



 **Bancolombia**

MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

ABSCISADO km 2+950 – km 11+090

VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

INFORME TÉCNICO

DOCUMENTO

GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1



Medellín, 30 de noviembre de 2021



LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas a dependencias de ARGOS Y BANCOLOMBIA según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

DEPENDENCIA	Nº de Copias
ARGOS	1
BANCOLOMBIA	1
GICA S.A.S.	1

ARGOS Y BANCOLOMBIA son responsables de administrar las copias correspondientes a este documento dentro de sus grupos de trabajo.



Calle 42 A No. 63C-38 Conquistadores
Teléfono y FAX (574) 2351092
E-mail: proyectosgica@gicasas.com.co
MEDELLÍN, COLOMBIA – SUDAMÉRICA

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 1



ÍNDICE DE MODIFICACIONES

REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0	N/A	05/11/2021	Versión Original
1		30/11/2021	Revisión 1



ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

TIPO DE DOCUMENTO	INFORME			
NOMBRE DEL DOCUMENTO	MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA - km 2+950 - km 11+090			
CÓDIGO DEL DOCUMENTO	GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1			
REVISIÓN N°	PROFESIONAL	0	1	2

ELABORÓ	Nombre	ELMER JAVIER BRUGES HERNANDEZ	X	X	
	Cédula de ciudadanía	79.643.037			
	Matrícula Profesional	25335-127111 CND			
	Firma				
	Fecha		05/11/2021	26/11/2021	
	Nombre	JOHN ALEXANDER BERMUDEZ MOLINA	X		
	Cédula de ciudadanía	79.487.898			
	Matrícula Profesional	25202-102851 CND			
	Firma				
	Fecha		05/11/2021	26/11/2021	
	Nombre	LUIS CARLOS RUSINQUE RODRIGUEZ	X		
	Cédula de ciudadanía	79.947.456			
Matrícula Profesional	25335-436258 CND				
Firma					
Fecha		05/11/2021	26/11/2021		
REVISÓ	Nombre	FRANCO HERNANDO BENAVIDEZ BOLAÑOS	X	X	
	Cédula de ciudadanía	75.067.190			
	Matrícula Profesional	17202-56347 CLD			
	Firma				
	Fecha		05/11/2021	26/11/2021	
APROBÓ Y	Nombre	LUIS FERNANDO CAÑO GÓMEZ	X	X	
	Cédula de ciudadanía	7.525.194			
	Matrícula Profesional	19202-01726 CAU			
	Firma				
	Fecha		05/11/2021	30/11/2021	
APROBÓ CLIENTE	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				



TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 9
1.1 INTRODUCCIÓN 9
2. OBJETIVOS 9
2.1 OBJETIVO GENERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 9
3. LOCALIZACIÓN 11
4. ACTIVIDADES DE TOPOGRAFÍA 12
4.1 MATERIALIZACIÓN de PUNTOS GPS 12
4.2 GEOPOSICIONAMIENTO 13
4.2.1 Metodología 13
4.2.2 Procedimiento Para Posicionamiento De Puntos GNSS 14
4.3 FORMATO DE CAMPO PARA POSICIONAMIENTO GPS 17
4.4 Postproceso 22
4.5 Cálculo de velocidades 25
4.5.1 Cálculo de Velocidades GPS1 26
4.5.2 Cálculo de Velocidades GPS2 28
4.5.3 Cálculo de Velocidades GPS3 29
4.5.4 Cálculo de Velocidades GPS4 32
4.5.5 Cálculo de Velocidades GPS5 34
4.5.6 Cálculo de Velocidades GPS6 36
4.5.7 Cálculo de Velocidades GPS7 37
4.5.8 Cálculo de Velocidades GPS8 39
4.3. Amarre vertical 41
4.6.1 Procedimiento Para Nivelación Geométrica 41
4.6.2 Registro Fotográfico Nivelación y Contra Nivelación Proyecto Dabeiba 54
4.4. GEORREFERENCIACION PUNTOS CADA 250m 55
4.5. GEORREFERENCIACION OBRAS HIDRAULICAS 57
5. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO MEDIANTE COMPLEMENTO LIDAR 70
5.2. Generación de cartografía de detalle 70
5.2.1 Aspectos generales 70
5.2.2 Modelo geoidal Geocol 2004 70
5.2.3 Vuelo fotogramétrico 71
5.2.4 Tecnología Lidar 71
5.3. Recursos 72
5.3.1 Recursos técnicos 72
5.3.2 Diagrama de flujo de manejo de información 77
5.4. Trabajo en oficina 78
5.4.1 Definición de los patrones de vuelo 78
5.5. Líneas de vuelo tipo LIDAR 78
5.5.1 Cálculo de alturas, rumbos de patrón de vuelo, y toma de imágenes, cálculo inercial, ajustes o discrepancias de las imágenes 78
5.5.2 Misión de vuelo fotogramétrico y generación de fotogramas 78
5.5.3 Misión de vuelo LIDAR y procedimiento para la toma de datos IMU 87
5.5.4 Ajuste de haces 92
5.6. Cálculo 92
5.6.1 Procesamiento digital inicial 92
5.6.2 Traslape longitudinal y transversal 93
5.6.3 Nube de Puntos 93
5.6.4 Clasificación de la Nube de puntos 94
5.6.5 Modelo digital de superficie, Modelo digital de Terreno y ortofotomosaico 96
5.6.6 Resultados del procesamiento 96
5.6.7 Resultados del procesamiento 97
6. ESPECIFICACIONES TECNICAS Y CERTIFICADOS PARA EQUIPOS TOPOGRÁFICOS 100
7. AJUSTE GEOMÉTRICO DE VÍA EXISTENTE 104
7.2. OBJETIVO GENERAL 104
7.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO 104
7.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CORREDOR VIAL 104
7.3.1. LOCALIZACIÓN 104
7.4. ANTECEDENTES 104



105
7.5. AJUSTE GEOMÉTRICO 106
7.5.1. VELOCIDAD DE LA VÍA 106
7.5.2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL..... 106
7.5.3. ALINEAMIENTO VERTICAL 106
PERALTES 107
Transición del Peralte 107
7.5.4. SECCIÓN TRANSVERSAL 107
7.5.5. METODOLOGÍA DE DISEÑO..... 108
7.5.5.1. INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO..... 108
7.5.5.2. AJUSTE EN PLANTA 108
7.5.5.3. RASANTE 108
7.5.5.4. DISEÑO TRANSVERSAL (ETAPA DE DISEÑO DEFINITIVO) 108
7.6. CONSIDERACIONES PARTICULARES SOBRE EL DISEÑO GEOMÉTRICO 109
7.7. SEÑALIZACIÓN VIAL 109
7.7.1. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD VIAL 109
7.7.2. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL 109
7.7.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL 109
7.7.3.1. UBICACIÓN LONGITUDINAL 109
7.7.3.2. UBICACIÓN LATERAL 110
7.7.3.3. MATERIALES PARA TABLEROS 110
7.7.3.4. SEÑALES PREVENTIVAS 111
7.7.3.5. SEÑALES REGLAMENTARIAS 111
7.7.3.6. SEÑALES INFORMATIVAS 112
7.7.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL. 113
7.7.4.1. DEMARCACIÓN DE LÍNEAS CENTRALES SEGMENTADAS CASO 3 MSV 2015 113
7.7.4.2. DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE CARRIL SEGMENTADAS CASO 1 MSV 2015. 114
7.7.4.3. DEMARCACIÓN DE LÍNEA DE CARRIL CONTINUA CASO 3 MSV 2015. 114
7.7.4.4. DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE BORDE BLANCAS CASO 2 MSV 2015 115
7.7.4.5. DEMARCACIÓN DE LÍNEAS DE BORDE AMARILLAS CASO 5 MSV 2015 115
7.7.5. DISPOSITIVOS DE REGULACIÓN DE TRÁNSITO. 115
7.7.5.1. SEÑALES GUÍA. 116
7.7.5.2. DELINEADORES DE CURVA HORIZONTAL..... 116
7.8. CONSIDERACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE DISEÑO..... 117
7.9. CONCLUSIONES 117
ANEXOS..... 118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación general del proyecto y del tramo en estudio..... 11
Figura 2 Localización específica del proyecto Vía Dabeiba..... 11
Figura 3 Especificaciones Equipos GnsS Utilizados..... 13
Figura 4 Antena GPS E SURVEY 300..... 14
Figura 5 Antena GPS GEOMAX ZENITH 20 15
Figura 6 Base de recepción Mede a puntos GPS del proyecto 17
Figura 7 Formato de Campo Posicionamiento GPS1 18
Figura 8 Posicionamiento de GPS-1 18
Figura 9 Formato de Campo Posicionamiento GPS2 18
Figura 10 Posicionamiento de GPS-2..... 18
Figura 11 Formato de Campo Posicionamiento de GPS-3..... 19
Figura 12 Posicionamiento de GPS-3..... 19
Figura 13 Formato de posicionamiento de GPS-5..... 19
Figura 14 Posicionamiento de GPS-4..... 19
Figura 15 Formato de posicionamiento de GPS-5..... 20
Figura 16 Posicionamiento de GPS-5..... 20
Figura 17 Formato de Campo Posicionamiento GPS6 20
Figura 18 Posicionamiento GPS6..... 20
Figura 19 Formato de Campo Posicionamiento GPS7 21
Figura 20 Posicionamiento de GPS-7..... 21



Figura 21 Formato de Campo Posicionamiento GPS8 21
Figura 22 Posicionamiento GPS8 21
Figura 23 Vectores MEDE-GPS2 y MEDE-GPS8 22
Figura 24 Reporte de posproceso GPS 2 - Gps 8..... 22
Figura 25 Vectores GPS1 Y GPS3..... 23
Figura 26 Reporte de posproceso GPS 1 - Gps 3..... 23
Figura 27 Vectores GPS4 Y GPS5..... 24
Figura 28 Reporte de posproceso GPS 4 - Gps 5..... 24
Figura 29 Vectores GPS6 y GPS7 25
Figura 30 Reporte de posproceso GPS 6 - Gps 7..... 25
Figura 31 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS1 27
Figura 32 Coordenadas Gauss Magna Pro 27
Figura 33 Ondulación Geoidal Magna Pro..... 27
Figura 34 Foto del mojón GPS1 27
Figura 35 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS2 29
Figura 36 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS2..... 29
Figura 37 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS2..... 29
Figura 38 Foto del mojón GPS2 29
Figura 39 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS3 31
Figura 40 Coordenadas Gauss Magna Pro - GPS3..... 31
Figura 41 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS3..... 31
Figura 42 Foto del mojón GPS3 31
Figura 43 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS4 33
Figura 44 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS4..... 33
Figura 45 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS4..... 33
Figura 46 Foto del mojón GPS4 33
Figura 47 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS5 35
Figura 48 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS5..... 35
Figura 49 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS5..... 35
Figura 50 Foto del mojón GPS5 35
Figura 51 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS6 37
Figura 52 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS6..... 37
Figura 53 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS6..... 37
Figura 44 Foto del mojón GPS6 37
Figura 55 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS7 38
Figura 56 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS7..... 39
Figura 57 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS7 39
Figura 58 Foto del mojón GPS7 39
Figura 59 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS8 40
Figura 60 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS8..... 41
Figura 61 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS8..... 41
Figura 62 Foto del mojón GPS8 41
Figura 63 BM JM24 Entregado por CHEC 42
Figura 64 GEOMAX Ref. ZDL700 42
Figura 65 Nivelación GPS1 54
Figura 66 Contranivelación GPS 1 54
Figura 67 Nivelación GPS6..... 55
Figura 68 Contranivelación GPS6 55
Figura 69 Georreferenciación Puntos 250m..... 55
Figura 70 Georreferenciación Puntos cada 500m 56
Figura 71 Georreferenciación Puntos cada 750m 56
Figura 72 Puente K0+353.36..... 58
Figura 73 Alcantarillado K4+619.01 59
Figura 74 Puente K4+531.08..... 59
Figura 75 Alcantarillado K4+619.01 60
Figura 76 Cauce hídrico K5+573.61 60
Figura 77 Alcantarillado K5+891.63..... 61
Figura 78 Alcantarillado K6+187.20..... 61
Figura 79 Alcantarillado K6+330.59 62
Figura 80 Alcantarillado K6+409.57..... 62
Figura 81 Alcantarillado K6+495.26..... 63
Figura 82 Alcantarillado K6+569.23..... 63
Figura 83 Alcantarillado K6+887.03..... 64
Figura 84 Alcantarillado K7+009.58..... 64



Figura 85 Alcantarillado K7+143.48..... 65
Figura 86 Alcantarillado K7+246.01..... 65
Figura 87 Alcantarillado K7+575.86..... 66
Figura 88 Alcantarillado K7+847.36..... 66
Figura 89 Alcantarillado K7+973.74..... 67
Figura 90 Alcantarillado K8+061.11..... 67
Figura 91 Alcantarillado K8+307.02..... 68
Figura 92 Alcantarillado K8+315.84..... 68
Figura 93 Alcantarillado K9+682.42..... 69
Figura 94 Alcantarillado K9+756.77..... 69
Figura 95 Geocol 2004 Fuente Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) 70
Figura 96 Funcionamiento del sistema Lidar..... 71
Figura 97 "buho2 LIDAR mid100". 72
Figura 98 Cámara Sony Alpha 6000 73
Figura 99 Sensor El Gairhawk GS-100M..... 75
Figura 100 Kageo M8mini Serial. 75
Figura 101 RTK GNSS EMLID RECEPTOR REACH RS+ 76
Figura 102 RTK GNSS EMLID REACH M+..... 77
Figura 103 Diagrama de Flujo de Manejo de Información desde la captura hasta la entrega respectiva..... 77
Figura 104 Línea de vuelo 1 tipo LiDAR y fotogrametría..... 79
Figura 105 Perfil de elevación de Línea de vuelo 1 tipo LiDAR y fotogrametría..... 80
Figura 106 Línea de vuelo 2 tipo LiDAR y fotogrametría..... 80
Figura 107 Perfil de elevación de Línea de vuelo 2 tipo LiDAR y fotogrametría..... 81
Figura 108 Línea de vuelo 3 tipo LiDAR y fotogrametría..... 81
Figura 109 Perfil de elevación de Línea 3 de vuelo tipo LiDAR y fotogrametría..... 82
Figura 110 Línea de vuelo 4 tipo LiDAR y fotogrametría..... 82
Figura 111 Perfil de elevación de Línea de vuelo 4 tipo LiDAR y fotogrametría..... 83
Figura 112 Línea de vuelo 5 tipo LiDAR y fotogrametría..... 83
Figura 113 Perfil de elevación de Línea de vuelo 5 tipo LiDAR y fotogrametría..... 84
Figura 114 Línea de vuelo 6 tipo LiDAR y fotogrametría..... 84
Figura 115 Perfil de elevación de Línea de vuelo 6 tipo LiDAR y fotogrametría..... 85
Figura 116 Línea de vuelo 7 tipo LiDAR y fotogrametría..... 85
Figura 117 Perfil de elevación de Línea de vuelo 7 tipo LiDAR y fotogrametría..... 86
Figura 118 Línea de vuelo 8 tipo LiDAR y fotogrametría..... 86
Figura 119 Perfil de elevación de Línea de vuelo 8 tipo LiDAR y fotogrametría..... 87
Figura 120 Gráfica trayectoria del vuelo PV1 87
Figura 121 Gráfica trayectoria del vuelo PV2..... 88
Figura 122 Gráfica trayectoria del vuelo PV3..... 88
Figura 123 Gráfica trayectoria del vuelo PV4..... 89
Figura 124 Gráfica trayectoria del vuelo PV5..... 89
Figura 125 Gráfica trayectoria del vuelo PV6..... 90
Figura 126 Gráfica trayectoria del vuelo PV7..... 90
Figura 127 Gráfica trayectoria del vuelo PV8..... 91
Figura 128 Desviación estándar Lidar 91
Figura 129 Resolución de la imagen 92
Figura 130 Perfil de Nube de Puntos Ajustada..... 94
Figura 131 Extracto PV-1 Nube de Puntos clasificada 95
Figura 132 Nube de Puntos completa clasificada..... 95
Figura 133 Ortomosaico georreferenciado del área de estudio..... 97
Figura 134 Ortomosaico georreferenciado KMZ 97
Figura 135 Extracto modelo digital de superficie del área de estudio..... 98
Figura 136 Extracto modelo digital de terreno del área de estudio..... 98
Figura 137 Extracto Curvas de Nivel de Intervalo 0.5m 99
Figura 138 Extracto nube de puntos del área de estudio formato txt 0.5m 99
Figura 139 Localización Regional del Proyecto..... 105
Figura 140 Distancia de señalización 110
Figura 141 Ubicación lateral de señalización 110
Figura 142 Señalización preventiva 111
Figura 143 Señalización reglamentaria 112
Figura 144 Señalización Informativa 113
Figura 145 Separación y restricción de adelantamiento 114
Figura 146 Diseño de líneas longitudinales segmentadas que separan flujos opuestos..... 114
Figura 147 Líneas de carril segmentada caso 1 114
Figura 148 Líneas de carril segmentada caso 3..... 115



Figura 149 Líneas de carril segmentada caso 4 115
 Figura 150 Líneas de borde amarilla caso 5 115
 Figura 151 Espaciamiento máximo de delineadores verticales..... 116
 Figura 152 Espaciamiento máximo de delineadores verticales..... 116
 Figura 153 Ubicación lateral de delineadores de curva 117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado Puntos de Control 12
 Tabla 2. Parametros configuración equipos..... 14
 Tabla 3 Parámetros del sistema de referencia..... 15
 Tabla 4 Calculo velocidades GPS 1 26
 Tabla 5 Calculo velocidades GPS 2 28
 Tabla 6 Calculo velocidades GPS 3 29
 Tabla 7 Calculo velocidades GPS 4 32
 Tabla 8 Calculo velocidades GPS 5 34
 Tabla 9 Calculo velocidades GPS 6 36
 Tabla 10 Calculo velocidades GPS 7 37
 Tabla 11 Calculo velocidades GPS 8 39
 Tabla 12 Circuitos de nivelación..... 42
 Tabla 13 Cálculos de Circuito JM24-GPS1-JM24 43
 Tabla 14 Cálculos de Circuito GPS1-GPS2-GPS1 43
 Tabla 15 Cálculos de Circuito JM39-GPS3-JM39 44
 Tabla 16 Cálculo de Circuito GPS3-GPS6-GPS3..... 46
 Tabla 17 GPS6-GPS8-GPS6..... 50
 Tabla 18 Coordenadas referencias..... 57
 Tabla 19 Tabla de rendimiento sistema LiDAR..... 74
 Tabla 20 Características Sensor Gairhawk GS-100M..... 74
 Tabla 21 Parámetros de vuelo General 78
 Tabla 22 Resumen de vuelos y sus fajas..... 79
 Tabla 23 Datos de coordenadas norte 91
 Tabla 24 Datos de coordenadas Este 91
 Tabla 25 Datos de coordenadas altura 91
 Tabla 26 Puntos para fotocontrol 93
 Tabla 27 Nube de Puntos Generada 93
 Tabla 28 Reporte RMS de las nubes de Puntos..... 94
 Tabla 29 Tabla de Reporte..... 95



“MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA” ABSCISADO km 2+950 – km 11+090”

VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO

Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

INFORME TÉCNICO

DOCUMENTO: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

GICA SAS está desarrollando para ARGOS SA y BANCOLOMBIA actividades como asesor técnico en los estudios y diseños para el mejoramiento de la vía Dabeiba – Camparrusia, en el departamento de Antioquia, la cual tiene una longitud total de 44.40 km aproximadamente. Se realizará el estudio en detalle por parte de esta consultoría, del tramo de la vía comprendido entre el km 2+950 y el km 11+090, abarcando 8.14 kilómetros del proyecto.

El proyecto tiene como objetivo fundamental mejorar la infraestructura vial para incrementar la competitividad, promover el crecimiento económico, disminuir significativamente los costos de operación vehicular, con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y de los usuarios de la vía objeto de revisión, aprovechando la sección transversal disponible. Puesto que el alcance principal de este proyecto es en esencia la pavimentación, no se contemplan ampliaciones, ni recuperaciones de banca, y tampoco intervenciones para la estabilización de taludes. Partiendo de estas consideraciones mencionadas, fueron desarrollados todos los estudios y diseños por parte de GICA SAS.

Con los trabajos desarrollados se busca como resultado final la representación gráfica de la topografía del terreno en planimetría y altimetría, a su vez presentar el diseño geométrico del corredor mencionado, con el cual se pretende un mejoramiento de las condiciones actuales de la vía permitiendo una mejor transitabilidad. Esta vía fue de gran importancia nacional pero debido a la adecuación y construcción de nuevos corredores viales en la zona, quedó en desuso.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios de Trazado y Diseño Geométrico, Señalización Y Seguridad Vial con el fin de mejorar la infraestructura vial para incrementar la competitividad, promover el crecimiento económico, disminuir significativamente los costos de operación vehicular, con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y de los usuarios de la vía objeto de revisión, aprovechando la sección transversal disponible.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener un estudio que sirva como base para los trabajos de ingeniería que se requerirán para la construcción y puesta en funcionamiento del del corredor Dabeiba – Camparrusia en el departamento de Antioquia.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 9



- Materializar una red geodésica que sirva de apoyo para las posteriores actividades de campo que se realicen en el proyecto.
- Realizar la representación topográfica del área de estudio por medio de levantamiento UAV (Unmanned Aerial Vehicle) con complemento LIDAR apoyándose de topografía convencional.
- Presentar el procesamiento de la información para la obtención de la topografía del área de estudio.
- Analizar, calcular y procesar, imágenes obtenidas por fotogrametría para generar el orto mosaico correspondiente de la franja objeto de estudio.
- Obtención de modelos de Superficie y de Terreno con información LiDAR.
- Presentar en forma clara los procedimientos y metodología seguidos para la ejecución del levantamiento topográfico, de acuerdo a las normas y especificaciones para este tipo de trabajos.
- Relacionar y presentar los diferentes soportes documentales relacionados con las actividades topográficas adelantadas en el corredor de estudio.
- Presentar el procesamiento de la información para la obtención de la topografía del área de estudio.
- Analizar, calcular y procesar, imágenes obtenidas por fotogrametría para generar el orto mosaico correspondiente de la franja objeto de estudio.
- Obtención de modelos de Superficie y de Terreno con información Lidar.
- Elaborar el estudio vial para el componente de diseño geométrico, análisis de seguridad vial y diseño de señalización del Proyecto Dabeiba – Camparrusia.
- Mejorar los niveles de servicio, para de esta forma ofrecer a la comunidad ubicada en el área de influencia una infraestructura vial capaz de estimular el crecimiento económico sostenido y la equidad social.
- Ofrecer una infraestructura vial en buenas condiciones, que permita disminuir los costos de operación de los vehículos, reducir los tiempos de viaje, mejorar la comodidad para la circulación vehicular y reducir los índices de accidentalidad.
- Dar continuidad a los corredores que facilitan la movilidad local interurbana, para de esta forma facilitar el acceso y salida de los bienes y servicios con alto interés económico para la ciudad

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 10

3. LOCALIZACIÓN

El proyecto ubicado en el departamento del “Antioquia”, en el municipio de “Dabeiba”, al norte limita con los municipios de Riosucio, Mutatá e Ituango, al este limita con Peque y Uramita, al sur limita con Frontino y al oeste con los municipios de Gámbita y Sotaquirá. Murindó y Carmen del Darién.

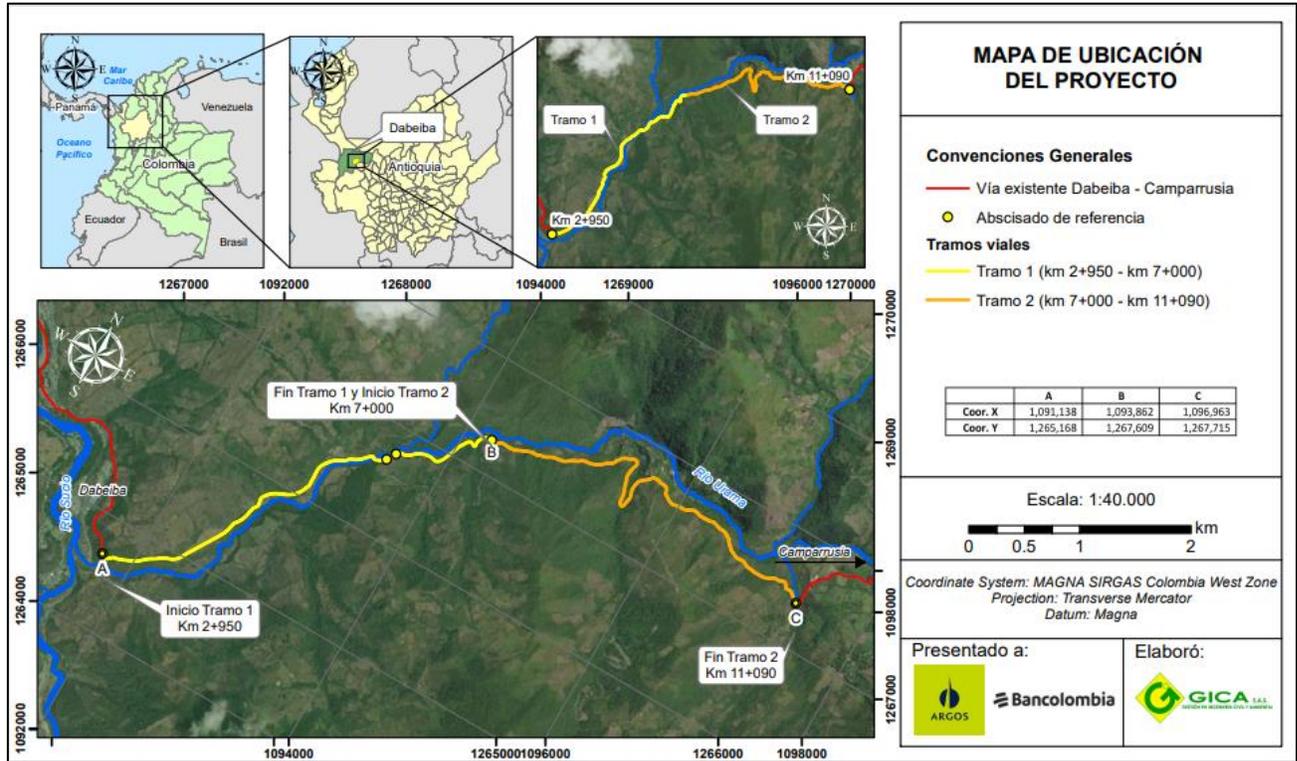


Figura 1 Ubicación general del proyecto y del tramo en estudio.
(Elaborado por GICA SAS)

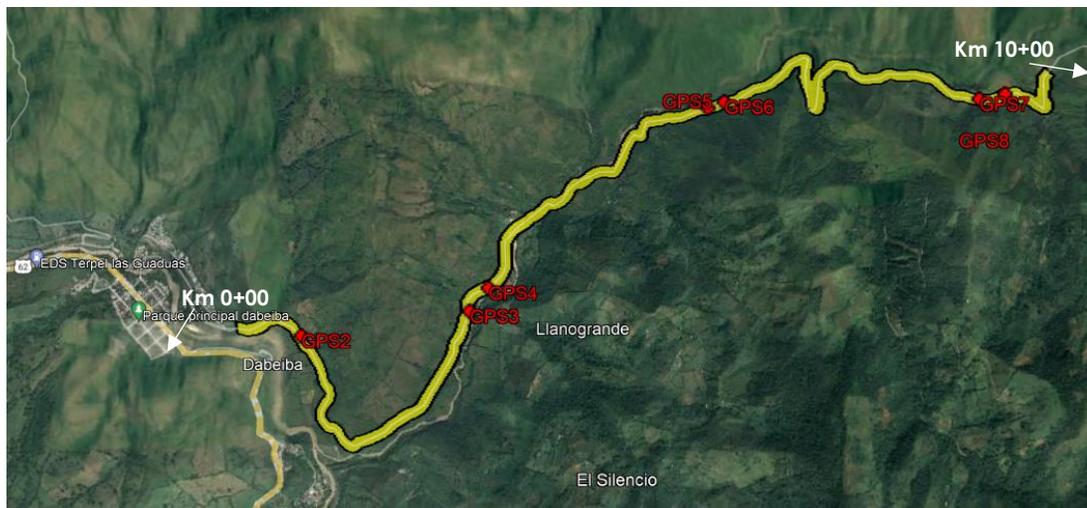


Figura 2 Localización específica del proyecto Vía Dabeiba
(Tomado de Google Earth – Adaptado por GICA S.A.S)



4. ACTIVIDADES DE TOPOGRAFÍA.

El proyecto se desarrolló en cuatro etapas principales:

- Toma de información por medio de topografía convencional
- Georreferenciación y procesamiento en software especializado
- Obtención de entregables
- Revisión de Entregables

En la primera etapa se realizaron las siguientes actividades topográficas: Georreferenciación de Vértices, mediante el uso de equipos GNSS de doble frecuencia de precisión milimétrica, Poligonales de amarre a los vértices geo posicionados, Red de Nivelación geométrica de los puntos de amarre y deltas de la poligonales, Levantamiento topográfico de detalle de cada uno de los segmentos asignados.

En la segunda etapa "georreferenciación y procesamiento en software especializado", se georreferenciaron las fotografías y la información de la nube de puntos Lidar, esto permite ajustar el modelo de las fotografías a la topografía real que se presenta en el terreno. Así mismo, se llevó a cabo el procesamiento de alineación y generación del orto mosaico.

En la tercera etapa "obtención de entregables" se procedió a filtrar la nube de puntos para la obtención del modelo digital de terreno además del modelo digital de Superficie y se recortó el ortomosaico según el área requerida.

En la cuarta etapa "Revisión de entregables" se revisaron cuidadosamente cada uno de los entregables para que cumplieran a cabalidad los requisitos del cliente en cuestión de Calidad y precisión.

4.1 MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS GPS

Como primera actividad a desarrollar en el proyecto, se determinó una posición estratégica, para cada uno de los 8 puntos de control que se materializaron para tener localización de la vía con el fin de tener visualización desde la AUV (aeronave no tripulada). La ubicación de los puntos está asociada al abscisado de la vía.

Tabla 1. Listado Puntos de Control

Nombre	Abscisa
GPS-1	0+287
GPS-2	0+623
GPS-3	3+307
GPS-4	3+594
GPS-5	6+218
GPS-6	6+380
GPS-7	9+314
GPS-8	9+540

Una vez finalizada la materialización de los puntos de control, se inicia la actividad del posicionamiento de cada uno de los mismos. Es procedente aclarar que, según requerimientos, estos puntos deben ser localizados a un costado de la vía, evitando así que cualquier intervención sobre la esta pueda afectar alguno de dichos puntos.

Cada pareja GPS es visible de la siguiente manera: GPS1 Y GPS2, GPS3 Y GPS4, GPS5 Y GPS6, GPS7 Y GPS8.



4.2 GEOPOSICIONAMIENTO

4.2.1. Metodología

El sistema GPS (Global Positioning System) o sistema de posicionamiento global es un sistema de posicionamiento terrestre; la posición la calculan los receptores multifrecuencia, gracias a la información recibida desde satélites en órbita alrededor de la tierra.

El sistema de referencia geocéntrico en el país se ha denominado MAGNA - SIRGAS marco de referencia geocéntrico Nacional de referencia, como densificación continental del marco de referencia global (ITRF: International Terrestrial Reference Frame).

