



Manual de procedimientos en Topografía para la formulación de proyecto de
infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-
Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander

Monografía de análisis

Jefferson Sarmiento Ortiz

1098615672

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Programa Académico Ingeniería en Topografía

Bucaramanga, 2023



Manual de procedimientos en Topografía para la formulación de proyecto de
infraestructura INVIAS caso carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-
Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander

Jefferson Sarmiento Ortiz

1098615672

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero en Topografía

DIRECTOR

GERMAN ALBERTO SUÁREZ ARIAS

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER


Programa Académico Ingeniería en Topografía

Bucaramanga, 2023

Nota de Aceptación

Aceptado conforme a los requisitos exigidos por Las Unidades tecnológicas de Santander para optar por el Título de Ingeniero Topógrafo según acta de Comité de trabajos de Grado No 35 de Noviembre 29 de 2023.

Evaluador: Carlos Esteban Mora Chaves



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

A mis familiares por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la sabiduría y la vida.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	13
<u>INTRODUCCIÓN</u>	14
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. JUSTIFICACIÓN	16
1.2.1. OBJETIVOS	18
1.2.2. OBJETIVO GENERAL	18
1.2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	19
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.1.1. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-6271, INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	19
2.1.2. ADJUDICACIÓN Y AUDITORIA DE OBRA CIVIL	20
2.1.3. CLÁUSULAS DE APOYO AL CONTRATANTE, AMPARO DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO DE OBRA CIVIL.....	20
2.1.4. LA TOPOGRAFÍA COMO RAMA DE LA GEOGRAFÍA.....	21
2.1.5. PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA	22
2.2. MARCO LEGAL	22
LEY 70 DE 1979	22
LEY 842 DE 2003	22
DECRETO 1220 DE 2005	22
2.3. MARCO AMBIENTAL	23
<u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	24
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	24
3.2. ENFOQUE METODOLÓGICO	24
3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	24
3.4. DISEÑO MUESTRAL	25
3.5. UNIVERSO	25

3.6. POBLACIÓN.....	25
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
3.8. MATRIZ DEL DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
<u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	<u>27</u>
<u>5. RESULTADOS</u>	<u>28</u>
5.1. DESARROLLO DEL OBJETIVO UNO (1): DIAGNÓSTICO POR MEDIO DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, QUE PERMITA LA PRIORIZACIÓN DE VARIABLES RELEVANTES EN LAS ACTIVIDADES DE TOPOGRAFÍA DE PROYECTOS DE OBRA DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA.....	28
5.1.1. MANUAL DE GESTIÓN SOCIO AMBIENTAL PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN..	28
5.1.2. MANUAL DE GESTIÓN SOCIO AMBIENTAL PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN....	29
5.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA TRANSVERSAL DEL CARARE, CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD DE LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACÁ Y SANTANDER	31
5.2. DESARROLLO OBJETIVO DOS (2): ENTREVISTAS A PROFESIONALES DE LA TOPOGRAFÍA ACERCA DE SU VISIÓN Y EXPERIENCIA EN CUANTO A LOS ERRORES FRECUENTES QUE SE COMETEN EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA INVIAS DE LA CARRETERA TRANSVERSAL DEL CARARE, TUNJA-BARBOSA-PUERTO ARAUJO EN LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACÁ Y SANTANDER, QUE FACILITE UN ESTADO DE INICIO PARA LA PROYECCIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS.....	34
5.2.1. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE LA TOPOGRAFÍA ACERCA DE SU VISIÓN Y EXPERIENCIA EN CUANTO A LOS ERRORES FRECUENTES QUE SE COMETEN EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE CARRETERAS	37
5.3. DESARROLLO OBJETIVO ESPECÍFICO TRES (3): MANUAL DE PROCEDIMIENTO, BUENAS PRÁCTICAS Y ACCIONES PREVENTIVAS PARA LA ORIENTACIÓN DE TOPÓGRAFOS QUE PARTICIPAN EN LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA INVIAS DE LA CARRETERA TRANSVERSAL DEL CARARE, TUNJA-BARBOSA-PUERTO ARAUJO EN LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACÁ Y SANTANDER.....	43

5.3.1.	PRÓLOGO DEL MANUAL.....	44
5.3.2.	MÉTODO DE ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.....	45
5.3.3.	PARÁMETROS DE CALIDAD.....	46
5.3.4.	GENERALIDADES DEL MANUAL.....	46
5.3.5.	ELEMENTOS PARA VERIFICAR LA CALIDAD DE LA FASE DE PLANEACIÓN.....	47
5.3.6.	ELEMENTOS PARA VERIFICAR LA CALIDAD DE LA FASE DE PROGRAMACIÓN ..	48
5.3.7.	MANEJO DEL SOFTWARE DE CÁLCULO TOPOGRÁFICO	49
5.3.8.	EJEMPLO DE PROGRAMA: PROTOPO.....	49
5.3.9.	EJEMPLO DE PROGRAMA: TOPOLIGONAR.....	50
5.3.10.	LINEAMIENTOS E ILUSTRACIONES DE TOPOGRAFÍA PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA	51
5.3.11.	MÉTODOS Y APARATOS DE TOPOGRAFÍA CLÁSICA (PLANIMÉTRICOS Y ALTIMÉTRICOS).....	51
5.3.11.1	Métodos de nivelación (Altimetría)	52
5.3.11.2	Nivelación geométrica.....	52
5.3.11.3	Nivelación trigonométrica.....	53
5.3.11.4	Nivelación GPS.....	54
5.3.11.5	Nivelación gravimétrica	54
5.3.11.6	Nivelación por métodos expeditos.....	55
5.3.12.	RECOMENDACIONES PARA CONOCER EL DESNIVEL ENTRE PUNTOS O DE DEJAR CIERTOS PUNTOS A UN NIVEL O COTA DETERMINADO	56
5.3.13.	DISEÑO CARTOGRÁFICO. (GENERACIÓN Y TRABAJO CON MODELOS DIGITALES DEL TERRENO).....	57
5.3.14.	PRÁCTICAS DE REPLANTEO	58
5.3.15.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA TOPOGRAFÍA EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA (CARRETERAS)	58
5.3.16.	FOTOGRAMETRÍA.....	60

5.3.17. PROBLEMAS EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA, DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TOPOGRAFÍA.	61
5.3.18. PROBLEMAS EN LA TERMINACIÓN O ACABADOS DE UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE CARRETERA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TOPOGRAFÍA.....	61
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>63</u>
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	<u>65</u>
<u>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>66</u>
<u>9. APÉNDICES</u>	<u>68</u>
<u>10. ANEXOS</u>	<u>70</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa y localización geográfica del trayecto de la obra</i>	18
Figura 2. <i>Esquema de las acciones de la Topografía en una de sus áreas.</i>	21
Figura 3. <i>Modelo 3D de sistema altimétrico</i>	22
Figura 4. <i>Inicio de la obra</i>	32
Figura 5. <i>Años de experiencia</i>	38
Figura 6. <i>Problema más frecuente en la etapa de la formulación de un proyecto de infraestructura</i>	38
Figura 7. <i>Problema más frecuente en la ejecución de un proyecto de infraestructura</i>	39
Figura 8. <i>Problema más frecuente en la terminación o acabados de un proyecto de infraestructura</i>	39
Figura 9. <i>Motivo de causa de errores en el área de Topografía de proyectos de infraestructura</i>	39
Figura 10. <i>Por qué cree que los levantamientos topográficos RPA son más eficientes que las estaciones totales</i>	40
Figura 11. <i>Portada de Manual de procedimientos de Topografía, buenas prácticas y acciones preventivas.</i>	43
Figura 12. <i>Método de elaboración del manual de procedimientos</i>	45
Figura 13. <i>Interfaz de Usuario del programa Microsoft Project</i>	48
Figura 14. <i>Imagen de carga del programa Protopo</i>	49
Figura 15. <i>Imagen del programa Topoligonar</i>	50
Figura 16. <i>Sistemas de referencia altimétricos</i>	52
Figura 17. <i>Tipos de niveles</i>	52
Figura 18. <i>Nivelación trigonométrica con estaciones</i>	53
Figura 19. <i>Nivelación por GPS</i>	54
Figura 20. <i>Fotografía de un gravímetro</i>	55
Figura 21. <i>Nivelación por goma llena de agua</i>	56

