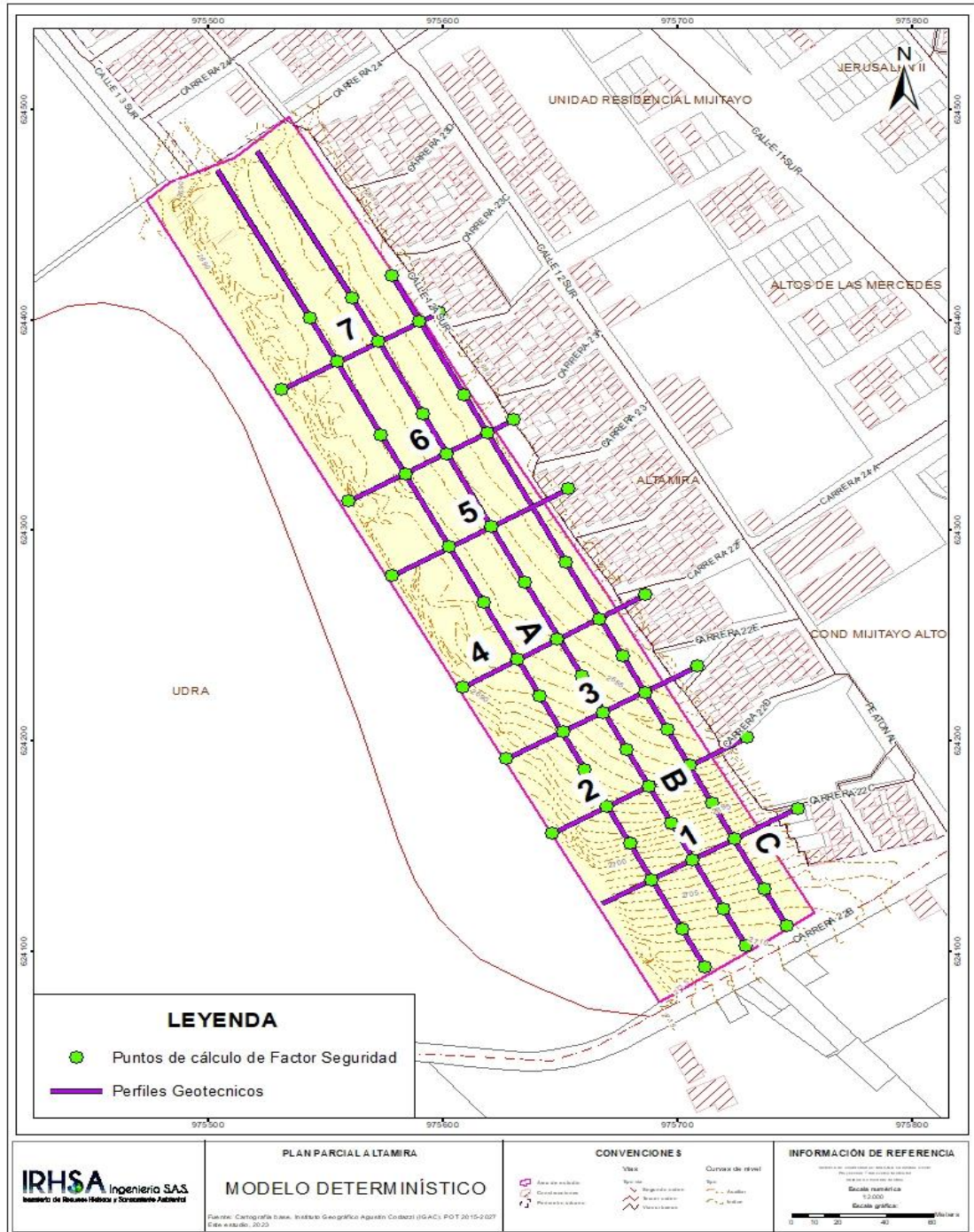
- **Metodología:**

Para la obtención de la amenaza detallada por movimientos en masa se realizó un modelo determinístico utilizando la información geotécnica obtenida, y la topografía en detalle. A continuación, se presenta metodológicamente la obtención de la amenaza.

Unidad de zonificación del Terreno y Análisis del Terreno: La caracterización de la zona de estudio para el análisis de amenaza se realizó con una malla definida a partir de SIG, utilizando la unidad de zonificación del terreno (UZT) (SGC, 2016) donde se generan columnas de suelo o roca representativas, para las cuales se debe conocer su estratificación, profundidad y nivel de agua. El tamaño de celda debe estar de acuerdo con los criterios presentados de unidad mínima cartografiada para escalas detalladas que en este caso es un UZT de 400m² es decir una cuadrícula de 20m x 20m (**Figura 40**). Para cada una de las unidades geotécnicas definidas se establece un modelo geológico - geotécnico con base en la información geológica, geomorfológica y el reconocimiento geotécnico, para esto los elementos que se deben definir son:

- Pendiente del terreno, a partir del MDT.
- Espesor del suelo y su variación dentro de la unidad geotécnica.
- Litoestratigráfica.
- Posición del nivel freático.
- Propiedades mecánicas de la estratigrafía

Figura 40. Modelamiento Determinístico para la Amenaza Detallada de Movimientos en Masa.



Cálculo Factor de Seguridad: Para el cálculo del Factor de Seguridad (FS) se define una malla de perfiles que cubren toda el área de interés como se menciona en la guía metodológica, distribuidos por cada unidad de zonificación del terreno (UZT) es de 400m², este es el valor mínimo para análisis a escala 1:2000; por lo cual se generan la cantidad de secciones topográficas, litológicas y comportamientos de geomecánicas representativos para su posterior modelamiento.

Se realiza cada perfil topográfico se crea escala 1:1 y junto a la estratigrafía se establece la distribución lógica de los niveles de suelo según las columnas construidas en cada sondeo SPT. En el proceso de perforación no se identificó la presencia del nivel freático.

El factor de seguridad es empleado para identificar de manera cuantitativa el factor de amenaza sobre toda la superficie de análisis en cada perfil; para este estudio, se dividió cada masa deslizante modelada sobre cada perfil en 50 dovelas, con el fin de hallar la mejor distribución de momentos sobre la sección analizada.

El concepto de Factor de Seguridad nace de la necesidad tanto de proveer seguridad a las obras y elementos diseñados y construidos, como de optimizar los mismos (González, 1999). Mientras para Das (1999) el factor de seguridad se define el factor de seguridad como una relación dependiente de la resistencia del suelo al corte donde:

$$F_s = T_f / T_d$$

Donde:

FS: Factor de seguridad respecto a la resistencia.

T_f: Resistencia media del suelo al corte

Td: Esfuerzo promedio a lo largo de una superficie potencial de falla
Estableciendo que la resistencia del suelo depende de dos factores principal relacionados con Morh Columb como es la cohesión y ángulo de fricción.

$$Tf = Cu + \sigma \tan(\varphi)$$

Cu = Cohesión

φ = ángulo de fricción

σ = esfuerzo normal efectivo en la superficie de falla potencial

Cuando esta relación de fuerzas tienda a ser equivalente, tiende a ser 1 se dan las condiciones propicias para el desarrollo de inestabilidades, ya que las fuerzas resistentes del material empiezan a ser superadas por las fuerzas movilizantes.

Para el caso en particular se tomará como referencia el método equilibrio límite para rupturas circulares, calculado a partir de dovelas para materiales con comportamiento de suelo. En la clasificación de métodos bidimensionales (Suárez-Burgoa, 2016) se considera el método inexacto aproximando, que toma las teorías establecidas por Jambu, Fellenius, Bishop y concertado por métodos exactos como el de Spencer. Los cuales se describen de forma general en la siguiente **Tabla 66**.

Tabla 66. Clasificación métodos bidimensionales.

MÉTODOS	CARACTERÍSTICAS
Método de Spencer (Spencer, 1967): Satisface por completo las fuerzas de equilibrio.	Es válido para cualquier curva de rotura. Satisface todas las condiciones de equilibrio.
Método de Bishop Riguroso (Boshop, 1955):	Sólo es válido para roturas circulares. Satisface todas las condiciones de

MÉTODOS	CARACTERÍSTICAS
Elementos despejados de las fuerzas verticales del diagrama de fuerzas.	equilibrio. Supone una determinada distribución de fuerzas horizontales € entre rebanadas que cumpla el equilibrio.
Janbu Simplificado (Janbu, 1957): Basa en satisfacer el equilibrio horizontal y el vertical, junto con las tangenciales entre las dovelas, que para su cálculo se dice que actúan a 1/3 de la altura.	Es válido para cualquier curva de rotura. No satisface equilibrio de momentos. Obliga a que se cumpla el equilibrio de fuerzas horizontales. Emplea un factor de corrección para mejorar resultados.

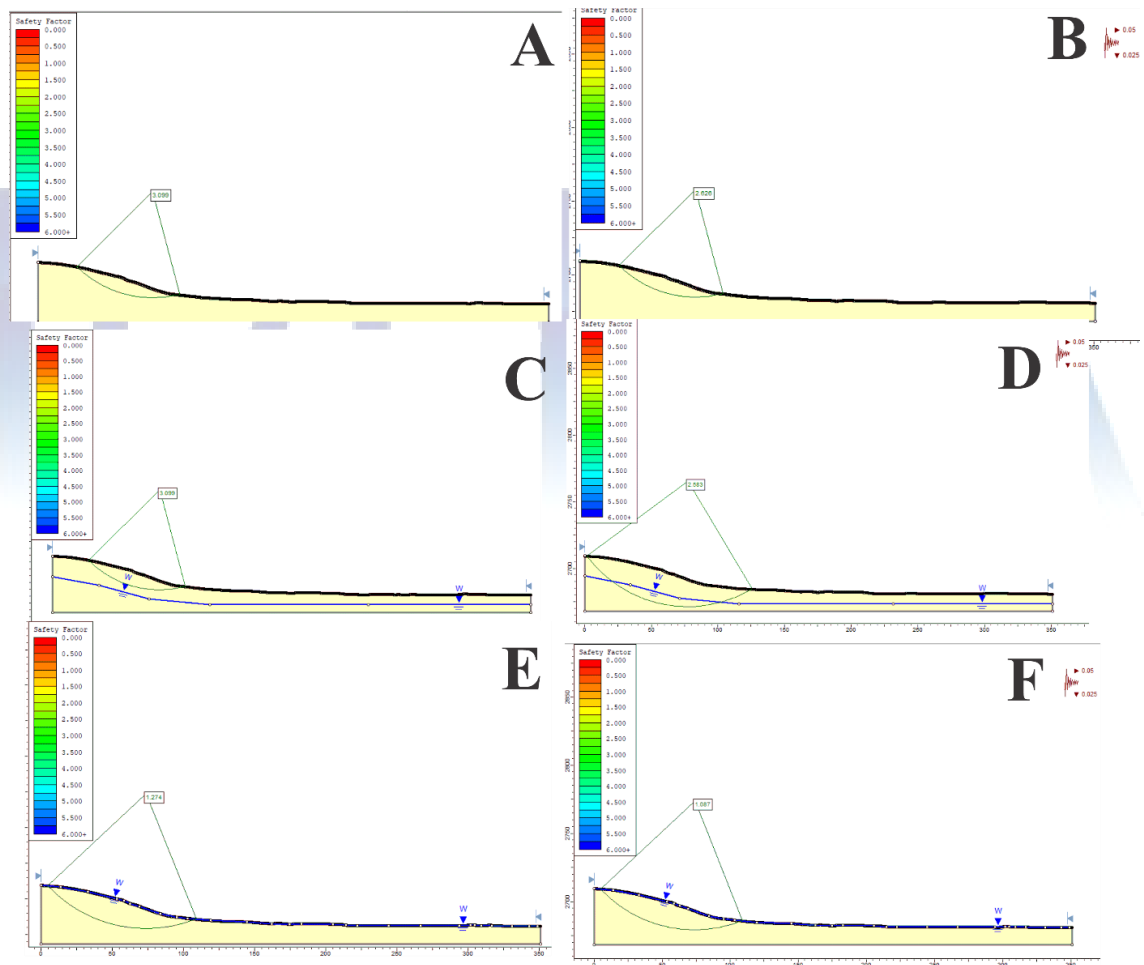
Fuente: Suárez-Burgoa, 2016.