MAGNA - SIRGAS fue determinado entre 1994 y 1997 y su adopción se oficializo en 2004. El elipsoide asociado corresponde con el GRS 80 (Global Reference System 1980), equivalente al WGS 84 (World Geodetic System 1984). La principal ventaja que ofrece el sistema MAGNA SIRGAS es que sus coordenadas están en el mismo sistema de referencia que los satélites GNSS, garantizando alta precisión de las posiciones determinadas en campo

Modo estático

GPS Base a RECORD INTERVAL= 02 Seg

MASK ANGLE=15

TRACK TIMES=02

GPS Rover a RECORD INTERVAL= 02 Seg

MASK ANGLE=15

<p>Satellite signals tracked simultaneously</p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS: L1 C/A, L2E, L2C, L5 • GLONASS: L1 C/A, L1 P, L2C/A (GLONASS M only), L2 P • SBAS: L1 C/A, L5 • Galileo: (channel reserved) <p>supports GIOVE-A: L1BOC, E5A, E5B, E5AltBOC supports GIOVE-B: L1CBOC, E5A, E5B, E5AltBOC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compass: (channel reserved) <p>B1 (QPSK), B1-MBOC (6,1,1/11), B1-2 (QPSK) B2 (QPSK), B2-BOC (10, 5), B3 (QPSK), B3BOC (15, 2.5) L5 (QPSK)</p> <p>Code differential GNSS positioning Horizontal: 0.25m+1ppm RMS Vertical: 0.50m+1ppm RMS SBAS differential positioning accuracy: typically <5m 3DRMS</p>

Figura 3 Especificaciones Equipos Gns Utilizados

Para la realización del presente trabajo se configuraron los equipos con los siguientes parámetros:

Tabla 2. Parametros configuración equipos

PARÁMETROS DE MEDICIÓN TOPOGRÁFICA	
MÉTODO	ESTÁTICO RÁPIDO DIFERENCIAL
FRECUENCIAS EQUIPOS	L1, L2
TIEMPOS DE RASTREO	25 MINUTOS DE TOMA DE INFORMACIÓN MÍNIMA POR CADA PUNTO
NUMERO DE SATÉLITES LOGRADOS	9 EN PROMEDIO PARA CADA PUNTO
INTERVALO DE GRABACIÓN	CADA 2 SEGUNDOS
MASCARA DE LEVACIÓN	15°
DILUCIÓN	PDOP MENOR A 3

4.2.2. Procedimiento Para Posicionamiento De Puntos GNSS

Los vértices son georreferenciados por el método de posicionamiento GPS estático diferencial de doble frecuencia utilizando dos (2) equipos GNSS (ANEXOS certificados de calibración de equipos)

- E SURVEY 300 con Serial 2100533



Figura 4 Antena GPS E SURVEY 300

Especificaciones técnicas

- 800 canales de Rastreo
- Rastreo de constelaciones GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS, SBAS , IRNSS,L-BAND ,
- Batería que otorga hasta 12 horas de funcionamiento
- Índice de Protección con Polvo y Agua IP67
- Temperatura de trabajo - 30° C hasta 65 ° C
- Radio Interna de 1 Watt & Radio Externa de 25 Watts incluida
- Colectora Android P8II con software de campo SurPad
- Comunicación: BT, 4G, Internal UHF ,WIFI, Web UI
- Sensor de Inclinación e-Survey incluido
- Compatible con Protocolos de Comunicación de otras marcas
- Kit contempla software de Post Proceso GeoSolution
- Peso: 940 Gr

- GEOMAX ZENITH 20 con Serial 5160009



Figura 5 Antena GPS GEOMAX ZENITH 20

Especificaciones técnicas

- Especificaciones del receptor NovAtel AdVance® tecnología
- Zenith10 72 canales (GPS y GLONASS)
- Zenith20 120 canales (GPS/GLONASS/Galileo)
- Realiza un seguimiento de las señales de satélite:
- GPS L1, L2, L2C
- GLONASS L1, L2 Galileo*
- Medición cruda y salida de datos a 5 Hz 20 Hz opcional
- Tiempo de inicialización RTK: menos de 10 seg
- Tiempo de captura inicial menos de 15 seg
- Memoria interna 256 MB (más de 60 días de almacenamiento de datos estáticos con grabación muestra cada 15s).

Inicialmente se posicionaron los puntos GPS2 y GPS8, ubicando en ellos los equipos E SURVEY 300. Su posicionamiento fue realizado con las Estación Permanente MEDE del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), ubicada a 110 km del proyecto aproximadamente.

Teniendo en cuenta la normativa IGAC para tiempos de rastreo, que cita "El tiempo mínimo de rastreo simultáneo de un punto de control terrestre debe ser de 15 minutos correspondientes a la estabilización del equipo, más 5 minutos adicionales por cada kilómetro de distancia a la base, en condiciones de disponibilidad mínima de 4 satélites y GDOP menor a 8. Después de los 10 km, de distancia a la base se hacen 3 minutos adicionales por cada kilómetro."

Revisado esto, se determinó que el tiempo de rastreo mínimo es equivalente a 5 horas con 45 minutos. Es procedente aclarar que el GPS2 tuvo 7 horas con 12 minutos de rastreo y que el GPS tuvo 6 horas con nueve minutos respectivamente, cumpliendo con los tiempos de rastreo establecidos.

Al realizar el postproceso para el cálculo de coordenadas del GPS2 y GPS8, correspondientes al día GPS 251 y teniendo en cuenta que, a la fecha del postproceso, las coordenadas suministradas por SIRGAS, para la estación MEDE, corresponden a la semana GPS 2170 y son equivalentes a:

X= 1579608.5

Y= -6142783.84

Z= 684352.543

Para el posicionamiento de los 8 puntos de GPS, se utiliza el sistema de referencia geocéntrico del país Magna-Sirgas en su origen Oeste.

Tabla 3 Parámetros del sistema de referencia

PROJCS	"MAGNA-SIRGAS / Colombia West zone"
CÓDIGO EPSG	3115
DATUM	Marco Geocéntrico Nacional de Referencia
SPHEROID	GRS 1980
PRIMEM	"Greenwich",0,



PROJECTION	Transverse Mercator"
Latitud de origen	4.596200416666666,
Meridiano central	77.07750791666666,
Factor de escala	1,
Falso este	1000000,
falso norte	1000000,
Unidades	metros

Los archivos de ambos receptores son almacenados en la memoria interna de los mismos, en formato STH propio de los equipos utilizados y formatos RINEX que es el formato universal de intercambio de datos de cualquier receptor GPS.

Posteriormente, con el programa de post proceso, se introducen las coordenadas de la base obtenida después de procesar la información tomando como puntos de enlace las estaciones permanentes de la RED MAGNA ECO, (MED), de las cuales se obtuvieron las coordenadas Geocéntricas que son procesadas y ajustadas por la organización SIRGAS, semanalmente para la época actual.

A partir de las observaciones realizadas en sitio, se hace uso del programa TOPCON TOOLS, tomando en cuenta datos relevantes como:

- Datos RINEX estación Red Magna Eco MEDE correspondientes al día GPS 251.
- Coordenadas semanales suministradas por SIRGAS, para la estación Red Magna Eco MEDE.

Cumplimiento de tiempo de rastreo, según especificaciones Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Así se calcula una serie de parámetros denominados "corrección diferencial", que se aplican a las observaciones realizadas con el otro receptor mejorando así la precisión de las coordenadas.

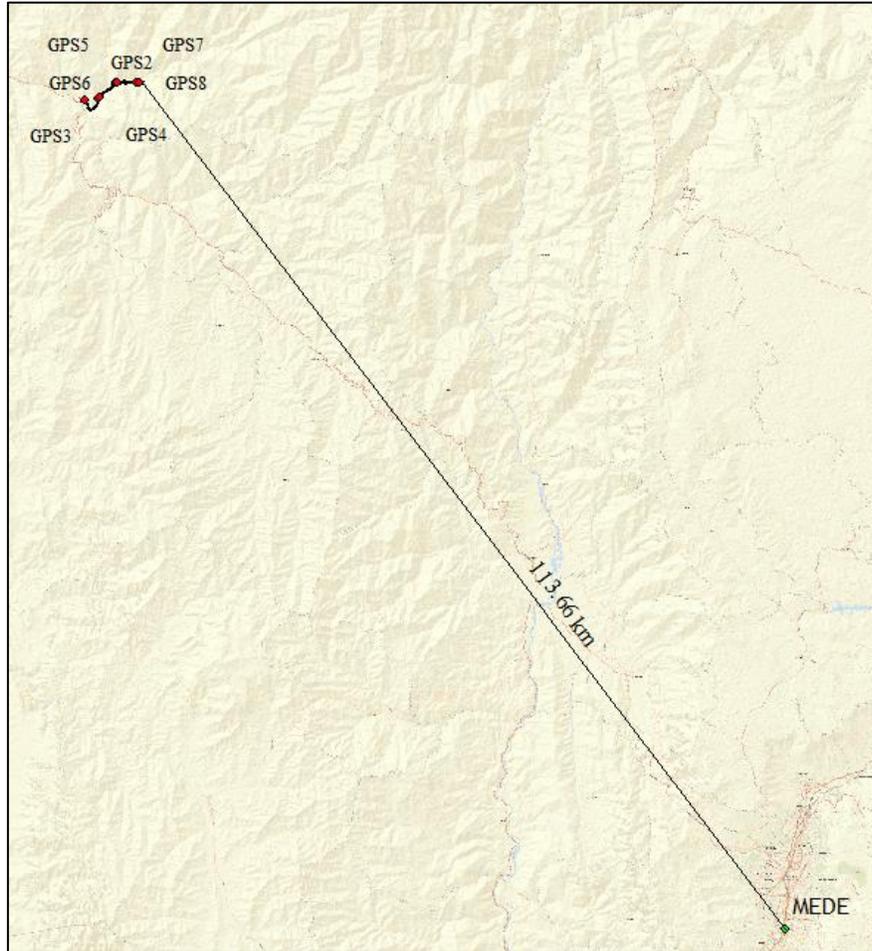


Figura 6 Base de recepción Mede a puntos GPS del proyecto

4.3 FORMATO DE CAMPO PARA POSICIONAMIENTO GPS

A continuación, se observa el Registro fotográfico y diligenciamiento de formato de campo para posicionamiento de cada uno de los GPS georreferenciados.



FORMATO DE CAMPO GPS						
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO:	DABEIBA-CAMPARRUSIA		HOJA No	1	DE	8
RESPONSABLE:	GICA SAS		CARGO:	TOPOGRAFO	FECHA:	2021-9-8
POSICION:	MONTAÑA MOSQUERA					
INFORMACION DEL LUGAR						
DEPARTAMENTO:	ANTIOQUIA		MUNICIPIO:	DABEIBA		
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA			ENTIDAD			
GPS-1			AEGOS - BANCOLOMBIA			
AÑO			2021			
INFORMACION DE LA SESION						
FECHA:	DIA JULIANO:	SESION:	BASE:	MOVIL:		
2021-9-8	251	12:33-13:32		X		
COORDENADAS			NORTE			
			ESTE			
CONFIGURACION EQUIPO						
ESTATICO	CINEMATICO	RTK	INTERVALO (SEG)	ARCHIVO		
X			1	ESTA 2511.DAT		
INFORMACION DEL RECEPTOR						
FABRICANTE	MODELO	SERIAL No	No DEL EQUIPO	ESTADO		
GEONIX	Z 3070	009		OPERACIONAL		
ALTURA DE LA ANTENA (METROS)						
VERTICAL INICIAL		1.85				
VERTICAL FINAL						
INCLINADA INICIAL						
INCLINADA FINAL						
DIAGRAMA DE OBSTACULOS SESION			INFORMACION DE POSTPROCESO			
			PROYECTO: DABEIBA-CAMPARRUSIA ARCHIVO: ESTA 2511.DAT NOMBRE: GPS1 FECHA: 2021-9-8 REVISO: OBSERVACION:			
OBSERVACIONES CAMPO						
T = 15 min + (2 min * N Km) T = 15 min + N min T = N min						

Figura 7 Formato de Campo Posicionamiento GPS1



Figura 8 Posicionamiento de GPS-1

FORMATO DE CAMPO GPS						
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO:	DABEIBA-CAMPARRUSIA		HOJA No	2	DE	8
RESPONSABLE:	GICA SAS		CARGO:	TOPOGRAFO	FECHA:	2021-9-8
POSICION:	MONTAÑA MOSQUERA					
INFORMACION DEL LUGAR						
DEPARTAMENTO:	ANTIOQUIA		MUNICIPIO:	DABEIBA		
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA			ENTIDAD			
GPS-2			AEGOS - BANCOLOMBIA			
AÑO			2021			
INFORMACION DE LA SESION						
FECHA:	DIA JULIANO:	SESION:	BASE:	MOVIL:		
2021-9-8	251	13:33-13:50		X		
COORDENADAS			NORTE			
			ESTE			
CONFIGURACION EQUIPO						
ESTATICO	CINEMATICO	RTK	INTERVALO (SEG)	ARCHIVO		
X			1	base 2511.DAT		
INFORMACION DEL RECEPTOR						
FABRICANTE	MODELO	SERIAL No	No DEL EQUIPO	ESTADO		
E-SIOBY	E-300	529		OPERACIONAL		
ALTURA DE LA ANTENA (METROS)						
VERTICAL INICIAL		1.724				
VERTICAL FINAL						
INCLINADA INICIAL						
INCLINADA FINAL		1.761				
DIAGRAMA DE OBSTACULOS SESION			INFORMACION DE POSTPROCESO			
			PROYECTO: DABEIBA-CAMPARRUSIA ARCHIVO: base 2511.DAT NOMBRE: GPS-2 FECHA: 2021-9-8 REVISO: OBSERVACION:			
OBSERVACIONES CAMPO						
T = 15 min + (2 min * N Km) T = 15 min + N min T = N min						

Figura 9 Formato de Campo Posicionamiento GPS2



Figura 10 Posicionamiento de GPS-2

Figura 11 Formato de Campo Posicionamiento de GPS-3

FORMATO DE CAMPO GPS						
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO	DABEIBA-CAMPARRUSIA		HOJA No	3	DE	8
RESPONSABLE	GICA S.A.S		CARGO	TOPOGRAFO	FECHA	2021-9-8
POSICION	MONTAÑA HOSQUEERA					
INFORMACION DEL LUGAR						
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	TOPONIMIA (LUGAR DE REFERENCIA)				
ANTIOQUIA	DABEIBA	VIA DABEIBA - CRUCES				
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA		ENTIDAD	AÑO			
GPS-3		ARGOS - BANCOLOMBIA	2021			
INFORMACION DE LA SESION						
FECHA	DIA JULIANO	SESION	BASE	MOVIL		
2021-9-8	251	11:04-12:04	1	X		
COORDENADAS						
NORTE			ESTE			
CONFIGURACION EQUIPO						
ESTATICO	CINEMATICO	RTK	INTERVALO (SEG)	ARCHIVO		
X			1	EST2514		
INFORMACION DEL RECEPTOR						
FABRICANTE	MODELO	SERIAL No	No DEL EQUIPO	ESTADO		
RECEPTOR	GEOMAX	710-20	009	OPERACIONAL		
ANTENA						
ALTURA DE LA ANTENA (METROS)			DIAGRAMA DE OBSTACULOS SESION			
VERTICAL INICIAL 1.85 VERTICAL FINAL INCLINADA INICIAL INCLINADA FINAL						
OBSERVACIONES CAMPO			INFORMACION DE POSTPROCESO			
T= 15 min + (2 min * N Km) T= 15 min * N min T=N min			PROYECTO: DABEIBA-CAMPARRUSIA ARCHIVO: EST2514 NOMBRE: GPS-3 FECHA: 2021-9-8 REVISO: OBSERVACION:			



Figura 12 Posicionamiento de GPS-3

FORMATO DE CAMPO GPS						
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO	DABEIBA-CAMPARRUSIA		HOJA No	4	DE	8
RESPONSABLE	GICA S.A.S		CARGO	TOPOGRAFO	FECHA	2021-9-8
POSICION	MONTAÑA HOSQUEERA					
INFORMACION DEL LUGAR						
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	TOPONIMIA (LUGAR DE REFERENCIA)				
ANTIOQUIA	DABEIBA	VIA DABEIBA - CRUCES				
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA		ENTIDAD	AÑO			
GPS-4		ARGOS - BANCOLOMBIA	2021			
INFORMACION DE LA SESION						
FECHA	DIA JULIANO	SESION	BASE	MOVIL		
2021-09-8	251	9:46-10:44		X		
COORDENADAS						
NORTE			ESTE			
CONFIGURACION EQUIPO						
ESTATICO	CINEMATICO	RTK	INTERVALO (SEG)	ARCHIVO		
X				EST2514		
INFORMACION DEL RECEPTOR						
FABRICANTE	MODELO	SERIAL No	No DEL EQUIPO	ESTADO		
RECEPTOR	GEOMAX	710-20	009	OPERACIONAL		
ANTENA						
ALTURA DE LA ANTENA (METROS)			DIAGRAMA DE OBSTACULOS SESION			
VERTICAL INICIAL 1.85 VERTICAL FINAL INCLINADA INICIAL INCLINADA FINAL						
OBSERVACIONES CAMPO			INFORMACION DE POSTPROCESO			
T= 15 min + (2 min * N Km) T= 15 min * N min T=N min			PROYECTO: DABEIBA-CAMPARRUSIA ARCHIVO: EST2514 NOMBRE: GPS-4 FECHA: 2021-9-8 REVISO: OBSERVACION:			

Figura 13 Formato de posicionamiento de GPS-5



Figura 14 Posicionamiento de GPS-4



FORMATO DE CAMPO GPS	
DATOS DEL PROYECTO	
PROYECTO: DABEIBA - CAMPARRUSIAS	HOJA No 5 DE 8
RESPONSABLE: GICA SAS	
POSICION: HONORATA HONORATA	CARGO: TOPOGRAFO
FECHA: 2021-9-8	
INFORMACION DEL LUGAR	
DEPARTAMENTO: ANTIOQUIA	MUNICIPIO: DABEIBA
TOPONIMIA (LUGAR DE REFERENCIA): VIA DABEIBA - CRUCES	
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA: GPS-5	ENTIDAD: ARGOS - BANCOLOMBIA
AÑO: 2021	
INFORMACION DE LA SESION	
FECHA: 2021-9-8	DIA JULIANO: 251
SESION: 13:59-15:00	BASE: MOVIL
X	
COORDENADAS	
NORTE ESTE	
CONFIGURACION EQUIPO	
ESTATICO: X	CINEMATICO:
RTK:	INTERVALO (SEG): 1
ARCHIVO: EST251	
INFORMACION DEL RECEPTOR	
FABRICANTE: GOMAX	MODELO: 730-20
SERIAL No: 009	No DEL EQUIPO: OPERACIONAL
ESTADO: OPERACIONAL	
ALTURA DE LA ANTENA (METROS)	
VERTICAL INICIAL: 1,85	VERTICAL FINAL: 1,85
INCLINADA INICIAL:	INCLINADA FINAL:
DIAGRAMA DE OBSTACULOS SESION	
OBSERVACIONES CAMPO	
T= 15 min + (2 min * N Km) T= 15 min + N min T=N min	
INFORMACION DE POSTPROCESO	
PROYECTO: DABEIBA - CAMPARRUSIAS	ARCHIVO: EST251
NOMBRE: GPS-5	FECHA: 2021-9-8
REVISO:	OBSERVACION:

Figura 15 Formato de posicionamiento de GPS-5



Figura 16 Posicionamiento de GPS-5

FORMATO DE CAMPO GPS	
DATOS DEL PROYECTO	
PROYECTO: DABEIBA - CAMPARRUSIAS	HOJA No 6 DE 8
RESPONSABLE: GICA SAS	
POSICION: HONORATA HONORATA	CARGO: TOPOGRAFO
FECHA: 2021-9-7	
INFORMACION DEL LUGAR	
DEPARTAMENTO: ANTIOQUIA	MUNICIPIO: DABEIBA
TOPONIMIA (LUGAR DE REFERENCIA): VIA DABEIBA - CRUCES	
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA: GPS-5	ENTIDAD: ARGOS - BANCOLOMBIA
AÑO: 2021	
INFORMACION DE LA SESION	
FECHA: 2021-9-7	DIA JULIANO: 250
SESION: 10:49-11:49	BASE: MOVIL
7	
COORDENADAS	
NORTE ESTE	
CONFIGURACION EQUIPO	
ESTATICO: X	CINEMATICO:
RTK:	INTERVALO (SEG): 1
ARCHIVO: EST250	
INFORMACION DEL RECEPTOR	
FABRICANTE: GOMAX	MODELO: 730-20
SERIAL No: 009	No DEL EQUIPO: OPERACIONAL
ESTADO: OPERACIONAL	
ALTURA DE LA ANTENA (METROS)	
VERTICAL INICIAL: 1,85	VERTICAL FINAL:
INCLINADA INICIAL:	INCLINADA FINAL:
DIAGRAMA DE OBSTACULOS SESION	
OBSERVACIONES CAMPO	
T= 15 min + (2 min * N Km) T= 15 min + N min T=N min	
INFORMACION DE POSTPROCESO	
PROYECTO: DABEIBA - CAMPARRUSIA	ARCHIVO: EST250
NOMBRE: GPS-5	FECHA: 2021-9-7
REVISO:	OBSERVACION:

Figura 17 Formato de Campo Posicionamiento GPS6



Figura 18 Posicionamiento GPS6

FORMATO DE CAMPO GPS						
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO:	DABEIBA - CAMPARRUSIA		HOJA No	7	DE	8
RESPONSABLE:	GICA SAS		CARGO:	TOPOGRAFICO		
POSICION:	MONTAÑA MOSQUERA		FECHA:	2021-9-7		
INFORMACION DEL LUGAR						
DEPARTAMENTO:	ANTIOQUIA		MUNICIPIO:	DABEIBA		
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA:			ENTIDAD:			
GPS-7			ALCOS - BANCOLOMBIA			
FECHA:			AÑO:			
2021-9-7			2021-9-7			
INFORMACION DE LA SESION						
FECHA:	DIA JULIANO:	SESION:	BASE:	MOVIL:		
2021-9-7	250	09:27-10:24		X		
COORDENADAS						
NORTE			ESTE			
CONFIGURACION EQUIPO						
ESTATICO:	CINEMATICO:	RTK:	INTERVALO (SEG):	ARCHIVO:		
X			1	EST2501		
INFORMACION DEL RECEPTOR						
FABRICANTE:	MODELO:	SERIAL No:	No DEL EQUIPO:	ESTADO:		
GCOTAX	Z-10-70	009		OPERACIONAL		
ALTIMETRIA DE LA ANTENA (METROS)						
VERTICAL INICIAL:		OBSTACULOS:				
1,85		NORTE				
VERTICAL FINAL:		E				
1,85		S				
INCLINADA INICIAL:		O				
		W				
INCLINADA FINAL:		HORIZONTE				
OBSERVACIONES CAMPO			INFORMACION DE POSTPROCESO			
T = 15 min + (2 min * N Km) T = 15 min + N min T = N min			PROYECTO: DABEIBA - CAMPARRUSIA			
			ARCHIVO: EST2501			
			NOMBRE: GPS7			
			FECHA: 2021-9-7			
			REVISO:			
			OBSERVACION:			

Figura 19 Formato de Campo Posicionamiento GPS7



Figura 20 Posicionamiento de GPS-7

FORMATO DE CAMPO GPS						
DATOS DEL PROYECTO						
PROYECTO:	DABEIBA - CAMPARRUSIA		HOJA No		DE	
RESPONSABLE:	GICA SAS		CARGO:	TOPOGRAFICO		
POSICION:	MONTAÑA MOSQUERA		FECHA:	2021-09-08		
INFORMACION DEL LUGAR						
DEPARTAMENTO:	ANTIOQUIA		MUNICIPIO:	DABEIBA		
NOMBRE Y CODIGO DE LA PLACA:			ENTIDAD:			
GPS-8			ALCOS - BANCOLOMBIA			
FECHA:			AÑO:			
2021-9-7			2021			
INFORMACION DE LA SESION						
FECHA:	DIA JULIANO:	SESION:	BASE:	MOVIL:		
2021-9-7	250		X			
COORDENADAS						
NORTE			ESTE			
CONFIGURACION EQUIPO						
ESTATICO:	CINEMATICO:	RTK:	INTERVALO (SEG):	ARCHIVO:		
X			1	EST2501		
INFORMACION DEL RECEPTOR						
FABRICANTE:	MODELO:	SERIAL No:	No DEL EQUIPO:	ESTADO:		
EUBUECY	E-300	533		OPERACIONAL		
ALTIMETRIA DE LA ANTENA (METROS)						
VERTICAL INICIAL:		OBSTACULOS:				
1,772		NORTE				
VERTICAL FINAL:		E				
		S				
INCLINADA INICIAL:		O				
		W				
INCLINADA FINAL:		HORIZONTE				
1,880						
OBSERVACIONES CAMPO			INFORMACION DE POSTPROCESO			
T = 15 min + (2 min * N Km) T = 15 min + N min T = N min			PROYECTO: DABEIBA - CAMPARRUSIA			
			ARCHIVO: EST2501			
			NOMBRE: GPS8			
			FECHA: 2021-9-8			
			REVISO:			
			OBSERVACION:			

Figura 21 Formato de Campo Posicionamiento GPS8



Figura 22 Posicionamiento GPS8



4.4 POSTPROCESO

Una vez verificados estos requisitos mencionados y haber realizado el posicionamiento, con el respectivo formato de campo diligenciado para cada punto GPS se obtienen los siguientes resultados:

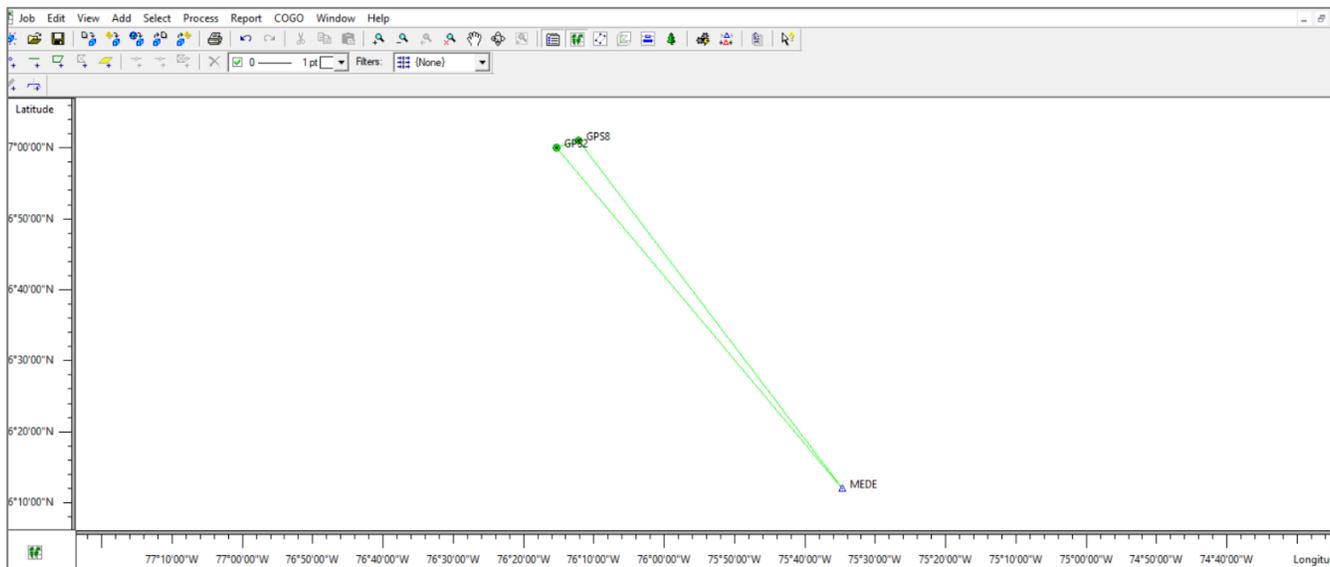


Figura 23 Vectores MEDE-GPS2 y MEDE-GPS8

Used GPS Observations					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS2-GPS8	1944.643	5745.158	218.187	0.002	0.004
GPS2-MEDE	-88453.21	74768.988	15.871	0.026	0.028
GPS8-MEDE	-90405.429	69013.943	-167.91	0.025	0.024

GPS Observation Residuals					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS2-GPS8	1944.643	5745.158	218.187	0.002	0.004
GPS2-MEDE	-88453.21	74768.988	15.871	0.026	0.028
GPS8-MEDE	-90405.429	69013.943	-167.91	0.025	0.024

Control Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
MEDE	1579608.499	-6142783.84	684352.542	

Adjusted Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS2	1504415.956	-6150064.214	772144.577	
GPS8	1509991.722	-6148679.263	774101.315	

Figura 24 Reporte de posproceso GPS 2 - Gps 8



Para los GPS1-GPS3-GPS4-GPS5-GPS6-GPS7, se determinó su posición, a partir de una doble determinación, desde los GPS2 y GPS8. Estos puntos fueron posicionados con una antena GEOMAX ZENITH 20, de serial 5160009 cumpliendo con los tiempos de rastreo establecidos según normativa Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Con base en las coordenadas calculadas de los GPS 2 y GPS 8, verificando el cumplimiento de cada uno de los requisitos para un óptimo posicionamiento, se toman como base para realizar el posicionamiento y el postproceso de los GPS1-GPS3-GPS4-GPS5-GPS6-GPS7, obteniendo los siguientes resultados.