Figura 20. <i>Nivel de mano</i>	56
Figura 23. <i>Minería y Materiales, inventario y producción</i>	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Elementos del marco legal</i>	22
Tabla 2. <i>Matriz del diseño Metodológico</i>	25
Tabla 3. <i>Formulario de entrevista aplicado</i>	34
Tabla 4. <i>Respuestas de la entrevista aplicada</i>	37

RESUMEN EJECUTIVO

Los proyectos de infraestructura son aquellos que garantizan el «funcionamiento» de un país, y el ingeniero de Topografía requiere de guías para lograr disminuir la probabilidad de error al aplicar sus conocimientos en las obras civiles, por esa razón en esta monografía de análisis se formula un manual de procedimientos en Topografía; buenas prácticas y acciones preventivas dirigido a topógrafos que realizan formulación de proyectos de infraestructura de carreteras.

La presente monografía es de tipo exploratorio descriptivo, con enfoque mixto, es decir combina información de tipo cuantitativo (datos numéricos), con el análisis cualitativo según categorías se realizó una entrevista a profesionales de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyectos de infraestructura de carreteras.

Los resultados reportan que las variables prioritarias para los procedimientos topográficos son una buena planeación y programación del proyecto: capacitación del talento humano y uso de tecnologías de apoyo como la georreferenciación; igualmente se propone un manual; contiene esquemas que indican las medidas e información necesaria para evitar errores frecuentes en la fase de planeación y programación en las que participa el personal de Topografía en el desarrollo de obras de infraestructuras (carreteras).

PALABRAS CLAVE: Proyecto de Infraestructura, Topografía, Manual, Buenas Prácticas.

INTRODUCCIÓN

Esta monografía propone un manual de procedimientos en Topografía, buenas prácticas y acciones preventivas dirigido a topógrafos que realizan formulación de proyectos de infraestructura de carreteras, con el propósito de evitar errores que ocasionen pérdidas en las fases de planeación y programación.

Se diseñó desde la perspectiva de la Topografía para la formulación de proyecto de infraestructura INVÍAS caso Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo por carreteras en provincias de Boyacá y Santander. INVÍAS ha realizado las siguientes intervenciones en el corredor: mejorar el nivel del corredor Puerto Araujo-Landázuri-Barbosa mediante la ejecución de obras de construcción de 3,65 km, incluyendo las obras necesarias para asegurar el normal funcionamiento de la vía y la mejora de la vía y del pavimento actual en tramos de la vía donde el firme se encuentra en condiciones normales y/o inadecuadas (Colombia, Ministerio de Transporte, 2022).

El documento presenta inicialmente la síntesis de un diagnóstico por medio de la revisión bibliográfica, para la priorización de variables relevantes en las actividades de Topografía de proyectos de obra de infraestructura física. Luego los resultados de las entrevistas a profesionales de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyecto de infraestructura INVÍAS, como es el caso de la carretera Transversal del Carare, que facilitará un estado de inicio para la proyección de acciones preventivas, posteriormente presenta una guía de buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación de topógrafos que realizan formulación del proyecto de infraestructura INVÍAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los proyectos de infraestructura son proyectos que mantienen a un país "en funcionamiento". Además, son los que permiten mantener la electricidad y el agua de los hogares y comercios. Aunque simple, la acción inmediata puede ser arriesgada y más costosa de lo esperado; dependiendo del tipo de proyecto a realizar, la base es la experiencia del responsable. La gestión de proyectos de infraestructura no es una tarea fácil y, a menudo, requiere habilidades o conocimientos especiales, así como la capacidad de resolver problemas y seguir adelante (Arévalo, 2018).

En un contexto local, debido a las fuertes lluvias invernales, en junio de 2022 se presentó un deslizamiento de tierra en el km 2000 de la vía Landázuri-Vélez, bloqueando parte de la calzada que conduce a la vereda de "Corinto" (municipio de Landázuri). El tramo de vía afectado no formaba parte de las obras a realizar bajo el contrato y no se habían realizado intervenciones con anterioridad, por lo que lo ocurrido en el lugar se consideró accidental e inesperado e inevitablemente se convirtió en una situación de emergencia que requería una intervención inmediata para garantizar el acceso y la seguridad de los usuarios. A la fecha se han removido y retirado alrededor de 28.000 m³ y está en proceso la construcción de un muro de cimentación profunda en la base del talud de 171 metros de largo, del cual se tienen excavados 17 caissons de 57 proyectados y se han instalado 14 drenes de penetración de 24 m. Se tiene proyectada la construcción de otro muro de 57 m por el costado derecho de la vía y un muro de gaviones de 50 m en la vía veredal hacia Corinto (Colombia, Ministerio de Transporte, 2022).

Según Villamandos (2022), en la Topografía se pueden tipificar las equivocaciones como: lectura, de anotación y sumar de forma incorrecta las distancias parciales. No obstante, también existen los errores sistemáticos, este tipo de errores ocurren una y otra vez en cualquier tipo de medición, y en la mayoría de los casos pueden ser causados por problemas en el equipo o procedimientos defectuosos adoptados por el operador. En cualquier caso, se

deben utilizar las técnicas adecuadas para evitar este tipo de errores, dado que su valor es acumulativo y no puede ser corregido. Un error en Topografía es la diferencia existente entre el error medido y el valor real de la magnitud considerada, por ejemplo una cinta métrica mal graduada, ocasiona un error que se repite, es decir, es sistemático.

En los proyectos constructivos puede ocurrir que se dé mayor importancia a la ingeniería del proyecto y se subvalore la información topográfica en las etapas de programación y diseño. Desafortunadamente son comunes errores en las mediciones, que solo son advertidas tardíamente. Según Villalba (2020), todas las operaciones de Topografía están sujetas a errores causados por aparatos y dispositivos defectuosos; mediciones defectuosas realizadas por las personas, o debidas condiciones del terreno y de las condiciones atmosféricas. Estas equivocaciones son graves ocasionadas por descuido, distracción, constancia o falta de conocimiento, generan consecuencias negativas para el proyecto como repetición de los trabajos de campo, incremento de tiempos de obra, aumento de costos y afectación de la eficiencia.

Dada la anterior situación problemática se propone un estudio monográfico orientado a dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo orientar al profesional en Topografía en su desempeño y conocimiento a partir de un manual de procedimiento en Topografía para la formulación de proyectos de infraestructura INVÍAS de la carretera transversal del Carare Tunja – Barbosa – Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de monografía es pertinente y relevante dado que las Unidades Tecnológicas de Santander UTS ha creado el Programa de Ingeniería en Topografía, el grupo de investigación en las líneas de gestión territorial y geomática, mediante la cual se tiene como objetivo desarrollar competencias a los estudiantes para la descripción cuantitativa y cualitativa de los territorios, desde la perspectiva geográfica, capacitación en gestión de territorios urbanos y

rurales. Manejo de sistemas catastrales, oportunidades analíticas y focalización en terrenos y en el control de obras (UTS, 2020).