El modelamiento geológico-geotécnico y el posterior cálculo de cada FS se realizaron utilizando el Software Slide 6.0 que usa fundamentos de la mecánica de suelos como los establecidos por Mohr Columb o Barton-Bandis. Por lo que en el proceso de modelamiento cada nivel estratigráfico cuenta con sus respectivos parámetros geomecánicas, que representan su comportamiento mecánico, estas propiedades se hallaron por medio de los ensayos de resistencia en laboratorio (corte directo), finalmente se da la adición de la carga sísmica calculada anteriormente con los parámetros de la norma NSR-10 obteniendo coeficientes de aceleración vertical y horizontal.

Para la generación del mapa de amenaza se realiza la interpolación de los datos "Fs" hallados en el terreno de interés sobre la malla de perfiles ya descrita, para esto se usa el método de interpolación Kriging Ordinario. Este es un método geoestadístico utilizado para interpolación de datos en eventos naturales, teniendo como objetivo generar superficies que incorporan propiedades

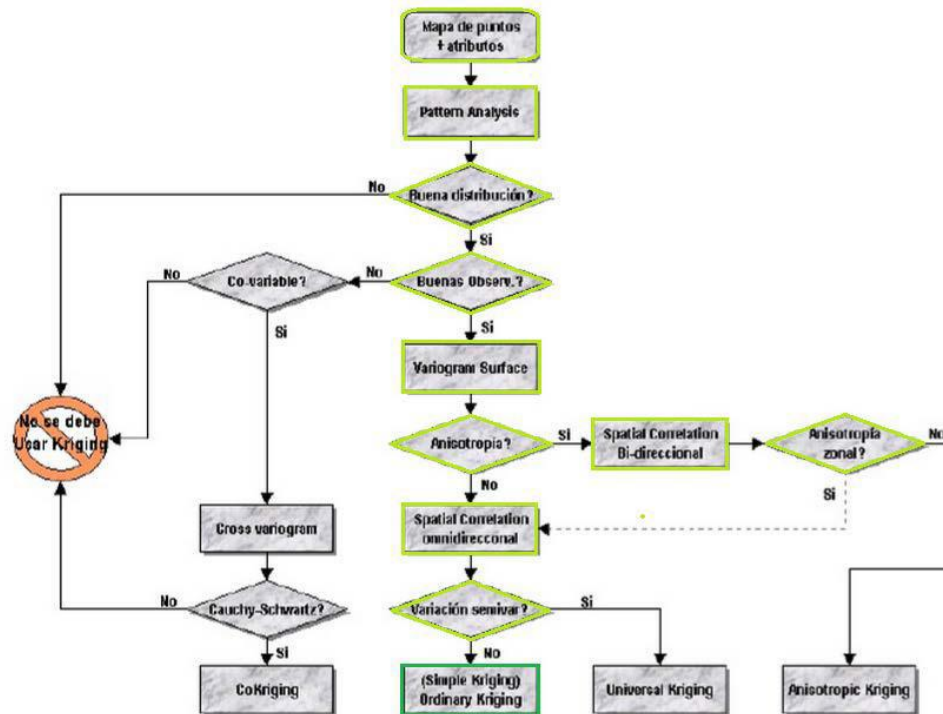
estadísticas de los datos muestrales y proporcionando una medida de error de los mismos, siendo este último un indicador de una buena o mala predicción. El perfil de factor de seguridad para los distintos escenarios planteados se indica en la figura a continuación:

Figura 41. Perfil de factor de seguridad. A) Escenario Seco sin sismo. B) Escenario Seco con Sismo. C) Escenario Normal sin sismo. D) Escenario Normal con sismo. E) Escenario Saturado sin sismo. F) Escenario saturado con sismo.



Ya que existen varios subtipos de análisis dentro del análisis Kriging, se utilizó la siguiente metodología (**Figura 42**) de discriminación para seleccionar el método Kriging Ordinario.

Figura 42. Método de selección de Kriging.



Fuente: Geo-Estadístico y de Exposición Solar. Por Xander Bakker. 2002, Bogotá.

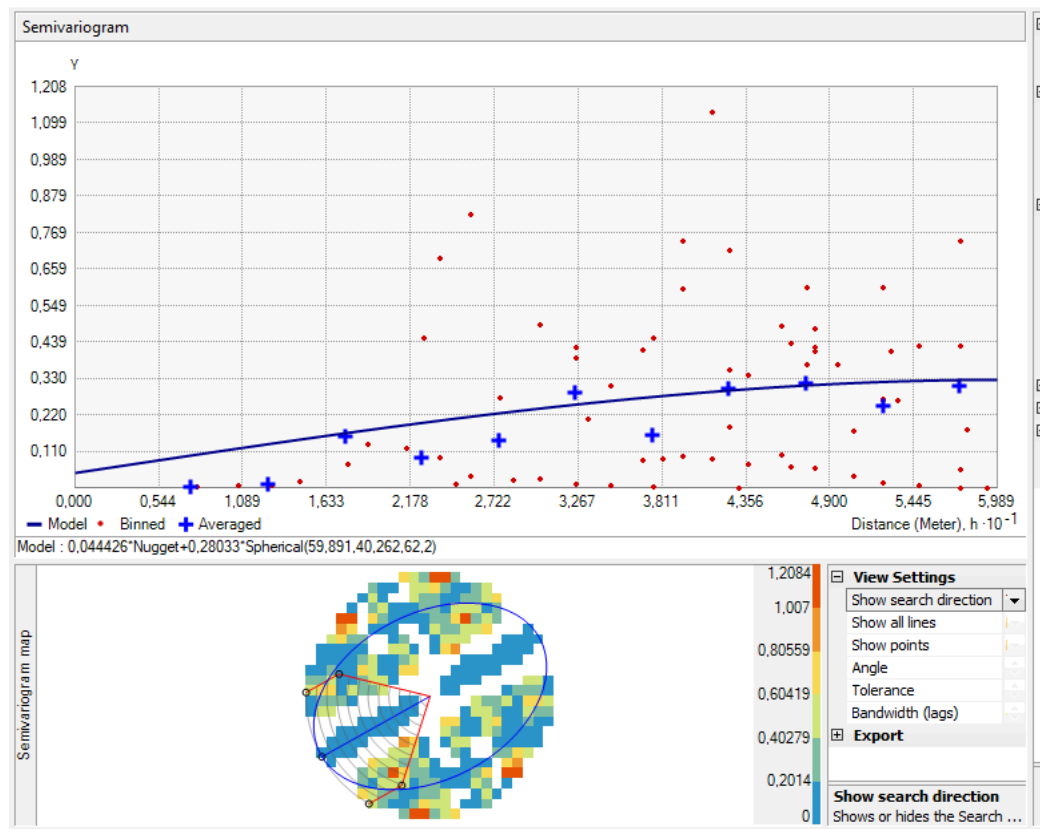
Este método asume que la variable es estacionaria y que no tiene tendencia, su ecuación es: $Z(s)=u(s)+e(s)$, siendo $Z(s)$ la variable de interés; $u(s)$ una constante (media) desconocida, $e(s)$ los errores aleatorios, (s) simplemente indica el lugar con unas determinadas coordenadas especiales X (Longitud), Y (Latitud).

El método Kriging se basa en el concepto de semivariograma cuyo objetivo es explorar y cuantificar la dependencia espacial de una variable, es decir, su autocorrección espacial; esta asume el principio de estacionariedad, que consiste en que si dos lugares están a una distancia y dirección similar tendrán similares diferencias al cuadrado entre sus valores. Es de tener en cuenta que

semivariograma puede variar no solo con la distancia sino también con la dirección, como se ilustra en la **Figura 43**.

El modelo isotrópico es aquel que es igual en todas las direcciones, mientras que el modelo anisótropo (evidenciando por la tendencia de los datos en este caso) alcanza la meseta más rápidamente y direcciones de tendencia. Cuando los datos tienen anisotropía es decir diferencias en los valores, los datos tienden a cambiar bastante más con la distancia en una dirección que en otra.

Figura 43. Semivariograma de Kriging del escenario Saturado con Sismo



Cuando se ajusta un modelo al semivariograma hay que especificar la búsqueda de vecindad que limita la geometría de muestreos que en este caso fue una

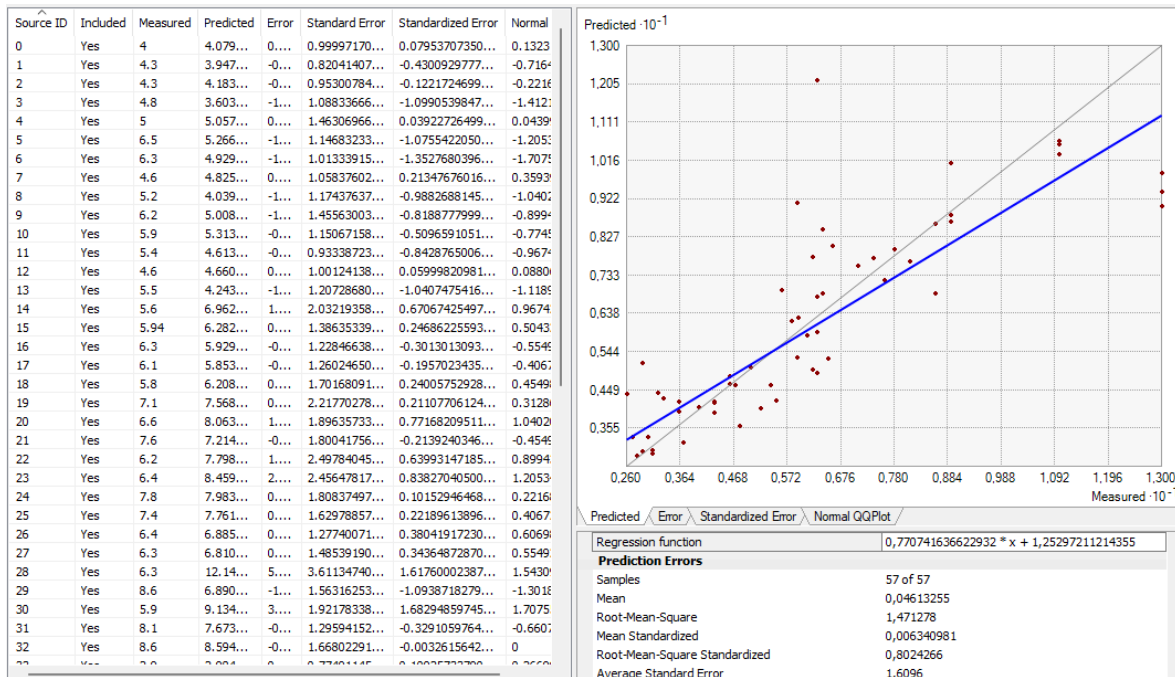
esfera y la configuración secciones de análisis de los puntos que se van a utilizar en la predicción que fue de 8. Por lo que se puede decir que hay dos mecanismos de control para limitar los puntos usados, que son la forma de vecindad y el establecimiento de restricciones de los puntos dentro de la forma.