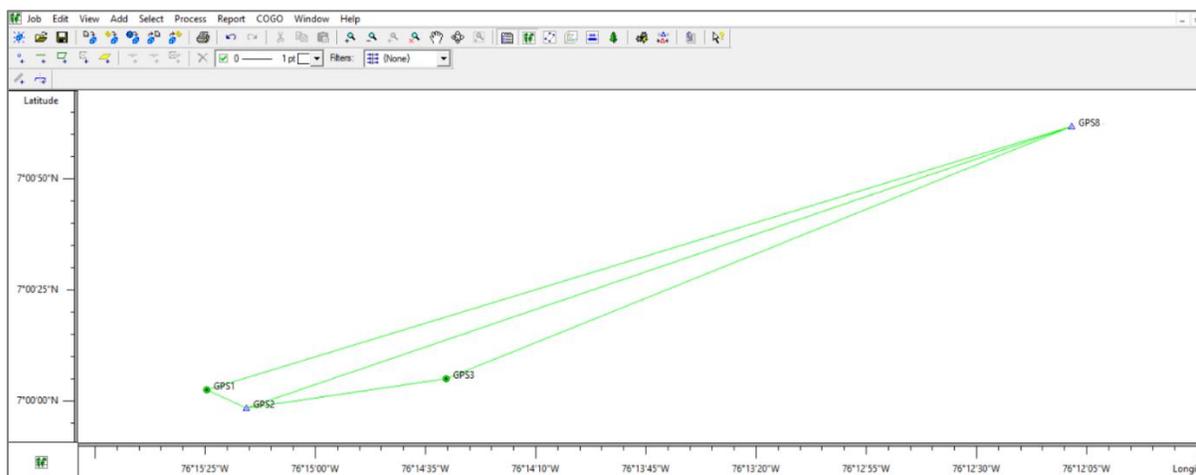


Figura 25 Vectores GPS1 Y GPS3

Used GPS Observations						
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	
GPS1-GPS2	-8037.69	6244.771	29.444	0.005	0.01	
GPS1-GPS8	11750.041	320174.604	250.236	0.015	0.029	
GPS2-GPS3	-6381.005	64892.902	33.489	0.001	0.002	
GPS2-GPS8	19785.559	313928.364	221.076	0.002	0.005	
GPS3-GPS8	26165.933	249035.457	187.561	0.013	0.023	

GPS Observation Residuals						
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	
GPS1-GPS2	-8037.69	6244.771	29.444	0.005	0.01	
GPS1-GPS8	11750.041	320174.604	250.236	0.015	0.029	
GPS2-GPS3	-6381.005	64892.902	33.489	0.001	0.002	
GPS2-GPS8	19785.559	313928.364	221.076	0.002	0.005	
GPS3-GPS8	26165.933	249035.457	187.561	0.013	0.023	

Control Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS2	1504415.956	-6150064.214	772144.577	
GPS8	1509991.722	-6148679.263	774101.315	

Adjusted Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS1	1504136.366	-6150087.178	772262.314	
GPS3	1505767.603	-6149742.362	772348.625	

Figura 26 Reporte de posproceso GPS 1 - Gps 3

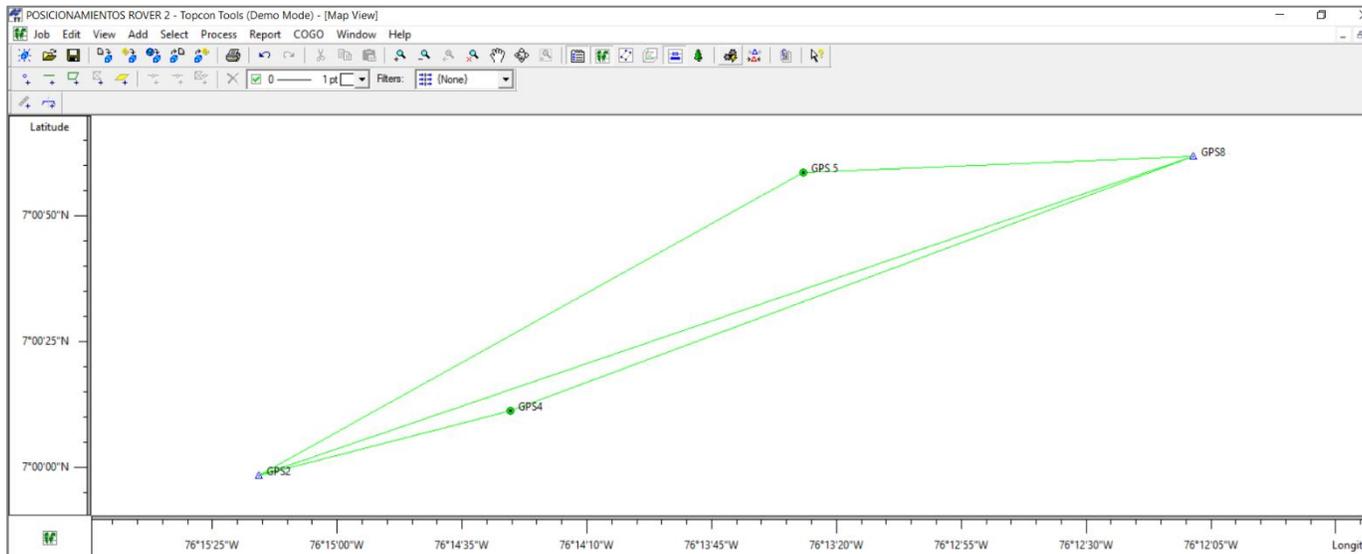


Figura 27 Vectores GPS4 Y GPS5

Used GPS Observations					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS2-GPS4	-130.618	79030.329	23.978	0.002	0.006
GPS2-GPS8	19785.559	313928.363	221.076	0.002	0.005
GPS2-GPS 5	41290.348	212353.561	124.367	0.014	0.023
GPS4-GPS8	19916.588	234898.277	197.04	0.004	0.011
GPS8-GPS 5	21504.318	-101570.183	-97.285	0.007	0.012

GPS Observation Residuals					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS2-GPS4	-130.618	79030.329	23.978	0.002	0.006
GPS2-GPS8	19785.559	313928.363	221.076	0.002	0.005
GPS2-GPS 5	41290.348	212353.561	124.367	0.014	0.023
GPS4-GPS8	19916.588	234898.277	197.04	0.004	0.011
GPS8-GPS 5	21504.318	-101570.183	-97.285	0.007	0.012

Control Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS2	1504415.956	-6150064.214	772144.577	
GPS8	1509991.722	-6148679.263	774101.315	

Adjusted Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS4	1505910.514	-6149673.852	772535.788	
GPS 5	1507640.766	-6149168.933	773993.04	

Figura 28 Reporte de posproceso GPS 4 - Gps 5

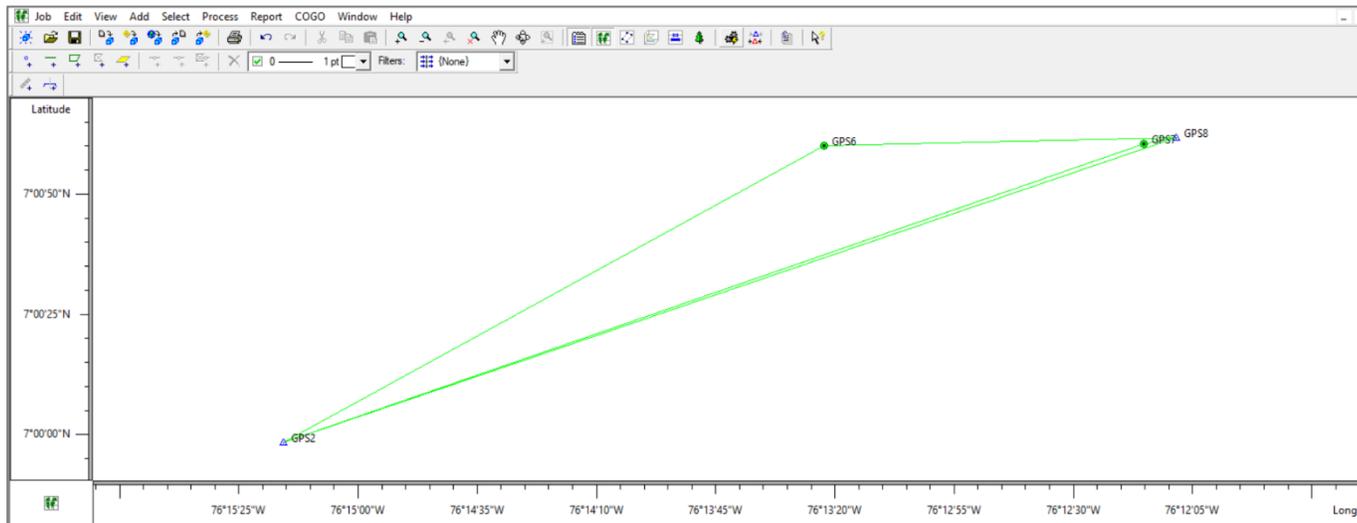


Figura 29 Vectores GPS6 y GPS7

Used GPS Observations						
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	
GPS2-GPS6	41880.458	219781.441	130.489	0.02	0.027	
GPS2-GPS7	20332.699	303779.189	206.552	0.014	0.031	
GPS2-GPS8	19785.265	313928.349	221.031	0.002	0.004	
GPS6-GPS8	-22095.625	94147.447	90.518	0.013	0.024	
GPS7-GPS8	-546.34	10150.199	14.47	0.002	0.003	

GPS Observation Residuals						
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	
GPS2-GPS6	41880.458	219781.441	130.489	0.02	0.027	
GPS2-GPS7	20332.699	303779.189	206.552	0.014	0.031	
GPS2-GPS8	19785.265	313928.349	221.031	0.002	0.004	
GPS6-GPS8	-22095.625	94147.447	90.518	0.013	0.024	
GPS7-GPS8	-546.34	10150.199	14.47	0.002	0.003	

Control Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS2	1504415.956	-6150064.214	772144.577	
GPS8	1509991.722	-6148679.263	774101.315	

Adjusted Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS6	1507770.55	-6149137.923	774041.877	
GPS7	1509786.651	-6148719.905	774059.523	

Figura 30 Reporte de posproceso GPS 6 - Gps 7

4.5 CÁLCULO DE VELOCIDADES

Se realiza el cálculo de velocidades por medio del software MAGNA PRO 4.2, para cada uno de los GPS calculados (GPS1-GPS2-GPS3-GPS4-GPS5-GPS5-GPS6-GPS7-GPS8), además de realizar el traslado de coordenadas a época 2018, con el fin de trasladar, las coordenadas de los 8 puntos GPS a la época de referencia para Colombia 2018.

Por medio de la resolución número 715 de 2018 se actualiza el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, la cual dicta la realización de un cálculo de velocidades y cambio de época, calculados en el archivo "Cálculo de velocidades GPS1-GPS2-GPS3-GPS4-GPS5-GPS6-GPS7-GPS8.xlsx", y que da como resultado las coordenadas finales, que se presentan en el archivo "GPS POSICIONADOS PROYECTO DABEIBA.xlsx"



4.5.1 Cálculo de Velocidades GPS1

Tabla 4 Calculo velocidades GPS 1

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°00'02.39158"N	76°15'24.69529"W	452.708
PLANAS GAUSS		
NORTE		ESTE
1 265 978 646		1 090 680 599
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1504136.366	-6150087.178	772262.314

2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°00'02.39004"N	76°15'24.69633"W	452.708
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0081	0.0036	0.0127
Cambio de Época		3.6877
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0299	0.0133	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1504136.3361	-6150087.1913	772262.2672

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 265 978 599	1 090 680 567	452.708	20.5	432.208

Resultados

Velocidad Sur-Norte:	0,0128
Velocidad Oeste-Este:	0,0087
X:	0,0081
Y:	0,0036
Z:	0,0127

Figura 31 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS1

Plana Gauss - Kruger

Norte(m):	1265978,599	Origen Gauss <input type="radio"/> Automático <input checked="" type="radio"/> Manual Oeste ▾
Este(m):	1090680,567	
Altura Elipsoidal(m):	452,708	

Figura 32 Coordenadas Gauss Magna Pro

Ondulación Geoidal (m)

20,5

Figura 33 Ondulación Geoidal Magna Pro



Figura 34 Foto del mojón GPS1



4.5.2 Cálculo de Velocidades GPS2

Tabla 5 Calculo velocidades GPS 2

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
6°59'58.41277"N	76°15'15.66982"W	482.152
PLANAS GAUSS		
NORTE		ESTE
1 265 856 891		1 090 957 861
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1504415.956	-6150064.214	772144.577

2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
6°59'58.41118"N	76°15'15.67067"W	482.152
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0066	0.0033	0.0131
Cambio de Época		3.6877
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0243	0.0122	0.0483
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1504415.9317	-6150064.2262	772144.5287

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 265 856 842	1 090 957 834	482.152	20.6	461.552

Resultados	
Velocidad Sur-Norte:	0,0132
Velocidad Oeste-Este:	0,0071
X:	0,0066
Y:	0,0033
Z:	0,0131

Figura 35 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS2

Plana Gauss - Kruger	
Norte(m):	1265856,842
Este(m):	1090957,834
Altura Elipsoidal(m):	482,152
Origen Gauss <input type="radio"/> Automático <input checked="" type="radio"/> Manual Oeste ▾	

Figura 36 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS2

Ondulación Geoidal (m)
20,6

Figura 37 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS2



Figura 38 Foto del mojón GPS2

4.5.3 Cálculo de Velocidades GPS3

Tabla 6 Calculo velocidades GPS 3

2021.69

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 29



GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°00'04.97054"N	76°14'30.40546"W	515.641
PLANAS GAUSS		
NORTE	ESTE	
1 266 060 816	1 092 346 950	
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1505767.603	-6149742.362	772348.625

2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°00'04.9690"N	76°14'30.40652"W	515.641
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0081	0.0036	0.0127
Cambio de Época		3.6877
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0299	0.0133	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1505767.5731	-6149742.3753	772348.5782

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 266 060 768	1 092 346 917	515.641	20.7	494.941

Resultados	
Velocidad Sur-Norte:	0,0128
Velocidad Oeste-Este:	0,0086
X:	0,0081
Y:	0,0036
Z:	0,0127

Figura 39 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS3

Plana Gauss - Kruger	
Norte(m)	1266060,768
Este(m)	1092346,917
Altura Elipsoida...	515,642
Origen Gauss	<input type="radio"/> Automático <input checked="" type="radio"/> Manual
	Oeste ▾

Figura 40 Coordenadas Gauss Magna Pro - GPS3

Ondulación Geoidal (m)
20,7

Figura 41 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS3



Figura 42 Foto del mojón GPS3



4.5.4 Cálculo de Velocidades GPS4

Tabla 7 Calculo velocidades GPS 4

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°00'11.14641"N	76°14'25.35247"W	506.147
PLANAS GAUSS		
NORTE		ESTE
1 266 250 832		1 092 501 720
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1505910.514	-6149673.852	772535.788

2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°00'11.14486"N	76°14'25.35350"W	506.147
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0081	0.0036	0.0127
Cambio de Época		3.6877
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0299	0.0133	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1505910.4841	-6149673.8653	772535.7412

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 266 250 785	1 092 501 688	506.147	20.7	485.447

Resultados

Velocidad Sur-Norte:	0,0128
Velocidad Oeste-Este:	0,0086
X:	0,0081
Y:	0,0036
Z:	0,0127

Figura 43 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS4

Plana Gauss - Kruger

Norte(m):	1266250,785	Origen Gauss <input type="radio"/> Automático <input checked="" type="radio"/> Manual Oeste ▾
Este(m):	1092501,688	
Altura Elipsoidal(m):	506,147	

Figura 44 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS4

Ondulación Geoidal (m)

20,7

Figura 45 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS4



Figura 46 Foto del mojón GPS4



4.5.5 Cálculo de Velocidades GPS5

Tabla 8 Calculo velocidades GPS 5

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°00'58.53716"N	76°13'26.68839"W	605.939
PLANAS GAUSS		
NORTE		ESTE
1 267 710 057		1 094 299 836
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1507640.766	-6149168.933	773993.040
2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°00'58.53562"N	76°13'26.68942"W	605.939
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0080	0.0036	0.0127
Cambio de Época		3.6877
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0295	0.0133	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1507640.7365	-6149168.9463	773992.9932

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 267 710 010	1 094 299 804	605.939	20.9	585.039

Resultados	
Velocidad Sur-Norte:	0,0128
Velocidad Oeste-Este:	0,0085
X:	0,0080
Y:	0,0036
Z:	0,0127

Figura 47 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS5

Plana Gauss - Kruger	
Norte(m):	1267710,010
Este(m):	1094299,804
Altura Elipsoidal(m):	605,939
Origen Gauss	<input type="radio"/> Automático <input checked="" type="radio"/> Manual Oeste ▾

Figura 48 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS5

Ondulación Geoidal (m)
20,9

Figura 49 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS5



Figura 50 Foto del mojón GPS5



4.5.6 Cálculo de Velocidades GPS6

Tabla 9 Calculo velocidades GPS 6

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°01'00.11173"N	76°13'22.34124"W	612.687
PLANAS GAUSS		
NORTE		ESTE
1 267 758 676		1 094 433 185
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1507770.550	-6149137.923	774041.877

2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°01'00.11019"N	76°13'22.34229"W	612.687
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0080	0.0036	0.0127
Cambio de Época		3.6877
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0295	0.0133	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1507770.5205	-6149137.9363	774041.8302

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
267 758 629	1 094 433 153	612.687	20.9	591.787



Figura 51 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS6

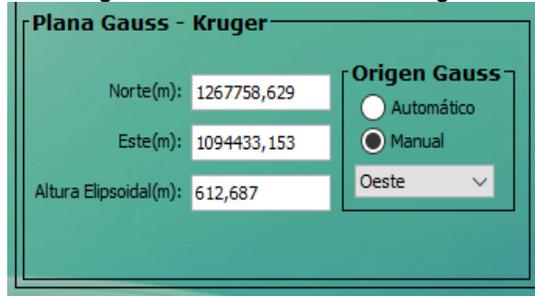


Figura 52 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS6

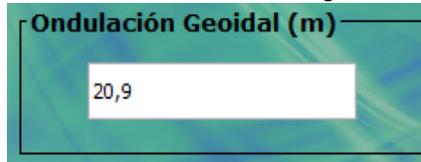


Figura 53 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS6



Figura 54 Foto del mojón GPS6

4.5.7 Cálculo de Velocidades GPS7

Tabla 10 Calculo velocidades GPS 7

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°01'00.38568"N	76°12'15.30676"W	688.754

PLANAS GAUSS		
NORTE	ESTE	
1 267 770 883	1 096 490 821	
COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X	Y	Z
1509786.651	-6148719.905	774059.523

2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°01'00.38415"N	76°12'15.30779"W	688.754
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0079	0.0035	0.0127
Cambio de Época		3.6849
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0291	0.0129	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1509786.6219	-6148719.9179	774059.4762

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 267 770 836	1 096 490 790	688.754	21.1	667.654



Resultados	
Velocidad Sur-Norte:	0,0128
Velocidad Oeste-Este:	0,0084
X:	0,0079
Y:	0,0035
Z:	0,0127

Figura 55 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS7

Plana Gauss - Kruger

Norte(m): 1267770,836

Este(m): 1096490,790

Altura Elipsoidal(m): 688,754

Origen Gauss

Automático

Manual

Oeste ▾

Figura 56 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS7

Ondulación Geoidal (m)

21,1

Figura 57 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS7



Figura 58 Foto del mojón GPS7

4.5.8 Cálculo de Velocidades GPS8

Tabla 11 Calculo velocidades GPS 8

2021.69		
GEOGRAFICAS		
LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
7°01'01.69827"N	76°12'08.50294"W	703.224
PLANAS GAUSS		
NORTE	ESTE	
1 267 811 599	1 096 699 594	
COORDENADAS GEOCENTRICAS		

X	Y	Z
1509991.722	-6148679.263	774101.315
2018		
GEOGRAFICAS		
LATITUD N	LONGITUD W	ALT. ELIPSOIDAL
7°01'01.69672"N	76°12'08.50401"W	703.224
VELOCIDADES		
Vx	Vy	Vz
0.0079	0.0035	0.0127
Cambio de Época		3.6849
DESPLAZAMIENTO		
X	Y	Z
0.0291	0.0129	0.0468
COORDENADAS GEOCENTRICAS 2018.0		
X	Y	Z
1509786.6219	-6148719.9179	774059.4762

COORDENADAS FINALES PLANAS EPOCA 2018.00				
NORTE	ESTE	ALT ELIP	OND GEOIDAL	COTA GEOCOL 2004
1 267 811 552	1 096 699 561	703.224	21.1	682.124



Figura 59 Imagen Cálculo De Velocidades Magna Pro – GPS8

Plana Gauss - Kruger

Norte(m): 1267811,552

Este(m): 1096699,561

Altura Elipsoidal(m): 703,224

Origen Gauss

Automático

Manual

Oeste ▾

Figura 60 Coordenadas Gauss Magna Pro GPS8

Ondulación Geoidal (m)

21,1

Figura 61 Ondulación Geoidal Magna Pro GPS8



Figura 62 Foto del mojón GPS8

4.3. AMARRE VERTICAL

4.6.1 Procedimiento Para Nivelación Geométrica.

Se realiza la nivelación geométrica con base en la información topográfica suministrada por la empresa CHEC y conforme a la indicación dada por la dirección de la consultoría, tomando como base el BM JM24, el cual tiene una cota geométrica 410.568, y está ubicado aproximadamente a 400 metros del GPS1. Dicho punto se toma como punto de partida para el circuito de nivelación y contra nivelación.



Figura 63 BM JM24 Entregado por CHEC

Con la entrega de la cota geométrica del BM, se realizan las actividades correspondientes a la nivelación de los 8 puntos GPS, usando un nivel electrónico GEOMAX de referencia ZDL700 y serial 4212809, (ANEXO certificado de calibración vigente).



Figura 64 GEOMAX Ref. ZDL700

Especificaciones técnicas

- Memoria de 2.000 puntos
- Lectura Rápida de 3 Seg
- Precisión de 0,7 mm en una nivelación doble de 1 km.
- Aumento 24x
- Lectura Máxima 105 m
- Lectura Mínima 20 m
- Índice de Protección IP55

Se realiza una nivelación y contra nivelación de precisión a cada uno de los 8 puntos GPS, llevando a cabo un traslado de cota desde el BM JM24, para determinar las alturas SNM de los puntos materializados, definiendo los circuitos de nivelación que fueron ejecutados, se obtiene la siguiente precisión por segmento:

Tabla 12 Circuitos de nivelación

SEGMENTO	LONGITUD EN NIVELACIÓN Y CONTRA NIVELACIÓN	ERROR DE CIERRE
JM24-GPS1	864m	4mm
GPS1-GPS2	1060m	7mm
JM39-GPS3	5368m	24mm
GPS3-GPS6	5726m	9mm
GPS6-GPS8	6340m	20mm



El procedimiento de la nivelación se realiza desde un punto A a un punto B, y la contra nivelación, desde B hasta A, tomando el punto final en la nivelación, como punto inicial para la contra nivelación, realizando el cálculo en la misma cartera.

Se adjuntan carteras de cálculo de nivelación y contra nivelación, para cada circuito.

Tabla 13 Cálculos de Circuito JM24-GPS1-JM24

	PTO	V(+)	V(-)	COTA
NIVELACIÓN	JM24	0.7251		410.568
	JM25	4.4096	0.3671	410.926
	JM26	4.3342	0.2295	415.106
	JM27	4.0956	0.2212	419.219
	JM28	4.0181	0.6734	422.641
	JM29	4.7039	0.1856	426.474
	JM30	3.4045	0.4132	430.765
	JM31	1.5718	1.2989	432.870
	GPS1	1.2448	1.2066	433.235
CONTRANIVELACIÓN	JM31	1.3106	1.6117	432.868
	JM30	0.3969	3.4152	430.764
	JM29	0.1851	4.6886	426.472
	JM28	0.6993	4.0167	422.641
	JM27	0.1828	4.1251	419.215
	JM26	0.2616	4.3022	415.095
	JM25	0.3990	4.4330	410.924
	JM24		0.7586	410.564
Error de cierre				-0.004

Tabla 14 Cálculos de Circuito GPS1-GPS2-GPS1

	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
NIVELACIÓN	JM31	1.3507		432.870	
	JM33	3.7859	0.8949	433.326	
	JM34	3.7311	0.2032	436.909	
	JM35	3.8898	0.0921	440.548	
	JM36	4.8478	0.2629	444.174	
	JM37	3.3502	0.1213	448.901	T1
	JM38	3.9287	0.5518	451.699	
	JM39	2.3667	0.0855	455.543	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM40A	2.8039	0.5524	457.357	
	JM41A	2.8655	0.4705	459.690	
	JM42A	3.1818	2.0871	460.469	
	GPS2	0.8639	0.9002	462.750	
CONTRANIVELACIÓN	JM42A	2.2580	3.1431	460.471	
	JM41A	0.4341	3.0368	459.692	
	JM40A	0.5537	2.7661	457.360	
	JM39	0.1076	2.3595	455.554	
	JM38	0.5281	3.9532	451.709	
	JM37	0.1380	3.3288	448.908	T1
	JM36	0.3242	4.8686	444.178	
	JM35	0.1701	3.9501	440.552	
	JM34	0.1756	3.8089	436.913	
	JM33	0.8840	3.7561	433.332	
	JM31		1.3396	432.877	
Error de cierre				-0.007	

Tabla 15 Cálculos de Circuito JM39-GPS3-JM39

	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
NIVELACIÓN	JM39	3.9242		455.543	
	JM40	3.0337	0.1554	459.312	
	JM41	4.7662	0.0846	462.261	
	JM42	4.7833	0.0956	466.932	
	JM43	4.6895	0.2635	471.451	
	JM44	3.8151	0.3349	475.806	T2
	JM45	4.6777	0.7498	478.871	
	JM46	4.1179	0.2662	483.283	
	JM47	3.6912	0.0355	487.365	
	JM48	3.8682	0.1586	490.898	
	JM49	3.9191	0.4310	494.335	
	JM50	3.4580	0.4458	497.808	
	JM51	3.2406	0.1959	501.070	
	JM52	3.4930	0.5144	503.797	
JM53	3.0564	0.6744	506.615	T3	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM54	3.8431	0.8358	508.836	
	JM55	2.3550	0.3195	512.359	
	JM56	2.3882	0.1820	514.532	
	JM57	1.4868	0.9250	515.996	
	JM58	2.1270	0.2496	517.233	T4
	JM59	0.1078	2.8517	516.508	
	JM60	0.1417	4.0311	512.585	
	JM61	0.2245	4.0455	508.681	
	JM62	0.1798	4.3118	504.594	
	JM63	0.0747	4.4122	500.361	T5
	JM64	0.5423	2.9805	497.455	
	JM65	0.0351	3.7457	494.252	
	JM66	1.3178	2.6677	491.619	
	JM67	1.9350	0.9578	491.979	
	JM68	2.6036	0.8284	493.086	
	JM69	2.9890	0.2106	495.479	
	JM70	4.1265	0.0882	498.380	
	JM71	3.5393	0.0625	502.444	
	JM72	2.5309	0.1975	505.786	
	JM73	0.7714	2.3682	505.948	
	JM74	0.1658	3.2628	503.457	T7
	JM75	0.6714	3.2094	500.413	
	JM76	0.6934	2.5594	498.525	
	GPS3	2.6243	2.6579	496.561	
CONTRANIVELACIÓN	JM76	2.5602	0.6598	498.525	
	JM75	3.2439	0.6720	500.414	
	JM74	3.2633	0.1987	503.459	T7
	JM73	2.3966	0.7713	505.951	
	JM72	0.2315	2.5592	505.788	
	JM71	0.1168	3.5757	502.444	
	JM70	0.1651	4.1796	498.381	
	JM69	0.2964	3.0636	495.483	
	JM68	0.8411	2.6895	493.090	
	JM67	1.0099	1.9449	491.986	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM66	2.7426	1.3699	491.626	
	JM65	3.7146	0.1098	494.259	
	JM64	3.0229	0.5039	497.469	
	JM63	4.4529	0.1114	500.381	T5
	JM62	4.4112	0.2206	504.613	
	JM61	4.0713	0.3185	508.706	
	JM60	4.0887	0.1666	512.610	
	JM59	2.7896	0.1662	516.533	
	JM58	0.2681	2.0633	517.259	T4
	JM57	0.9274	1.5086	516.019	
	JM56	0.2024	2.3901	514.556	
	JM55	0.4001	2.3769	512.382	
	JM54	0.9018	3.9428	508.839	
	JM53	0.7700	3.1269	506.614	T3
	JM52	0.6375	3.5864	503.797	
	JM51	0.2335	3.3638	501.071	
	JM50	0.5219	3.4912	497.813	
	JM49	0.4814	3.9938	494.341	
	JM48	0.2423	3.9222	490.901	
	JM47	0.1294	3.7643	487.379	
	JM46	0.3329	4.2115	483.297	
	JM45	0.8002	4.7432	478.886	
	JM44	0.3983	3.8643	475.822	T2
	JM43	0.3273	4.7532	471.467	
	JM42	0.2083	4.8432	466.951	
	JM41	0.1415	4.8739	462.286	
	JM40	0.2051	3.0902	459.337	
	JM39		3.9748	455.567	
Error de cierre					0.024

Tabla 16 Cálculo de Circuito GPS3-GPS6-GPS3

	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
NIVELACIÓN	GPS3	0.7943		496.561	
	JM78	2.3394	2.0866	495.269	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM79	0.2083	2.7382	494.870	T8
	JM80	0.6399	3.9294	491.149	
	JM81	0.7876	3.5582	488.231	
	GPS4	2.0800	1.9789	487.039	
	JM83	2.2752	1.3373	487.782	
	JM84	2.6761	0.1159	489.941	
	JM85	3.1400	0.2159	492.401	
	JM86	3.6319	0.1399	495.402	T9
	JM87	3.8383	0.3298	498.704	
	JM88	4.1489	0.1202	502.422	
	JM89	0.7082	0.8862	505.684	
	JM90	0.4268	2.7103	503.682	
	JM91	0.3624	3.4007	500.708	
	JM92	1.0417	3.1663	497.905	
	JM93	0.8334	2.1458	496.800	T10
	JM94	0.1303	3.4995	494.134	
	JM95	1.9110	3.8210	490.444	
	JM96	3.4345	0.3452	492.009	
	JM97	3.0288	0.1609	495.283	
	JM98	3.5878	0.6775	497.634	T11
	JM99	3.2425	0.2863	500.936	
	JM100	3.2100	0.3099	503.868	
	JM101	2.4071	0.5555	506.523	
	JM102	2.7295	0.6168	508.313	
	JM103	2.8978	0.4022	510.641	
	JM104	4.0611	0.6166	512.922	
	JM105	2.9201	0.3420	516.641	T12
	JM106	2.9647	0.4351	519.126	
	JM107	3.5387	0.3527	521.738	
	JM108	4.4741	0.2302	525.046	
	JM109	3.2880	0.1945	529.326	
	JM110	3.6666	0.2718	532.342	
	JM111	3.6055	0.1613	535.847	T13
	JM112	3.6180	0.5671	538.886	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM113	3.6092	0.5357	541.968	
	JM114	2.8927	0.3254	545.252	
	JM115	3.4375	0.2722	547.872	
	JM116	2.0920	1.0556	550.254	T14
	JM117	2.4970	0.6741	551.672	
	JM118	3.2930	0.7051	553.464	
	JM119	3.1637	0.2939	556.463	
	JM120	3.9618	0.2292	559.398	
	JM121	3.0930	0.2998	563.060	
	JM122	3.0950	0.3047	565.848	
	JM123	3.6860	0.6040	568.339	T15
	JM124	3.4640	0.2167	571.808	
	JM125	3.3314	0.7257	574.547	
	JM126	3.1433	0.4454	577.433	
	JM127	3.8973	0.3088	580.267	
	JM128	2.9942	0.7283	583.436	T16
	JM129	2.1807	0.7090	585.721	
	GPS5	2.1123	1.0970	586.805	
	JM131	3.7034	0.5137	588.404	
	JM132	2.3516	0.3288	591.778	
	GPS6	0.6234	0.5606	593.569	
	JM132	0.2792	2.4131	591.780	
	JM131	0.5305	3.6654	588.393	
	GPS5	0.9783	2.1315	586.792	
	JM129	0.7924	2.0621	585.709	
	JM128	0.6981	3.0755	583.425	T16
	JM127	0.3474	3.8569	580.267	
	JM126	0.4930	3.1834	577.431	
	JM125	0.7404	3.3804	574.543	
	JM124	0.2368	3.4736	571.810	
	JM123	0.6459	3.7013	568.346	T15
	JM122	0.3862	3.1392	565.852	
	JM121	0.3465	3.1749	563.064	
	JM120	0.2775	4.0064	559.404	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
CONTRANIVELACIÓN	JM119	0.3879	3.2147	556.466	
	JM118	0.7321	3.3941	553.460	
	JM117	0.7100	2.5130	551.679	
	JM116	1.1421	2.1287	550.261	T14
	JM115	0.3458	3.5253	547.877	
	JM114	0.3716	2.9668	545.256	
	JM113	0.5983	3.6566	541.971	
	JM112	0.6413	3.6815	538.888	
	JM111	0.2207	3.6771	535.852	T13
	JM110	0.3398	3.7277	532.345	
	JM109	0.2016	3.3214	529.364	
	JM108	0.3110	4.4905	525.075	
	JM107	0.3831	3.6211	521.765	
	JM106	0.4930	2.9974	519.151	
	JM105	0.3610	2.9791	516.664	T12
	JM104	0.7076	4.0787	512.947	
	JM103	0.4405	2.9683	510.686	
	JM102	0.6370	2.7710	508.356	
	JM101	0.6152	2.4249	506.568	
	JM100	0.3310	3.2696	503.913	
	JM99	0.2854	3.2688	500.975	
	JM98	0.6490	3.5910	497.670	T11
	JM97	0.1950	3.0006	495.318	
	JM96	0.4169	3.4767	492.037	
	JM95	3.7577	1.9802	490.473	
	JM94	3.4930	0.0671	494.164	
	JM93	2.1237	0.8274	496.829	T10
	JM92	3.2153	1.0196	497.934	
	JM91	3.3852	0.4125	500.736	
	JM90	2.6935	0.4111	503.710	
JM89	0.7954	0.6859	505.718		
JM88	0.1863	4.0662	502.447		
JM87	0.3766	3.9063	498.727		
JM86	0.1883	3.6781	495.426	T9	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM85	0.2693	3.1893	492.425	
	JM84	0.1047	2.7323	489.962	
	JM83	1.2584	2.2663	487.800	
	GPS4	2.0014	2.0057	487.053	
	JM81	3.5387	0.8063	488.248	
	JM80	3.8893	0.6283	491.158	
	JM79	2.7484	0.1666	494.881	T8
	JM78	2.1012	2.3509	495.279	
	GPS3		0.8094	496.570	
Error de cierre					0.009