Dado que en los proyectos de obra civil e infraestructura es común que se presenten errores sistemáticos en las mediciones, los cuales se minimizan contando con la información y orientación que brinda un manual de procedimientos, centrado en el levantamiento topográfico, entonces uno de los beneficios de este trabajo monográfico es que los profesionales y los estudiantes de Topografía, podrán contar con información que les permitirá discernir en elementos de levantamiento topográfico, dado que los levantamientos topográficos RPA son más eficientes que las estaciones totales; porque para áreas más grandes se reduce el tiempo y el costo, se dispone de más información, más detallada, disponible con la ayuda de la fotogrametría, operadores topográficos no disponibles en espacios topográficos complejos información con precisión aceptable después tratamiento suficiente (Sarmiento, 2019).

Estos conocimientos y el manual de procedimientos topográficos, aplicables y útiles al proyecto de infraestructura INVÍAS de la carretera transversal del Carare Tunja – Barbosa - Puerto Araujo, en los Departamento de Boyacá y Santander. Cuyas características se detallan a continuación:

Figura 1. Mapa y localización geográfica del trayecto de la obra



Nota. Describe el trayecto de la obra. Tomado de (Mintransporte, 2022).

Este proyecto, contribuye al grupo de investigación GRIMAT, grupo de investigación interdisciplinario vinculado a FCNI dedicado a proyectos de investigación científica y tecnológica respaldados por el programa académico de Ingeniería en Topografía (Unidades Tecnológicas de Santander [UTS], 2020).

El trabajo hace énfasis de la práctica topográfica relacionada con conocer el desnivel entre puntos o el requerimiento de dejar ciertos puntos a un nivel o cota determinado y permite conocer las condiciones del suelo, depresiones morfológicas y las cotas de relieve del terreno en el que se va a desarrollar un proyecto (Grupo Grasa, 2018).

1.2.1. OBJETIVOS

1.2.2. OBJETIVO GENERAL

Generar un manual de procedimientos para la recolección de datos topográficos en proyectos de infraestructura vial de acuerdo con las normas técnicas vigentes para el caso de estudio

carretera Transversal del Carare, Tunja – Barbosa – Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander para el año 2023.

1.2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar una revisión bibliográfica de las normas técnicas vigentes para la recolección de datos topográficos para proyectos de infraestructura vial (definir como lo va a hacer).
- Realizar entrevistas a profesionales de la Topografía acerca de conocimiento, visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la recolección de datos topográficos que facilite la proyección de acciones preventivas en la formulación de proyecto de infraestructura vial.
- Establecer un manual de procedimientos a partir de buenas prácticas y acciones preventivas para los topógrafos que realizan formulación del proyecto de infraestructura vial.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Norma Técnica Colombiana NTC-6271, información geográfica y levantamientos topográficos

La norma NTC-6271 establece los requisitos técnicos básicos y las condiciones mínimas para la ejecución de estudios topográficos, teniendo en cuenta la calidad de los datos y los resultados topográficos, los cuales deben estar referenciado a los datos el territorio nacional. Esta norma establece los lineamientos para la realización de levantamientos topográficos

compatible con las normas nacionales e internacional; así mismos parámetros técnicos para la acción de un sistema global de referencia para la de la medición en la superficie terrestre. Tienes técnicas para la elaboración de estudios topográficos, contempla disposiciones como revisión, verificación y análisis de información existente en entidades públicas y privadas relacionadas con el alcance del proyecto; georreferenciación, el levantamiento se inicia y finaliza en puntos de amarre con coordenadas referidas al sistema de referencia oficial para colón manda circa, asimetría (especificaciones el equipo de nivelación); planimetría, el estudio se realiza empleando placas georreferenciadas (NTC 6271 de 2018).

2.1.2. Adjudicación y auditoría de obra civil

Para la administración del Estado, la sentencia es un acto administrativo con diversas formalidades procesales, entre ellas la cesión de contratos de prestación de servicios o de adquisición de bienes. (Cena - Enciclopedia de Derecho, 2014). Una asociación público-privada es un acuerdo entre al menos un participante del sector público y al menos un participante del sector privado para la prestación de un servicio público. Estos protocolos a menudo se abrevian como APP. (DNP Departamento Nacional de Planeación, 2017). Auditoría de proyectos de inversión pública: es la acumulación de evidencia y un examen objetivo, sistemático e independiente con el fin de expresar una opinión sobre la ejecución de proyectos de inversión pública en todo o en parte y/o las entidades que los gestionan de la misma forma.

2.1.3. Cláusulas de apoyo al contratante, amparo de cumplimiento del contrato de obra civil.

El amparo contra la ejecución del contrato indemniza al sujeto del Estado contratante asegurado contra pérdidas derivadas del incumplimiento total o parcial de las obligaciones contractuales, cumplimiento tardío o incompleto, si tales pérdidas son imputables a la contraparte del garante y como parte de las pérdidas sufridas por la contraparte en relación con la entrega (Urrutia, 2021).

En tal caso, cuando el contrato no prevea la entrega parcial, además de estos riesgos, esta protección comprenderá el importe de la sanción contractual y la condición de sanción contractual (Acuerdo de garantía). Sin embargo, dependiendo de las exenciones que ofrezcan las aseguradoras, esta protección puede verse comprometida por la mala gestión y la falta de control (Tirado, 2019).

2.1.4. La Topografía como rama de la geografía

La Topografía como rama de la geografía, una ciencia encargada del estudio de un conjunto de principios y procedimientos destinados a representar gráficamente la superficie terrestre y todas sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (Itrazo, 2019).

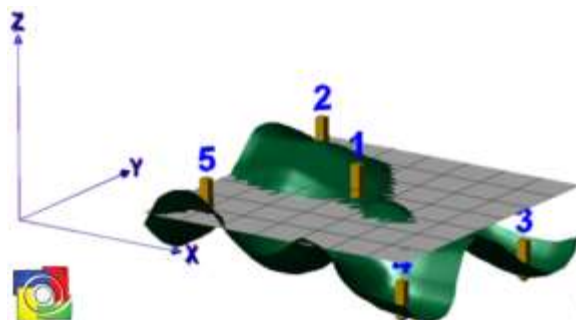
Figura 2. Esquema de las acciones de la Topografía en una de sus áreas.



Nota. Describe el esquema de acciones de la Topografía en una de sus áreas. Adaptado de (Itrazo, 2019).

Proyecto de construcción. Ambos procedimientos se basan en la división de elementos para ser representados por puntos, su ubicación está determinada por sus componentes de planta y elevación y puede requerir una variedad de métodos, cálculos y herramientas para determinar.

Figura 3. Modelo 3D de sistema altimétrico



Nota. Disposición sistema altimétrico. Adaptado de Topografía, conceptos y aplicaciones (Vargas, Rincón, González, 2020).