La forma de la búsqueda de vecindad estará dictada por los datos de entrada; entonces para este caso específico como los datos muestrales se observa influencia direccional, se descarta la tendencia isotrópica. Los puntos utilizados para predecir se eligen como datos representativos de la variabilidad numérica en la superficie geoespacial netamente correlacionado con los valores de factor de seguridad, esta variabilidad se desarrolla en las márgenes laterales con pendientes que pasan a llanuras de planicie.

Ya definida la forma, el segundo mecanismo de control de la vecindad es establecer restricciones dentro de la forma. Primero se elige el número de puntos que se van a ser usados para la predicción, oscilando entre el máximo deseable y un mínimo. En segundo lugar, para evitar tendencias en una determinada dirección, el círculo o la elipse son divididos en 8 sectores para un mayor detalle en los cuales se elige el número de puntos de muestreo por sección.

El último paso es la validación cruzada, técnica que permite comparar las estimaciones de diferentes métodos de interpolación y elegir aquel que menos errores proporcione. Se basa en la eliminación de un dato muestral, la cual se predice con el resto de datos, después compara el valor de ese punto con el valor observado. Este procedimiento se repite con cada uno de los puntos muestrales y al final la validación cruzada compara los valores observados con los calculados como se observa en la **Figura 44**.

Figura 44. Validación de los datos obtenidos de Factor de seguridad para el escenario Saturado con sismo.



- Zonificación geotécnica
- Perfiles
- Escenarios

Para esta validación se dispone de un cuadro resumen estadístico y de diversos gráficos para valorar los valores pronosticados. Los datos estadísticos más representativos son la media estandarizada de los errores que debe estar muy cercana a cero registrando para estos datos 0.046%, el error cuadrático medio estandarizado que su valor debe estar muy próximo a 1 (0.80%).

Por lo que se concluye que después de identificada la tendencia anisotrópica de los datos y realizando un muestreo de 57 puntos aleatorios por cada sección de la elipse de semivariograma, el modelo predictivo es acertado ya que cuenta con

una media estándar de error del 0.0063 %, La información específica de todos los escenarios modelados se encuentra en la carpeta **ANEXO 4-MODELACIÓN MOVIMIENTOS EN MASA**.

Categorías de amenaza y recomendaciones: El anterior proceso de interpolación se utilizó para cada uno de los escenarios obteniendo su respectivo mapa de superficies, los cuales se utiliza para clasificar la amenaza según los valores de “Fs” establecidos en el Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por movimientos en masa (2016). Esta clasificación se resume en la **Tabla 67**, con la cual se clasifican los “raster” generados después de la interpolación, estos mismos rangos son los recomendados.

Tabla 67. Categorías de Factores de seguridad.

AMENAZA	FS
Alta	1.1 <
Media	1.1 y 1.5
Baja	>1.5

- **Resultados**

Factores Detonantes: Se consideran como agentes detonantes a escalas detalladas (1:2000) la posición del agua en la columna estratigráfica, el sismo y los factores antrópicos, planteando como mínimo realizar hacer alguno de los siguientes tipos de análisis: estadísticos, determinísticos o probabilísticos (SGC, 2017).

Los factores de agua y sismo pueden modificar las condiciones de estabilidad de ladera, por lo que se consideran como detonantes. Se evalúan en términos determinísticos (método físico) al ser adicionados al análisis de equilibrio limite, usando condicionantes se establecen el estado más crítico para cada talud en

términos del Factor de Seguridad, con el cual se define las condiciones de los escenarios actuantes y la zonificación de amenaza-riesgo.

Componente sísmico: El cálculo de la carga sísmica según lo definido en el título A y H de la norma NSR-10 definiendo el valor de las velocidades horizontales y verticales de onda para la región (SGC,2017).

Coeficientes de importancia, tipo de suelo, velocidad de onda, coeficientes sísmicos de diseño para ondas verticales y horizontales: Los parámetros sísmicos de diseño y modelamiento se ajustan a lo establecido en la Norma sismo resistente colombiana (Nsr-10) para cada región y ajustado con los valores de exploración indirecta obtenidos en este estudio junto a los datos preliminares de la microzonificación sísmica.

Para el análisis de la carga sísmica en el terreno se utilizan los datos establecidos en el análisis de laboratorio definido según la norma estableciendo lo siguiente:

Tabla 68. Parámetros sísmicos Nsr-10 para Plan Parcial Altamira

CLASIFICACIÓN SÍSMICA SEGÚN LA NORMA NSR-10	VALORES
Coeficiente de importancia grupo I	I
Vs (velocidad de la onda cortante m/s)	350
Aa (coeficiente de velocidad pico efectiva)	0.25
Coeficiente sísmico de diseño ondas horizontales (Vh)	0.17
Coeficiente sísmico de diseño ondas verticales (Vv)	0.085

- **Zonificación de la amenaza**

Escenarios de Modelación: Se modelaron 6 escenarios los cuales representan la inestabilidad en las condiciones hipotéticamente planteadas para el terreno. Los escenarios calculados fueron:

-*Cálculo de F_s en condiciones secas:* El modelo se plantea tomando como hipótesis un escenario árido donde no existe el nivel freático en el perfil (e.g **Figura 41**).

-*Cálculo de F_s en condiciones normales:* El modelo se plantea tomando como hipótesis un el nivel freático a la profundidad obtenido en los sondeos realizados durante la exploración directa que fueron de 1,30 metros (e.g **Figura 41**).

-*Cálculo de F_s en condiciones saturadas:* se toma en cuenta la posibilidad de un ambiente con intensas lluvias, en este caso el nivel freático crece y llega a estar al mismo nivel de la superficie del terreno.

Como resultado de los modelamientos, se logró obtener que cinco de los seis escenarios generales presentan una amenaza baja en el total de su área de acuerdo con los parámetros de clasificación. Considerando que los niveles freáticos sean superficiales durante las temporadas de precipitación alta se considera como el mapa de amenaza por movimientos en masa final el escenario de Saturación simultáneo con sismo, el cual es el más crítico (Ver **Figura 45**).

Figura 45. Mapa final de amenaza por movimientos en masa.



- Amenaza Media: Se define como una zona con potencialidad para la ocurrencia de procesos de remoción en masa; en los escenarios Saturado y Normal pseudoestático corresponde a aproximadamente el 3.43% de la superficie, indicando que el predio no hay las condiciones geotécnicas para que se generen movimientos en masa.
- Amenaza Baja: En esta área las condiciones geotécnicas generan una baja probabilidad a la ocurrencia de movimientos en masa y ocupa un casi 96.57% del área de estudio, indicando que en plan parcial no hay potencialidad para la ocurrencia de movimientos en masa en las condiciones actuales.

- **Evaluación de la vulnerabilidad:**

Según el Decreto 1077 (2015, art. 2.2.2.1.3.2.2.4) la evaluación de la vulnerabilidad se evalúa con base en el estudio detallado de amenaza por movimientos en masa y los elementos expuestos, donde se analiza la incidencia de los elementos expuestos a las amenazas identificadas".

Considerando la categorización de la amenaza por movimientos en masa la **formulación del plan parcial Altamira proponer como áreas posibles de urbanizarse a las consideradas como de amenaza baja, proponiendo que el área categorizada como de amenaza media sea dejada como de protección**, por lo cual la intensidad de un posible evento es nula, considerando que la fragilidad de las estructuras planificadas es baja y por tanto se considera que la vulnerabilidad es baja.

- **Evaluación del riesgo:**

Según el Decreto 1077 (2015, art. 2.2.2.1.3.2.2.5) la evaluación del riesgo es el “resultado de relacionar la zonificación detallada de amenaza y la evaluación de la vulnerabilidad. Con base en ello, se categorizará el riesgo en alto, medio y bajo, en función del nivel de afectación esperada”. Debido a que la amenaza en detalle es baja en toda el área los elementos expuestos que se ubicarían no se encuentran en amenaza, sin embargo, se deben realizar medidas no estructurales de mitigación, y además este estudio esta condicionado por las características actuales del terreno por lo cualquier alteración al área de estudio deberá ser realizada con base en estudio geotécnicos correspondientes.

3.9.1.2. Geología para ingeniería

Se presenta en el numeral 3.2.2.

3.9.1.3. Geomorfología a nivel de elementos

Se presenta en el numeral 3.2.6.

3.9.1.4. Hidrogeología

Con respecto a la hidrogeología del área de estudio, se revisó el modelo hidrogeológico conceptual para la cuenca del Rio Juanambú, desarrollado en el POMCA de esta misma cuenca, realizado por CORPONARIÑO, en estos modelos se integra la información geológica, geomorfológica, geofísica, hidrológica, hidroquímica e hidráulica de aguas subterráneas, lo anterior, permite la identificación y caracterización de los sistemas acuíferos y de las unidades impermeables y las condiciones de recarga y descarga de los acuíferos.

Figura 46. Riesgo por movimientos en masa.



El modelo hidrogeológico se representa gráficamente mediante los mapas hidrogeológicos, estos mapas se desarrollan conforme a la leyenda acogida por el Servicio Geológico Colombiano – SGC. Según el mapa elaborado para la cuenca del río Juanambú, el área de estudio se encuentra en la formación TQVlc – Lavas y cenizas, que corresponde a la unidad hidrogeológica acuíferos de porosidad primaria / sedimentos de rocas con flujo intergranular, que son formaciones geológicas que permiten el almacenamiento y circulación del agua por sus poros. Esta formación se ve representada principalmente por los depósitos cuaternarios de origen volcánico, aluvial o glaciar (CORPONARIÑO,2017).

De igual forma, en el POMCA del río Juanambú, se realizó el análisis de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos de porosidad primaria y secundaria, como el propósito de definir la sensibilidad de un acuífero a ser afectado por una carga contaminante, el análisis se realizó por el método GOD (Grado de confinamiento hidráulico del acuífero, ocurrencia del sustrato suprayacente y distancia al nivel agua del agua subterránea).

La formación del área de estudio presentó una vulnerabilidad media, ya que se trata de acuíferos no confinados con una profundidad entre 0 y 5 m. Dentro de los POMCAS, se caracterizan las zonas de importancia ambiental, que estarán dentro de la zonificación ambiental, en esta se estableció que dentro de las áreas de protección se deben incluir los acuíferos o formaciones vulnerables que presentan un alta o moderada vulnerabilidad, por lo cual, el acuífero de la zona de estudio no esta dentro de la categoría de protección áreas de importancia ambiental.

3.9.1.5. Evaluación del drenaje superficial

Se presenta en el numeral 3.4.2.

3.9.1.6. Sismología

- **Coeficientes de importancia, tipo de suelo, velocidad de onda, coeficientes sísmicos de diseño para ondas verticales y horizontales:**

Los parámetros sísmicos de diseño y modelamiento se ajustan a lo establecido en la Norma sismo resistente colombiana (Nsr-10) para cada región y ajustado con los valores de exploración indirecta obtenidos en este estudio junto a los datos preliminares de la microzonificación sísmica.

Para el análisis de la carga sísmica en el terreno se utilizan los datos establecidos en el análisis de laboratorio definidos según la norma estableciendo lo siguiente:

Tabla 69. Parámetros sísmicos Nsr-10 para Lote Altamira.

CLASIFICACIÓN SÍSMICA SEGÚN LA NORMA NSR-10	VALORES
Coeficiente de importancia grupo I	I
Vs (velocidad de la onda cortante m/s)	350
Aa (coeficiente de velocidad pico efectiva)	0.25
Coeficiente sísmico de diseño ondas horizontales (Vh)	0.17
Coeficiente sísmico de diseño ondas verticales (Vv)	0.085

3.9.1.7. Uso del suelo

Se presenta en el numeral 3.6.