Tabla 17 GPS6-GPS8-GPS6

	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	GPS6	1.6014		593.569	
	JM134	3.1384	0.5716	594.599	
	JM135	2.9220	0.4413	597.296	T17
	JM136	3.2405	0.5406	599.678	
	JM137	3.5994	0.6887	602.229	
	JM138	3.4027	0.4407	605.388	
	JM139	3.2011	0.0446	608.746	
	JM140	2.9624	0.4682	611.479	
	JM141	2.8997	0.5639	613.878	T18
	JM142	2.8296	0.2908	616.486	
	JM143	3.4047	0.1179	619.198	
	JM144	3.2256	0.4855	622.117	
	JM145	3.6401	0.4983	624.845	
	JM146	3.4200	0.2776	628.207	
	JM147	2.8948	0.2832	631.344	
	JM148	3.2985	0.4150	633.824	
	JM149	3.0683	0.2292	636.893	T19
	JM150	3.4523	0.4027	639.559	
	JM151	3.5659	0.3121	642.699	
	JM152	2.5886	0.5040	645.761	
	JM153	3.1120	0.4618	647.888	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM154	2.3381	0.4256	650.574	T20
	JM155	0.3659	1.4115	651.501	
	JM156	0.8715	2.0444	649.822	
	JM157	0.6420	2.1434	648.550	T21
	JM158	1.5009	2.5558	646.636	
	JM159	3.1007	0.9358	647.201	
	JM160	2.3270	0.2162	650.086	
	JM161	2.9159	0.3944	652.019	
	JM162	3.5976	0.1969	654.738	
	JM163	3.5221	0.3288	658.006	
	JM164	2.6170	0.7555	660.773	T22
	JM165	2.9769	0.3761	663.014	
	JM166	3.3759	0.1463	665.844	
	JM167	3.1552	0.2325	668.988	
	JM168	3.1558	0.3333	671.810	
	JM169	3.4549	0.5512	674.414	
	JM170	2.3628	0.0934	677.776	
	JM171	0.6728	0.1755	679.963	
	JM172	0.1596	3.0377	677.598	T23
	JM173	1.7413	2.5659	675.192	
	JM174	2.7251	0.4761	676.457	
	JM175	3.6560	0.5530	678.629	
	JM176	3.4304	0.2652	682.020	
	JM177	3.0447	0.3528	685.098	
	JM178	0.2260	1.4461	686.696	
	JM179	0.5239	3.2982	683.624	T24
	JM180	0.3144	3.0474	681.101	
	JM181	0.2438	3.5883	677.827	
	JM182	0.4338	3.2484	674.822	
	JM183	0.7142	2.4258	672.830	
	JM184	0.5195	3.6896	669.855	
	JM185	0.0426	3.5749	666.799	
	JM186	0.2915	3.4157	663.426	T25
	JM187	0.3289	3.3559	660.362	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM188	3.3634	0.7192	659.971	
	JM189	3.3760	0.1011	663.234	
	JM190	4.2032	0.6654	665.944	
	GPS7	3.4120	0.6282	669.519	
	JM192	3.6891	0.2597	672.672	
	JM193	3.3610	0.2240	676.137	T26
	JM194	3.2607	0.4112	679.087	
	JM195	3.3407	0.4049	681.942	
	GPS8	1.1806	1.2219	684.061	
	JM195	0.3560	3.3009	681.941	
	JM194	0.3994	3.2068	679.090	
	JM193	0.1611	3.3507	676.139	T26
	JM192	0.1985	3.6281	672.672	
	GPS7	0.6341	3.3468	669.523	
	JM190	0.6252	4.2125	665.945	
	JM189	0.0903	3.3358	663.234	
	JM188	0.6842	3.3492	659.976	
	JM187	3.3230	0.2933	660.366	
	JM186	3.4982	0.2685	663.421	T25
	JM185	3.5358	0.1231	666.796	
	JM184	3.6535	0.4890	669.843	
	JM183	2.3800	0.6752	672.821	
	JM182	3.2161	0.3852	674.816	
	JM181	3.5740	0.2113	677.821	
	JM180	3.0000	0.2996	681.095	
	JM179	3.2799	0.4762	683.619	T24
	JM178	1.4012	0.2112	686.688	
	JM177	0.3435	2.9939	685.095	
	JM176	0.2476	3.4193	682.019	
	JM175	0.5165	3.6360	678.631	
	JM174	0.5066	2.6875	676.460	
	JM173	2.6170	1.7714	675.195	
	JM172	2.9801	0.2130	677.599	T23
	JM171	0.1355	0.6127	679.966	



	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM170	0.1220	2.3168	677.785	
	JM169	0.5517	3.4810	674.426	
	JM168	0.2869	3.1517	671.826	
	JM167	0.1630	3.1076	669.005	
	JM166	0.1858	3.3068	665.862	
	JM165	0.4610	3.0176	663.030	
	JM164	0.7405	2.7009	660.790	T22
	JM163	0.3542	3.5067	658.024	
	JM162	0.2547	3.6185	654.759	
	JM161	0.3724	2.9728	652.041	
	JM160	0.2737	2.2924	650.121	
	JM159	0.8499	3.1623	647.233	
	JM158	2.4836	1.4205	646.662	
	JM157	2.1499	0.5685	648.577	T21
	JM156	2.1430	0.8788	649.848	
	JM155	1.4412	0.4633	651.528	
	JM154	0.4407	2.3678	650.601	T20
	JM153	0.5500	3.1283	647.914	
	JM152	0.4675	2.6674	645.796	
	JM151	0.3588	3.5315	642.732	
	JM150	0.3703	3.4989	639.592	
	JM149	0.2081	3.0362	636.926	T19
	JM148	0.5080	3.2787	633.856	
	JM147	0.2703	2.9888	631.375	
	JM146	0.2773	3.4079	628.237	
	JM145	0.4956	3.6363	624.878	
	JM144	0.4646	3.2230	622.151	
	JM143	0.1856	3.3861	619.229	
	JM142	0.2900	2.9031	616.512	
	JM141	0.5645	2.9008	613.901	T18
	JM140	0.4641	2.9647	611.501	
	JM139	0.0865	3.1965	608.769	
	JM138	0.4238	3.4469	605.408	
	JM137	0.6685	3.5829	602.249	

	PTO	V(+)	V(-)	COTA	COINCIDE CON PUNTO
	JM136	0.5844	3.2207	599.697	
	JM135	0.4714	2.9639	597.317	T17
	JM134	0.6232	3.1686	594.620	
	GPS6		1.6537	593.590	
Error de cierre					0.020

Al realizar los cálculos, se evidencia que el error obtenido en cada uno de los circuitos de nivelación y contra nivelación ejecutados, es inferior a 10mm/km, como pide la especificación técnica requerida.

4.6.2 Registro Fotográfico Nivelación y Contra Nivelación Proyecto Dabeiba.



Figura 65 Nivelación GPS1



Figura 66 Contranivelación GPS 1

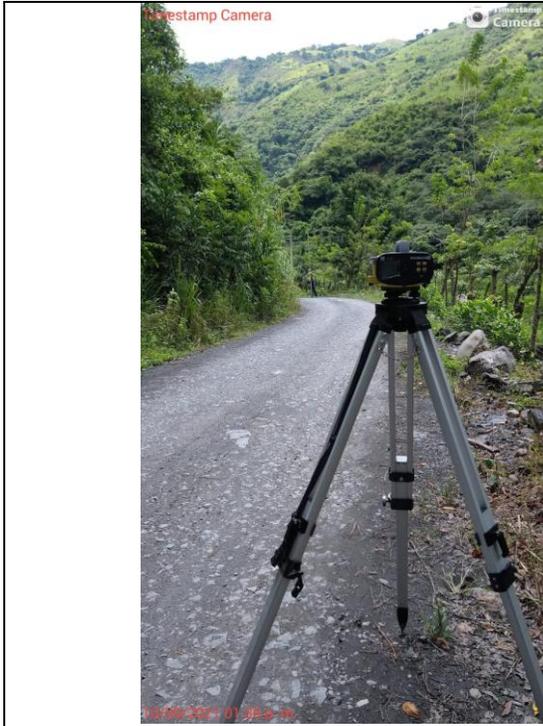


Figura 67 Nivelación GPS6

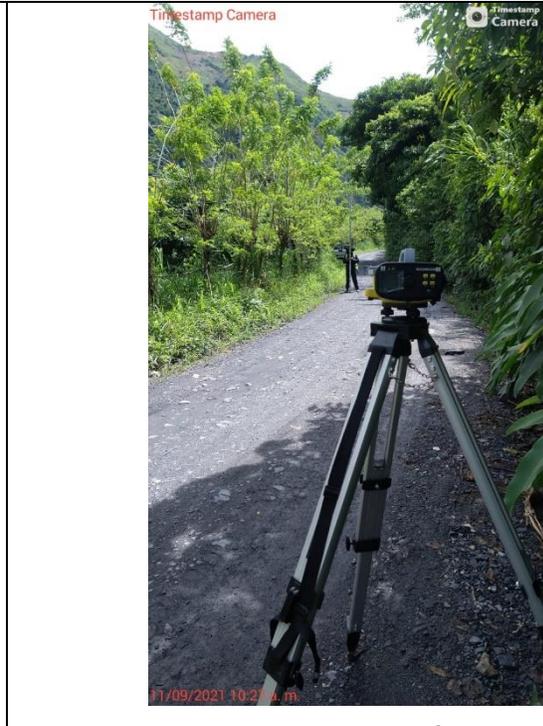


Figura 68 Contranivelación GPS6

4.4. GEORREFERENCIACION PUNTOS CADA 250M.

Con base en la georreferenciación y la nivelación geométrica de los 8 puntos GPS construidos, se procede a realizar la materialización de puntos sobre el absidado cada 250 metros. Los equipos utilizados para la actividad fueron una pareja de GPS marca SURVEY E-300, se observa en el siguiente registro fotográfico.



Figura 69 Georreferenciación Puntos 250m

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 55



Figura 70 Georreferenciación Puntos cada 500m



Figura 71 Georreferenciación Puntos cada 750m

La georreferenciación de los puntos cada 250 a través del método RTK (Real Time Kinematic- Cinemático en Tiempo Real), en el origen Magna Sirgas Oeste al igual que el posicionamiento GPS, el método de RTK, se realiza mediante una pareja de antenas gps, donde un antena se ubica de manera estática en un punto con coordenadas definidas (BASE) y la otra antena se ubica en un bastón y se trabaja de manera móvil (ROVER), la antena que se encuentra estática emite correcciones a la antena móvil mediante señal de radio (UHF).

Las correcciones de emitidas por la base, son determinadas por factores como el punto con coordenadas conocidas donde se encuentra ubicada, cantidad de satélites de los cuales se recibe información, HDOP, VDOP obteniendo así una precisión confiable.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 56



Si se compara con levantamientos topográficos realizados con estación total, la BASE cumple la función de estación y el ROVER cumple la función del prisma.

Estos puntos fueron referenciados ubicando el GPS base en los mojones GPS3 y GPS 1, obteniendo un total de 26 puntos georreferenciados como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 18 Coordenadas referencias

CUADRO DE COORDENADAS PUNTOS CADA 250 METROS PROYECTO DABEIBA				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA GEOMETRICA	CODIGO
101	1265840.243	1092260.926	503.457	T7
102	1265622.579	1092165.162	504.246	T6
103	1265052.159	1091610.357	500.361	T5
104	1264970.320	1091345.526	517.233	T4
105	1265217.048	1091126.114	506.615	T3
106	1266181.483	1092371.919	494.870	T8
107	1266522.489	1092645.603	495.402	T9
110	1266991.821	1093140.625	497.634	T11
111	1267203.805	1093463.998	516.641	T12
112	1267401.196	1093638.567	535.847	T13
113	1267517.389	1093765.468	550.254	T14
114	1267631.754	1094011.875	568.339	T15
115	1267698.322	1094253.773	583.436	T16
116	1267764.545	1094499.928	597.296	T17
118	1267970.689	1095087.912	650.574	T20
119	1268082.564	1095020.842	636.893	T19
120	1267872.964	1094747.288	613.878	T18
121	1267953.577	1095202.415	660.773	T22
122	1267963.701	1095480.150	677.598	T23
123	1267958.582	1095915.418	683.624	T24
124	1267842.898	1096219.557	663.426	T25
125	1267763.889	1096596.754	676.137	T26
126	1265844.435	1090936.833	448.901	T1
127	1265565.480	1091129.288	475.806	T2

4.5. GEORREFERENCIACION OBRAS HIDRAULICAS.

Ejecutada la georreferenciación de los puntos cada 250 metro, el siguiente y final alcance, concerniente a las labores de topografía, es la georreferenciación de las obras hidráulicas existentes en la vía Dabeiba - Camparrusia donde se ejecutaron los trabajos ya antes mencionados.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 57

Al iniciar la inspección para encontrar cada una de estas obras existentes en el tramo, se encontró que estas obras se encuentran completamente colmatadas y algunas hasta destruidas como se observa en el siguiente registro fotográfico. Se presenta cuadro de coordenadas con su respectiva abscisa.

La actividad a realizar en las obras hidráulicas corresponde a georreferenciación de las mismas, en el sistema de coordenadas Magna Sirgas Oeste y obtención de sus cotas clave y batea, en sus respectivos encoles y descoles.

Observando el registro fotográfico adjunto, se evidencia que a menos de que se realice una limpieza total de estas obras hídricas, es imposible obtener los datos de cotas de batea y clave en sus encoles y descoles, por lo cual el trabajo adelantado se limitó a georreferenciar la parte superior que se encuentra visible.

Esta georreferenciación, al igual que la efectuada para los puntos cada 250m, se realizó por el método de RTK. El resultado de esta actividad se puede observar en el PLANO GEORREFERENCIACION OBRAS HIDRICAS.DWG.

Para este caso los puntos GPS, donde fue posicionado el gps BASE, fueron los GPS5 y GPS1.

# ESTRUCTURA	TIPO DE OBRA	ABCISADO	NORTE	ESTE
1	Puente	K0+353.36	1265999.231	1090744.678
				
Figura 72 Puente K0+353.36				
2	Alcantarillado	K2+809.56	1265602.888	1092155.859



Figura 73 Alcantarillado K4+619.01

3	Puente	K4+531.08	1266946.84	1093024.188
---	--------	-----------	------------	-------------



Figura 74 Puente K4+531.08

4	Alcantarillado	K4+619.01	1266955.316	1093103.603
---	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 75 Alcantarillado K4+619.01

5	Cauce hídrico	K5+573.61	1267486.771	1093767.847
---	---------------	-----------	-------------	-------------



Figura 76 Cauce hídrico K5+573.61

6	Alcantarillado	K5+891.63	1267631.074	1093991.107
---	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 77 Alcantarillado K5+891.63

7	Alcantarillado	K6+187.20	1267698.696	1094273.043
---	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 78 Alcantarillado K6+187.20

8	Alcantarillado	K6+330.59	1267740.334	1094409.396
---	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 79 Alcantarillado K6+330.59

9	Alcantarillado	K6+409.57	1267764.77	1094481.733
---	----------------	-----------	------------	-------------



Figura 80 Alcantarillado K6+409.57

10	Alcantarillado	K6+495.26	1267789.559	1094562.519
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 81 Alcantarillado K6+495.26

11	Alcantarillado	K6+569.23	1267832.054	1094624.797
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 82 Alcantarillado K6+569.23

12	Alcantarillado	K6+887.03	1267970.491	1094903.611
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 83 Alcantarillado K6+887.03

13	Alcantarillado	K7+009.58	1268059.169	1094981.24
----	----------------	-----------	-------------	------------



Figura 84 Alcantarillado K7+009.58

14	Alcantarillado	K7+143.48	1268088.251	1095100.532
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 85 Alcantarillado K7+143.48

15	Alcantarillado	K7+246.01	1267989.966	1095086.895
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 86 Alcantarillado K7+246.01

16	Alcantarillado	K7+575.86	1267686.242	1095175.268
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 87 Alcantarillado K7+575.86

17	Alcantarillado	K7+847.36	1267932.74	1095192.903
----	----------------	-----------	------------	-------------



Figura 88 Alcantarillado K7+847.36

18	Alcantarillado	K7+973.74	1268019.881	1095282.637
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 89 Alcantarillado K7+973.74

19	Alcantarillado	K8+061.11	1268019.24	1095281.691
----	----------------	-----------	------------	-------------



Figura 90 Alcantarillado K8+061.11

20	Alcantarillado	K8+307.02	1267928.077	1095555.049
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 91 Alcantarillado K8+307.02

21	Alcantarillado	K8+315.84	1267926.655	1095563.873
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 92 Alcantarillado K8+315.84

Nota. Obra hidráulica abscisa 8+350 y 9+800 no se evidencio en campo

22	Alcantarillado	K9+682.42	1267786.132	1096828.595
23	Alcantarillado	K9+756.77	1267766.391	1096894.212



Figura 93 Alcantarillado K9+682.42

24	Alcantarillado	K9+846.69	1267715.377	1096965.171
----	----------------	-----------	-------------	-------------



Figura 94 Alcantarillado K9+756.77

La inspección de obras hidráulicas no fue posible realizarlas, ya que las tapas se encuentran rotas o bloqueadas por la vegetación espesa.

5. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO MEDIANTE COMPLEMENTO LIDAR

5.2. GENERACIÓN DE CARTOGRAFIA DE DETALLE

5.2.1. Aspectos generales

Posterior al levantamiento convencional se llevó a cabo el complemento LiDAR en el área del polígono definido para el vuelo. Para tal fin se realizó la planeación del vuelo en software especializado y se procedió a realizar el control de calidad de las fotografías aéreas. Teniendo las fotografías y la nube de puntos LiDAR revisados, se realizó el procesamiento en software especializado mediante alineación de imágenes, nube de puntos densa, modelo digital de terreno, curvas de nivel y finalmente el ortomosaico de la zona.

5.2.2. Modelo geoidal Geocol 2004

En la actualidad el modelo GEOCOL 2004 proporciona las alturas geoidales que se usan en la determinación de alturas físicas. Este modelo se realizó, combinando información gravimétrica de diferentes resoluciones, primeramente, tomó como base un modelo global denominado TEG-4 (Texas Earth Gravity 4, Tepley, et al 2001), seguidamente se estandarizaron datos gravimétricos de diferentes fuentes, entre las que se encuentran el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) junto a compañías petroleras e internacionales.

Las alturas tomadas con GPS son alturas elipsoidales, por otro lado, existen las alturas ortométrica que son referidas al nivel medio del mar y son las que corresponden al geoide. Dada esta diferencia entre alturas, los datos tomados con GPS deben ser sometidos a transformación para referirse al geoide y no al elipsoide, este problema se resuelve con el uso de modelos geoidales; para el elipsoide WGS84 se utiliza el modelo Geocol 2004.

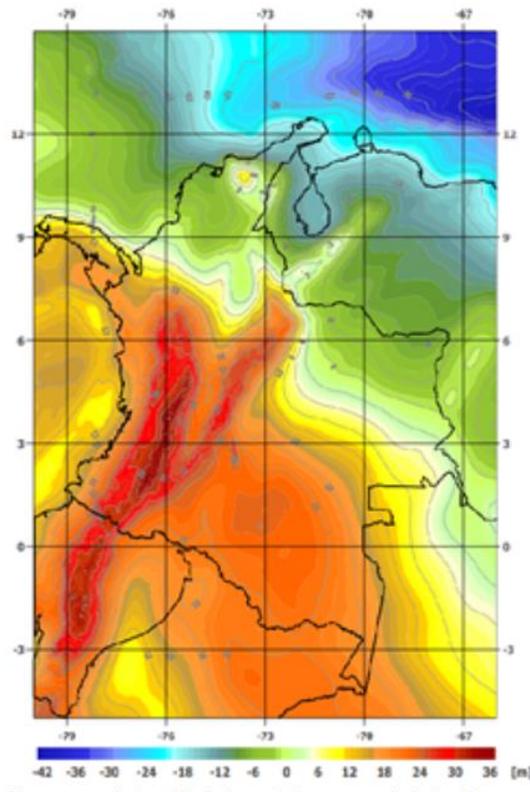


Figura 95 Geocol 2004 Fuente Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

El GEOCOL 2004 se encuentra para descarga libre en la página oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi en el siguiente link: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=804c54c17c554ab18dcca718b4e8b7ef>

5.2.3. Vuelo fotogramétrico

Este vuelo consiste en un vuelo autónomo de parte del vehículo aéreo no tripulado a través de su GPS recorriendo unas fajas de vuelo previamente calculadas y generadas desde la estación de tierra. Existe un porcentaje de traslape entre las fotos garantizando una excelente cobertura del terreno.

Planeación: Se Dibuja un polígono sobre el área de interés, se define la resolución de tierra y el traslape de imágenes.

Monitoreo: Se monitorea los parámetros de vuelo del drone. Las condiciones meteorológicas y la adquisición de las imágenes durante un vuelo en tiempo real y se recibe mensajes de estado y advertencias.

Control: Se actualiza o reprograma el plan de vuelo y la ubicación del aterrizaje mientras el drone está en vuelo y se envía comandos directos para acciones específicas, en caso de alguna eventualidad. Una vez que aterriza el vehículo se inicia un manejo automático de datos que donde se georreferencian las imágenes y registra los parámetros de la misión.

En estas etapas del proceso del vuelo fotogramétrico el equipo no está en disposición de realizar registro fotográfico puesto que los equipos y el acople de drone y Lidar salen listos de laboratorio.

5.2.4. Tecnología Lidar

El LIDAR (light detection and ranging) consta de un sensor óptico el cual tiene como finalidad transmitir rayos láser a un objetivo determinado, registrando el tiempo preciso desde que el pulso láser sale el receptor, hasta el momento en que este regresa, esta información combinada con información posicional (GPS e INS) se obtiene una serie de puntos tridimensionales reales del objetivo.

Los puntos LIDAR Aerotransportado a diferencia de otras tecnologías, consta de una gran cantidad de devoluciones lo que permite reconocer el terreno en escenarios de vegetación densa, además de estructuras tales como edificios, Postes y todo aquel detalle que se requiera ser representado.

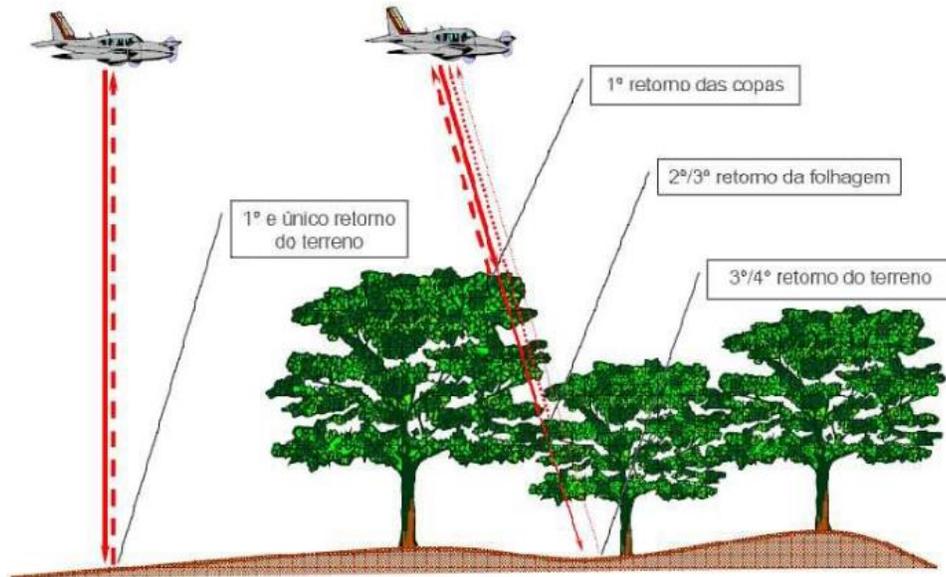


Figura 96 Funcionamiento del sistema Lidar

Fuente:

https://www.researchgate.net/publication/305502380_UTILIZACAO_DA_TECNOLOGIA_LIDAR_EM_PROJETOS_DE_ENGENHARIA_DE_INFRAESTRUTURA_VIARIA

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 71

5.3. RECURSOS

5.3.1. Recursos técnicos

Para el levantamiento topográfico se utilizó un vehículo aéreo no tripulado; que para este caso en particular fue un dron “OWL PPK” ver foto, el cual consta de tres grandes componentes:

- El Avión o dron
- La estación de control en tierra
- Cámara



Figura 97 “buhu2 LIDAR mid100”.

El dron posee características Generales como:

- Hovering Accuracy (P-Mode, with GPS) Vertical: ± 0.5 m, Horizontal: ± 1.5 m
- Max Angular Velocity Pitch: $300^\circ/s$, Yaw: $150^\circ/s$
- Max Pitch Angle 25°
- Max Speed of Ascent 5 m/s
- Max Speed of Descent 3 m/s
- Max Wind Resistance 8 m/s
- Max Flight Altitude above Sea Level 2500 m

Adicionalmente el dron tiene varios subcomponentes como son:

El piloto automático:

Este se encarga de dar las órdenes a los servos de control para que se muevan en la dirección deseada y así poder mantener los parámetros deseados de trayectoria, altura, rata de viraje, cabeceo, balanceo y guiñada entre los más representativos. El piloto automático también tiene entradas del GPS para posicionamiento y del IMU que ayuda a estabilizar el avión.

El GPS de navegación del dron:

Es un sensor que recibe las señales de la constelación de satélites enviando los datos de posición al piloto automático y a la estación de control en tierra.

El avión (Estructura & Motores):

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 72

La estructura del avión en su mayoría es de material EPO, el cual es resistente y liviano lo cual ayuda a mejorar las condiciones de vuelo del mismo, posee las conexiones eléctricas necesarias para comunicarse con el piloto automático y a su vez permitir el accionamiento de las superficies de control por medio de los servos respectivos. Los motores son eléctricos con sus respectivos controladores de velocidad (ESC) lo cual lo hace eficiente, más silencioso y amigable con el medio ambiente; éste es alimentado por baterías que le permite volar hasta 60 minutos, dependiendo de las condiciones climatológicas y de la altura sobre el nivel del mar.

Estación de control (Laptop) en tierra para monitoreo de drone

La estación de control en tierra está conformada por:

- La estación como tal: Cuenta con el software de programación y control de las misiones y por medio de la conexión de telemetría se puede tener control de la posición del avión y otros parámetros de vuelo en tiempo real.
- La conexión de telemetría: está conectada físicamente a la estación de control (laptop) y por medio de la cual se transmiten las órdenes al drone en vuelo en caso de ser necesario.
- El control remoto auxiliar: Este es un control remoto que se utiliza para casos específicos y tener control inmediato y directo sobre el drone.

Cámara

En este proyecto se utilizó cámara Sony Alpha 6000

- Sensor CMOS Exmor® APS HD tipo APS-C (23,5 x 15,6 mm)
- Número de píxeles (efectivos) Aprox. 24,3 megapíxeles
- sensibilidad iso (índice de exposición recomendado) fotografías: equivalencia con ISO 100-25600 (1/3 EV paso), AUTO (ISO 100-25600, límite inferior y superior seleccionable) Videos: equivalencia con ISO 100-12800 (1/3 EV paso) / AUTO (equivalencia con ISO 100-12800, límite inferior y superior seleccionable)
- tipo de visor electrónico (color) de 1,0 cm (tipo 0,39)
- tipo de monitor 7,5 cm (tipo 3.0) TFT panorámico



Figura 98 Cámara Sony Alpha 6000

Fuente: página oficial sony <https://www.sony.com.co/electronics/camaras-lentes-intercambiables/ilce-6000-body-kit>

Sensor LiDAR

El Gairhawk GS-100M es un sistema ULS LiDAR compacto que integra:

- Escáner láser de nueva generación (Livox),
- Sistema de posicionamiento preciso por satélite (GNSS) y sistema de posicionamiento inercial (IMU),
- Cámara digital (opcional)

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 73



- Memoria para almacenar la adquisición de datos

Tabla 19 Tabla de rendimiento sistema LiDAR

Altitud de vuelo [m]	Precisión [cm]	Superficie de captura [ha]
50	≤ 5 cm	88
70	≤ 7 cm	128
110	≤ 13 cm	192

Tabla 20 Características Sensor Gairhawk GS-100M

Parámetros GS-100M	Peso	0.9 kg (sin cámara) 1.2 kg con cámara (con cámara)
	Precisión	2 cm
	Rango de potencia	12V-16V
	Temperatura de operación	-20 C°-+55 C°
	Consumo	20W en promedio
	Montable a UAV	DJI M210, DJI M600 Pro DJI M300
	Almacenamiento	Capacidad 64 GB, soporte máximo tarjeta 128 GB TF
Unidad LiDAR	Rango de medición	Reflectividad 190m@10%, Reflectividad 260m@20%, Reflectividad 450m@80%
	Clase de láser	905nm Clase1 (IEC 60825-1:2014)
	Rango máx	450 m
	Rango mín	0.3 m
	Precisión de rango	±5cm (@0.3m-1m) ±2cm(@1m-200m)
	Datos	Triple eco, 720,000 Puntos/Seg
	Campo de visión (FOV)	70° visión circular
Unidad POS	Frecuencia de actualización	200HZ
	Precisión de heading	0.08°
	Precisión de pitch	0.025°
	Precisión de roll	0.025°
	Precisión de posición	0.02 - 0.05m
Software de pre- proceso	Tipo de señal GNSS	GPSL1/L2 GLONASSL1/L2 BDS B1/B2a/B3
	Software POS	Información de salida: posición, velocidad y actitud de vuelo
	Software nube de puntos	Formato de salida nube de puntos: .LAS, .TXT personalizado
Cámara (Opcional)	Software de terceros	LIDAR_Mate, Point Cloud Catalyst, Point Cab, TerraSolid, TopoDoT, LIDAR 360
	Modelo Cámara	Sony a6000
	Píxeles	24 Megapíxeles
	Evento de disparo	Disparo por distancia o tiempo
	Peso	Menos de 300g



Figura 99 Sensor El Gairhawk GS-100M

Sistema GNSS

Se utilizó equipo KQGeo M8mini Serial con las siguientes características:



Figura 100 Kqgeo M8mini Serial.