2.1.5. Proyecto de infraestructura

Los proyectos de infraestructura son: puertos; transporte fluvial; riego; telecomunicaciones; centros de acopio y mercadeo; energía; transporte vial, red fundamental; transporte vial, caminos vecinales, y vialidad urbana (Organización de los Estados Americanos [OAS], 2019)

2.2. MARCO LEGAL

Tabla 1. Elementos del marco legal

Ley o norma	Resumen
Ley 70 de 1979	La profesión de topógrafo está regulada por ley, y se establecen otras normas al respecto.
Ley 842 de 2003	Por la que se reforman las normas para el ejercicio de las ciencias de la ingeniería y las profesiones y subprofesiones afines, se aprueba el código de ética profesional y se dictan otras normas
Decreto 1220 de 2005	Fija el procedimiento para la obtención de la licencia, así como la modificación, cesión, suspensión o revocatoria, y cesación del trámite de esta; control y seguimiento a los proyectos, obras o actividades sujetas a licencia ambiental o Plan de Manejo Ambiental y disposiciones especiales.
Decreto 690 de 1981	“Por el cual se reglamenta la Ley 70 de 1979”.
NTC 6271	Norma Técnica Colombiana NTC 6271 - Información Geográfica y Levantamientos Topográficos (2018). Define los requisitos técnicos

Ley o norma	Resumen
	básicos y las condiciones mínimas necesarias para realizar correctamente levantamientos topográficos en el territorio del país.
NTC 5798	Información geográfica referencial espacial por coordenadas
NTC 5043	Información geográfica. Conceptos básicos de la calidad de los datos.
NTC 5662	Especificaciones técnicas de productos geográficos
NTC 5660	Evaluación de calidad, procesos y medidas
NTC 5205	Precisión de datos espaciales
NTC 5204	Precisión de redes geodésicas
Resolución IGAC 715 de 2018	Actualiza el marco geocéntrico nacional de referencia
Resolución 12 de 2012	Establece los servicios que presta el Consejo Nacional de Topografía
Resolución 068 de 2015	Se adopta como el único datum oficial de Colombia, el marco geocéntrico nacional de referencia.
Estándar Internacional FGDC	Estándar de precisión de posicionamiento geoespacial del Comité Federal de Datos Geográficos.

2.3. MARCO AMBIENTAL

El desarrollo sostenible asegura el crecimiento económico, la calidad de vida y el bienestar social sin agotar la base de recursos naturales renovables de los que depende ni poner en peligro el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizar el medio ambiente para satisfacer sus necesidades.

El artículo 80 de la Constitución Nacional prevé el fortalecimiento de este principio: “El Estado debe planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales a fin de asegurar su desarrollo sostenible, conservación o reposición. Además, se deben prevenir y controlar los factores de degradación ambiental y se deben aplicar las sanciones legales para reclamar la indemnización por los daños causados.

También trabajará con otros países para proteger los ecosistemas ubicados en las zonas fronterizas”. Esto significa garantizar que las necesidades del presente se satisfagan de una manera que no comprometa la capacidad y el derecho de las generaciones futuras a satisfacer sus propias necesidades (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021).

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico define la organización de los procesos que se deben desarrollar durante el estudio y qué tipos de pruebas se aplican y cómo recolectar y analizar los datos (Cajal Flores, 2020). El diseño metodológico es entonces el proceso a través del cual se desarrollan los objetivos del estudio y dar así cumplimiento al objetivo general (Méndez, 2008).

3.2. ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque metodológico de esta investigación es de carácter mixto, es decir combina información de tipo cuantitativo (datos), con el cualitativo según categorías.

El enfoque mixto en una investigación se utiliza cuando se necesita una mejor comprensión de la pregunta de investigación y no es posible proporcionar cada uno de estos métodos por separado. La investigación cuantitativa trata con números y estadísticas, mientras que la cualitativa se centra en el discurso y el significado. Los métodos cuantitativos se basan en la medición sistemática de variables y la prueba de hipótesis. Los cualitativos permiten explorar conceptos y experiencias con más detalle (Sánchez, 2019).

3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es inductivo, es decir parte de un hecho o caso concreto, como lo es el proyecto de infraestructura vial transversal Carare. La técnica es la revisión documental de fuentes secundarias propias de la Topografía, la cual se complementa con información primaria procedente de profesionales de la Topografía.

3.4. DISEÑO MUESTRAL

Para el diseño muestral se usó la metodología probabilística de muestreo aleatorio simple. Una muestra aleatoria simple implica que, dentro de un subconjunto de la población, cada miembro tiene el mismo potencial o probabilidad de ser elegido. Este método es el más sencillo de todos los métodos de muestreo probabilístico, ya que solo implica una única selección aleatoria y requiere poco conocimiento previo sobre la población, en el caso de la vía Carare en la selección de la muestra no existía confusión alguna.

3.5. UNIVERSO

Topógrafos vinculados en alguna de las tres (3) etapas del proyecto de infraestructura, de infraestructura INVÍAS caso de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander.

3.6. POBLACIÓN

La población estaba identificada dado su número reducido, se tomó completamente (cinco (5) topógrafos) de los aproximadamente veinte profesionales trabajadores en el proyecto de infraestructura Carare.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica es la entrevista y el instrumento es una encuesta a personal topógrafo

3.8. Matriz del diseño metodológico

Tabla 2. *Matriz del diseño Metodológico*

Fase 1	Actividades	Fuentes de información		Métodos de investigación		Herramientas	Entregables
		Primarias	Secundarias	Análítico o sintético	Inductivo deductivo		

Diagnóstico por medio de la revisión bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> Listado de fuentes de información 	Plataformas de descarga de información	Textos, documentos, normas bibliográficas	x		Herramientas computacionales y plataformas de consulta, software, Arcgis	Informe de procesos y/o errores comunes en labores de Topografía en infraestructura definida.
	<ul style="list-style-type: none"> Definición de criterios de calidad y pertinencia para la selección de fuentes primarias y secundarias 	información gratuita como USGS, IGAC, Google Eart Invías	, tesis, vídeos, guía del director de proyecto para descarga de imágenes y shapes	x			
	<ul style="list-style-type: none"> Priorización de variables relevantes en las actividades de Topografía de proyectos de obra de infraestructura física. 			x			
	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de formulario de entrevista 			x			
		Fuentes de información		Métodos de investigación			
Fase 2	Actividades	Primarias	Secundarias	Análisis sintético	Inductivo deductivo	Herramientas	Entregables
Propuesta del listado de buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación tomografía	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de entrevistas a profesionales de la Topografía Síntesis de los resultados de la entrevista 	Software Arogis, Spftware ArcSurvey123.	Textos, documentos, normas bibliográficas , tesis, vídeos, guía del director de proyecto para descarga de imágenes y shapes	x		Herramientas computacionales y plataformas de consulta, software Arogis, Spftware ArcSurvey123 Excel software estadístico	Resultados del Software. Filegeodata base
				x			

<ul style="list-style-type: none"> • Consolidación del estado de inicio para la proyección de acciones preventivas 	x
<hr/>	
<ul style="list-style-type: none"> • Formulación de listado de buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación topógrafos 	x

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Para formular una manual de procedimientos de Topografía a través de la identificación de errores frecuentes y la priorización de buenas prácticas aplicable al proyecto de infraestructura INVÍAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander, se desarrollaron las siguientes acciones:

Inicialmente se elaboró un diagnóstico por medio de la revisión bibliográfica, para la priorización de variables relevantes en las actividades de Topografía de proyectos de obra de infraestructura física.

Luego se realizó una síntesis y análisis de los resultados de una entrevista a profesionales de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyecto de infraestructura de carreteras. Se tomó una muestra del personal que labora en el proyecto de infraestructura INVÍAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander.

A continuación se realizó un manual de procedimientos topográficos, buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación topógrafos que realizan formulación del proyecto de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander.

5. RESULTADOS

En este capítulo se desarrollan los objetivos específicos del trabajo de monografía, se inicia con el diagnóstico de revisión bibliográfica para priorizar variables relevantes para la Topografía, continua luego con la entrevista a profesionales de la Topografía para conocer su visión sobre los errores cometidos, culmina con la presentación del manual de procedimientos y buenas prácticas.

5.1. Desarrollo del objetivo uno (1): Diagnóstico por medio de la revisión bibliográfica, que permita la priorización de variables relevantes en las actividades de Topografía de proyectos de obra de infraestructura física.