3.9.1.8. Exploración del subsuelo

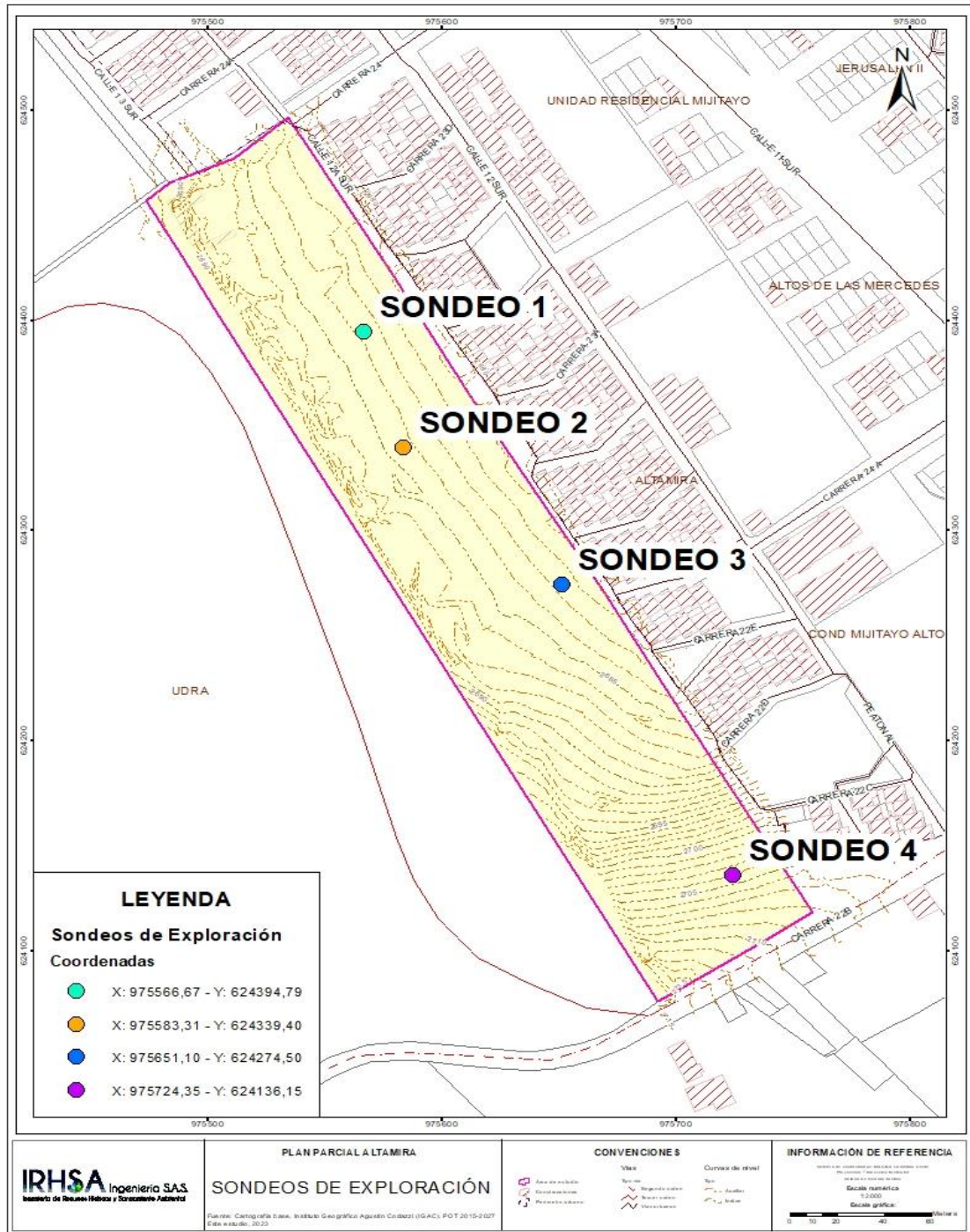
La exploración del subsuelo se realizó con base en las áreas que se evaluará la amenaza en detalle por movimientos en masa y las recomendaciones de SGC (2016) con respecto a la densidad de muestreo necesario que a 1:2000 corresponde a un sondeo por cada 25.000 m². Las coordenadas de los Sondeos y su localización se pueden encontrar en la **Tabla 70** y **Figura 47**,

respectivamente. Una primera etapa para la caracterización del subsuelo consiste en la realización de ensayos para la obtención de las propiedades índice y de clasificación, los cuales determinan los tamaños de partículas que conforman el suelo (análisis granulométrico por tamizado), el estado reológico del material que en ese caso se concentran en las condiciones de plasticidad que presentan las partículas finas, las condiciones de humedad, límites de contracción de las partículas finas, la densidad y el peso específico.

Tabla 70. Ubicación de los Sondeos de Exploración.

NOMBRE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Sondeo 1	975566.6698	624394.7982
Sondeo 2	975583.306	624339.4041
Sondeo 3	975651.1033	624274.5021
Sondeo 4	975724.345	624136.1545

Figura 47. Exploración subsuelo.



Dos sondeos se realizaron a una profundidad de 6 metros y dos a 8 metros con el método de ensayo de penetración estandar (SPT). Y se caracterizó a cada metro la granulometría, peso específico, humedad, gravedad específica, estratigrafía, y la resistencia. Además se obtuvo dos cortes directos en los primero 2 metros de profundidad.

Como resultados se identificaron 2 materiales correspondientes a la misma Unidad Geológica para Ingeniería identificada en el área de estudio lo cual solo varía en el color del material (Ver **Figura 48**).

Figura 48. Perfil estratigráfico del Sondeo 1

REGISTRO DE PERFORACIÓN PROYECTO PLAN PARCIAL ALTAMIRA											
LOCALIZACIÓN: PASTO - NARIÑO					INCLINACIÓN: VERTICAL					ABSCISA:	
COORDENADAS: SONDEO 1					INICIO: 25 DE JUNIO DEL AÑO 2022					PROF. TOTAL: 6.00 m	
COTA:					TERMINADA: 26 DE JUNIO DEL AÑO 2022					PROF. TOTAL: 6.00 m	
PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION	No. Muestra	DIAMETRO	MUESTRAS				OBSERVACIONES		
					PROF. (m)	RECOBRO (%)	RQD (%)	SPT			
1 2 3 4 5 6	[Hatched]	Capa Organica	1	SS	0.00 - 0.50	45		10	20	45	Se registro Capa organica hasta los 0,30 mts Se reporta nivel freatico a 1,3 mts
		Arena limosa gris pardo de compacidad densa	2	NQ	0.50 - 1.50	55					
		3	SS	1.50 - 2.00	40		13	25	41		
		4	NQ	2.00 - 3.00	56						
		5	SS	3.00 - 3.50	40		34	33	21		
		6	SS	3.50 - 4.00	35		20	37	45		
		7	NQ	4.00 - 5.00	70						
		8	SS	5.00 - 5.50	40		21	24	40		
		9	SS	5.50 - 6.00	41		23	30	44		

La determinación de propiedades de resistencia se calcula por medio del ensayo de penetración estándar (SPT), usando las correlaciones establecidas por González (1999) ajustadas para Colombia guiándose de las normas ASTM D-1586. De acuerdo con González (1999), el valor normalizado de penetración N es para 12", correspondiente a la suma de los dos últimos valores registrados y se expresa en golpes/pie. El ensayo se dice que muestra "rechazo" si: (a) N es mayor de 50 golpes/6", (b) N es igual a 100 golpes/pie o (c) No hay avance luego de 10 golpes.

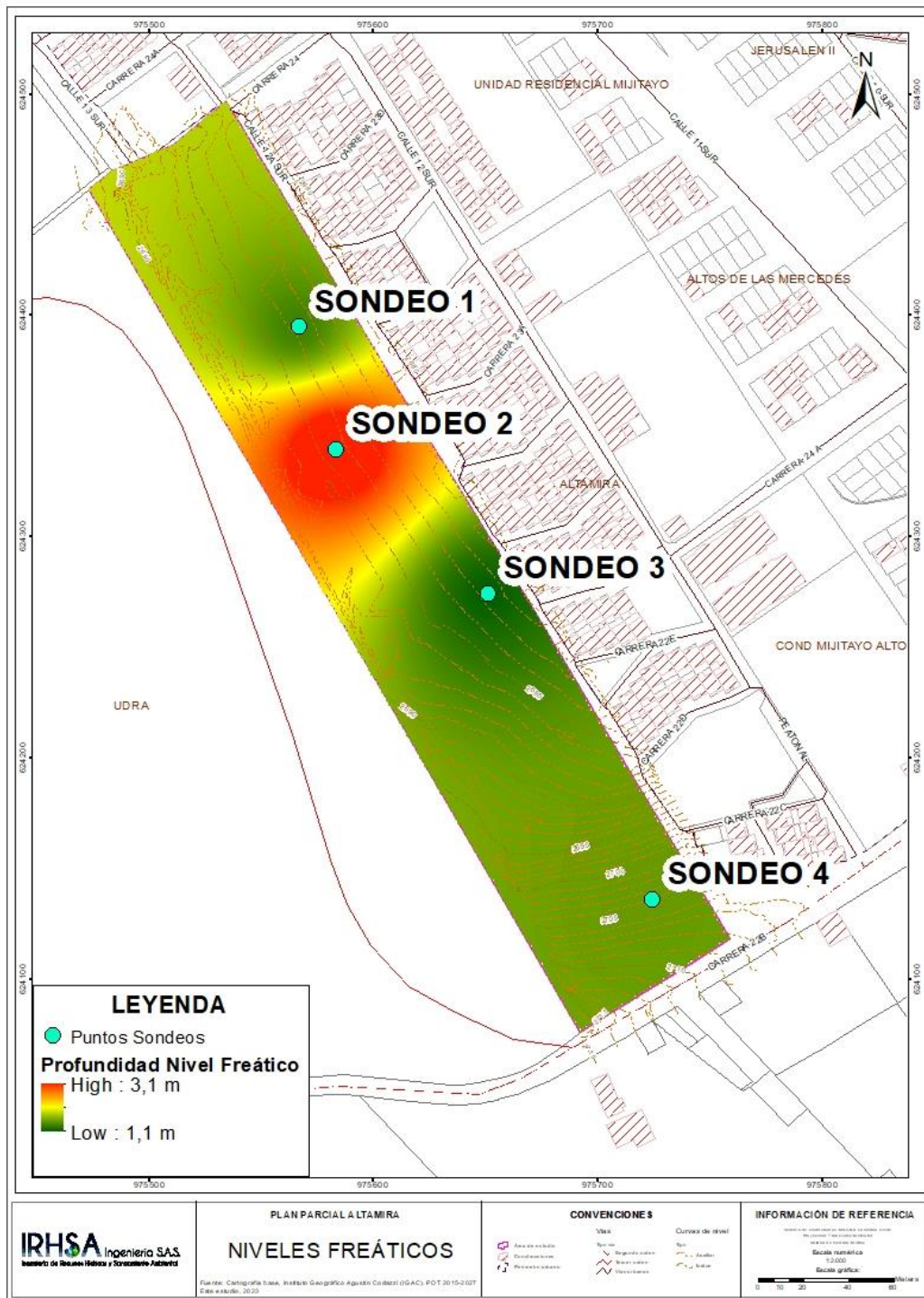
En los sondeos registrados no hubo rechazo y la evaluación de parámetros de resistencia se dio a partir sus propiedades mecánicas, se establecieron 2 comportamientos en términos de morh Column, y se verificó con los cortes directos obtenidos. Ver **Tabla 71**.

Tabla 71. Parámetros para el sondeo 1.