- Tamaño de 0.08 x 0.13 m.
- Peso total de 0.79 Kg.
- Batería de 11.1 V / 3.400 mAh, 23 horas de operación.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 75

- Temperatura mínima de -45°C y máxima de 60°C.
- Recepción de señal de: GPS: L1 C/A, L2E, L2C, L5. GLONASS: L1C/A, L1P, L2 C/A, L2P. GALILEO: L1BOC, E5A, E5B, E5AItBOCi, BDS: B1, B2.
- Diferencia de señales SBAS: Y.
- Tipos de medidas: Carrier Phase.
- Compatibilidad RTK: Si.
- No de canales: 220.
- Funcionalidad MRS: Si.
- Fase: RTK kinematic (constant part): 0.08 m.
- Fase: RTK kinematic (variable part): 1 ppm.
- Fase: Static post processing (constant part): 0.025 m.
- Fase: Static post processing (variable part): 0.025 ppm.
- Tiempo de iniciación en vuelo: 10 s.
- Capacidad de almacenamiento: 37768 MB.
- Tipo de datos: PPS, NMEA, Binary GSOF, ASCII Time Tags.
- Modem de radio: Dual-mode Bluetooth 4.0, compatible con Bluetooth 2.1, 2.4 GHz.
- Diferencial de datos RTCM estándar: RTCM 2.0 DGPS (select RTCM 2.1), RTCM 2.1-2.3, RTCM 3.0.
- Diferencial de datos CRM estándar: CMR, CMR+, sCMRx.
- NMEA formato de salida: NMEA-0183.
- L-Band compatible: Y.
- Características distinguibles: Linux OS, Cortex 400 MHX processor.

Sistema PPK



Figura 101 RTK GNSS EMLID RECEPTOR REACH RS+

- Características Receptor RTK GNSS:
- GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS y SBAS
- LoRa 868/915 MHz, rango encima de 8 km
- LiFePO4 batería, 5-40V entrada para cargador USB



Figura 102 RTK GNSS EMLID REACH M+

El módulo RTK GNSS para navegación precisa y UAV permite obtener mayor precisión en áreas de trabajo sin puntos de control o con pocos puntos de control.

Computador de oficina

Procesador: Intel (R) Core (TM) I7-4820K CPU 3.70 GHZ, memoria RAM 80 GB, Sistema operativo de 64 bits, bajo Windows 10 Pro.

5.3.2. Diagrama de flujo de manejo de información

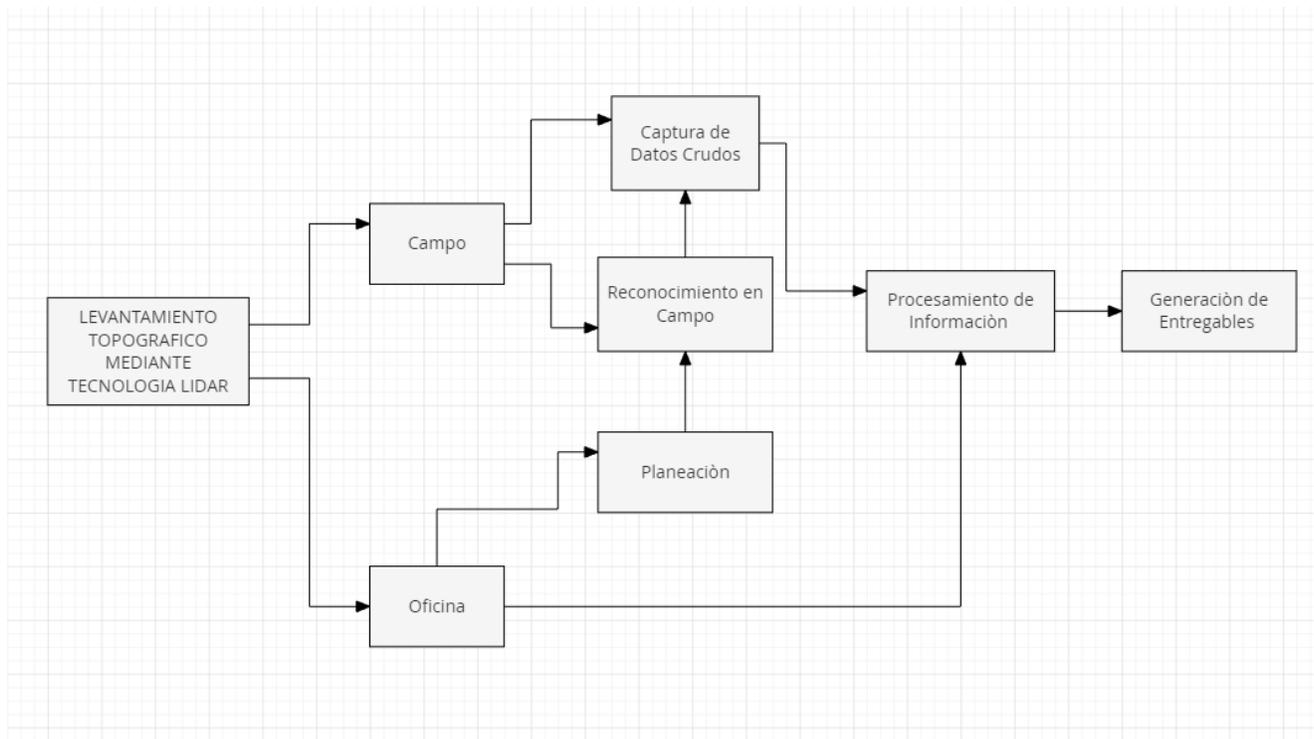


Figura 103 Diagrama de Flujo de Manejo de Información desde la captura hasta la entrega respectiva



5.4. TRABAJO EN OFICINA

5.4.1. Definición de los patrones de vuelo

Con base en cada polígono que cubre la zona de trabajo, se construyeron las líneas de vuelo teniendo en cuenta el traslape longitudinal, transversal y la altura de vuelo para obtener el GSD requerido por el cliente, generando 8 vuelo con captura de información Lidar y fotogramétrica de los días 17 a 19 de Septiembre entre las 9 am y las 3 pm ya que en esta franja horaria la zona presenta menor nubosidad y sombras, cada uno con diferentes parámetros de los que se extrajo información para un único procesamiento.

A continuación, la información general sobre las líneas de vuelo

Tabla 21 Parámetros de vuelo General

ESPECIFICACIÓN	VALOR
Número de Imágenes	1224
Distancia focal	16 mm
Altitud media de vuelo	110 m Fotogrametría 100 m Lidar
Puntos de paso	1 875 568
Resolución en terreno	3.0 cm/pix
Área cubierta	1.009 km ²
Recubrimiento longitudinal/transversal	80% 80%

5.5. LÍNEAS DE VUELO TIPO LIDAR

5.5.1. Cálculo de alturas, rumbos de patrón de vuelo, y toma de imágenes, cálculo inercial, ajustes o discrepancias de las imágenes

De acuerdo con el nivel de resolución requerido, se realizó la programación del patrón de vuelo a las alturas deseadas, teniendo en cuenta los factores previos mencionados en la sección del planeamiento en la Tabla 2 "Parámetros del vuelo"; posteriormente se ajustó el patrón de vuelo de acuerdo con la tendencia predominante del viento y finalmente se ajustó la programación de la cámara para la toma de imágenes.

Lanzamiento de zonas escogidas:

En las áreas de operación escogidas, se ensambló el dron, se cargó el patrón de vuelo al sistema automático, se realizaron las pruebas de controles de vuelo, configuración del vuelo, potencia del motor, estabilidad del centro de gravedad y de enganche del control remoto con la aeronave. Posteriormente se despegó la aeronave y una vez con la altura deseada se cambió al modo automático para que empiece a seguir el patrón de vuelo. Durante toda la fase de vuelo, se tuvo un control de la aeronave por medio de la telemetría en la Estación de Control en Tierra. Una vez se cumplió con el patrón de vuelo se aterizó la aeronave en el campo escogido, revisando el estado de la misma y descargando los datos recogidos.

5.5.2. Misión de vuelo fotogramétrico y generación de fotogramas

Una vez definido el polígono para la ejecución de los vuelos para captura de información LIDAR y Fotogramétrico, implementando un vuelo para ambas capturas. Se hizo uso del software especializado para generar la respectiva misión para toma de imágenes. El Software Mission Planner permite ajustar el traslape deseado, tanto longitudinal como transversalmente. Para el área de estudio, se estimó un traslape lateral entre líneas de vuelo del 80% y traslape frontal entre fotos 80%.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 78

A continuación, se muestra un compendio de las líneas de vuelo realizadas, la línea de planes de vuelo totales, y algunos planes de vuelo con sus respectivos perfiles.

Tabla 22 Resumen de vuelos y sus fajas

BASE GPS	FECHA DE VUELO	NÚMERO DE VUELO	NÚMERO DE FAJAS
GPS2	17 de septiembre	1	2
		2	2
		3	2
		4	2
	18 de septiembre	5	2
		6	2
	8 de septiembre	7	2
		8	9