5.1.1. Manual de Gestión Socio ambiental para Obras de Construcción

Proyectos Categoría I: Se considera que estos proyectos tienen un impacto ambiental significativo porque generan la degradación o alteración de los recursos naturales, el medio ambiente o el paisaje. Algunos de estos proyectos pueden requerir aprobaciones ambientales bajo las regulaciones aplicables. Se consideran proyectos de Categoría I e incluyen:

- Construcción y desarrollo de vías como viaductos, autopistas urbanas y grandes autovías.
- Estructura de elementos en el sistema integrado de transporte masivo.
- Obra e ingeniería civiles en el área metropolitana.
- Cree intersecciones de carreteras suaves o irregulares.
- Tuberías de más de 400 metros. Tipo de proyecto de construcción 11

- Construcción de estación de autobuses.
- Construcción de más de 300 conjuntos residenciales y otros proyectos unidades, parques de bodegas, centros industriales, comerciales o de servicios, con un área construida total superior a 2 000 m² y/o que impliquen la tala de más de 50 árboles mayores de 1 metro a la altura del pecho y/o un movimiento de tierra de más de 50 000 m³.
- Cualquier construcción que genere inestabilidad de laderas o incremente riesgos de avenidas torrenciales.
- Cualquier construcción cuya ejecución se extienda en el tiempo por más de 6 meses.

Proyectos tipo II: Proyectos de impacto moderado cuya afectación no trasciende el área de influencia directa (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010).

Se consideran proyectos Tipo II, entre otros:

- Adecuación y mantenimiento de elementos de sistemas integrados de transporte público.
- Construcción de puentes peatonales, plazas, plazoletas, parques, caminos lineales, senderos ecológicos, aceras y áreas destinadas al esparcimiento, esparcimiento y uso local.
- Construcción de instalaciones deportivas, polideportivo y subcanchas.
- Construir ciclovías y bulevares.
- Construcción, rehabilitación o mantenimiento de edificios públicos con fines distintos a los de vivienda socialmente significativa.

5.1.2. Manual de gestión socio ambiental para obras de construcción

- Construcción de vías arterias menores y vías colectoras, mantenimiento de autopistas urbanas y vías arterias principales; construcción o mantenimiento de andenes, cordones y separadores viales; mantenimiento de puentes vehiculares e intercambio de vías a nivel o desnivel.

- Construcción de estructuras de contención y estabilización de taludes en zonas inestables y orillas de quebradas.
- Construcción o mantenimiento de box coulvert, acueductos, alcantarillados y demás obras de drenaje de aguas corrientes o de aguas lluvias y de esorrentía.
- Cualquier obra lineal que implique rotura de pavimentos.
- Construcción de obras como complejos habitacionales, parques de bodegas, centros industriales, comerciales o de servicios, con un área construida entre 300 y 2 000 m², donde no se talen más de 50 árboles ni se hagan movimientos de tierra de más de 50 000m³ (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010).

Proyectos Tipo III: Por su bajo impacto sólo deben adoptar los requerimientos mínimos de buenas prácticas de manejo ambiental y social. Se consideran proyectos Tipo III, entre otros:

- Poda y tala de árboles, así como mantenimiento de áreas verdes públicas.
- Cerramientos de locales y edificios deportivos y culturales.
- Construcción de stands en recintos deportivos y culturales en parques. Tipo 13 del proyecto de construcción.
- Instalar señalización.
- Reparar o mantener las carreteras a tiempo.
- Mantenimiento de espacios públicos e instalación y mantenimiento de equipamientos de la ciudad como semáforos, paradas de autobús, sillas, bancos, bidones, rampas para minusválidos, etc.
- Construcción e instalación de pasamanos y barandales en puentes, pasarelas, aceras, calzadas, etc.
- Construcción de viviendas unifamiliares o cualquier otro tipo de edificación con una superficie inferior a 300m².
- Reforma o ampliación de edificios con una superficie de entrada inferior a 300 m². En el caso de construcción, ampliación o mantenimiento de una red de servicio público, la clasificación de los trabajos depende del tipo de servicio y red. Para redes

de tuberías subterráneas: profundidad de red, diámetro de tubería y ancho de excavación (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010).

5.1.3. Descripción de la construcción de la Transversal del Carare, clave para la conectividad de los departamentos de Boyacá y Santander

- La Transversal del Carare es un proyecto que busca intervenir 197 kilómetros del corredor vial que conecta al departamento de Boyacá con Santander con obras que comprenden la atención de sitios críticos, la rehabilitación, el mantenimiento y su pavimentación, lo cual mejorará la conectividad de municipios como: Tunja, Barbosa, Vélez, Landázuri, Cimitarra, Puerto Araujo y alrededores.
- El valor total de las obras más la interventoría del proyecto es de \$ 129.000 millones. No obstante, cabe mencionar que las características geológicamente inestables de la zona y la ola invernal han generado sitios para intervenir que no se encontraban en el alcance del proyecto y afectan el balance financiero del contrato.
- El proyecto presenta un porcentaje de avance del 55 %. La ejecución de estas obras beneficia a más 300.000 personas y genera más de 1.000 empleos, especialmente para habitantes de la región.

Figura 4. *Inicio de la obra*



Fuente: tomado de (Mintransporte, 2022).

La fecha de inicio de este contrato es el 29 de marzo de 2021 y la fecha de finalización es el 31 de diciembre de 2022. Debido a las dificultades ocasionadas por el anterior contratante en relación con los hechos publicados en los medios de comunicación estatales, sus empresas integrantes iniciaron la cesión del contrato procesal. Luego de que dicha cesión se protocolizara, la nueva firma incrementó la ejecución tanto física como presupuestal, lo cual conllevó a la recuperación del programa de inversiones; así mismo, con las mejoras al plan de intervención se ampliaron los frentes que se habían venido ejecutando y se incorporaron nuevos sitios, varios de ellos con base en diseños de contratos anteriores debidamente actualizados, otros que retomaron y complementaron diseños elaborados por el Consorcio Meco Vial (cedente) y otros completamente nuevos.

- A septiembre de 2021, los contratistas anteriores tenían un 40 % de retraso, ahora con nuevas firmas un 9 %. INVIAS estima que se reanudará en septiembre de 2022 en sincronía con el cronograma de trabajo previsto.
- 10% de ahorro en costos de operación, 2 horas de tiempo de viaje y 15% de reducción de accidentes para todos los usuarios del corredor a través de la intervención del Corredor Transversal Carare.

- INVIAS realizó las siguientes actividades en el corredor: mejora del nivel del corredor Puerto Araujo-Landázuri-Barbosa, realizando obras de construcción de 3,65 km, incluyendo las obras necesarias para asegurar el normal funcionamiento de la vía y mejorar la existente superficie. el estado de la industria. Se ha establecido que se requieren obras en el tramo vial Puerto Araujo - Landázuri - Barbosa - Tunja para mejorar el estado del pavimento actual en tramos de la vía donde el firme se encuentra en condiciones normales y/o malas.
- Actualmente se mantienen activos los siguientes frentes: Puerto Araujo-Landázuri, Landázuri-Barbosa y Barbosa-Tunja. Por la fuerte ola invernal de meses anteriores, durante el mes de junio del presente año se presentó un deslizamiento en el km 2+000 de la vía Landázuri - Vélez que obstruyó un tramo de la vía que conduce a la vereda de Corinto (municipio de Landázuri).
- La entidad ha realizado varios encuentros con las comunidades en el kilómetro 1 de la vía Landázuri - Cimitarra y en el kilómetro 2 de la vía Landázuri - Vélez, donde se han presentado deslizamiento de grandes proporciones por cuenta de las lluvias de los últimos meses y se han establecido acuerdos como desplegar personal y maquinaria del contratista para hacer limpieza del sector. Se realizó una socialización con la comunidad para exponer los diseños a implementar en el sector donde se realizará un muro de cimentación profunda, drenes y reparación de la zona con material que hay en la misma.
- La entidad ha incrementado la señalización en la zona para garantizar la seguridad vial de los usuarios. El contratista realizará un sendero peatonal para mejorar el tránsito de la comunidad.