Ángulo de Fricción	18.20	°
Cohesión	3.28	Tn/m ²
Peso Unitario Natural	1.53	Tn/m ³

Los resultados específicos se encuentran en el **ANEXO 1-EXPLORACIÓN GEOTECNICA**. Adicionalmente, a partir de estos resultados en los puntos de sondeos en el área de estudio, se realizó el siguiente mapa haciendo uso de la herramienta de interpolación IDW de Arcgis:

Figura 49. Profundidad de los Niveles Freáticos en el área de estudio.



3.9.1.9. Medidas de intervención

Considerando que el predio presenta en su parte sur amenaza media por movimientos en masa, se propone medidas estructurales y no estructurales para su mitigación, haciendo medidas tanto geotécnicas como de ocupación, **siendo la principal medida la no estructural “Limitación de ocupación”**, proponiendo que esta área haga parte integral de un parque que complementa la propuesta urbana del plan parcial.

Adicionalmente se presenta el correspondiente modelamiento y diseño de medidas estructurales en caso de darse la intervención del talud para la conformación del proyecto urbanístico:

- **Exploración de la zona de estudio:**

Generando un acercamiento inicial al sitio de obra, se realizó una exploración en la zona de interés concerniente a visita de obra el día 13 de febrero del año en curso y consecutivamente la revisión de la documentación de laboratorios de suelos con fecha 30 de junio de 2022.

Con base en la visita técnica de obra en el área de Geotecnia, se pudo investigar el sitio en donde prende realizar obras de adecuación y estabilidad de talud si definir si estas son necesas o no.

En los sondeos realizados por ensayo de penetración estándar se efectuaron ensayos de laboratorio a las muestras como es:

- Granulometría por tamizado
- Límites de Atterberg
- Humedad natural
- Pesos unitarios

- Ensayo de corte directo – UU

Figura 50. Predio Altamira.



Generando la identificación de diferentes materiales caracterizados por la clasificación de suelos con la metodología SUCS y AASHTO, este informe se enfoca en la caracterización registrada de los suelos del sondeo No 1, 2, 3, y 4, donde se tiene:

Estrato 1: Arena limosa de color gris pardo de compacidad densa.

Estrato 2: Arena limosa de color habano oscuro de compacidad densa.

Registro de perforación.

Los resultados obtenidos se presentan a detalle en el **ANEXO 1- EXPLORACIÓN GEOTECNICA, Archivo 1: Registro de Perforación.**

Parámetros de resistencia-Sondeos de campo.

Los resultados completos se encuentran en el **ANEXO 1- EXPLORACIÓN GEOTECNICA, Archivo 3: Determinación de parámetros por SPT**

- **Modelamiento de medidas de mitigación para definición de medidas esturcturales**

El objeto principal de la Ingeniería Geotécnica es evaluar los factores geológicos condicionantes de las obras de Ingeniería y que estos sean interpretados y tenidos en cuenta convenientemente, para evitar o mitigar las consecuencias de los riesgos geológicos (González, L. 2002)

De acuerdo a la información suministrada para esta revisión técnica en el área de geotecnia se genera un comparativo de los parámetros utilizados para el siguiente modelo, obtenido con ayuda de software Slide.

Dando como resultado una similitud en los resultados de estabilidad global de la obra, por lo que se pude recomendar la evaluación y replanteo de la obra de interés, para generar y garantizar la estabilidad del proyecto.

- **Análisis sin contemplar medidas de mitigación estructural**

El análisis de estabilidad global estática y pseudoestática se indican en las figuras a cotinuación:

Figura 51. Estabilidad global estado estática – Topografía inicial Slide

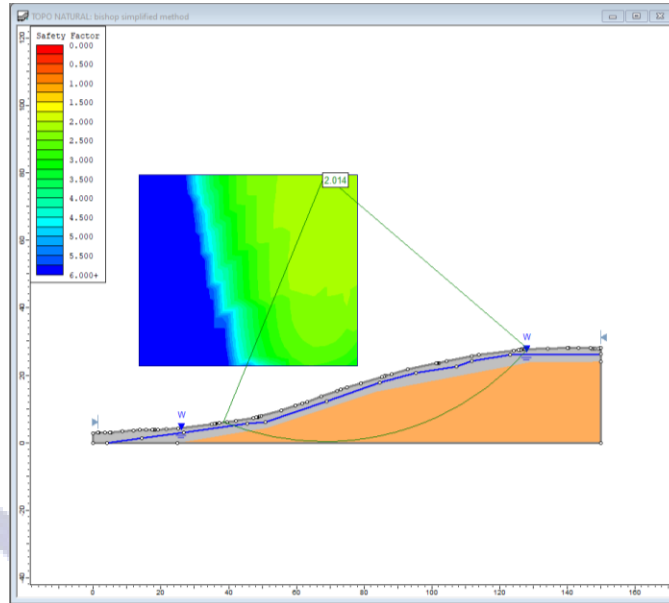
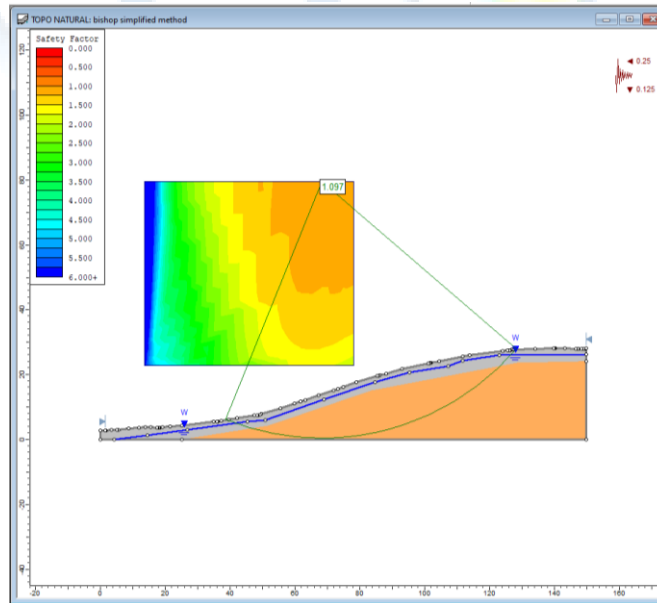




Figura 52. Estabilidad Global estado pseudoestática - Slide



Adicionalmente, respecto a los materiales se obtuvieron los siguientes valores del modelo con Software Slide:

Figura 53. Materiales en el predio Altamira modelados con Software Slide.

Property	Arena Gris	Arena Habana
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	15.6	15.6
Cohesion [kPa]	28	28
Friction Angle [deg]	32.7	32.7
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Finalmente los resultados de los factores de seguridad obtenidos con el modelo, se indican en la tabla siguiente:

Tabla 72. Factores de seguridad para Topografía inicial.

PERFIL - TOPOGRAFÍA INICIAL	PARÁMETROS	SOFTWARE	SISMO	ORDINARY/FELLENIUS
Predio Altamira	Altura	SLIDE	Kh=0.250	1.097
	28.151		Kv=0.125	
			Estático	2.014

- **Análisis contemplando medidas de mitigación estructural (Opcional)**

Se aplicó al modelo una alternativa de estabilidad de talud, dando como resultados los indicados en las figuras a continuación:

Figura 54. Estabilidad global estado estática-Topografía inicial Slide

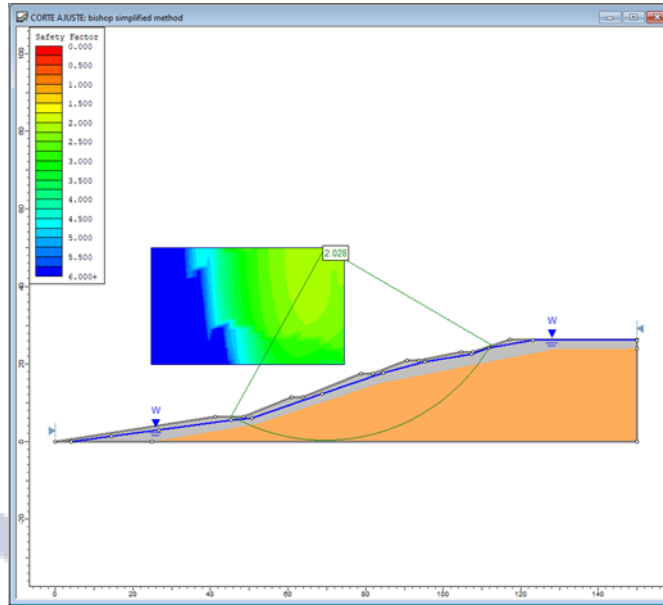
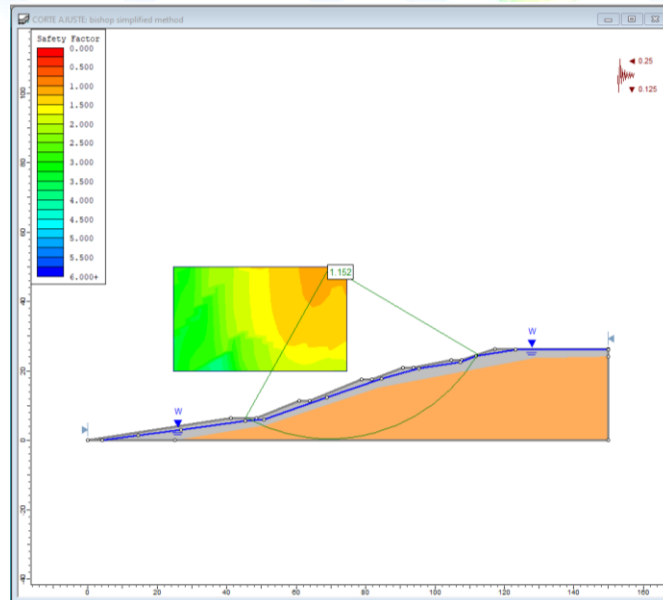


Figura 55. Estabilidad global pseudoestática-Perfil Estabilizada Slide.



Los factores de seguridad para la alternativa de estabilidad de talud se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 73. Factores de seguridad para perfil estabilizado.

PERFIL - ESTABILIZADO	PARÁMETROS	SOFTWARE	SISMO	ORDINARY/FELLENIUS
Predio Altamira	Altura	SLIDE		
	28.151		Kh=0.250	1.152
			Kv=0.125	
			Estático	2.028

De acuerdo a lo anterior, en las siguientes figuras se presenta el diseño y medidas específicas de las obras de mitigación a implementar en caso de realizar la invertención del talud. **ANEXO 5-MODELAMIENTO OBRAS DE MITIGACIÓN**

Figura 56. Dimensionamiento topografía inicial de la medida de mitigación.