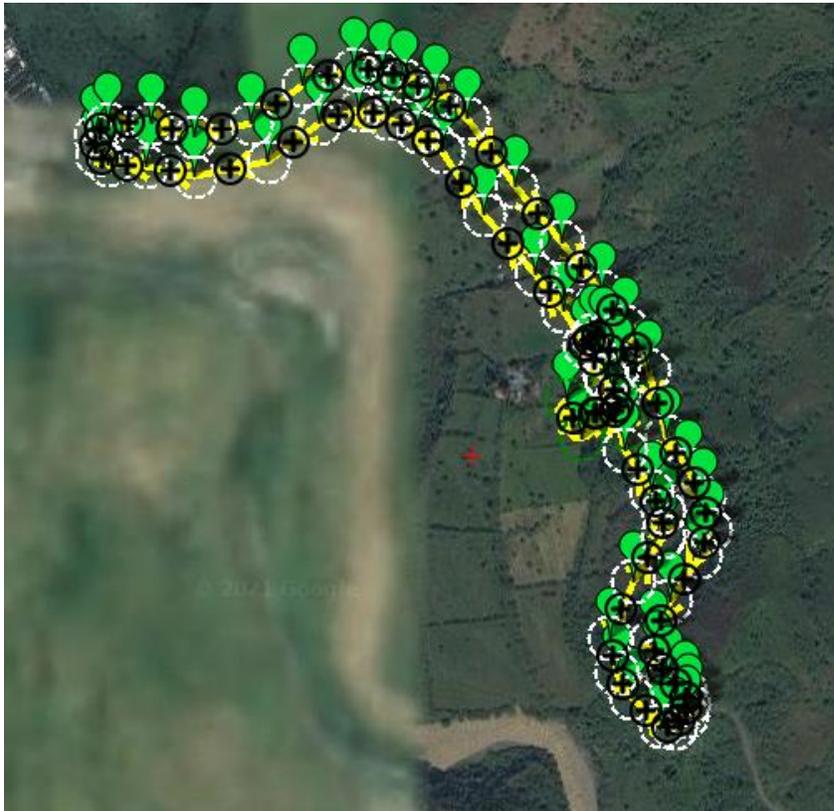


Figura 104 Línea de vuelo 1 tipo LiDAR y fotogrametría

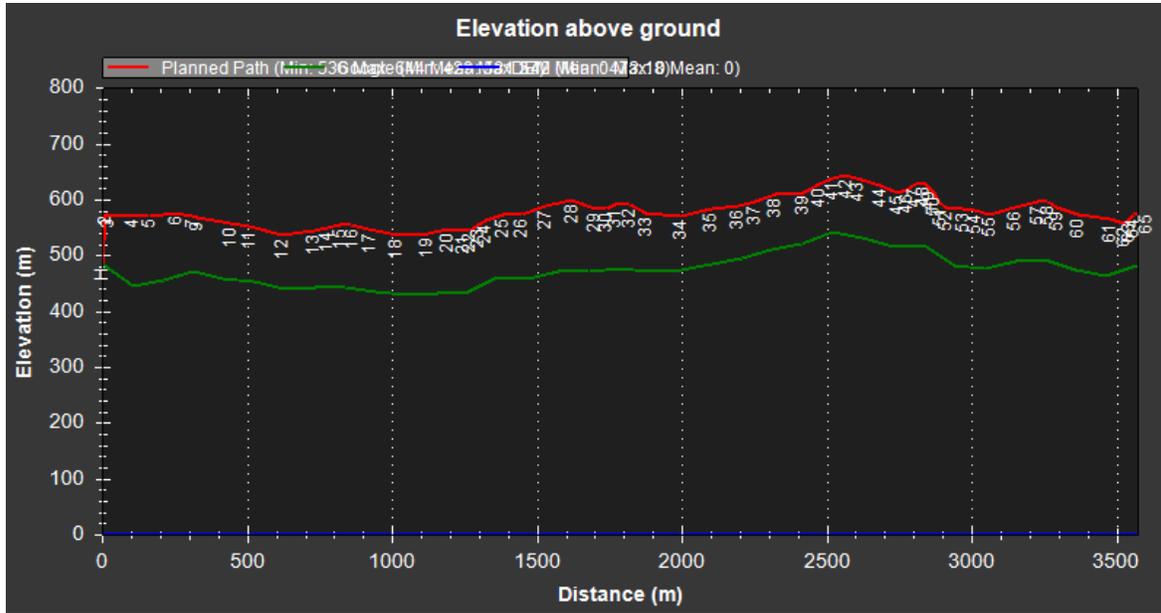


Figura 105 Perfil de elevación de Línea de vuelo 1 tipo LiDAR y fotogrametría

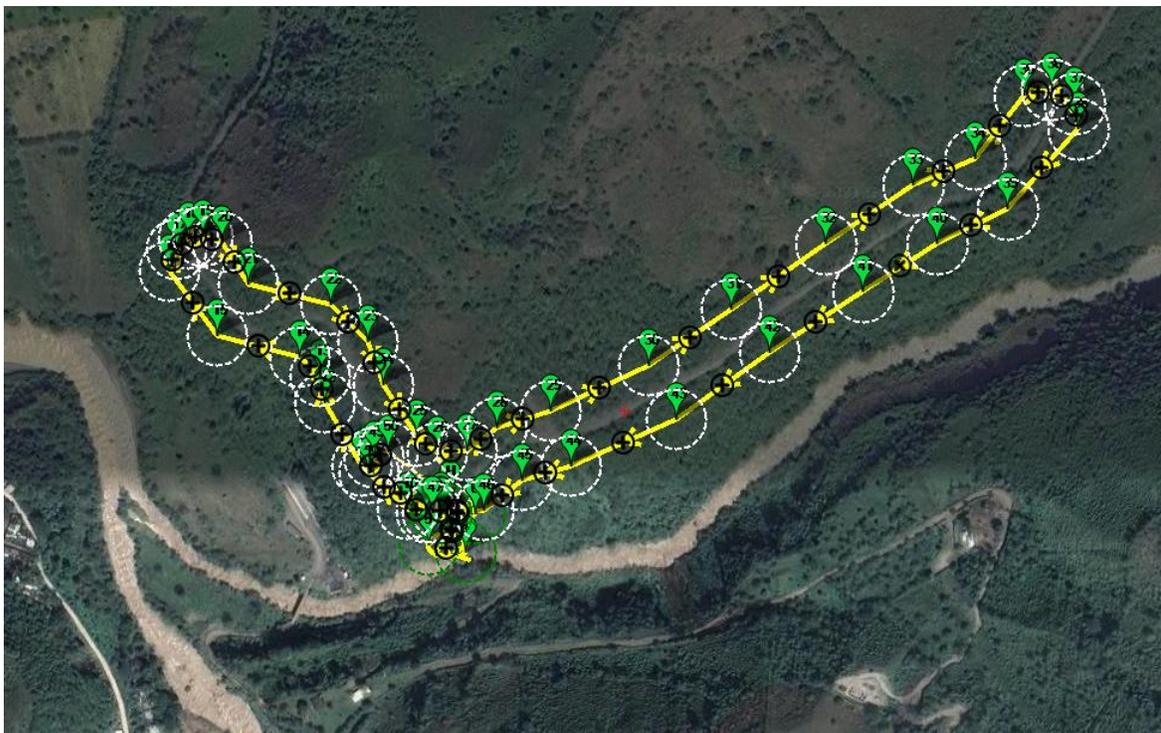


Figura 106 Línea de vuelo 2 tipo LiDAR y fotogrametría

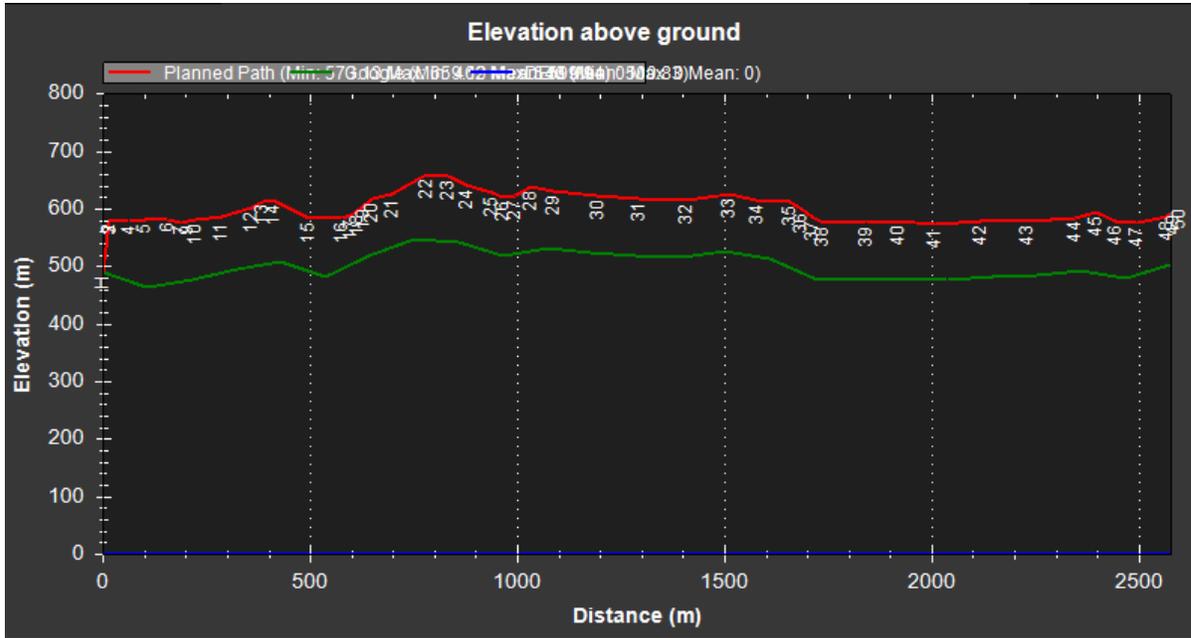


Figura 107 Perfil de elevación de Línea de vuelo 2 tipo LiDAR y fotogrametría

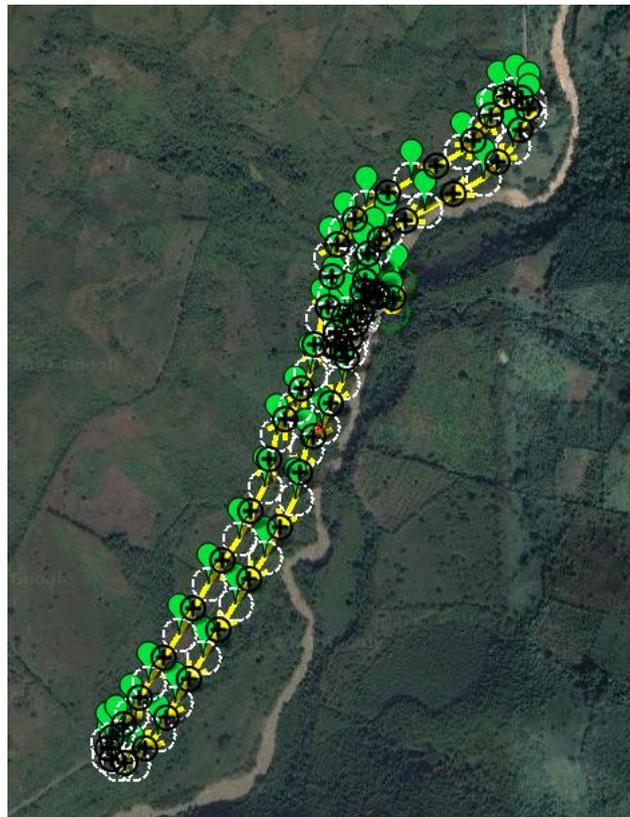


Figura 108 Línea de vuelo 3 tipo LiDAR y fotogrametría

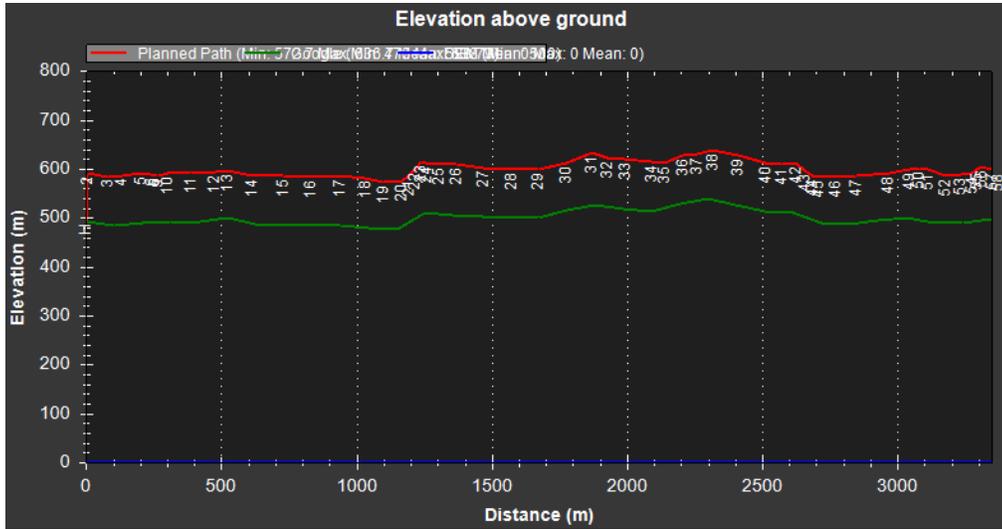


Figura 109 Perfil de elevación de Línea 3 de vuelo tipo LiDAR y fotogrametría

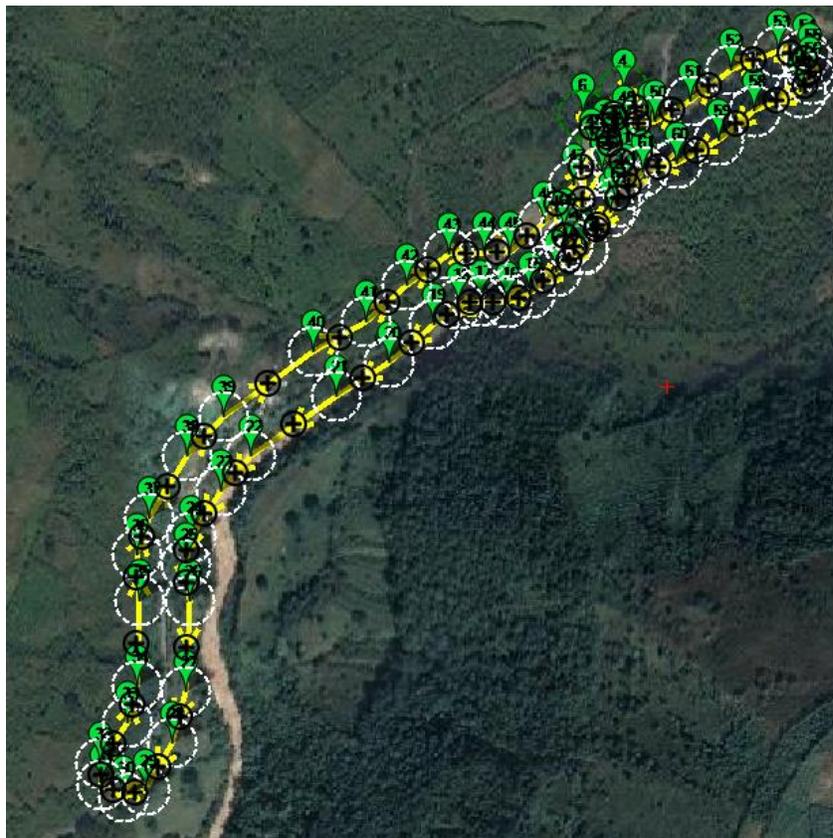


Figura 110 Línea de vuelo 4 tipo LiDAR y fotogrametría

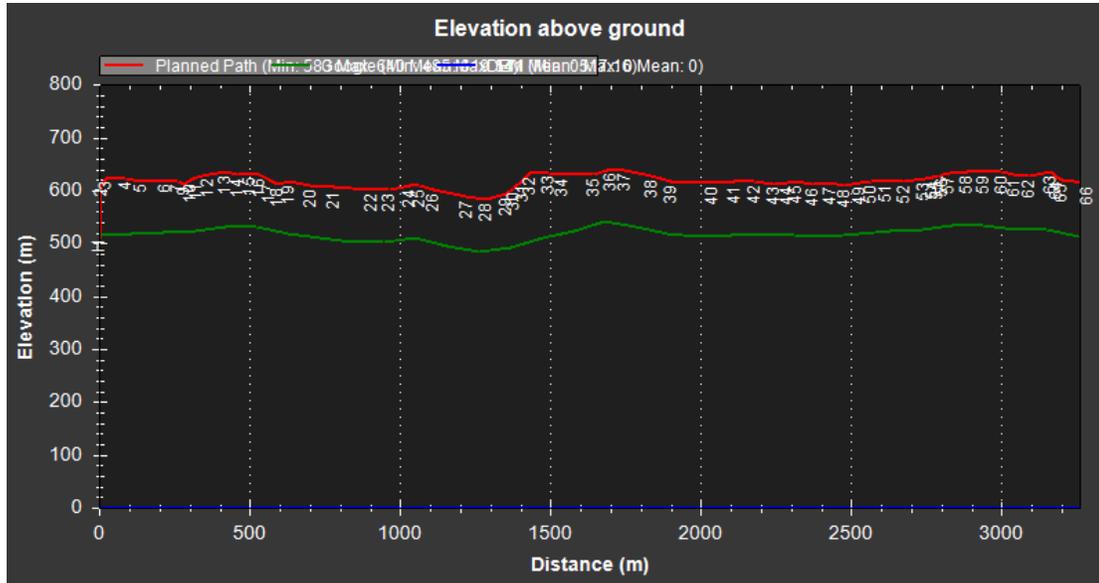


Figura 111 Perfil de elevación de Línea de vuelo 4 tipo LiDAR y fotogrametría

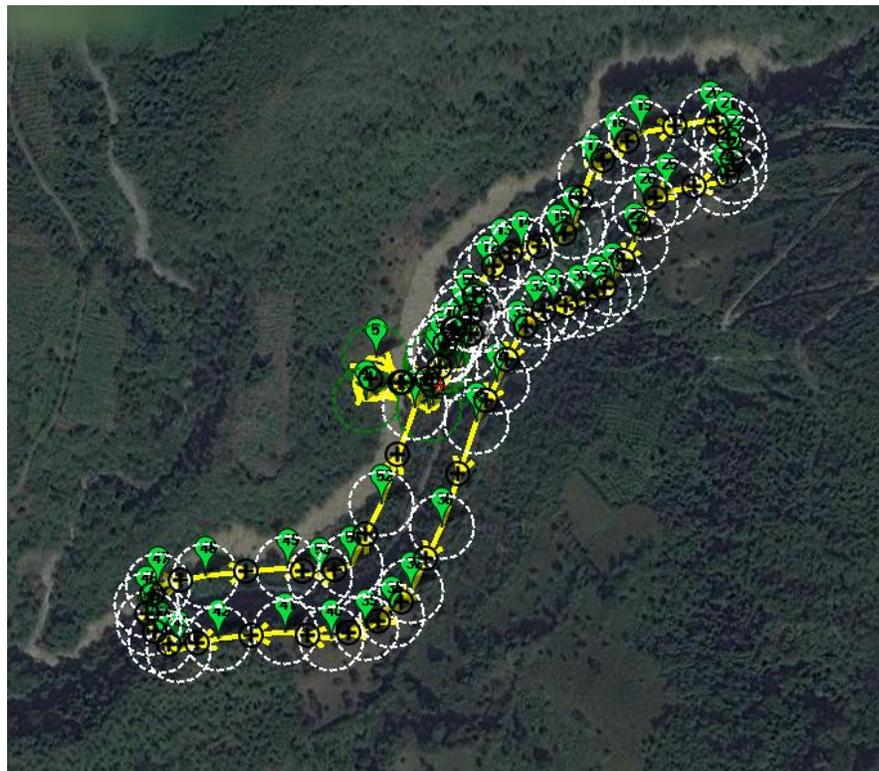


Figura 112 Línea de vuelo 5 tipo LiDAR y fotogrametría

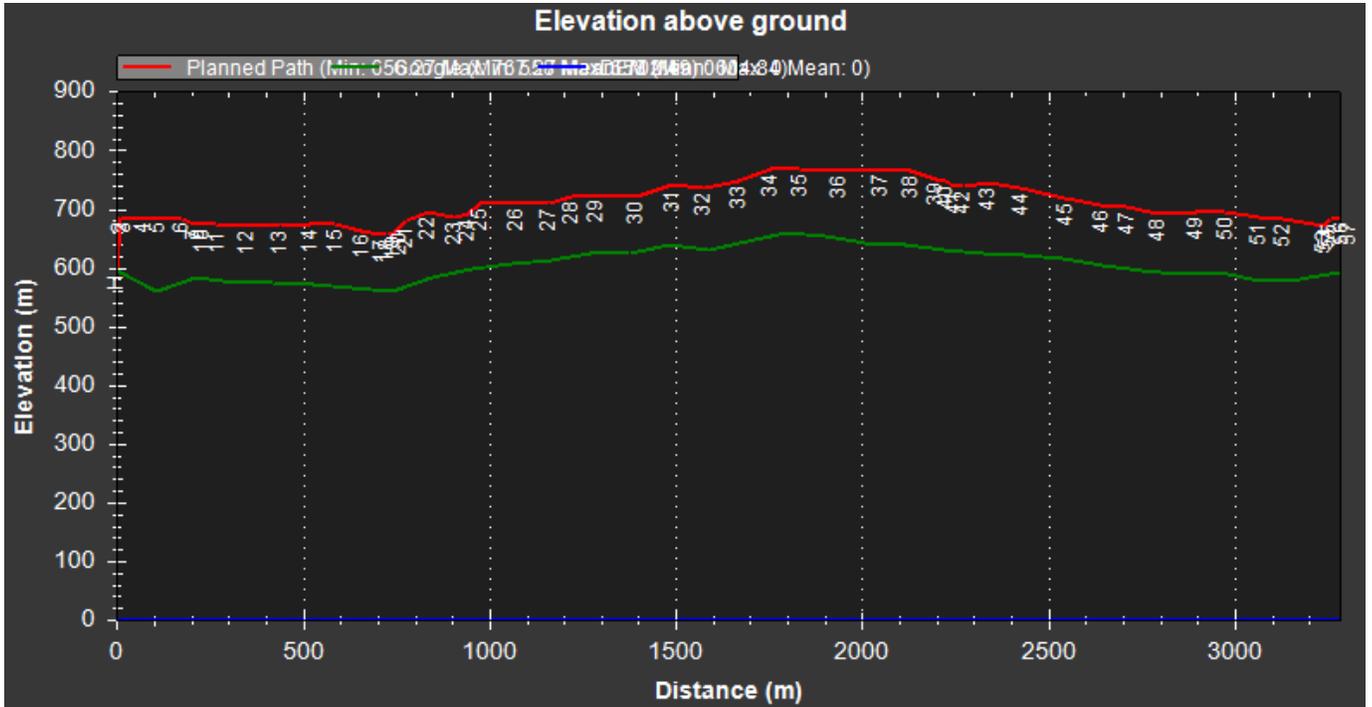


Figura 115 Perfil de elevación de Línea de vuelo 6 tipo LiDAR y fotogrametría

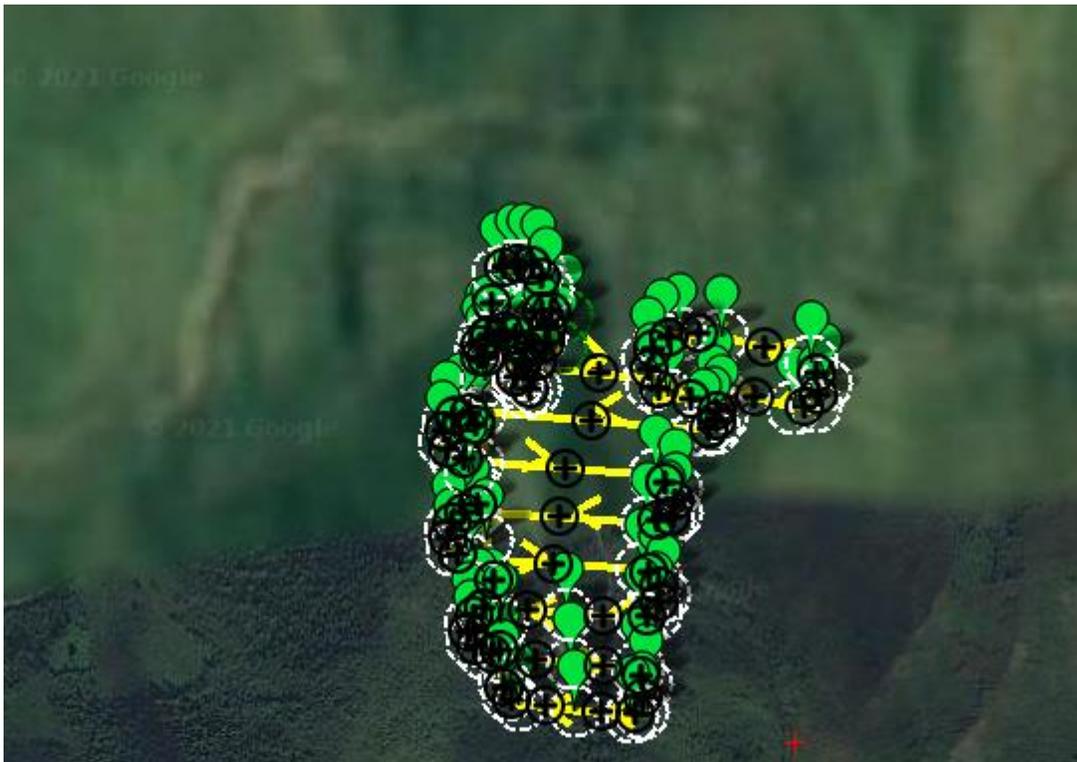


Figura 116 Línea de vuelo 7 tipo LiDAR y fotogrametría

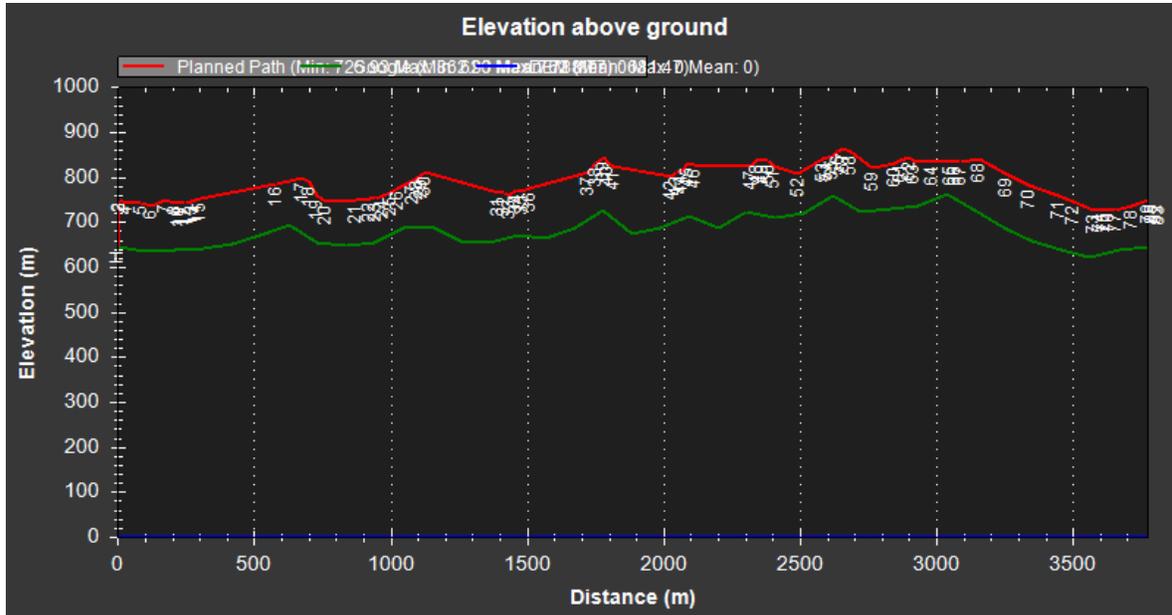


Figura 117 Perfil de elevación de Línea de vuelo 7 tipo LiDAR y fotogrametría

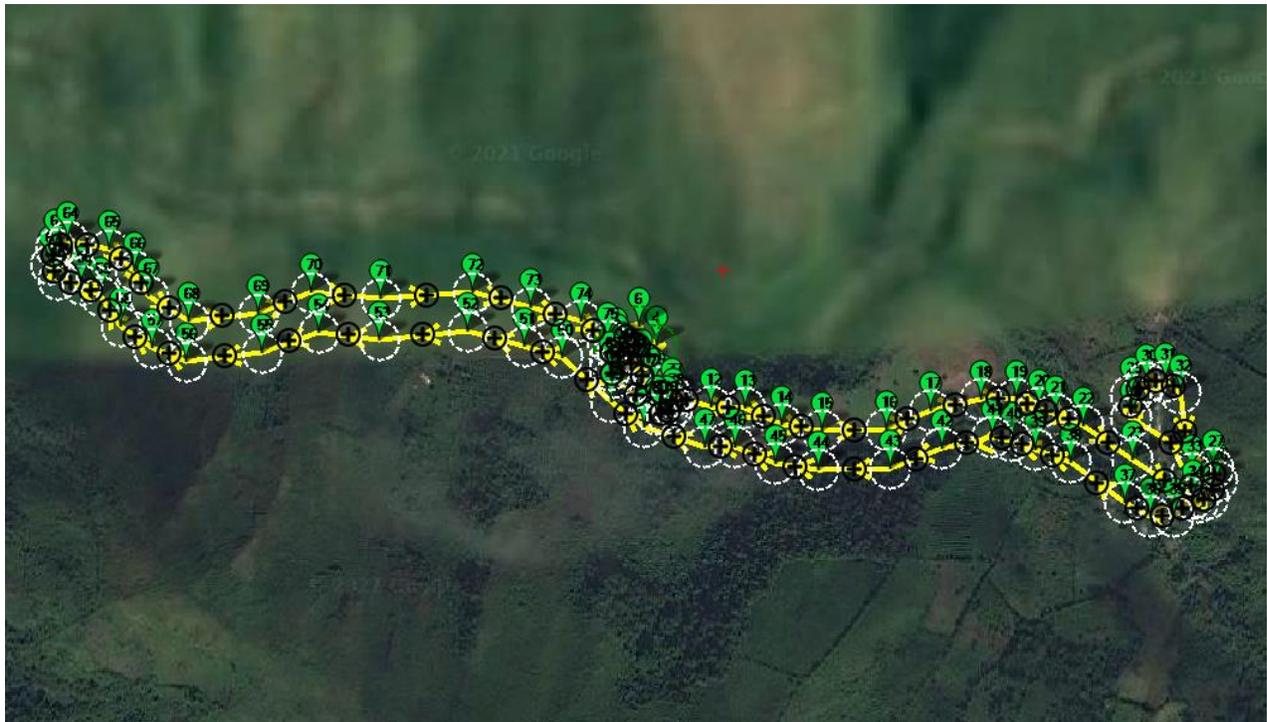


Figura 118 Línea de vuelo 8 tipo LiDAR y fotogrametría

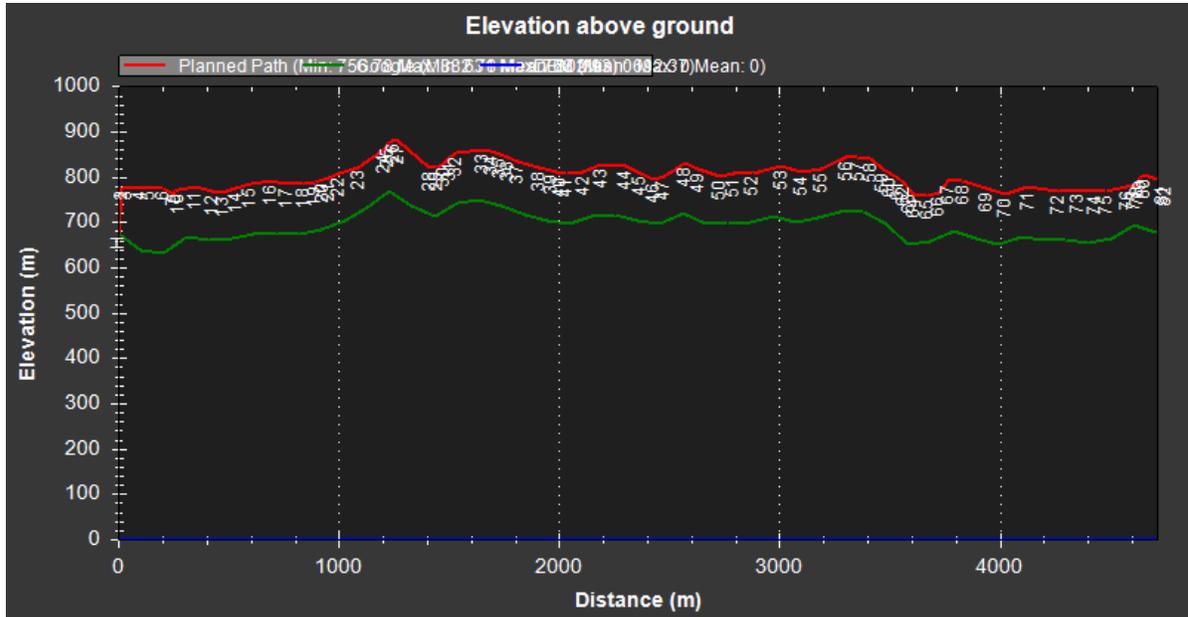


Figura 119 Perfil de elevación de Línea de vuelo 8 tipo LiDAR y fotogrametría

5.5.3. Misión de vuelo LIDAR y procedimiento para la toma de datos IMU

Se ajustó la línea de vuelo según especificaciones técnicas para toda el área obteniendo las gráficas de trayectoria de los diferentes vuelos, grafica de exactitud de actitud, grafica de exactitud Posicional estimada, para este proyecto se realizaron 8 vuelos LiDAR-fotogramétrico:

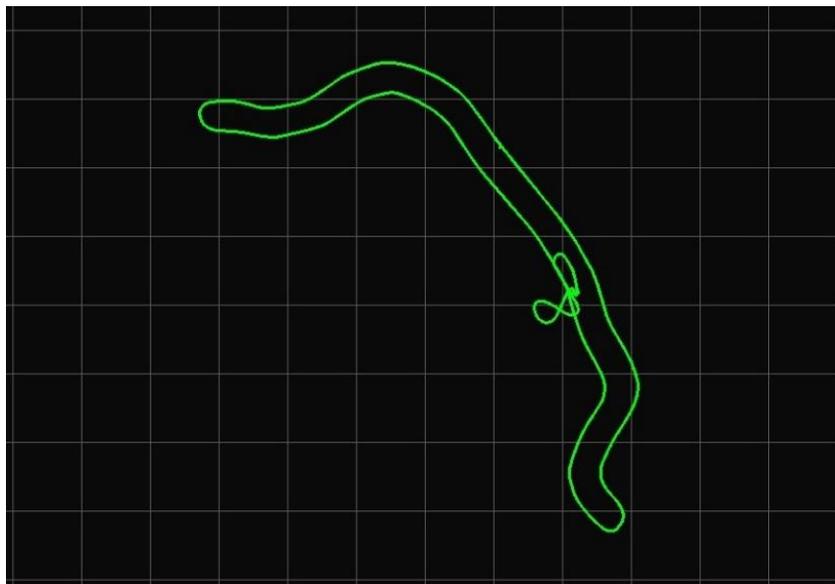


Figura 120 Gráfica trayectoria del vuelo PV1



Figura 121 Gráfica trayectoria del vuelo PV2

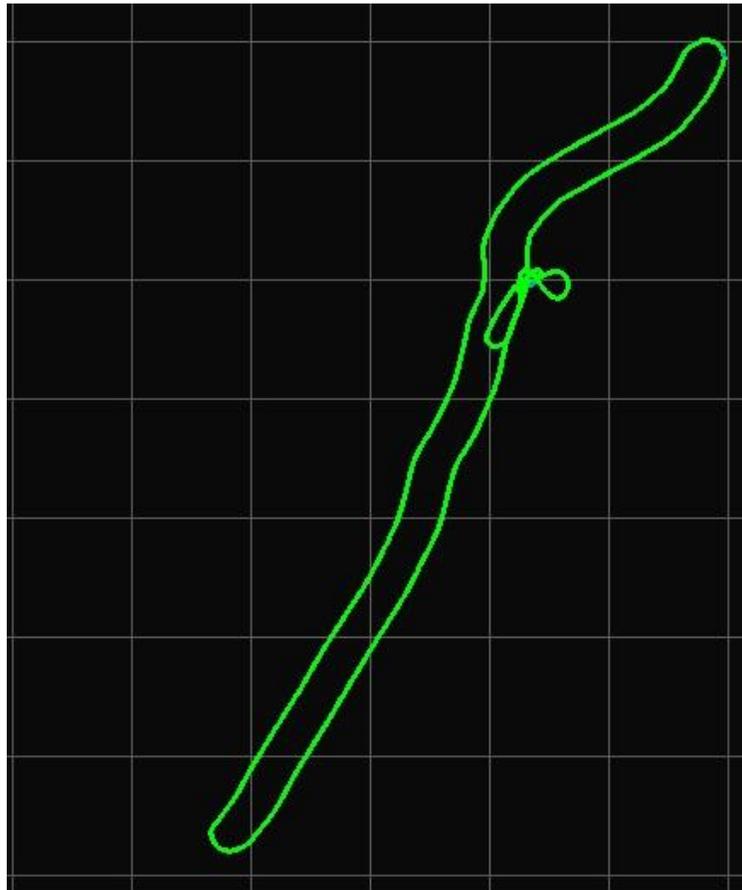


Figura 122 Gráfica trayectoria del vuelo PV3

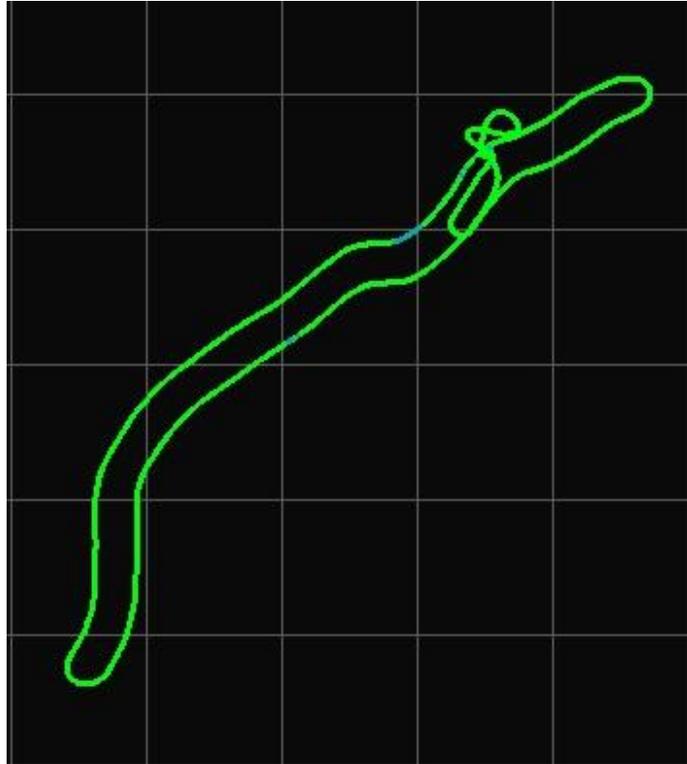


Figura 123 Gráfica trayectoria del vuelo PV4

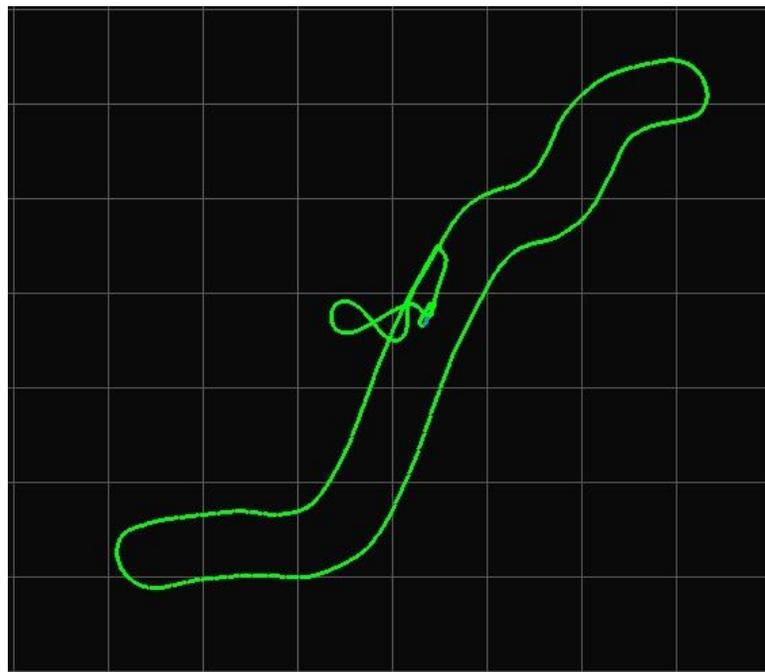


Figura 124 Gráfica trayectoria del vuelo PV5



Figura 125 Gráfica trayectoria del vuelo PV6

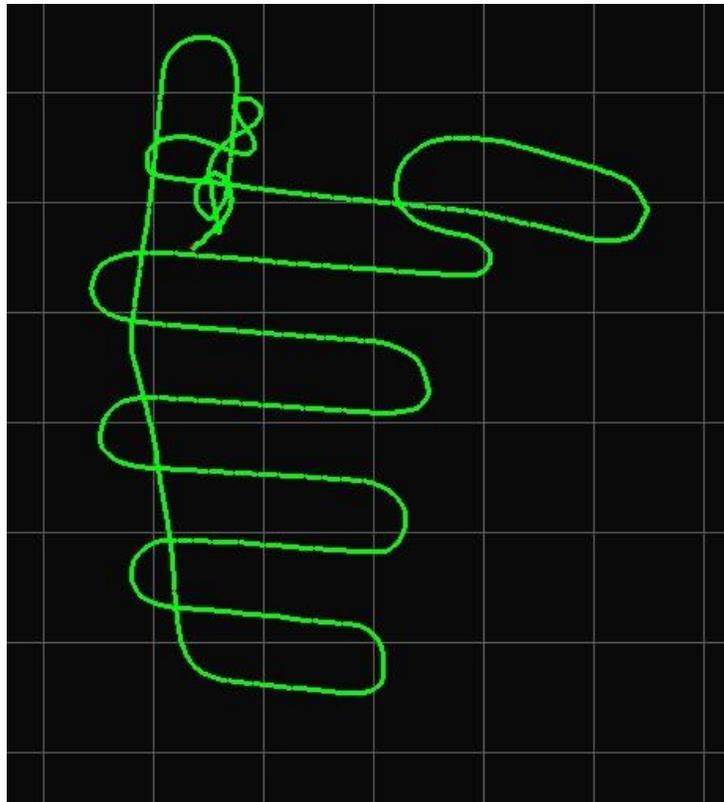


Figura 126 Gráfica trayectoria del vuelo PV7



Figura 127 Gráfica trayectoria del vuelo PV8

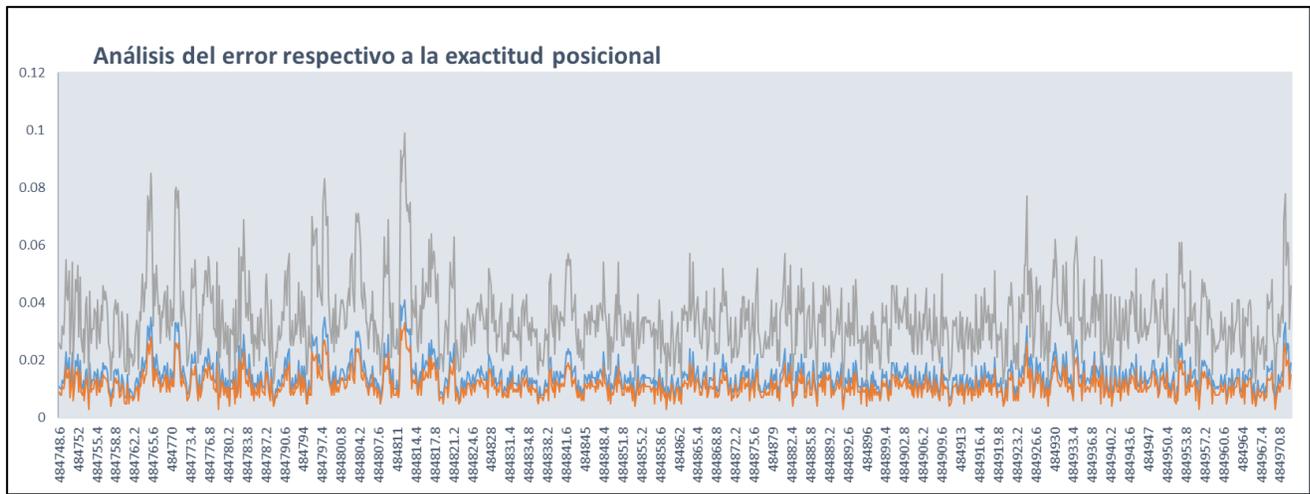


Figura 128 Desviación estándar Lidar
Tabla 23 Datos de coordenadas norte

COORDENADAS ESTE	
Mínimo	0.004
Máximo	0.041
Desviación estándar	0.005355962

Tabla 24 Datos de coordenadas Este

COORDENADAS NORTE	
Mínimo	0.003
Máximo	0.033
Desviación estándar	0.004259767

Tabla 25 Datos de coordenadas altura

ELEVACIÓN	
Mínimo	0.009
Máximo	0.099
Desviación estándar	0.01278739

5.5.4. Ajuste de haces

Mediante el ajuste de Haces se determina las coordenadas objeto de los puntos capturados en campo y parámetros de la orientación de las fotografías, basado en el ajuste de cada rayo homólogo que se intercepten en un mismo punto, se mejoró el resultado introduciendo parámetros adicionales y la calibración de la cámara

5.6. CÁLCULO

5.6.1. Procesamiento digital inicial

Una vez se contó con la toma de imágenes en campo y los puntos LiDAR, se procedió a una fase de pre procesamiento, realizando un seccionado a lo largo del recorrido, resultando el procesamiento.

Etapas del procesamiento:

- Alineamiento de fotos de acuerdo con las líneas de Vuelo. En esta etapa se depuraron aquellas imágenes que debido a su desviación con respecto a la línea de vuelo no se pudieron alinear.
- Verificación de calidad de las imágenes. En esta etapa se determinó el número de píxeles por foto y se depuraron aquellas imágenes que no tuvieron una Calidad suficiente.
- Generación de triangulación. Una vez las imágenes estuvieron alineadas se realizó la generación de una grilla por medio de triangulación, estableciendo el número de vértices acorde al tamaño del área del proyecto.
- Generación de la nube de puntos. Se generó una nube de puntos preliminar, con base en la generación de pares estereoscópicos por medio de software especializado. En este punto, el Software calculó diferencia de alturas con base en la vista estereoscópica y la respectiva altura de vuelo.
- Generación de la textura. Con base en la nube de puntos se generó una textura la cual corresponde a la base para la generación de la Ortofoto.



Figura 129 Resolución de la imagen



Puntos de foto control

Para realizar el amarre de la ortofoto, se usaron los siguientes puntos posicionados en campo, tomando todos los puntos GPS y algunos del abcisado cada 250m

Tabla 26 Puntos para fotocontrol

ID	NORTE	ESTE	COTA GEOMETRICA
GPS-01	1265978.599	1090680.567	2527,032
GPS-02	1265856.842	1090957.834	2535,008
GPS-03	1266060.768	1092346.917	2745,962
GPS-04	1266250.785	1092501.688	2754,269
GPS-05	1267710.01	1094299.804	2978,440
GPS-06	1267758.629	1094433.153	2997,897
GPS-07	1267770.836	1096490.79	3051,913
GPS-08	1267811.552	1096699.561	3061,158
T2	1265565.48	1091129.288	475.806
T3	1265217.048	1091126.114	506.615
T4	1264970.32	1091345.526	517.233
T5	1265052.159	1091610.357	500.361
T6	1265622.579	1092165.162	504.246
T7	1265840.243	1092260.926	503.457
T9	1266522.489	1092645.603	495.402
T12	1267203.805	1093463.998	516.641
T14	1267517.389	1093765.468	550.254
T21	1267682.598	1095161.674	648.55
T22	1267953.577	1095202.415	660.773
T24	1267958.582	1095915.418	683.624
T25	1267842.898	1096219.557	663.426

5.6.2. Traslape longitudinal y transversal

El traslape longitudinal y transversal es determinado desde la realización del vuelo fotogramétrico, se determinó un valor de 80% en el traslape longitudinal y 80% en traslape transversal. Para la realización del vuelo se realizó una grilla para obtener información espacial y geográfica con más detalle.

5.6.3. Nube de Puntos

La nube de puntos densa es capturada con el sensor Lidar y teniendo como referencia algunos puntos de control como GPS y algunos, tomados a partir del levantamiento topográfico realizado. Al realizar el empalme del total de nubes, y su debida clasificación, la nube de puntos la constituye las siguientes características.

Tabla 27 Nube de Puntos Generada

NUBE DE PUNTOS TOTAL	
Total puntos	306'056.700

Terreno	7'538.095
Sin clasificar	298'518.568
Ruido	5
Nunca clasificados	32

Se procedió a realizar un ajuste de la nube

Tabla 28 Reporte RMS de las nubes de Puntos

NUBE DE PUNTOS GENERADA	
RMS	0.262025

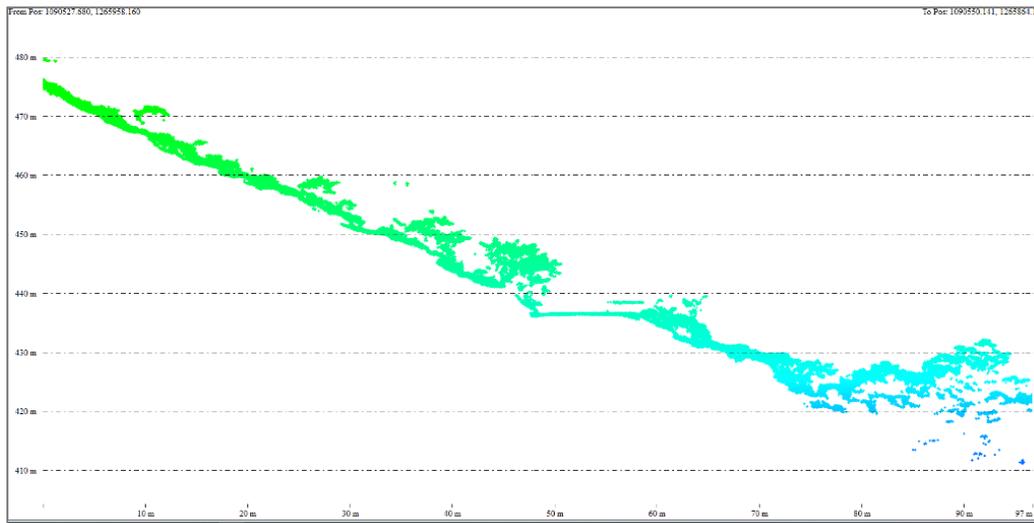


Figura 130 Perfil de Nube de Puntos Ajustada.

5.6.4. Clasificación de la Nube de puntos

Con la nube de puntos LiDAR se procede a realizar la clasificación de coberturas existentes en el área de estudio perteneciente al proyecto, para dicho proceso en el software especializado se identifican las coberturas estandarizadas por la Sociedad Americana de Fotogrametría y Percepción Remota/Teledetección (ASPRS).