Según Resolución Invías del 29 de julio de 2022. La carretera rural 02785 a Corinto está abierta a motos locales y vehículos ligeros, se instalan zanjas de drenaje en la parte inferior de la pendiente y la carretera nacional está cerrada a los vehículos. Sin embargo, las emergencias, el acceso de ambulancias y el acceso temporal a las cadenas de suministro de alimentos garantizados en Landázuri. Se espera que la vía de acceso vehicular se de en servicio el 30 de septiembre de 2022.

Construcción activa y trabajo en red con la comunidad local, líderes sindicales y supervisores para promover este importante corredor.

5.2. Desarrollo objetivo dos (2): Entrevistas a profesionales de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyectos de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander, que facilite un estado de inicio para la proyección de acciones preventivas.

Se propone el formulario de la entrevista como insumo en la formulación para el diseño de una manual de procedimientos de Topografía para la formulación de proyecto de infraestructura.

Agradecemos responder esas preguntas como profesional de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyectos de infraestructura, lo que facilitará un estado de inicio para la proyección de acciones preventivas de la obra INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander.

Se aplicó una encuesta a cinco (5) profesionales de la Topografía profesionales de la Topografía adscritos al proyecto vial transversal de Carare, las cuales decidieron voluntariamente participar dando información, a continuación se presenta el formato de encuesta, preguntas y opciones de respuesta.

Tabla 3. *Formulario de entrevista aplicado*

Formulario de la entrevista para el diseño de un manual de Topografía para la formulación de proyecto de infraestructura	
1. ¿Cuál es su recomendación para que las prácticas en Topografía en el marco de las obras de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los	2. ¿Qué es para usted el recurso más importante que se debe tener en cuenta en el área de Topografía para lograr con éxito la obra de infraestructura de infraestructura INVIAS de la

Formulario de la entrevista para el diseño de un manual de Topografía para la formulación de proyecto de infraestructura

departamentos de Boyacá y Santander, ¿sean las más profesionales?

- a) Reconocimiento del proyecto
- b) Levantamiento topográfico detallado.
- c) Articular tecnología de georreferenciación
- d) Buenos equipos y personal capacitado

carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander?

- a) Información necesaria
 - b) Capacidad del talento humano
 - c) Equipos certificados de calidad
 - d) Recurso humano y equipos especializados
-

3. ¿Cuál es para usted la acción preventiva para la orientación topógrafos que realizan formulación del proyecto de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander?

- a) Reconocimiento del sitio de trabajo
- b) Seleccionar topógrafos competentes
- c) Calibración y mantenimiento del equipo

4. ¿Cuántos años de experiencia tiene usted trabajando en proyectos de infraestructura?

- a) 0 – 3
 - b) 3 – 6
 - c) 6 – 9
 - d) Más de 9 años
-

5. ¿Cuáles de los siguientes problemas es el más frecuente en la etapa de la formulación de un proyecto de infraestructura?

- a) Sobrefacturación
- b) Gastos inesperados
- c) Estructuras no acordes a las condiciones climáticas

6. ¿Cuáles de los siguientes problemas es el más frecuente en la ejecución de un proyecto de infraestructura?

- a) No se siguen al pie de la letra los pasos indicados en la planificación del proyecto.
 - b) Se utilizaron materiales de baja calidad que no se adaptaron a las características del edificio.
 - c) Materialización de riesgos de la integridad de la construcción de la infraestructura.
 - d) Se utilizaron materiales de baja calidad que no se adaptaron a las características del edificio.
-

7. ¿Cuáles de los siguientes problemas, es el más frecuente en la terminación o acabados de un proyecto de infraestructura?

- a) Omitir materiales
- b) Uso incorrecto de herramientas,
- c) No esperar los tiempos de secado o preparación,
- d) Olvidos en la supervisión de requisitos de cumplimiento de los procedimientos.

- a) Todos las anteriores
 - b) Ninguna de las anteriores
-

9. ¿Por qué cree usted, que, en elementos de levantamiento topográfico, “Los levantamientos topográficos RPA son más eficientes que las estaciones totales”?

- a) Porque para áreas más grandes se reduce el tiempo y el costo,
- b) Porque para área más grandes se dispone de más información y más detallada,

8. ¿Cuál de las siguientes causas, es la que más causa errores en el área de Topografía de proyectos de infraestructura?

- a) De lectura
 - b) De anotación
 - c) A la suma de forma incorrecta las distancias parciales.
-

10. ¿Cuáles son los errores sistemáticos, que ocurren una y otra vez en cualquier tipo de medición?

- a) Condiciones climáticas
 - b) Errores de lectura
 - c) Errores en el procedimiento
 - d) Falta de revisiones previas
-

Formulario de la entrevista para el diseño de un manual de Topografía para la formulación de proyecto de infraestructura

- c) Porque puede soportarse en la fotogrametría y operadores topográficos
- d) Todas las anteriores
- e) Ninguna de las anteriores

11. ¿Cuáles son los errores que pueden ser causados por problemas en el equipo o procedimientos defectuosos adoptados por el operador?

- a) Pérdida de información, errores en la toma de información.
- b) Medidas incorrectas
- c) Equipos mal calibrados
- d) Errores en toma de distancia

12. ¿Como cree usted que se puede evitar que los objetivos finales y las verdaderas expectativas de un proyecto de infraestructura, no estén claramente definidos?

- a) Tener claro el procedimiento
- b) Con control y seguimiento
- c) Con una buena programación
- d) Cumpliendo condiciones pactadas

13. ¿Cuál es según usted, el programa de programación de tareas, presupuestos y tiempos del área de Topografía, más efectivo para la formulación de la una obra de infraestructura?

- a) Programación ajustada al sitio de trabajo
- b) Buena planeación
- c) Uso de herramientas tecnológicas

14. ¿Cuál es el error más común en la medición?

- a) Materiales y equipos defectuoso
- b) Error en lectura
- c) Falta de georreferenciación
- d) Errores en lectura digital

15. ¿Cuál es el error más diverso de cálculos que se puede hacer a partir de las mediciones?

- a) Errores en la toma de datos
- b) Error en posicionamiento de equipo
- c) Errores de digitación
- d) Errores sistemáticos

16. ¿Qué contenidos debe contener una guía de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física?

17. ¿Qué lineamientos debe contener una guía de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física?

18. ¿Qué ilustraciones debe contener una guía de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física?

19. ¿Por qué cree usted, que es muy frecuente en la práctica topográfica en la ingeniería, la necesidad de conocer el desnivel entre puntos o el requerimiento de dejar ciertos puntos a un nivel o cota determinado?

20. ¿Cuál es su recomendación para que las prácticas en Topografía en el marco de las obras de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander, ¿sean las más profesionales?