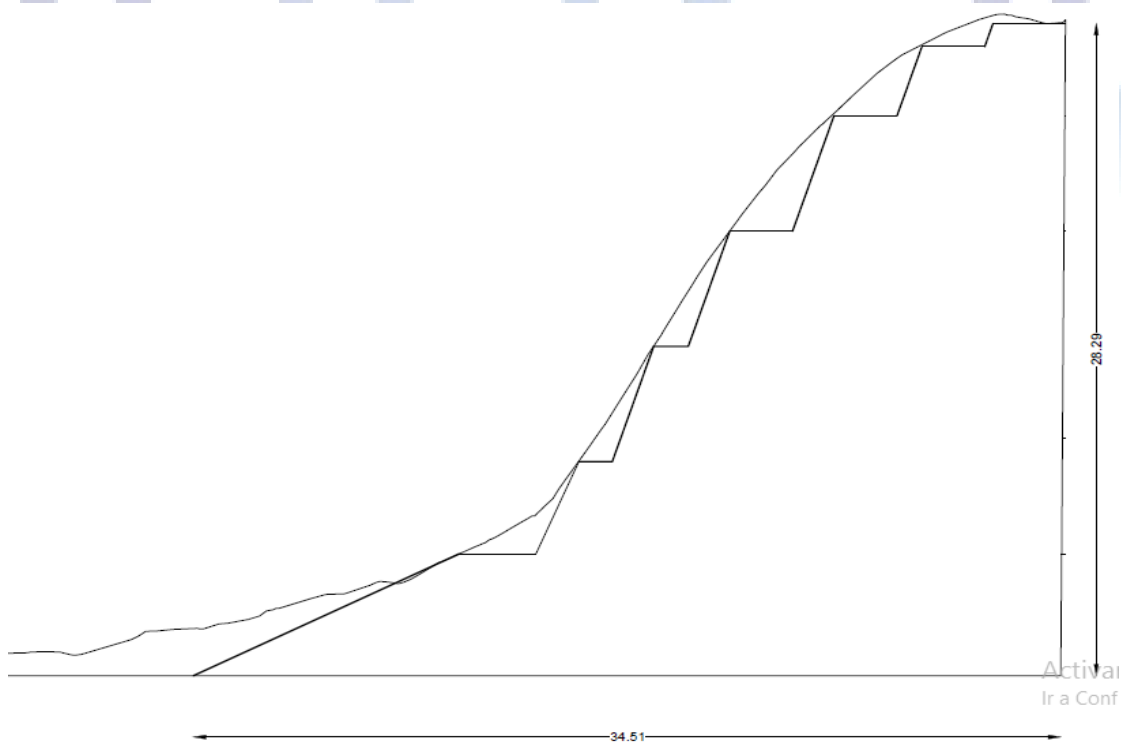
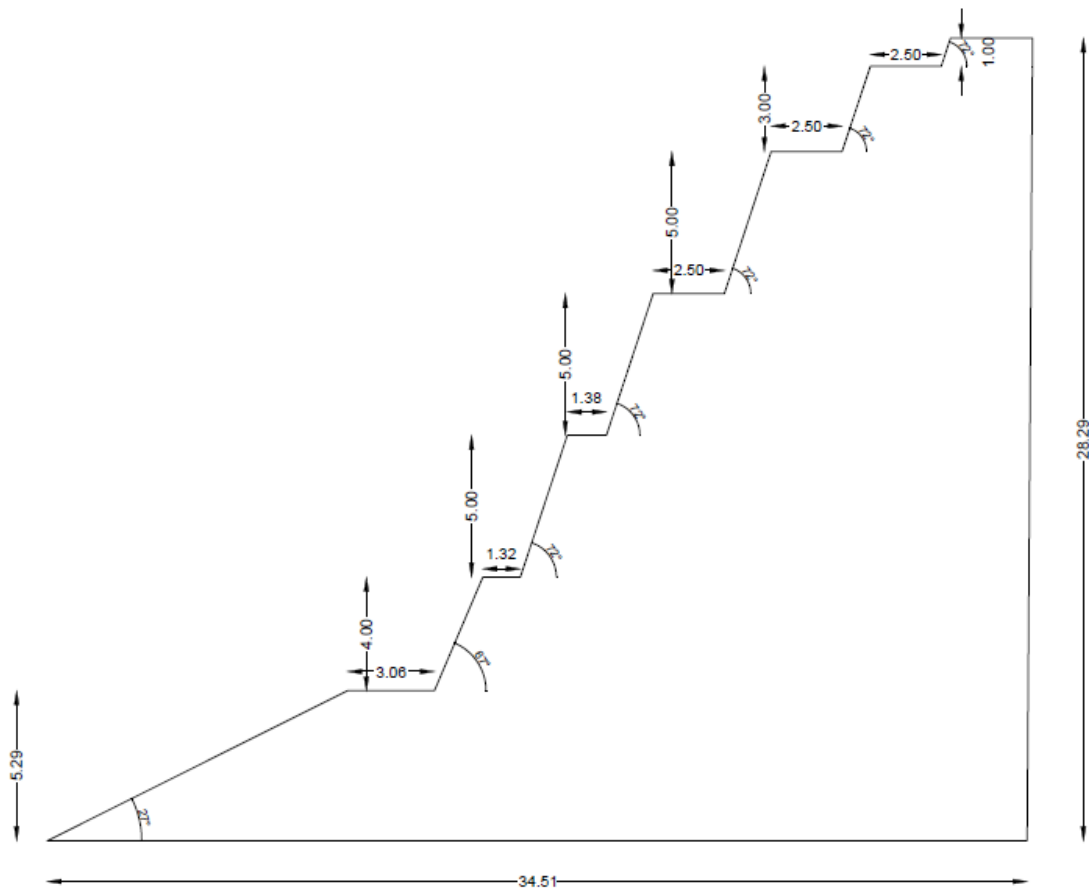


Figura 57. Dimensionamiento de Talud escalonado de obra de mitigación.



- **Conclusiones y recomendaciones para obra de contención.**

Actualmente **LOS TALUDES DE LA ZONA NO PRESENTAN INESTABILIDAD**, sin embargo, en si el talud es intervenido se debe contemplar la actividad de estabilidad de taludes para la estabilidad del predio; para la construcción de obras de ingeniería en esta zona se realiza las siguientes recomendaciones:

- La zona presenta un drenaje limitado, razón por la cual en el desarrollo del proyecto se deberá considerar el diseño de obras de conducción y manejo de aguas superficiales y sub superficiales para evitar posibles procesos erodativos dada la permeabilidad que presenta el material.

- Los taludes generados en la construcción del proyecto deben cumplir con un coeficiente de seguridad que se tendrá en cuenta bajo condiciones normales de agua sin sismo (FS min=1.25) y para condiciones extremas: sismo de diseño y agua (FS min= 1.00), en cumplimiento con la Norma Sismo R NSR-10 para estado temporal o de Construcción.

 - **EN EL ÁREA DE ESTUDIO SE RECOMIENDA LA NO INTERVENCIÓN DEL TALUD, SIN EMBARGO EN CASO DE REALIZARSE EL DESARROLLADOR DEBE REALIZAR TRABAJOS DE ADECUACIÓN PLANTEANDO OBRAS DE MEJORAMIENTO**, realizadas a través de movimiento de tierra mediante terraceo, puesto que los estudios en el área de la geotecnia indican que entre mayor sea el ángulo de inclinación de un talud, menor es su FS; en otras palabras, la inestabilidad de un talud también depende de que tan inclinado sea este. En general se recomienda cortes 1V:2.5H; 1V:3H; 1V:5H para la conformación y estabilización de taludes.

 - Se recomienda la implementación de obras de protección a los cortes de talud para evitar problemas de estabilidad local, procesos de meteorización y deterioro de los cortes, actividades como empradización a través de la instalación de material vegetal por medio de pernos para el aseguramiento de estos, la utilización de mantas de protección y lanzado de receta de material orgánico, fertilizantes y semilla.
- **Limitaciones.**
 - Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en la investigación de campo y laboratorios de

suelos concernientes a este proyecto y en la experiencia de profesional para este tipo de estudios.

- En el presente estudio no se considera el alcance del diseño estructural, ni el diseño de obras hidráulicas. Cualquier variación en el estudio a las descritas como típicas en este informe deberá consultarse y se dará aviso oportuno al ingeniero Mauricio David Pabón M, para complementar la información, las conclusiones y recomendaciones.
- Esta consultoría no se hace responsable por cualquier tipo de daño y/o sanción derivados de modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta.

- **Medidas de mitigación estructural Tanque de almacenamiento**

Es de anotar que en esta zona de interés donde opcionalmente se plantea la posibilidad de construcción de obras de ingeniería, como lo es el tanque de almacenamiento, hay que generar una exploración a detalle localizada, donde se realice la caracterización y defina las propiedades geomecánicas de cada material, de igual manera realizar una exploración directa a una profundidad de 25 metros y una exploración indirecta a una profundidad de exploración de 60 metros para descartar cualquier tipo de anomalía que pueda afectar a la proyección de obra en el área de intervención, de esta manera programar una solución con mayor estabilidad, teniendo en cuenta la normatividad de nuestro país como la NSR-10, especificaciones técnicas INVIAS, etc. (Obras como: Cimentación profunda, uso de técnicas de mejora de suelo entre otras).

Dentro de los estudios de diseños para el desarrollo de cualquier tipo de infraestructura se deben seguir como base los requerimientos técnicos (caracterización geológica – geotécnica del subsuelo) de la Norma NSR-10 Título H.3, aumentando la densidad de exploración directa a 5 sondeos para una categoría de unidad de construcción media a una profundidad mínima de 15 metros, a 5 sondeos para una categoría de unidad de construcción alta a una profundidad mínima de 25 metros, a 7 sondeos para una categoría de unidad de construcción especial a una profundidad mínima de 30 metros. Lo anterior debe ser presentando como un informe técnico específicamente del área en cuestión y considerando el tipo de infraestructura a desarrollar en el predio.

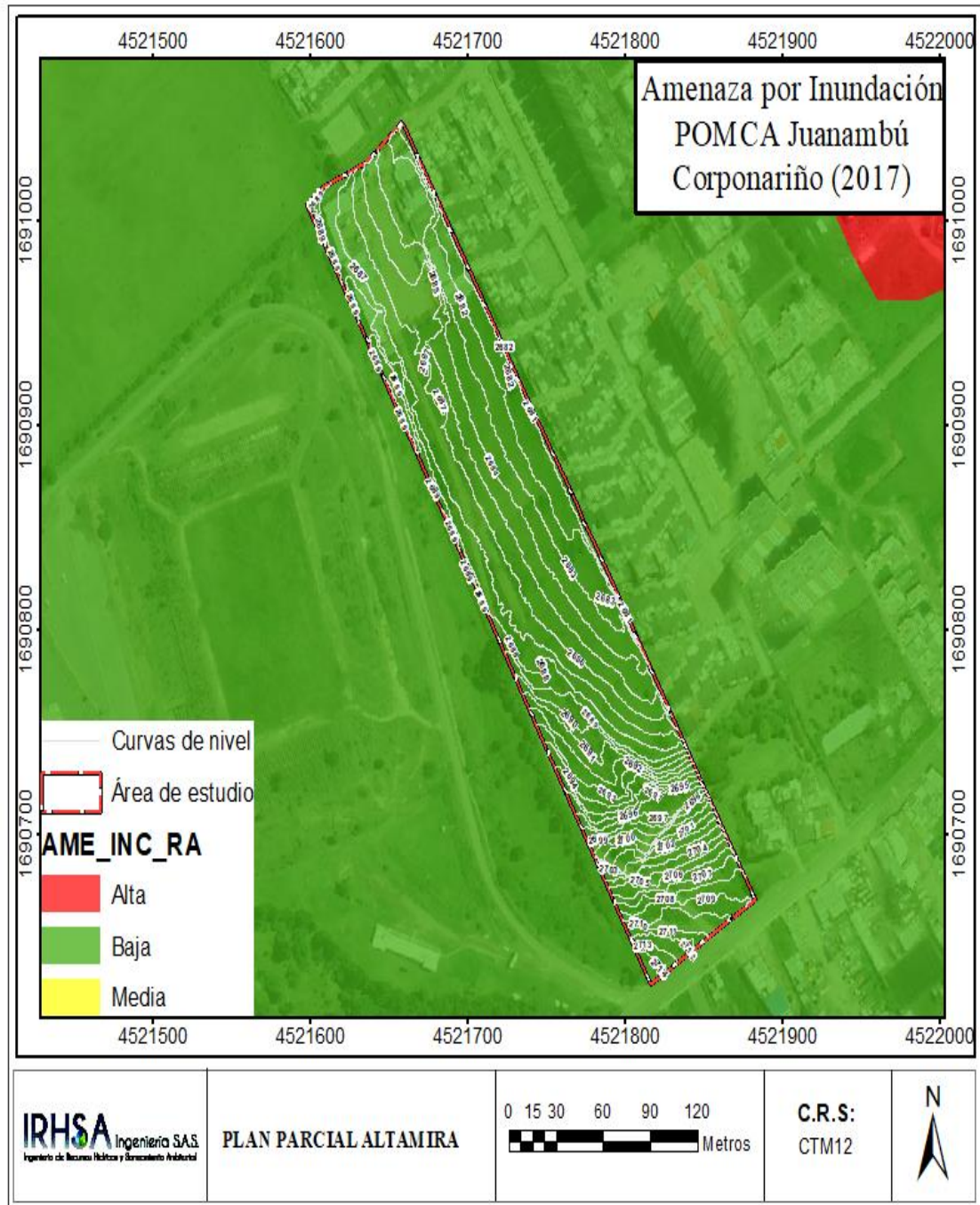
3.9.2. Análisis de amenaza y riesgo por inundaciones y flujo torrencial (Geomorfología)

Debido a la ausencia de drenajes naturales en el área de estudio no es posible que se generen inundaciones por creciente lenta o flujos de torrente, lo cual es respaldado el análisis de amenaza por inundación del POMCA del río Juanambú (Corponariño, 2019).