Para la entrega se realizó una clasificación de 2 capas:

- Default
- Puntos de terreno



Figura 131 Extracto PV-1 Nube de Puntos clasificada

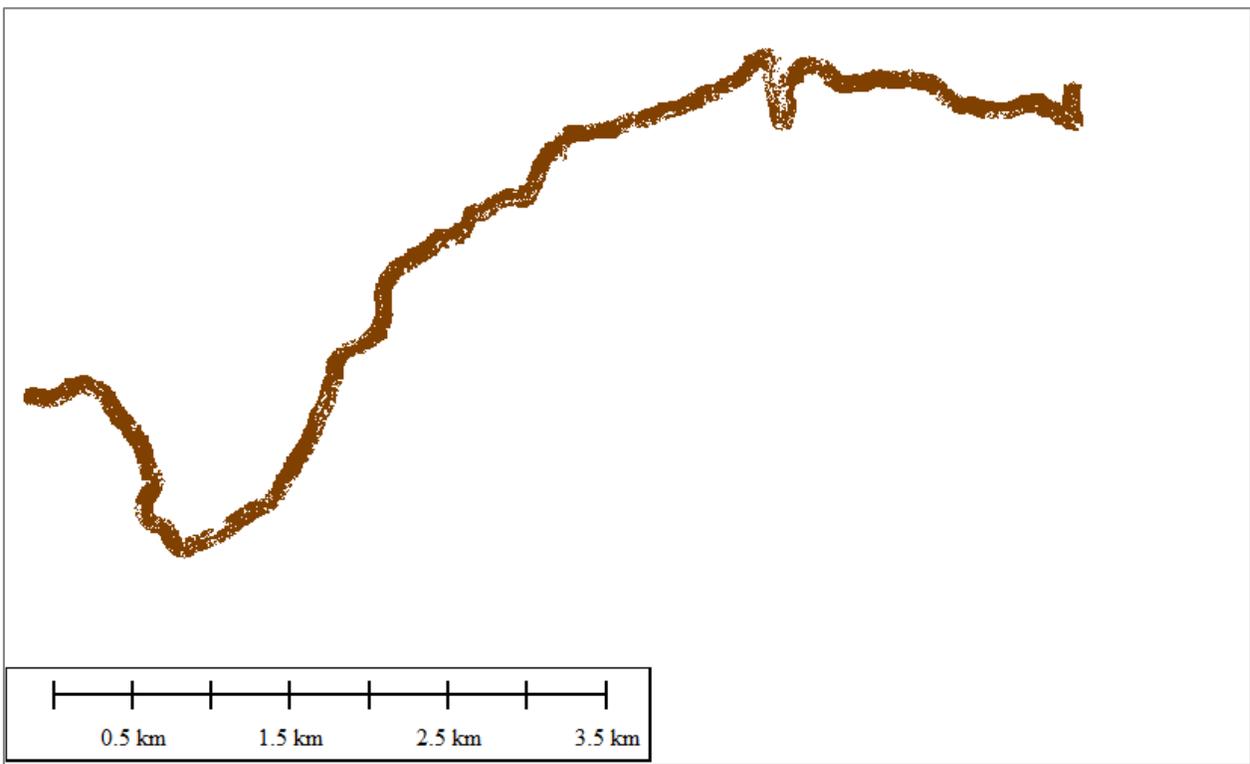


Figura 132 Nube de Puntos completa clasificada

Tabla 29 Tabla de Reporte

NUBE DE PUNTOS TOTAL	
Puntos totales	306'056.700



Puntos de Terreno	7'538.095
Puntos No clasificados	298'518.568
Densidad de puntos de terreno por m ²	7.470857284

Posteriormente cada punto de la nube es catalogado según su tipo de cobertura, adicionalmente se realiza una comprobación del procedimiento en el cual mediante un perfil transversal se identifican los puntos y su respectiva altura.

5.6.5. Modelo digital de superficie, Modelo digital de Terreno y ortofotomosaico

Se generaron además los Modelos Digitales de Superficie (DSM), Modelos Digitales de Terreno (DTM) con una precisión relativa de 1.22 cm/pix realizados a partir de la nube de puntos capturada por el sensor Lidar y su respectiva clasificación de las capas explicadas previamente en el informe.

Para la generación de un modelo digital de superficie se utiliza todas las capas de la nube de puntos y le permite al usuario obtener información en ejes x, y, z de cada objeto perteneciente en la zona de estudio, en este se puede observar cada detalle desde casas, caminos, arboles, etc.

Para la generación de un modelo digital de terreno se utiliza la nube de puntos clasificada; solo la capa correspondiente a terreno y le permite al usuario obtener información en ejes x, y, z del terreno sin ningún objeto diferente a este, por lo tanto, objetos como árboles, construcciones, postes y/u otro objeto diferente a terreno no será visible en este modelo.

Se generó también, el ortomosaico a partir de la alineación de fotografías georreferenciadas para obtener una mayor precisión obteniendo de 3.65 cm/pix además del modelo terrestre del área de estudio, mediante una Aero triangulación de correlación de imágenes, influenciado por la aportación del modelo digital de terreno para asegurar de esta manera la correspondencia de zonas entre fotos contiguas; además se realizó la orto rectificación, transformando las coordenadas de una proyección cónica en proyección ortogonal, apoyando igualmente al modelo digital de terreno obtenido mediante información Lidar.

5.6.6. Resultados del procesamiento

Luego de las tres etapas del procesamiento digital de las imágenes, se obtuvieron los siguientes productos:

- Ortofotomosaico (OFM) georreferenciado
- Modelo digital de terreno y de superficie.
- Nube de puntos clasificada en dos capas en formato LAS para visualización en software especializado.
- Curvas de Nivel de intervalo 0.5m en formato. Dwg

5.6.7. Resultados del procesamiento

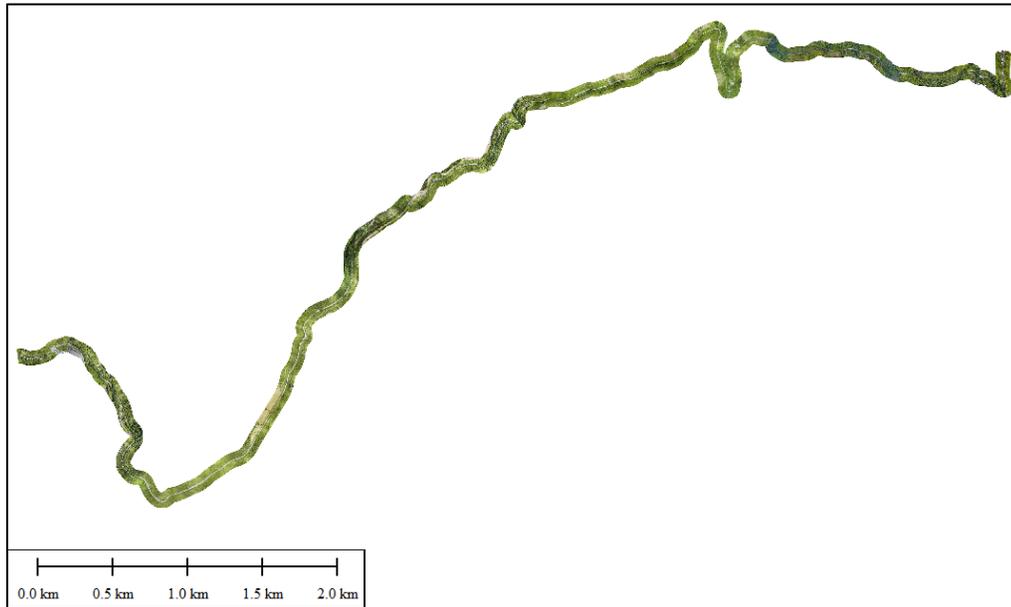


Figura 133 Ortomosaico georreferenciado del área de estudio



Figura 134 Ortomosaico georreferenciado KMZ

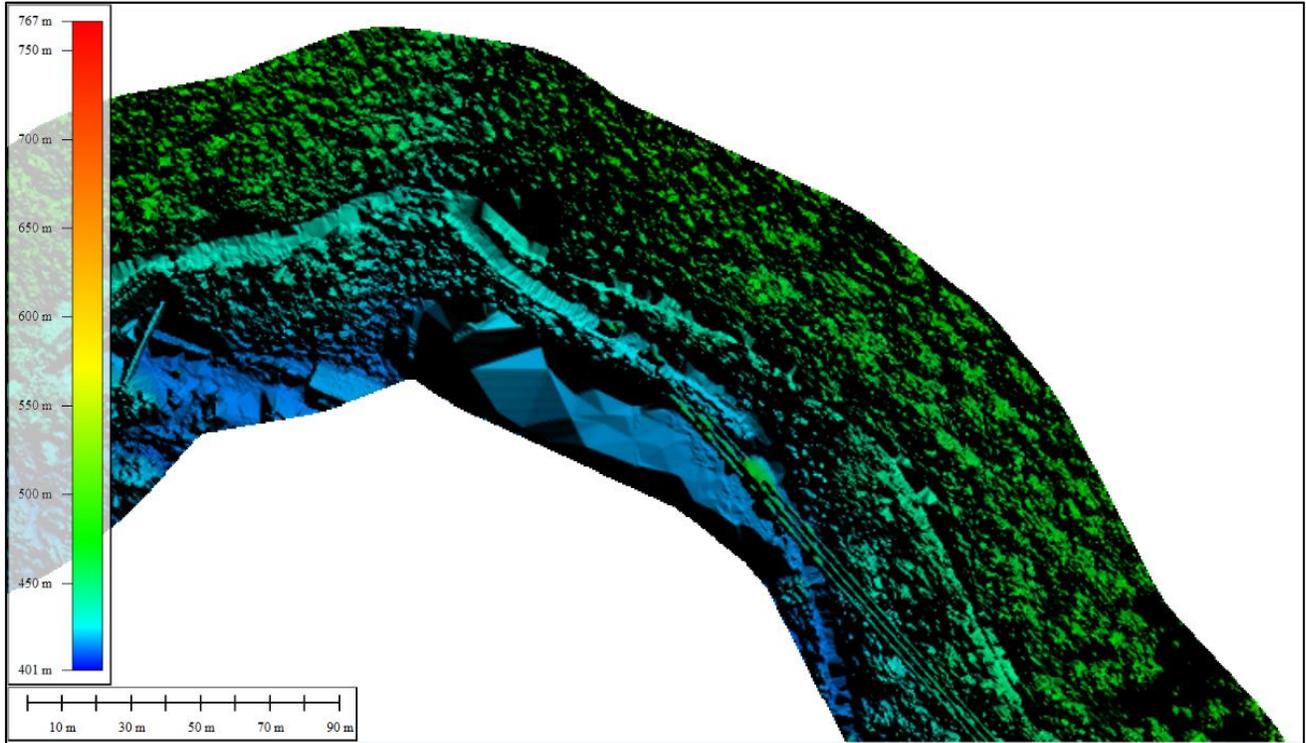


Figura 135 Extracto modelo digital de superficie del área de estudio

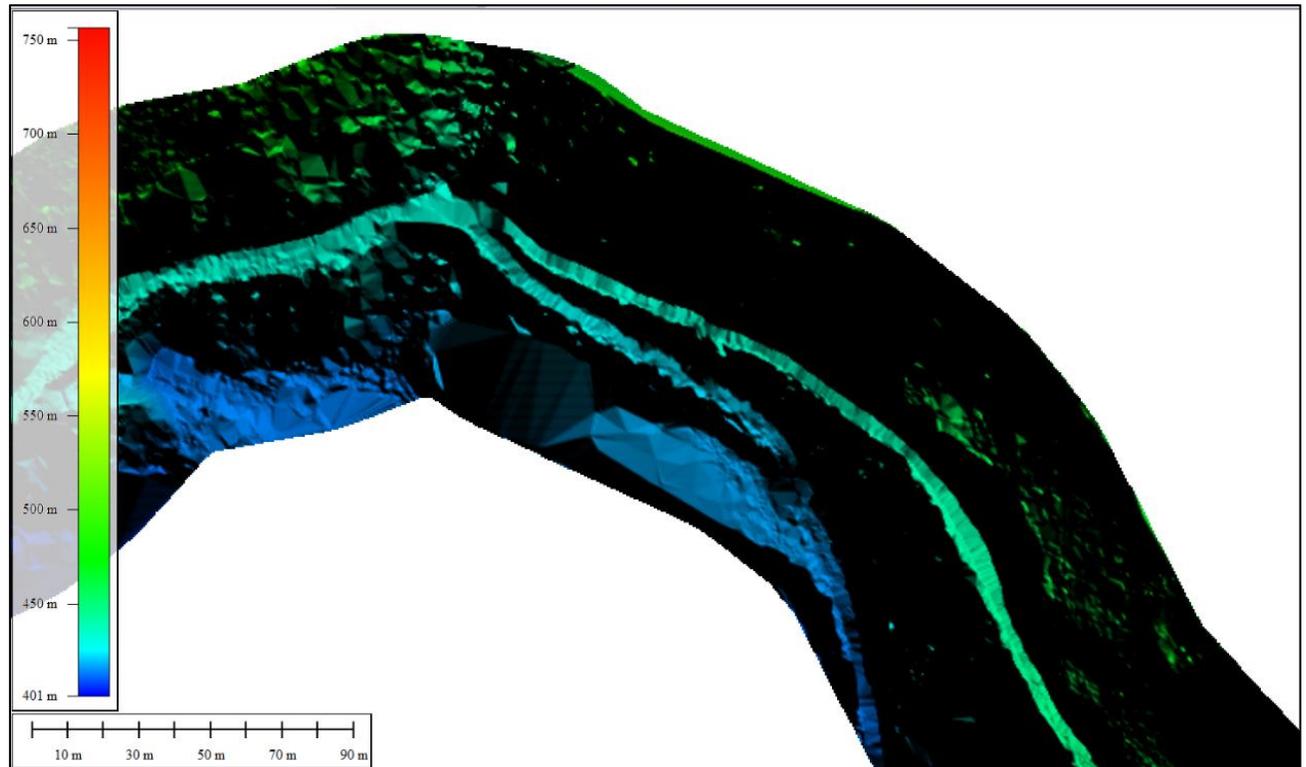


Figura 136 Extracto modelo digital de terreno del área de estudio



Figura 137 Extracto Curvas de Nivel de Intervalo 0.5m

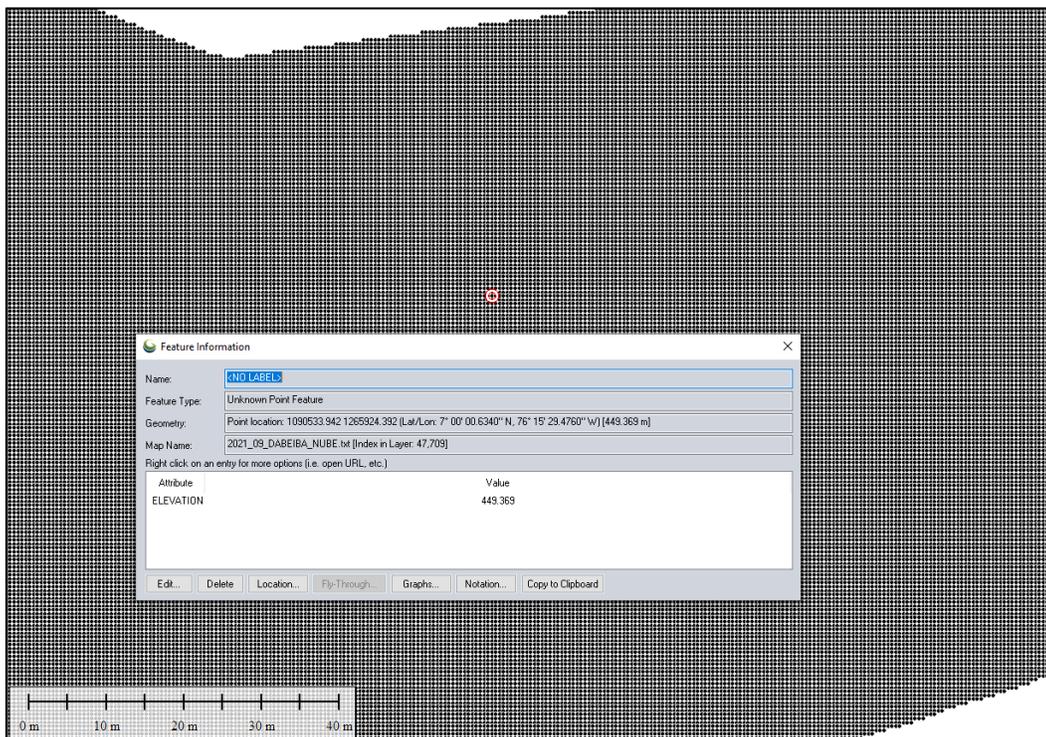


Figura 138 Extracto nube de puntos del área de estudio formato txt 0.5m



6. ESPECIFICACIONES TECNICAS Y CERTIFICADOS PARA EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

Serie Zenith 10 y Zenith 20
Datos técnicos

Receptor GNSS serie Zenith

Table with specifications for the GNSS receiver, including channels, accuracy, and protocols.

Table with specifications for connection devices, power source, and physical specifications.

Table with specifications for the field computer (PS236), including system, processor, and interface.

Table with specifications for the field computer, including dimensions, weight, and power source.

Ordenador de campo PS236

Table with specifications for the field computer, including system, processor, and interface.

Table with specifications for the field computer, including dimensions, weight, and power source.

Windows Mobile es una marca registrada de Microsoft Corporation. El Bluetooth® marca y logotipos son propiedad de Bluetooth SIG.



Copyright GeoMax AG. Ilustraciones, descripciones y especificaciones técnicas no son vinculantes y pueden cambiar.



GeoMax AG
www.geomax-positioning.com
info@geomax-positioning.com





Especificaciones del producto

Receptor GNSS		Radio interna	
Canal*	800	Rango de frecuencia	410 - 470 MHz
Seguimiento satelital	GPS: L1C/L1P/L1C/L2P/L2C/L5 GLONASS: G1, G2, G3 BeiDou: B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b, ACEBOC Galileo: E1, E5a, E5b, ALTBOC, E6 SBAS: L1/L5 IRNSS QZSS: L1C/A, L1C, L2C, L5, LEX Banda L: ATLAS H10 / H30 / H50	Espaciado de canales	12.5 KHz / 25 KHz
Velocidad de actualización	5 Hz, hasta 50 Hz	Emisión de poder	0.5 W / 1 W
Adquisición de señal	< 1 seg	Rango de operación	3 - 5 km típicamente
Arranque en caliente	< 10 segundos	Comunicación	
Inicialización	Fiabilidad > 99.9%	5 pines	Conéctase a la alimentación externa y a la radio.
Memoria	16 GB	Tipo C	Para carga y transmisión de datos
Rendimiento (RMS)*		Tarjeta SIM	NANO SIM
Precisión estática	Horizontal: 2.5 mm + 0.5 ppm Vertical: 5 mm + 0.5 ppm	Celular*	Global 4G
Precisión RTK	Horizontal: 8 mm + 1 ppm Vertical: 15 mm + 1 ppm	Bluetooth	V2.1 + EDR / V4.1 Modo dual, clase 2
Código diferencial	Horizontal: 0.25 m	WiFi	802.11 ac/n/b/g/n
SBAS Precisión	Horizontal: 0.3 m	WebUI	Actualice el firmware, gestione la configuración, descargar datos
Fuente de alimentación		Voz	Apoyar transmisión de voz TTS
Batería	Batería recargable de iones de litio incorporada 7.2 V - 6600 mAh	Burbuja electrónica	Apoyar
Voltaje	Entrada de alimentación externa de 9 - 28 V CC	MEMS *	Apoyar, hasta 60 °
Tiempo de trabajo	Hasta 12 horas	Salida NMEA	GGA, ZDA, GSA, GSV, GST, VTG, RMC, GLL
Tiempo de carga	Normalmente 4 horas	Especificaciones físicas	
		Dimensiones	φ158 mm x 53 mm
		Peso	940 g
		Temperatura de funcionamiento	-30 °C ~ +65 °C
		Temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ +80 °C
		Protección	IP67
		Golpe	Sobrevive una caída 2 m con el palo en el piso de concreto, 1,2 m de caída libre
		Humedad	Hasta 100%
		Indicador	Satélites, enlace de datos, nivel de batería, Bluetooth, indicador inteligente de batería

Illustrations and technical specifications are subject to change without notice.
1. The accuracy claimed is based on the optimal environment.



Shanghai e-Compass Science & Technology Co., Ltd
Lianhang Rd, Pujiang Town, Minhang District, Shanghai, China

Tel: +86 21 54467215
Email: info@esurvey-gnss.com
Web: www.esurvey-gnss.com
Edition: 20200102

Serie ZDL700

Accesorios y Datos Técnicos

Mira de fibra de vidrio de alta precisión

Para trabajos de máxima precisión ofrecemos una mira (766162) de sección única de 3 m con código de barras en el frontal y graduación numérica en el posterior.

Mira telescópica estándar

Para la mayoría de trabajos de nivelación, ofrecemos una mira (766163) de 4 secciones de

aluminio de 5 m que proporciona una precisión de 2mm de desviación estándar en una nivelación doble de 1 km.



Trípode de precisión ligero

Trabajos precisos requieren accesorios precisos y fiables. Recomendamos los trípodes ligeros (765603, 765604) originales de GeoMax que han sido testeados para garantizar la mejor precisión en tus trabajos.

Precisión

Precisión en altura $\pm 0.7 \text{ mm/km}$
 Precisión en distancia $D < 10 \text{ m}, 10 \text{ mm} \mid D \geq 10 \text{ m}, 0.001 \times D$

Sistema

Lectura máxima 105 m
 Lectura mínima 2 m
 Tiempo de lectura individual $< 3 \text{ sec.}$
 Iluminación mínima requerida 20 Lux
 Campo de visión mínimo requerido $\geq 50 \%$

Pantalla

Resolución mínima (Ht) 0.1 mm
 Resolución mínima (Dist) 1 mm

Telescopio

Aumentos 24 x

Compensador

Rango $\pm 10'$
 Precisión estacionamiento $\pm 0.35''$

Comunicación

Memoria interna 2'000 puntos
 Interface RS232

Condiciones ambientales

Trabajo / almacenamiento Temperatura $-10^\circ \text{ C} \sim +50^\circ \text{ C} \mid -40^\circ \text{ C} \sim +70^\circ \text{ C}$
 Protección contra polvo y el agua IP55

Peso

Peso incluyendo batería $< 2.5 \text{ kg}$

Batería

AA celdas secas (4XLR6 / AA 1.5V) 1800mAh / 2300mAh
 14 / 16 horas de medidas continuas



Las ilustraciones, descripciones y datos técnicos no son vinculantes y pueden ser modificados. Impreso en España.
 Copyright GeoMax AG - 766489en - 06.08





	F- CERTIFICADO DE AJUSTE	<small>Código: 0-F-04 Versión: 04 Edición: 12/02/2018 Copia controlada</small>
---	---------------------------------	--

SERVICIO DE LABORATORIO
OPTICOMECÁNICO Y ELECTRÓNICO

CERTIFICADO
NO. C2479

INSTRUMENTO:	Nivel digital	FECHA DE REVISIÓN:	6 DE AGOSTO DE 2021
MARCA:	GEOMAX	SUGERIMOS NUEVA REVISIÓN:	6 DE FEBRERO DE 2022
REFERENCIA:	ZDL700	CLIENTE:	FETECOL FERROCARRILES SA SUCURSAL COLOMBIA
SERIAL:	4212809	CC:	900777500
		CIUDAD:	BOGOTA, D.C., Bogota
		CELULAR:	3124494927

JMENDOZA EQUIPO SAS. CERTIFICA QUE EL INSTRUMENTO SE ENTREGA EN OPTIMAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y QUE LOS ERRORES ENCONTRADOS AL INGRESO DEL EQUIPO, HAN SIDO CORREGIDOS DE ACUERDO CON LOS PARAMENTROS DE TOLERANCIA ESTABLECIDOS POR EL FABRICANTE

TÉCNICO JMEQUIPOS SAS
Este certificado no es válido sin firma.

Verifique la validez de este certificado en
www.jmequipos.com/consultar-certificados.php

Recuerde nuestro sitio web www.jmequipos.com, en la tienda virtual tenemos los productos con los mejores precios para usted.

Distribuidores en Colombia autorizados por:



Medellín: Calle 30B #71-42 PBX:(574) 3220619 Ext. 102 Cel: 310-7983526
Bogotá: Calle 51 # 71A-18 OF 101 Tel: (571) 7559969

www.jmequipos.com - laboratorio@jmequipos.com - laboratorio.bogota@jmequipos.com - ventas@jmequipos.com





7. AJUSTE GEOMÉTRICO DE VÍA EXISTENTE

7.2. OBJETIVO GENERAL

Presentar el ajuste geométrico del proyecto de Mejoramiento De La Vía Dabeiba - Camparrusia En La Subregión Occidente Del Departamento De Antioquia. Las actividades de ajuste geométrico toman como base la vía existente entre el municipio de Dabeiba y Camparrusia.

7.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto busca, entre otros, los siguientes objetivos:

- Mejorar el nivel de servicio, para de esta forma ofrecer a la comunidad ubicada en el área de influencia una mejor infraestructura vial.
- Ofrecer una infraestructura vial, que permita disminuir los costos de operación de los vehículos, reducir los tiempos de viaje, mejorar la comodidad para la circulación vehicular y reducir los índices de accidentalidad.

7.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CORREDOR VIAL

El corredor vial objeto de estudio corresponde al proyecto de diseño del corredor vial entre Dabeiba y Camparrusia en el Departamento de Antioquia.

7.3.1. LOCALIZACIÓN

El corredor vial se localiza en la zona norte del Departamento de Antioquia. Busca mejorar la conexión vial de entre el municipio de Dabeiba y Camparrusia, con longitud estimada de 9.0 kilómetros. La conexión actual corresponde a un corredor vial en calzada sencilla en material afirmado que comunica estas dos poblaciones, se desarrolla en terreno escarpado, con una geometría que se ajusta a velocidades menores de 20 KPH sin cumplir con requerimientos de sección transversal para soportar esta velocidad.

7.4. ANTECEDENTES

El proyecto del corredor vial Dabeiba - Camparrusia en el Departamento de Antioquia obedece a las necesidades propias del sector para proveer el ajuste geométrico de la conexión existente entre las dos ciudades, con configuración de calzada sencilla de ancho variables (existente).

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 104

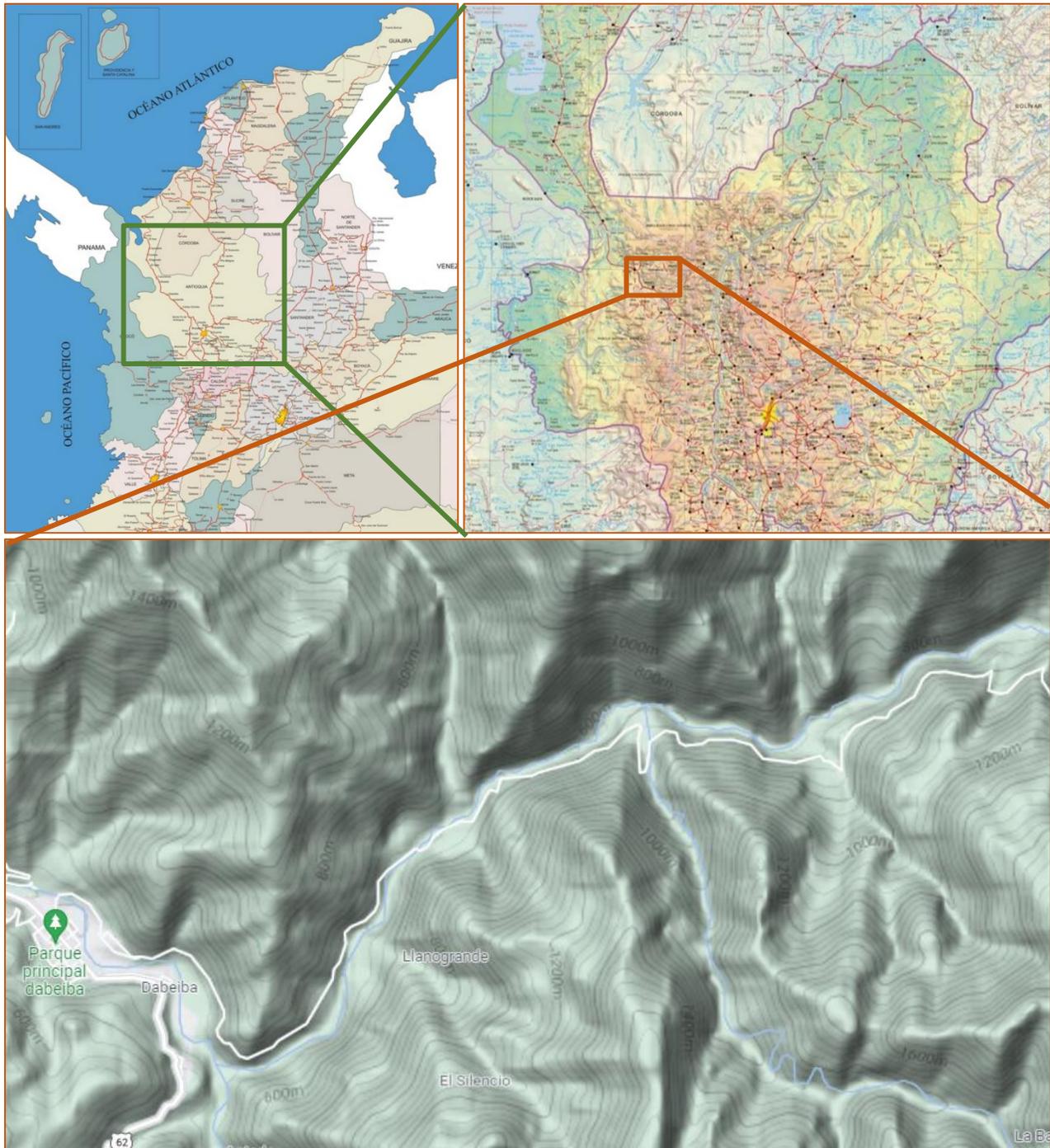


Figura 139 Localización Regional del Proyecto



7.5. AJUSTE GEOMÉTRICO

El proyecto toma como velocidad 30 km/h, dadas las condiciones topográficas de la franja en estudio, la condición rural en la cual se desarrolla en el área de influencia directa e indirecta.

7.5.1. VELOCIDAD DE LA VÍA

Dadas las condiciones presentes en el sector del proyecto, con características prevalentes de zona rural, se han definido una velocidad de 30 km/h que en varios sectores tiene excepciones por la condición orográfica de la zona y teniendo en cuenta que se desarrolla en una sección típica de media ladera.

7.5.2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Este ajuste geométrico en planta de la vía es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

El alineamiento horizontal proyectado se encuentra sujeto a los elementos existentes en la sección vial, teniendo en cuenta las restricciones y condiciones establecidas y se adaptan a los parámetros establecidos en el presente capítulo.

Eje vial

El proyecto contempla el eje existente para la definición general del trazado. Este eje presenta una condición de media ladera con el río Urama a lo largo del corredor.

Trazado de Eje

El trazado del eje de diseño es el resultado de las iteraciones realizadas y que fueron descritas en los antecedentes del proyecto. Es igualmente la respuesta a las restricciones encontradas en campo y aquellas impuestas por el tipo de terreno y elementos existentes en el entorno.

En términos generales el ajuste geométrico del eje existente presenta condiciones deficientes en temas de curvatura, con radios ajustados a parámetros aproximados a una velocidad de 30 km/h pero con excepciones en ciertos sectores.

Los planos en planta muestran el resultado obtenido y se complementan con la descripción geométrica de los ejes trazados que se muestra en la sección de anexos al presente informe

Cálculo de Elementos de Curvatura

La velocidad del corredor determina las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad. Por lo anterior, la velocidad ajustada representa la referencia mínima.

Todos aquellos elementos geométricos de los alineamientos horizontal, vertical y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad y peraltes entre otros dependen de la velocidad y varían con un cambio en ella.

La velocidad depende de las condiciones propias del proyecto a desarrollar, así como de las restricciones de todo tipo que existen en los proyectos. Para el caso específico de este corredor se han seleccionado la velocidad de 30 km/h.

7.5.3. ALINEAMIENTO VERTICAL

El ajuste geométrico vertical, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje existente de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. El eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales. El alineamiento a proyectar estará en directa correlación con la topografía del terreno natural.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 106



El alineamiento vertical proyectado se encuentra sujeto a los elementos existentes en la sección vial, teniendo en cuenta las restricciones y condiciones definidas en campo. En todo caso, la rasante propuesta se proyecta sobre la rasante existente con el fin de implementar la estructura proyectada en el diseño de pavimentos suministrado para el proyecto.

PERALTES

El peralte es la inclinación transversal, en relación con la horizontal, que se da a la calzada hacia el interior de la curva, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo que transita por un alineamiento en curva. Dicha acción está contrarrestada también por el rozamiento entre ruedas y pavimento.