5.2.1. Resultados de la entrevista a profesionales de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyecto de infraestructura de carreteras

Tabla 4. *Respuestas de la entrevista aplicada*

Respuestas brindadas por el personal entrevistado	
1. ¿Cuál es su recomendación para que las prácticas en Topografía en el marco de las obras de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander, ¿sean las más profesionales?	
	Lo más recomendable es hacer un reconocimiento del proyecto y tener la información necesaria para realizar la práctica en cuanto toda la información de localización y georreferenciación del proyecto. (20%)
	Se debe realizar una Topografía inicial muy detallada con buenos amarres a los sistemas de coordenadas y referencias para que los profesionales que vayan a realizar el proyecto se puedan amarrar al mismo sistema y no se pierda tiempo, trabajo y dinero (20%)
	Tener en cuenta que los avances tecnológicos sirven de gran ayuda para la realización de levantamientos topográficos, es indispensable hacer una excelente georreferenciación de los tramos donde se realice la ejecución de obra. (20%)
	Que dispongan de los equipos necesarios de Topografía y que cumpla con sus respectivos certificados de calibración. Y que el personal contratado tenga la experiencia suficiente en el ámbito laboral para ejecutar el proyecto. (20%)
	Tener claro todos los conceptos de Topografía (20%)
2. ¿Qué es para usted el recurso más importante que se debe tener en cuenta en el área de Topografía para lograr con éxito la obra de infraestructura de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander?	
	Que tengamos la información necesaria y equipos en óptimas condiciones para la realización de los trabajos y así mismo para que se construya a cabalidad según los diseños INVIAS cumpliendo así todas las normas que aplique para cada uno de los proyectos. (20%)
	El personal idóneo para ejecutar los trabajos requeridos (20%)
	Equipos con certificación de calidad (20%)
	Indispensable contar recurso humano y personal calificado para realizar trabajos o actividades de Topografía y que se cuente con los equipos para realizar dichas actividades. (20%)
	Equipos de Topografía funcionales, y una comisión topográfica completa. (20%)

Respuestas brindadas por el personal entrevistado

3. ¿Cuál es para usted la acción preventiva para la orientación topógrafos que realizan formulación del proyecto de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-puerto Araujo en los departamentos de Boyacá y Santander?
-

No se entiende esa pregunta.

Reconocimiento previo del sitio de trabajo Acciones preventivas en la realización de un trabajo Señalización de la zona de trabajo Uso de EPP suministrados por el empleador (25%)

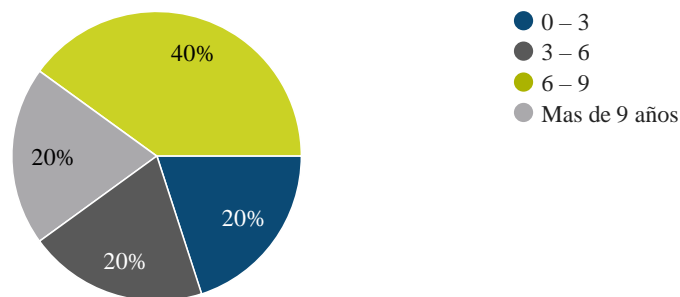
La acción preventiva al respecto es contratar el personal idóneo por medio de una buena selección de hojas de vida, que el personal que se contrate cuente con los equipos topográficos y que el personal también sepa digitalizar los planos y diseñar geométricamente una carretera, entre otras cosas. (25%)

Ya que estas labores se realizan con equipos delicados se deben usar con precaución al momento de manipularlos y adicional tener presente el mantenimiento periódico de dichos equipos. (25%)

Reconocimiento del terreno

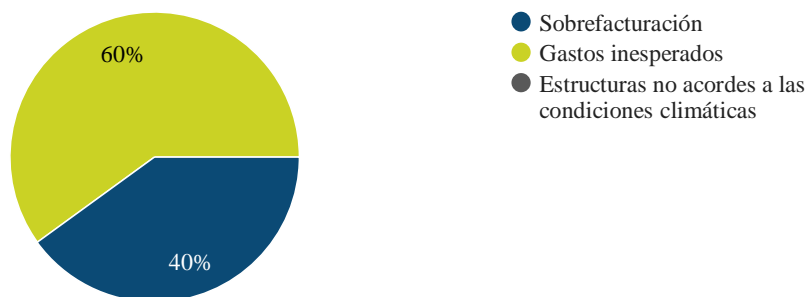
4. ¿Cuántos años de experiencia tiene usted trabajando en proyectos de infraestructura? (25%)
-

Figura 5. Años de experiencia



5. ¿Cuáles de los siguientes problemas es el más frecuente en la etapa de la formulación de un proyecto de infraestructura?
-

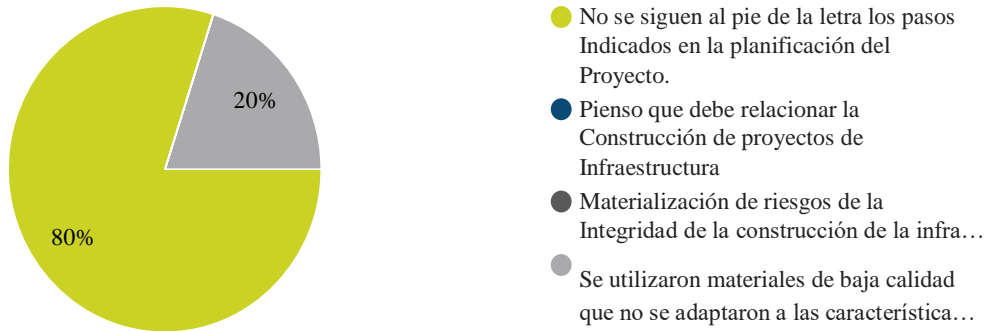
Figura 6. Problema más frecuente en la etapa de la formulación de un proyecto de infraestructura



Respuestas brindadas por el personal entrevistado

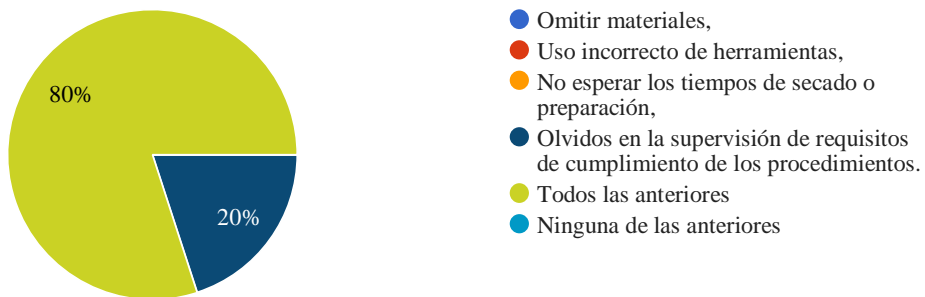
6. ¿Cuáles de los siguientes problemas es el más frecuente en la ejecución de un proyecto de infraestructura?

Figura 7. Problema más frecuente en la ejecución de un proyecto de infraestructura



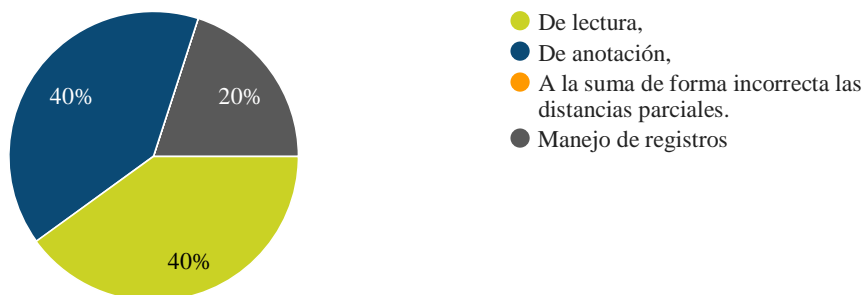
7. ¿Cuáles de los siguientes problemas, es el más frecuente en la terminación o acabados de un proyecto de infraestructura?

Figura 8. Problema más frecuente en la terminación o acabados de un proyecto de infraestructura



8. ¿Cuál de las siguientes causas, es la que más causa errores en el área de Topografía de proyectos de infraestructura?