3.9.3. Análisis de amenaza y riesgo por amenaza volcánica

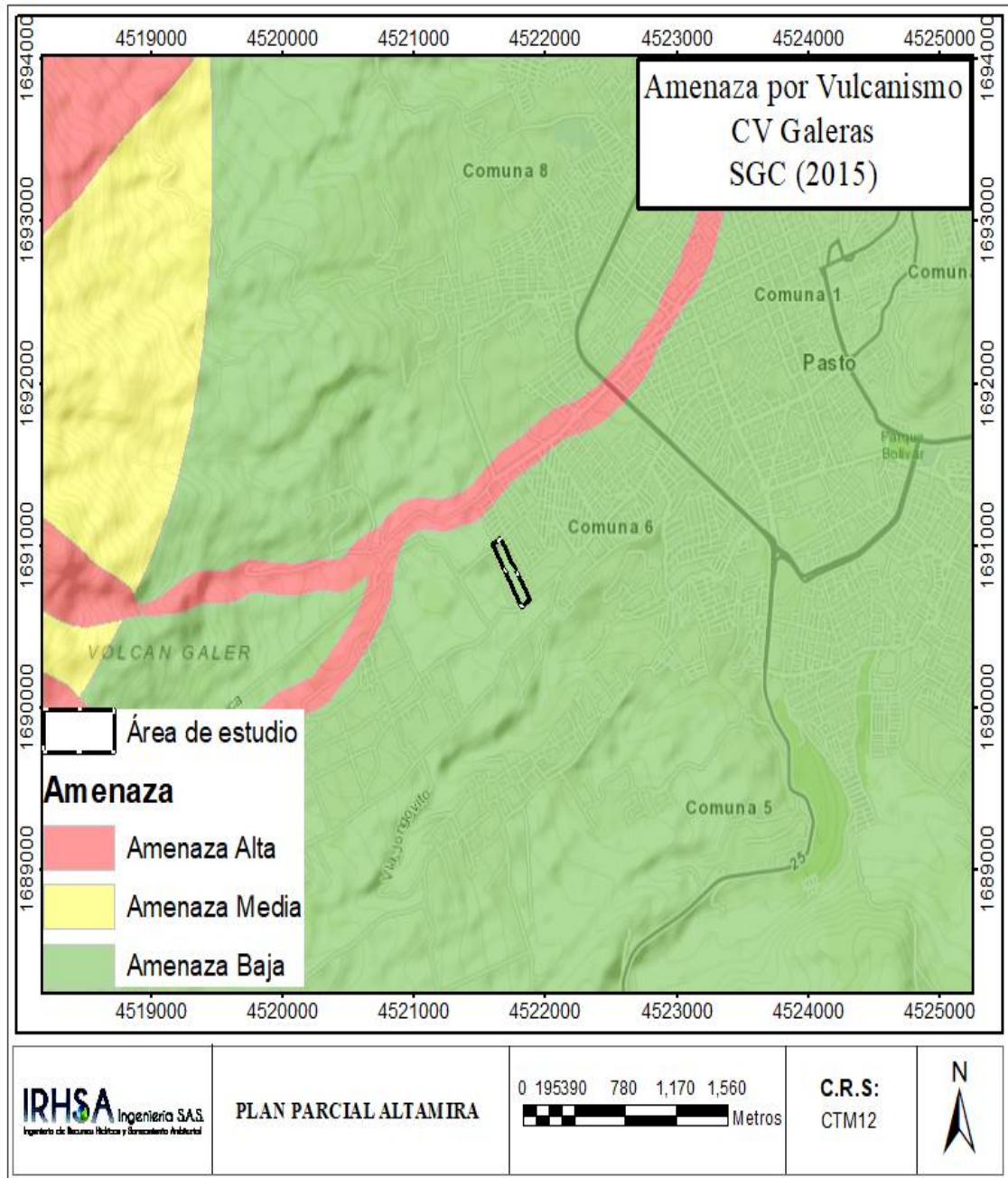
Con base en el mapa de amenaza volcánica del Complejo Volcánico Galeras de (SGC, 2015), se localizó el área de estudio del PP Altamira demostrando que el predio correspondiente y su contexto geo ambiental se encuentra en zona de amenaza baja, lo anterior se indica en las **Figura 58** y **Figura 59**.

Figura 58. Mapa de amenaza por inundación a escala 1:25000.



Fuente: Tomado y modificado de Corponariño (2019)

Figura 59. Amenaza por vulcanismo del volcán Galeras.



Fuente: Tomado y modificado de SGC (2015)

4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

Las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines, como se declara en la Constitución Política Colombiana en su artículo 79.

Con el presente Plan Parcial se busca contribuir a la protección de todos los elementos de la Estructura Ecológica Principal (EEP) y/o municipal, implementando las buenas prácticas de manejo ambiental como manejo del recurso agua; manejo integral de residuos de la construcción y demolición, manejo de suelos de excavación (lineamientos para adecuación de suelos – nivelaciones); utilización de asfaltos modificados con Grano de Caucho Reciclado (GCR) provenientes de llantas, neumáticos usados y productos no conformes; compensación por endurecimiento de zonas verdes; alternativas de manejo del paisaje para mejorar la oferta de biodiversidad (techos verdes, jardines verticales, Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible); con el objeto de convertirse en ejemplo al armonizar el crecimiento urbano con los recursos naturales y la diversidad de ecosistemas.

Se debe dar cumplimiento a la siguiente normatividad:

Reglamentación general.

- Constitución Política de 1991 (Artículos 1, 2, 7, 8, 79, 80, 84, 95, 209, 332 Principios fundamentales sobre normas constitucionales, que da el soporte a la normativa legal que aplica para la ejecución del presente documento y su alcance.
- Ley 9 de 1979, Código sanitario nacional.
- Decreto-Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Parte IX: Protección y conservación de fauna silvestre.

- Ley 99 De 1993 Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- Ley 388 De 1997 Por la cual se modifica la Ley 9a de 1989, y la Ley 3a de 1991 y se dictan otras disposiciones sobre ordenamiento territorial. El objeto de esta Ley es armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la Ley 9ª de 1989 con las nuevas normas establecidas en la Constitución Política, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley Orgánica de Áreas Metropolitanas y la Ley por la que se crea el Sistema Nacional Ambiental.
- Decreto 2820 De 2010 Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
- Ley 491 de 1999 Define los delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal.

Recurso Hídrico

- Decreto 1541 de 1978. Reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados.
- Ley 373 de 1997, Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
- Decreto 475 de 1998. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
- Decreto 155 de 2004. Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
- Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Decreto 1323 de 2007. Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).

Ruido

- Resolución 627 de 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Aire

- Decreto 948 de 1995. Reglamento de protección y control de calidad del aire.
- Resolución 601 de 2006. Establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para el territorio nacional en condiciones de referencia.
- Decreto 2107 de 1995. Se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire.
- Resolución 910 de 2008. Niveles permisibles de emisiones de contaminación por fuentes móviles terrestres.
- Ley 769 de 2002. Código nacional de tránsito terrestre, establece la revisión técnica mecánica de los vehículos.
- Ley 1383 de 2010
- Reforma la Ley 769 de 2002 – Código Nacional de tránsito

Vertimientos

- Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- Resolución 631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Modificado.

- Decreto 4728 de 2010. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.

Residuos Sólidos

- Decreto 1715 de 1978. Se reglamenta parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto-Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
- Resolución 2309 de 1986 Por la cual se dictan normas para la gestión de residuos especiales.
- Ley 142 de 1994. Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Decreto 1713 de 2002. Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto 838 de 2005 Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- Resolución 1362 de 2007. Tiene por objeto establecer los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país.
- Ley 1252 de 2008. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1259 de 2008. Se insta en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 3695 de 2009. Se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones: comparendo ambiental para las infracciones sobre aseo, limpieza y recolección de residuos sólidos, que adelante se codifican.

- Resolución 472 de 2017. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición -RCD y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1784 de 2017. Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo.

Flora

- Resolución 438 de 2001. Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la diversidad biológica.
- Resolución 619 de 2002. Se establece el Salvoconducto Nacional para la movilización de productos primarios provenientes de plantaciones forestales, se modifican las Resoluciones números 0438 y 1029 de 2001.
- Resolución 182 de 2008. Se fija el procedimiento y los requisitos para el registro de los sistemas agroforestales o cultivos forestales con fines comerciales, y se adopta el formato para la movilización.

Fauna

- Decreto-Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Parte IX: Protección y conservación de fauna silvestre.
- Decreto-Ley 1608 de 1978. Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. Regula la preservación, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre.
- Ley 84 de 1989, Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.

Señalización y manejo de tráfico

- Ley 769 de 2002 (Código Nacional de Transito).
- Resolución 1937 de 1994 INVIAS.

- Manual de INVIAS sobre dispositivos para el control del tráfico en calles y carreteras.

Seguridad y salud en el trabajo.

- Código Sustantivo Del Trabajo: ART. 205, ART. 206, ART.207, Obligación del empleador de prestar los P.A Asistencia médica y farmacéutica inmediata. Posibilidad de contratar la asistencia médica. ART. 349, ART. 350, ART. 351. Elaboración, Contenido, Ubicación del reglamento de higiene y seguridad industrial. ART. 56, ART. 58, ART.60, Observar medidas y órdenes preventivas, Prohibiciones: presentarse al trabajo bajo el efecto de alcohol o drogas, conservar armas en el sitio de trabajo. ART. 56, ART. 57, ART. 348 Obligaciones específicas del empleador, suministrar y acondicionar sitios de trabajo que garanticen seguridad y salud de los trabajadores.
- Ley 9 de 1979. Norma Para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones
- Resolución 2400 de 1979. Disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimiento de trabajo.
- Resolución 2013 de 1986. Reglamenta la Organización y funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial. Empresas con más de 10 trabajadores a su servicio están obligadas a conformar el comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial.
- Ley 100 de 1993. Sistema de seguridad social integral.
- Decreto 1295 de 1994. Organización y administración del SGRP.
- Decreto 2644 de 1994. Tabla de indemnización por pérdida de capacidad laboral entre el 5% y 49,99%.
- Decreto 1772 de 1994. Por el cual se reglamenta la afiliación y las cotizaciones al Sistema General de Riesgos Profesionales.
- GTC 45 de 2012, ICONTEC. Guía para la identificación y evaluación de riesgos.