El análisis de las fuerzas que actúan sobre el vehículo cuando este se mueve alrededor de una curva de radio constante, indica que el peralte máximo está dado por la ecuación:

$$e + f_t = \frac{V^2}{127R}$$

En donde

- e Peralte en metros por metro
- ft Coeficiente de fricción lateral
- V Velocidad del vehículo, (km/h)
- R Radio de la curva, (m)

El Coeficiente de fricción lateral está determinado por numerosos factores, como estado de las superficies en contacto, velocidad del vehículo, y presión de inflado de las llantas entre otros. Sobre la determinación de valores prácticos para diseño se han realizado innumerables pruebas por parte de diferentes organizaciones, las cuales han llegado a algunas conclusiones:

- El coeficiente de fricción es bajo para velocidades altas
- Se adoptan los coeficientes de fricción lateral, dados en el Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008

Transición del Peralte

Las longitudes de transición se consideran a partir del punto donde el borde exterior del pavimento comienza a levantarse, partiendo de un bombeo normal, hasta el punto donde se conforma el peralte total para cada curva. La longitud de transición para terrenos ondulado, montañoso y escarpado corresponde a la longitud de la espiral más la distancia requerida, de acuerdo con la pendiente de la rampa de peraltes, para levantar el borde externo del bombeo normal a la nivelación con el eje. Para terrenos planos con uso de espirales cuyo radio y longitud sea alto, la longitud de transición puede ser igual a la longitud de la espiral.

Estos valores de la pendiente garantizan no solamente la comodidad de la marcha de los vehículos, sino una buena apariencia de la carretera; y cualquiera que sea el sistema seguido para conformar el peralte total, no deben ser excedidos.

Los valores máximos correspondientes a la pendiente relativa para el desarrollo de rampas de peraltes para las velocidades especificadas fueron tomados del Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

7.5.4. SECCIÓN TRANSVERSAL

Una vez determinados los alineamientos en planta, el trazado de rasantes y el cálculo de peraltes, se procede a la generación de las secciones transversales del proyecto, a partir del eje de proyecto.

Este corredor va a considerar los anchos existentes, estos anchos son variables por su actual conformación y las afectaciones que ha tenido la banca.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 107



7.5.5. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Considerando que esta solución geométrica corresponde a una de las actividades más importantes en el desarrollo del proyecto y teniendo en cuenta que en él se establece la configuración geométrica definitiva de la solución propuesta, éste se presenta ajustándose a la condición existente y de acuerdo a los lineamientos y directrices establecidas en el proceso.

Información básica del proyecto

Se cuenta con el levantamiento topográfico directo realizado para el proyecto en toda su extensión el cual incluye la combinación de métodos convencionales y de alta tecnología (levantamiento LiDAR) con la obtención de Ortofoto de alta resolución.

De los levantamientos relacionados se extrae la información requerida como soporte de la propuesta de ajuste geométrico. A partir de dicha información se obtienen los modelos digitales de terreno que a su vez sirven para la extracción de perfiles longitudinales y secciones transversales requeridas dentro de las actividades del presente ajuste.

Ajuste en planta

El ajuste geométrico del corredor se hace, partiendo de la información topográfica y generando los alineamientos de la vía existente, el no cumplimiento de alguno de las especificaciones propias del diseño corresponden a las deficiencias del corredor existente.

En general, el proyecto contempla el cálculo de un alineamiento aproximado al eje de calzada existente. La cantidad y disposición de carriles está restringida por el ancho de la vía actual.

Las actividades de detalle que contempla este ajuste geométrico en planta son:

- Ubicación y descripción de las restricciones constructivas y geométricas.
- Diseño del alineamiento horizontal con base en la condición existente del corredor.
- Cálculo y proceso de elementos de las concatenaciones de curvas establecidas.
- Generación y proceso en programas tipo CAD del dibujo de los ejes y sus cuadros de elementos de curvatura.
- Edición del dibujo de diseño en planta incorporado con la topografía base en escala adecuada

Como resultado en planta se presentan los planos de ajuste en los cuales se plasma la geometría general del proyecto con los elementos de respaldo para su localización y replanteo.

Rasante

Teniendo en cuenta los criterios técnicos y parámetros establecidos y con base en el levantamiento topográfico detallado del corredor en estudio, se procede al diseño del alineamiento vertical, sin olvidar que los alineamientos horizontal y vertical de una vía no deben estudiarse independientemente.

Como resultado del ajuste vertical se presentan los planos de perfil en escalas adecuadas que incluyen el perfil longitudinal del terreno correspondiente al eje de diseño con su respectiva información de la rasante proyectada y de los alineamientos y curvas verticales. Además, contendrán la información de las curvas verticales, como longitud de la curva (medida en su proyección horizontal), PCV (principio de curva vertical), PIV (punto de intersección vertical), PTV (principio de tangente vertical) y el parámetro K para cada curva vertical. Adicionalmente se mostrará la información de pendientes, cota roja y cota negra (cada 10 metros).

Diseño transversal (etapa de diseño definitivo)

Con base en el ajuste geométrico general se realiza el cálculo, generación y procesamiento en AutoCAD del dibujo de secciones transversales de terreno y ajustadas (en intervalos adecuados) a lo largo del eje proyectado, tomando como base la topografía mencionada en numerales anteriores.

La cobertura de las secciones transversales contemplará todo el corredor. Se presentará la superposición del terreno natural y de la sección transversal proyectada con la información correspondiente: cotas negra y roja del eje de diseño, ordenada y cota de puntos de chaflán.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 108



7.6. CONSIDERACIONES PARTICULARES SOBRE EL DISEÑO GEOMÉTRICO

Dadas las condiciones particulares del área de implementación del proyecto que en general corresponde a terrenos escarpados, se han establecido condiciones particulares de ajuste que se relacionan a continuación:

- El ancho de sección del corredor se verá afectado por el existente, generándose así, tramos con sección reducidas y tramos con sección acorde a una terciaría.
- El alineamiento horizontal tiene una serie de restricciones en sectores de paso de ríos y condiciones de disminución de banca. Estas afectaciones generan condiciones inseguras que se deben tener en cuenta.
- El proyecto de rasante ha sido ajustado tomando como base la condición existente, así como al requerimiento de cobertura y protección de las obras hidráulicas existentes a lo largo de los elementos que conforman los escenarios de diseño descritos.
- El trazado cumple en general con las diferentes consideraciones incluidas dentro de los aspectos contractuales del proyecto y que han sido descritas a lo largo del presente informe.

7.7. SEÑALIZACIÓN VIAL

7.7.1. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD VIAL

La señalización juega un papel fundamental en la seguridad vial de los usuarios de un corredor vial y permite establecer las reglas de operación de la vía. Dicha señalización debe ser clara y debe informar de manera anticipada las condiciones de circulación de los actores viales que hace uso de esta su uso adecuado mitiga la probabilidad de ocurrencia de accidentes y permite mantener las condiciones de la capacidad, niveles de servicio y velocidades de operación esperadas para el proyecto.

7.7.2. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

Para la ejecución de los diseños de señalización vial, se evaluó la información del diseño geométrico y de tránsito del Proyecto. Partiendo de esta evaluación se plantea un diseño de señalización tanto horizontal como vertical del corredor basado en las especificaciones técnicas establecidas por el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte, el cual fue adoptado mediante la resolución 1885 de 2015.

La señalización propuesta incluye la demarcación horizontal, las señales preventivas, informativas y reglamentarias y demás dispositivos requeridos para resolver los conflictos del tránsito de manera ágil, segura y eficiente para los usuarios.

7.7.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Ubicación longitudinal

La ubicación longitudinal de cada señal debe ser tal que garantice al conductor que transita a la velocidad máxima permitida en la vía, ver, leer y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, satisfaciendo uno de los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señal debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- Advertir o informar sobre condiciones de la vía o de acciones que se deben o pueden realizar más adelante.
- Las etapas del proceso descrito definen las siguientes distancias, que se muestran en la figura:
 - Distancia de visibilidad mínima
 - Distancia de legibilidad mínima
 - Distancia de lectura
 - Distancia de toma decisión
 - Distancia de maniobra
 - Ubicación longitudinal

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 109

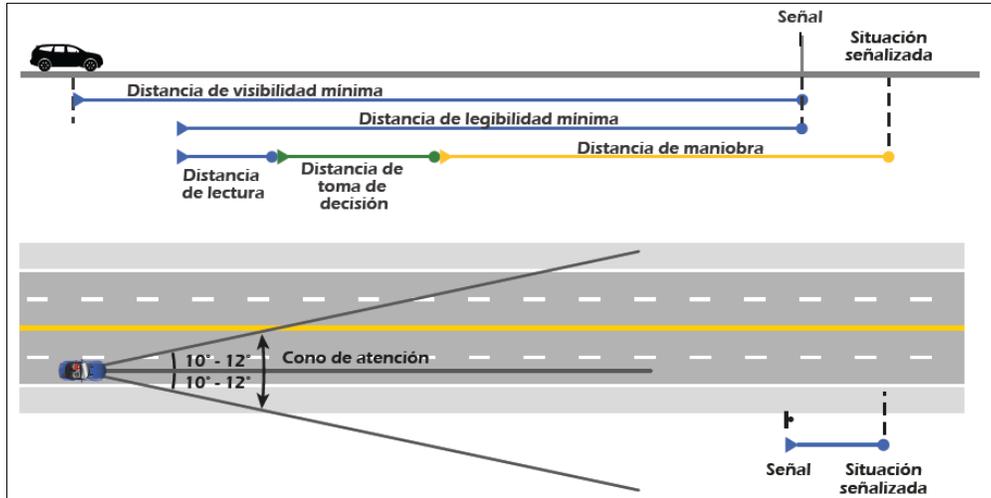


Figura 140 Distancia de señalización
Fuente: MSV 2015

Ubicación lateral

Para que las señales puedan ser percibidas por los conductores es preciso que éstas se ubiquen dentro de su cono de atención, esto es, dentro de 10° respecto de su eje visual, evitando instalarlas alejadas de la calzada, demasiado elevadas o muy abajo respecto del nivel de ésta. Para lograr una buena visibilidad nocturna de las señales se recomienda ubicarlas en lugares donde puedan ser adecuadamente iluminadas por los focos de los vehículos.

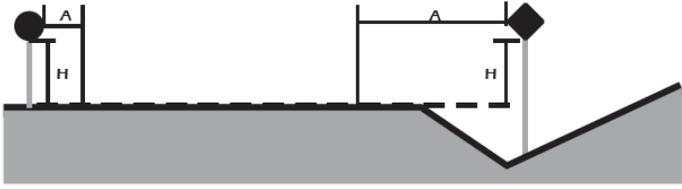


Tabla 2.1-5 Ubicación lateral de señales verticales				
Ubicación lateral	A/(m)		H/(m)	
	Min.	Min.	Mín.	Máx.
Autopistas	3,5	1,8	2,2	
Vía rural sin separador	1,8	1,8	2,2	
Vía rural con separador	0,6	1,8	2,2	
Vía convencional urbana con separador	0,3	2,0	2,2	
Vía convencional urbana sin separador	0,3	2,0	2,2	

Figura 141 Ubicación lateral de señalización
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Materiales para tableros

Los tableros para todas las señales, delineadores y demás dispositivos planteados para este proyecto, deberán estar contruidos en materiales que garanticen resistencia a cargas de viento e impacto, durabilidad, resistencia a la oxidación y que adicionalmente no representen un peligro grave al ser impactados por un vehículo. Se podrán usar láminas de acero galvanizado, aluminio, poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta u otro material que garantice las condiciones descritas en este numeral.

Señales preventivas

Las señales de preventivas se deben disponer con suficiente anticipación para que el conductor reaccione y efectúe el tipo de maniobra que necesita para adaptarse a la nueva situación o evitar el peligro anunciado. La siguiente imagen es ejemplo de las señales de advertencia ubicadas en el tramo:

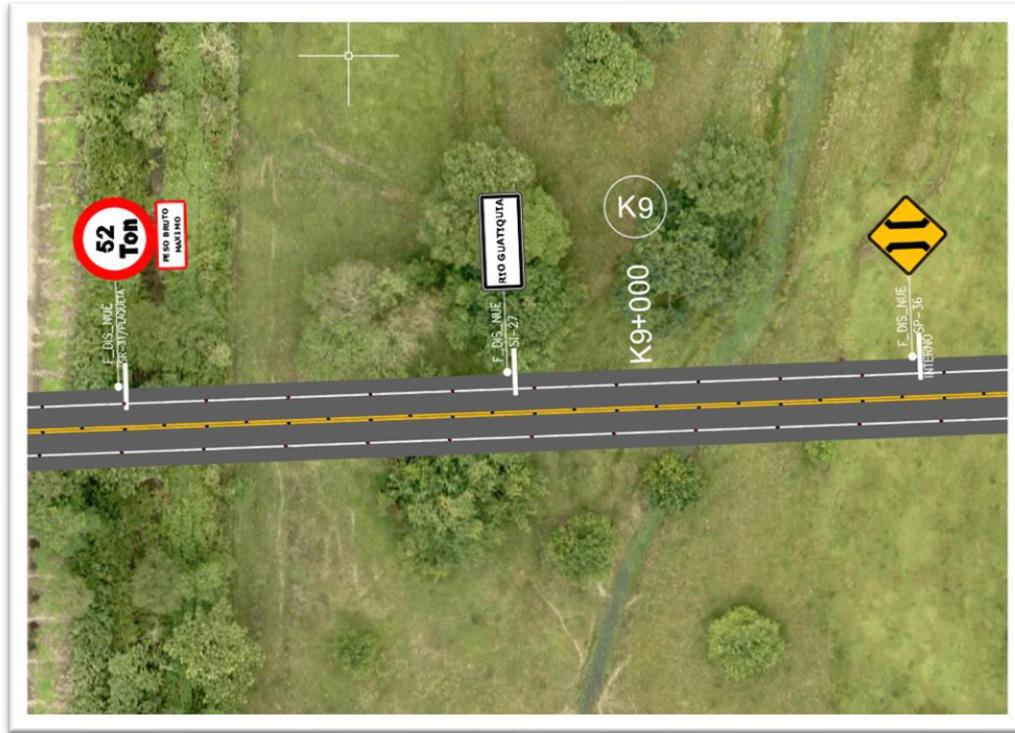


Figura 142 Señalización preventiva
Fuente: Elaboración propia

Señales reglamentarias

Las señales de reglamentación se deben colocar en el sitio donde empieza a regir la reglamentación o prohibición según sea el caso. La siguiente imagen es ejemplo de las señales reglamentarias ubicadas en el tramo:



Figura 143 Señalización reglamentaria
Fuente: Elaboración propia

Señales informativas

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc. La siguiente imagen es ejemplo de las señales informativas ubicadas en el tramo:

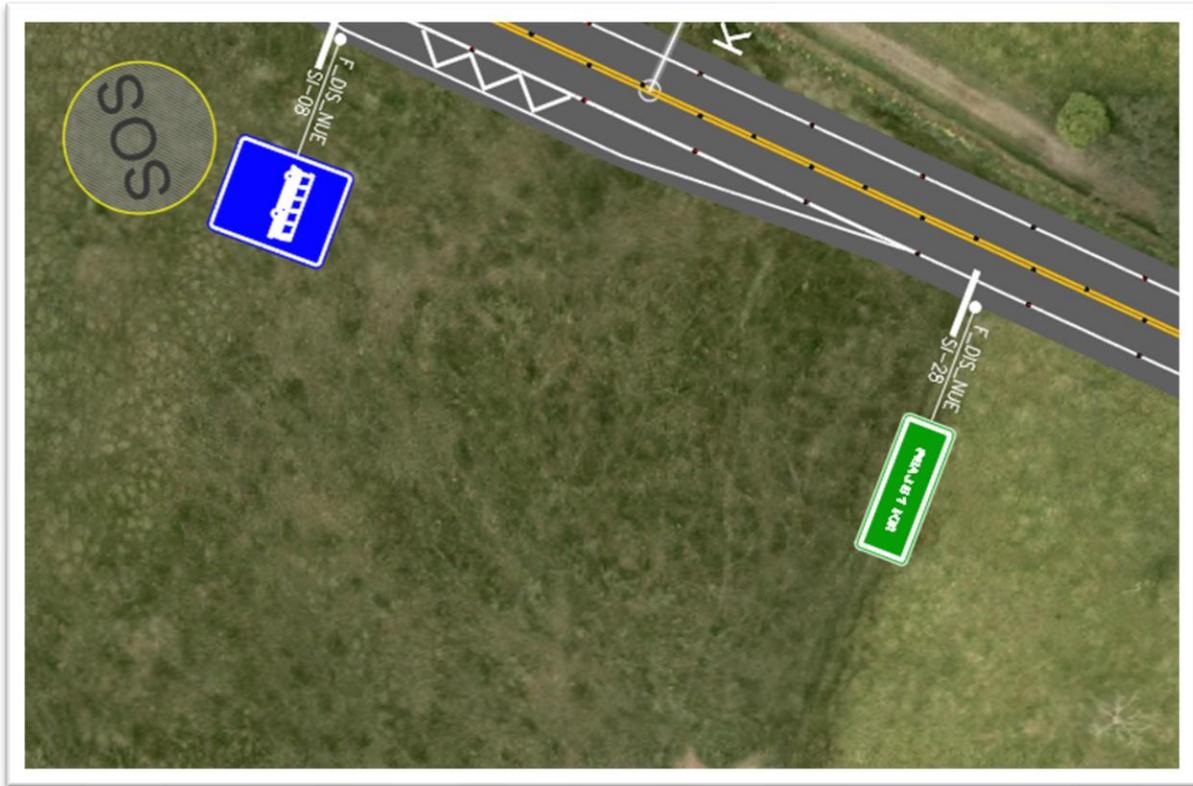


Figura 144 Señalización Informativa
Fuente: Elaboración propia

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

Conociendo las características generales para el trazado geométrico y la composición rural de algunos sitios de vía se implementarán las siguientes señalizaciones que permitirán ordenar y regular el tránsito al igual que informar a los conductores, advertir de condiciones que puedan afectar la circulación y aumentar la seguridad a lo largo del eje vial que recomienda el manual de señalización INVIAS 2015, por lo tanto, se realizarán las siguientes demarcaciones:

- Líneas centrales continuas caso 31 MSV 2015 figura 3-10
- Líneas de carril segmentadas caso 1 MSV 2015 figura 3-13.
- Líneas de carril continua caso 1 MSV 2015 figura 3-15.
- Líneas de borde pavimento blancas caso 2 figura 3-21.
- Líneas de borde pavimento amarillas caso 5 figura 3-24.

Demarcación de líneas centrales segmentadas caso 3 MSV 2015.

Estas líneas se emplean donde las características geométricas de la vía no permiten el adelantamiento, esta demarcación se debe implementar en la vía cielo abierto; debido a que el ancho de calzada no es superior a 7.30 metros, se debe marcar con una sola línea.

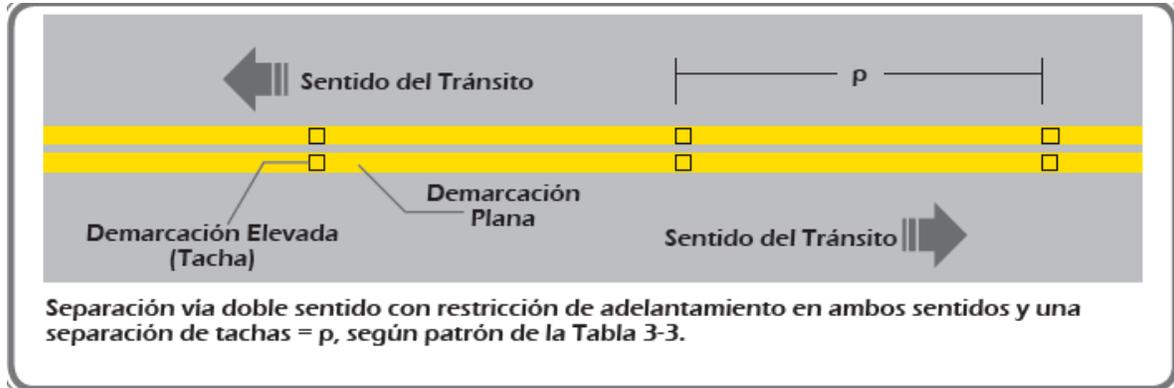


Figura 145 Separación y restricción de adelantamiento

Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Tabla 3-3 Patrón - Demarcación / Brecha para líneas segmentadas				
Velocidad máxima de la vía (km/h)	Patrón p (m)	Relación demarcación brecha	Largo demarcación (m)	Largo brecha (m)
Mayor a 60	12	3 a 5	4,5	7,5
Menor o igual a 60	8	3 a 5	3	5
Ciclovía	3	1 a 2	1	2

Figura 146 Diseño de líneas longitudinales segmentadas que separan flujos opuestos

Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Demarcación de líneas de carril segmentadas caso 1 MSV 2015.

La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía, como se muestra en la Tabla 3-3 MSV 2015. Así, para una vía con velocidad máxima inferior o igual a 60 km/h se debe usar un patrón de 8 m y una relación 3 a 5, lo que se traduce en líneas de 3 m demarcados seguidas de 5 m sin demarcar. La demarcación elevada debe ser de color blanco o blanco-rojo e instalarse centrada en todas las brechas o brecha por medio. Ver Figura 3-13 y 3-14. la circulación en ciertos tramos o partes de la carretera, cuando las condiciones, situaciones, exigencias técnicas o seguridad vial de la carretera lo requieran.

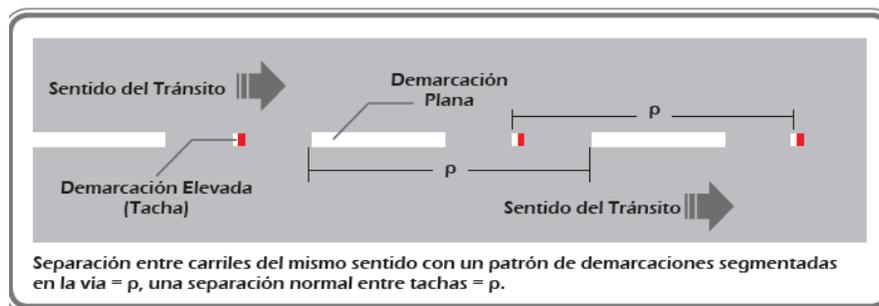


Figura 147 Líneas de carril segmentada caso 1

Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Demarcación de línea de carril continua caso 3 MSV 2015.

Cuando por razones de seguridad se quiere restringir el cruzar entre carriles se debe aplicar una línea continua.

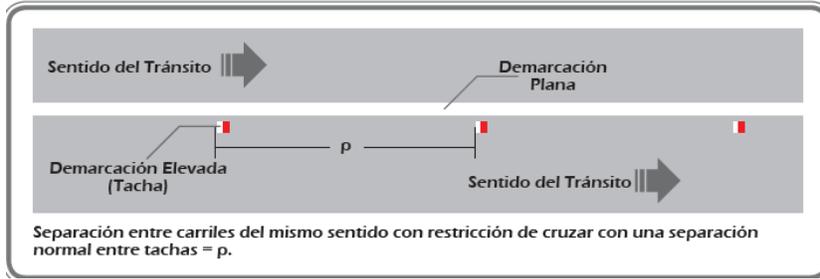


Figura 148 Líneas de carril segmentada caso 3
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Demarcación de líneas de borde blancas caso 2 MSV 2015

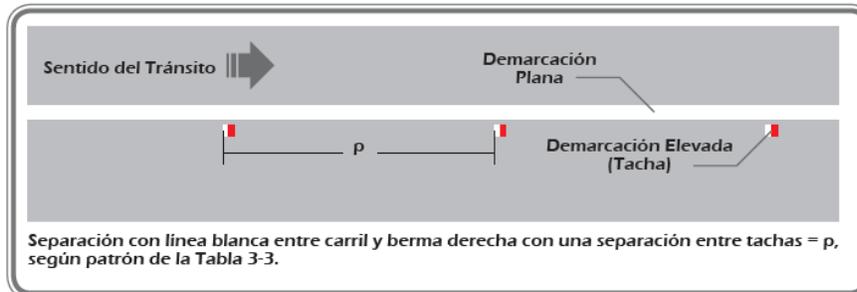


Figura 149 Líneas de carril segmentada caso 4
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Demarcación de líneas de borde amarillas caso 5 MSV 2015

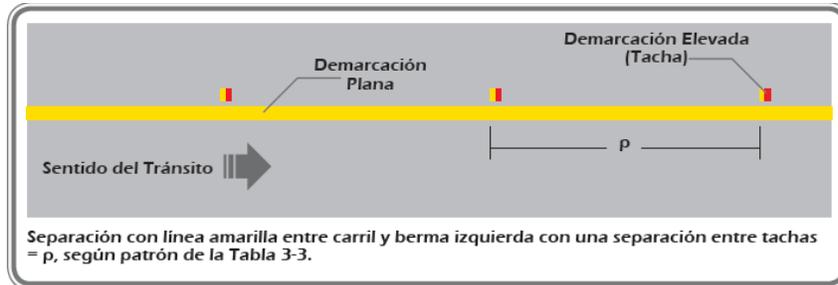


Figura 150 Líneas de borde amarilla caso 5
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

7.7.4. DISPOSITIVOS DE REGULACIÓN DE TRÁNSITO.

Conociendo las características generales para el trazado geométrico y la composición rural de algunos sitios de la vía, se implementarán las siguientes señalizaciones que permitirán ordenar y regular el tránsito al igual que informar a los conductores, advertir de condiciones que puedan afectar la circulación y aumentar la seguridad a lo largo del eje vial que recomienda el manual de señalización INVIAS 2015, por lo tanto, se realizarán las siguientes instalaciones de dispositivos:

- Señales de guía
- Delineadores de piso

Señales guía.

Son dispositivos que permiten al conductor tener una guía efectiva para la circulación especialmente en las horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas.

Tabla 5-1 Espaciamiento entre delineadores verticales	
Radio de curvatura (m)	Espaciamiento máximo (m)
< 100	10
100 - 199	15
200 - 299	20
300 - 499	25
500 - 699	30
700 - 899	40
≥ 900	50

Figura 151 Espaciamiento máximo de delineadores verticales
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

Delineadores de curva horizontal.

Los delineadores de curva horizontal se utilizan para indicar el cambio brusco de dirección en el alineamiento horizontal de una vía. Son una importante guía para los conductores en los casos de presentarse simultáneamente variación en el alineamiento horizontal y vertical.

Según el manual de señalización INVIAS 2015 Tabla 5.2, se define la colocación de delineadores de corona, en función del radio de curvatura, que se ubican entre delineadores que indican hectómetros en tramos curvos o rectos de una vía.

Tabla 5-2 Espaciamiento máximo entre delineadores de curva horizontal		
Radio de curvatura (m)	Espaciamiento (m)	
	Vías urbanas	Vías rurales, autopistas y carreteras
50	10	19
75	12	23
100	15	27
150	20	33
200	22	38
250	24	42
300	27	46

Figura 152 Espaciamiento máximo de delineadores verticales
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

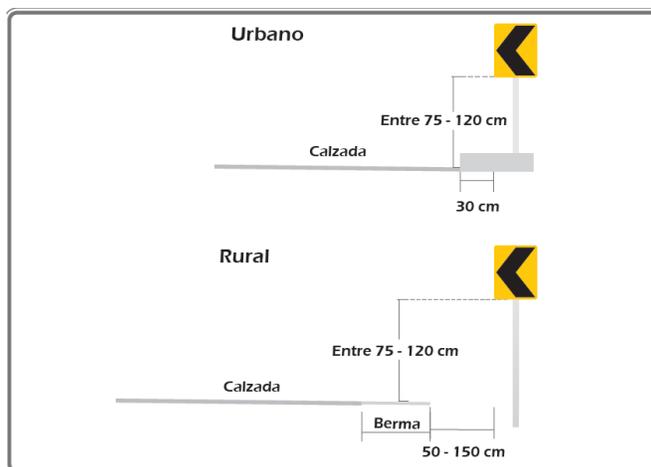


Figura 153 Ubicación lateral de delineadores de curva
Fuente: Manual de señalización INVIAS 2015

La colocación física de los delineadores de curva horizontal se realizará de acuerdo a las normas INVIAS 2015 de señalización parágrafo 5.5.2 y su dibujo de diseño se realizará base a la figura 5.4 de la norma MSV 2015 INVIAS.

7.8. CONSIDERACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE DISEÑO

Para facilitar la identificación de la señalización presentada en los planos en planta o planta perfil, las señales verticales se deben representar con los siguientes colores según corresponda: Naranja para inventario sin intervención, negro para señales nuevas y café para mantenimiento o retiro de la señal existente.

Para la demarcación plana o elevada se utilizarán los siguientes colores: naranja para inventario sin intervención, negro para la demarcación nueva de color blanco; para la demarcación nueva distinta a la blanca, se debe representar en el plano con el color real de la demarcación, para representar la demarcación plana o elevada que se deba intervenir se utilizará el color café, complementando con notas que describan la acción como: repintar, borrar, retirar, reponer.

En el diseño de señalización se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se eliminan la colocación de tachas por el ancho restringido de circulación y evitando así el ruido y desprendimiento de estas piezas por el paso continuo sobre ellas
- Se deja solo una pintura de borde de carril ya que la vía no tiene un ancho de acuerdo a normativa
- Se consideró colocación de señales preventivas y reglamentarias avisando los anchos de sección máxima a lo largo del corredor
- Se colocó señales de prohibido el sobrepaso y velocidad máxima de 20 km/h evitando así sobrepaso y velocidades mayores en el corredor
- Se colocó defensa metálica al costado del río y viviendas evitando accidentes en estos sectores

7.9. CONCLUSIONES

Los parámetros de diseño horizontal y vertical, así como el proyecto de sección transversal para determinar los peraltes en la vía, se ajustan a las condiciones de la vía existente restringiendo la geometría. No obstante, lo anterior se ha procurado la proyección de radios de curvatura superiores a los mínimos con el fin de mejorar las condiciones de operación del proyecto.

La sección transversal del corredor se ve afectada por la conformación actual, como son la disminución de banca por condiciones de circulación, los anchos justos en curva, etc.

Anexos al presente informe se incluyen los planos planta-perfil y de secciones transversales los cuales presentan la propuesta de ajuste. Adicionalmente se incluyen los reportes de geometría horizontal, vertical y cantidades básicas

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 117



de obra para efecto de evaluación económica del proyecto y las carteras de localización y replanteo requeridas por obra.

Previo inicio de la construcción, el proyecto debe ser replanteado integralmente en obra con el fin de verificar la topografía base del diseño geométrico. De detectarse alguna diferencia representativa deberá consultarse al diseñador geométrico con el fin de realizar los ajustes del caso. De igual manera, cualquier modificación que se plantee sobre el proyecto de diseño geométrico durante la etapa de construcción debe ser consultada con el diseñador con el fin de confirmar su viabilidad y determinar el cumplimiento de parámetros de acuerdo con la normatividad aplicada al proyecto.

ANEXOS

Hacen parte integral del presente informe los archivos que se relacionan a continuación:

- Archivos en formato DWG (AutoCAD) que presentan planos planta-perfil correspondientes a las propuestas de trazado.
- Archivos en formato DWG (AutoCAD) que presentan secciones transversales integradas para las calzadas principales del proyecto en cada uno de sus escenarios
- Archivos en formato XLSX (Excel) que contienen las carteras de localización y replanteo correspondientes a las calzadas que conforman las soluciones de diseño propuestas.

	VOL II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	
	INFORME	
	Documento: GICA-630-DAB.-CAMP.-VOL II-INF-001-Rev1	
	30 de Noviembre de 2021	Página 118