- Decreto 1703 de 2002. Medidas para promover y controlar la afiliación y pago al sistema de seguridad social en salud.
- Ley 1010 de 2006. Prevenir, corregir y sancionar diversas formas de maltrato, trato desconsiderado y en general todo ultraje a la dignidad humana. Art 9, Art 10: Medidas de prevención del acoso laboral, tratamiento sancionatorio al acoso laboral.
- Resolución 1401 de 2007. Se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.
- Resolución 2346 de 2007. Se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas.
- Resolución 2646 de 2008. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo.
- Resolución 652 de 2012. Por la cual se establece la conformación y funcionamiento del Comité de Convivencia Laboral en entidades públicas y empresas privadas y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1477 2014 Nueva tabla de enfermedades laborales
- Decreto 0472 de 2015. Por el cual se reglamentan los criterios de graduación de las multas por infracción a las normas de Seguridad y Salud en el Trabajo y Riesgos Laborales,
- Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el decreto único del sector trabajo.
- Resolución 0362 de 2019. Por medio de la cual se redefinen los Estándares Mínimos del SG-SST para empleadores y contratantes, deroga la Resolución 1111 de 2017.

4.1 ACTIVIDADES REQUERIDAS EN EL MOMENTO DE EJECUCIÓN DE OBRA

En el momento de ejecutarse la obra se deben realizar las siguientes actividades:

- Identificación de impactos
- Evaluación de los impactos ambientales en la fase de Construcción del proyecto.

- Análisis resultados de la matriz de impactos.
- Fichas propuestas para el manejo ambiental

4.2 PROGRAMAS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Se deben implementar como mínimo los siguientes programas:

- Grupo de gestión ambiental.
- Control de erosión y protección del suelo.
- Manejo y disposición de residuos sólidos, escombros y desechos de construcción.
- Almacenamiento y manejo de materiales de construcción.
- Manejo de campamentos e instalaciones temporales.
- Manejo de residuos líquidos.
- Manejo de maquinaria, equipo y transporte.
- Manejo de aseo de la obra.
- Control de emisiones atmosféricas, aire y ruido.
- Manejo de aguas superficiales.
- Señalización, manejo de tráfico vehicular y tránsito peatonal.
- Control de plagas, roedores y manejo de olores.
- Seguimiento, vigilancia y control.

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL, DETERMINANTES EN EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA URBANÍSTICA

En años recientes, es cada vez más frecuente que temas referentes al medio ambiente urbano, tales como: contaminación atmosférica, ocupación del espacio, afectación a la capa de ozono, pérdida de áreas verdes, hacinamientos de alto riesgo e insalubres, entre otros, sean considerados como problemas de interés público; la expresión de deterioro ambiental en las ciudades es grave. La concentración poblacional, el consumismo, el incremento del parque vehicular, los procesos industriales, las actividades del sector servicios, los sistemas de

transporte y otras manifestaciones de la vida urbana, han contribuido a una situación de degradación de la naturaleza y la calidad de vida en las ciudades. La idea de un medio ambiente en peligro, ha pasado a formar parte de la conciencia colectiva y se refleja tanto en la ciudadanía como en los encargados de la toma de decisiones.

Así, la Alcaldía de Pasto y a su vez la secretaria de Planeación Municipal se enfoca en el desarrollo urbanístico sostenible, en la búsqueda de alternativas ante la problemática ambiental y en su pretensión de ordenar la ciudad para elevar la calidad de vida de sus habitantes, defender la naturaleza y conservar los ecosistemas.

Por tal razón el plan parcial Altamira deberá estar enfocado y articulado con el planteamiento urbanístico del sector, toda vez que este contempla una zona de espacio público ambiental, el cual garantice una buena calidad de vida para los futuros habitantes del sector.

En desarrollo de las determinaciones adoptadas en el componente ambiental del presente Plan Parcial, se definieron las siguientes medidas especiales para garantizar el cuidado y conservación de los elementos de valor ambiental ubicados en su entorno inmediato.

- Medidas en relación con la localización de las zonas de cesión para parques, las cuales se encuentran incorporadas en el proyecto urbanístico del Plan Parcial en concordancia con los elementos de protección.
- Medidas en relación con las características de adecuación de las zonas de cesión para parques y alamedas:
 - Mantener un 80% del área en zona blanda.
 - Aplicar los criterios de restauración ecológica.
 - Contemplar en el diseño cobertura vegetal nativa.

- Ejecutar el diseño paisajístico correspondiente e informar a la Secretaría de Gestión Ambiental una vez terminada la ejecución, para su verificación.
- Disponer las zonas libres privadas, así como mantener las mismas en zona blanda y libres de construcciones.

4.3 CONSIDERACIONES GENERALES

El Plan Parcial Altamira expone las prioridades, la programación de actividades, las entidades responsables, los recursos respectivos y el esquema de gestión, financiación, ejecución y seguimiento.

Para el desarrollo del presente Plan es necesario que se ejecuten las obras de infraestructura requeridas para garantizar la movilidad, el espacio público, la prestación de los servicios públicos domiciliarios.

- Responsables

El ejecutor de cada obra de infraestructura a realizarse en el Plan Parcial Altamira se encargará de llevar a cabo el respectivo manejo ambiental de la obra siguiendo los lineamientos establecidos en el presente plan parcial y siguiendo las directrices de la entidad encargada de su supervisión, las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 74. Entidades supervisoras.

Proyecto	Entidad Supervisora
Construcción de calzadas – Ciclo ruta – espacio público (andenes)	AVANTE SETP
Construcción de redes de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial.	EMPOPASTO S.A.E.S.P.
Construcción de redes eléctricas	CEDENAR S.A.E.S.P.
Construcción de redes de alumbrado público	SEPAL S.A.
Construcción de redes de gas domiciliario.	ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.
Construcción de espacio público.	SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL
Construcción de obras de mitigación de riesgo.	SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

El Plan Parcial la Altamira está planeado para que su principal fuente de financiación sean los ingresos derivados de las ventas de los productos inmobiliarios propuestos para cada una de las unidades de gestión.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Pasto. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto 2015 – 2027 Pasto Territorio con Sentido.
- Aspden, J. A., & McCourt, W. (1986). Mesozoics oceanic terrane in the central Andes of Colombia. *Geology*, 14(5), 415–418. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1986\)14<415](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1986)14<415)
- Bravo, I. Romo, L. Madroñero, S y Mafla, F. (2019). Delimitación de la ronda hídrica con criterio Ecosistémico del Río Mijitayo, Municipio de Pasto, Nariño. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Bogotá. Vol. 10 No. 1:67 -78. Bogotá.
- Calvache V., M. L., Cortés J., G. P., & Williams, S. N. (1997). Stratigraphy and chronology of the Galeras volcanic complex, Colombia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 77(1–4), 5–19. [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(96\)00083-2](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(96)00083-2)
- Carrillo, V., Bohórquez, L., Carrillo, E., Arévalo, A., & Valencia, A. (2003). Evaluación de los efectos actuales de subsidencia y colapsos por actividades de aprovechamiento subterráneo de recursos minerales en la ciudad de San Juan de Pasto.
- Carvajal Perico, J. H. (2012). Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (p. 83). Colección Guías y Manuales, Servicio Geológico Colombiano.

CORPONARIÑO. (2017). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Juanambú. Pasto, Colombia.

Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslide Types and Processes. In: Turner AK, Schuster RL (Eds) Landslides Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, US National Research Council., Special Re, 36–75.

CORPONARIÑO. (2011). Plan de ordenación del Río Pasto.

Das, B. M. (1999). Fundamentos De Ingeniería Geotécnica (p. 610). THOMSON LEARNING.

DECRETO 1077 del 2015 (2021). Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

DTS POT Pasto (2015). Documento Técnico de Soporte Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto 2015-2027 "Pasto Territorio Con-Sentido". Pasto, Colombia: Alcaldía Municipal de Pasto.

DTS Diagnostico Plan Parcial Aranda (2016). Documento Técnico de Soporte Diagnostico Plan Parcial Aranda Pasto. Pasto, Colombia: Alcaldía Municipal de Pasto, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Duque Trujillo, J., Toro Villegas, G., Cardona Molina, A., & Calvache Velazco, M. (2010). Geología, geocronología y geoquímica del Volcán Morasurco, Pasto, Colombia. Boletín de Ciencias de La Tierra, 0(27), 25–36.

EMPOPASTO S.A E.S.P. (2021). Informe de Gestión 2021. Pasto, Colombia.

González, Á. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT en X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería colombiana. Sociedad Colombiana de Ingenieros--Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bogotá.

González, L. (2002), "Ingeniería Geológica". Editorial Prentice Hall.

IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014.

IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010.

IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1: 100.000.

IGAC. (2014). Áreas homogéneas de tierras con fines catastrales.

IGAC. (2014). Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

IGAC, & CORPOICA. (2002). Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá, Colombia.

INGEOMINAS. (2004). Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geológica para Ingeniería. Volumen II.

Instituto Nacional De Salud. (2019). Boletín de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

- Gutiérrez, A y Rojas, S. (2000). Avifauna de la cuenca del Río Mijitayo, Municipio de Pasto, Nariño.
- Leiva, O., Moya Berbeo, H., Trejos González, G., & Carvajal, J. (2012). Metodológica Sistemática Para La Generación De Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a La Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:100.000. Servivio Geológico Colombiano, 88.
- Municipio de Pasto. (2021). Plan de Ordenamiento Territorial de Pasto Territorio con Sentido 2021-2027. Documento de Diagnóstico
- Murcia, A., & Cepeda, H. (1991). Geología de la plancha 429 - Pasto. Memoria Explicativa, 25.
- Nariño, Corporación. de. (2019). POMCA del río Juanambú, Fase de diagnóstico - Caracterización de las Condiciones del Riesgo.
- Paris, G., & Romero Leon, J. (1993). Fallas Activas en Colombia.pdf (p. 36). Ingeominas.
- POT Pasto (2015). Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto 2015-2027 "Pasto Territorio Con-Sentido", adoptado por el Municipio mediante el Acuerdo número 004 del 14 de abril de 2015. Pasto, Colombia: Alcaldía Municipal de Pasto
- Restrepo, J. J., & Toussaint, J. F. (1988). Terranes and continental accretion in the Colombian Andes. Episodes, 11(3), 189–193.
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0024219956&partnerID=40&md5=e790bf7a01a0f2da202dffa8a16167f0>

Rovida, A., & Tibaldi, A. (2005). Propagation of strike-slip faults across Holocene volcano-sedimentary deposits, Pasto, Colombia. *Journal of Structural Geology*, 27(10), 1838–1855. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2005.06.009>

Servicio Geológico Colombiano. (2015). Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000.

Servicio Geológico Colombiano. (2016). Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa.

SGC. (2015). Actualización del mapa de amenaza volcánica del volcán Galeras – Colombia memoria En cumplimiento a la Sentencia de la Corte Constitucional T-269 de 2015. 47. https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanGaleras/PDF/Memoria_Actualizacion_Mapas_Amenaza_Volcanica_Volcan_Galeras_2015.pdf

Suárez-Burgoa, L. (2016). Análisis de Estabilidad de Taludes con aplicaciones en MATLAB (Primera).

Tibaldi, A., & Romero Leon, J. (2000). Morphometry of late Pleistocene-Holocene faulting and volcanotectonic relationship in the southern Andes of Colombia. *Tectonics*, 19(2), 358–377. <https://doi.org/10.1029/1999TC900063>

Van Zuidam, R. A. (1986). Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis*

IRHSA