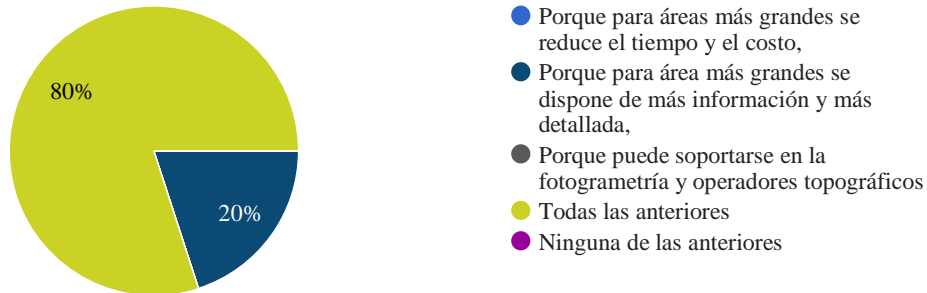
Figura 9. Motivo de causa de errores en el área de Topografía de proyectos de infraestructura



Respuestas brindadas por el personal entrevistado

9. ¿Por qué cree usted, que, en elementos de levantamiento topográfico, “Los levantamientos topográficos RPA son más eficientes que las estaciones totales”?

Figura 10. Por qué cree que los levantamientos topográficos RPA son más eficientes que las estaciones totales



10. ¿Cuáles son los errores sistemáticos, que ocurren una y otra vez en cualquier tipo de medición?

No tener en cuenta las condiciones climáticas y temperatura al momento de realizar las mediciones con los equipos. (20%)

Errores de lectura (20%)

Utilización de equipos descalibrados, levantamientos incompletos, malos procedimientos. (20%)

No cumplir con la calibración de los equipos.

No tomar la cantidad suficiente de puntos para que (20%)

No revisar que el equipo este nivelado, una mala lectura, mal amar (20%)

11. ¿Cuáles son los errores que pueden ser causados por problemas en el equipo o procedimientos defectuosos adoptados por el operador?

Perdida de información, o una mala tima de datos al momento de registrar la información. (20%)

Medidas incorrectas, cálculos incorrectos, Imprecisiones de áreas y volúmenes, niveles mal calculados, trabajos imprecisos (20%)

Si el equipo esta descalibrado se presenta errores angulares, de distancia. (20%)

Las obras pueden quedar mal ubicas y con dimensiones incorrectas. (20%)

Error en distancias horizontales y verticales etc. (20%)

12. ¿Cómo cree usted que se puede evitar que los objetivos finales y las verdaderas expectativas de un proyecto de infraestructura, no estén claramente definidos?

Lo que puedo evitar para cumplir el objetivo es tener claro el desarrollo de las actividades a desarrollar y la suficiente experiencia para superar los obstáculos que se lleguen a presentar y así desarrollar de la mejor manera el proyecto. (25%)

Respuestas brindadas por el personal entrevistado

Cumpliendo los plazos de ejecución de las obras, para evitar sobrecostos por inflación de año a año (25%)

Se evitan haciendo el óptimo control y supervisión de obra en cada una de las actividades y en cada área del proyecto. (25%)

Teniendo una buena planificación y un cronograma definido y cumplir con los tiempos establecidos en la ejecución. (25%)

Planeación

13. ¿Cuál es según usted, el programa de programación de tareas, presupuestos y tiempos del área de Topografía, más efectivo para la formulación de la una obra de infraestructura?

No responde

La programación se realiza dependiendo de la zona de trabajo, el clima de la zona, más no por un programa (33%)

La programación de tareas y demás del área de Topografía, va de la mano con la programación de obra y de la programación de las actividades de cada uno de los tramos a ejecutar, teniendo en cuenta que la Topografía debe estar presente desde las actividades preliminares de la obra, durante la ejecución y al terminar el proyecto, pues se deben entregar los planos récord de del proyecto. (33%)

Microsoft Project (33%)

No responde

14. ¿Cuál es el error más común en la medición?

Depende de los elementos, materiales o equipos que no estén debidamente en óptimas condiciones y de calibración. (20%)

Error de lecturas (20%)

Entregarles a los topógrafos de campo equipos descalibrados o errores humanos como tomar mal las lecturas o estacionar y configurar mal la estación. No georreferenciar el proyecto. (20%)

1. Error en la lectura análoga y digital (20%)

Un mal amarre (20%)

15. ¿Cuál es el error más diverso de cálculos que se puede hacer a partir de las mediciones?

La toma de información registrada que se requiere al momento de procesar y realizar los cálculos. (20%)

Posicionamiento de equipos (20%)

Un ejemplo es en la conformación de la estructura de la vía, calcular mal las cotas o que se entregue un diseño geométrico mal. (20%)

Respuestas brindadas por el personal entrevistado

Errores de digitación en los programas de cálculos. (20%)

Error sistemático a la hora de digitalizar y errores accidentales en obra (20%)

16. ¿Qué contenidos debe contener un manual de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física?

En cuanto a que. Falta de especificar la pregunta

Tabla de contenido

Introducción

Ubicación

Descripción del proyecto

Herramientas de trabajo

Procedimientos

Anexos

Registró fotográfico

Debe contener, especificaciones técnicas de georreferenciación y especificaciones técnicas de los levantamientos a realizar según la obra a construir.

Debe contener el proceso que se debe llevar a cabo como levantamientos topográficos iniciales ya que a partir de estos se puede empezar a diseñar.

Planificación

17. ¿Qué lineamientos debe contener una guía de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física?

Los lineamientos necesarios estarán sujetas a las normas que se deben de cumplir y que se establecen en cada una de las obras.

Presentación de la guía objetivos tabla de contenido capítulos procedimientos conclusiones

Uno de los lineamientos es que el personal encargado de la Topografía contar con buena experiencia en la ejecución de proyectos de infraestructura

No responde.

Tener claro los objetivos

18. ¿Qué ilustraciones debe contener una guía de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física?

Esquemas que nos indiquen las medidas e información que podamos tomar para la realización de los proyectos.

Todas las necesarias para una buena identificación de los trabajos a realizar

debe contener cada una de las actividades a realizar dentro del proyecto, en cuanto a levantamientos, control, movimiento de tierra, nivelaciones y conformación de la vía de acuerdo con los requerimientos técnicos del proyecto.

No responde

un levantamiento topográfico, para tener un buenos plano a detalle

Respuestas brindadas por el personal entrevistado

19. ¿Por qué cree usted, que es muy frecuente en la práctica topográfica en la ingeniería, la necesidad de conocer el desnivel entre puntos o el requerimiento de dejar ciertos puntos a un nivel o cota determinado?

Ya que todos los proyectos estarán sujetos a niveles o cotas que deben de cumplir de acuerdo con los planos que presente el responsable de la construcción.

Para el control de las deferentes pendientes del proyecto

Por qué todo parte desde el levantamiento topográfico inicial y de los respectivos diseños y especificaciones técnicas expedidas por los especialistas, esto es la base de todo proyecto.

Conocer el desnivel entre puntos es importante para la ejecución de obras como las hidráulicas, para darle una entra y una salida al agua y no se quede retenida. También es necesario dejar puntos a un nivel requerido está establecido en el diseño de las estructuras de contención.

Representación del terreno.

5.3. Desarrollo objetivo específico tres (3): Manual de procedimiento, buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación de topógrafos que participan en la formulación del proyecto de infraestructura INVIAS de la carretera Transversal del Carare, Tunja-Barbosa-Puerto Araujo en los Departamentos de Boyacá y Santander.

Manual de Procedimientos, buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación de topógrafos que participan en la formulación de proyectos de infraestructura de carreteras

Figura 11. *Portada de Manual de procedimientos de Topografía, buenas prácticas y acciones preventivas.*



5.3.1. Prólogo del Manual

Este manual surge como aporte a la unificación de lineamientos e ilustraciones de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física. Se denomina carretera a una infraestructura del transporte está específicamente posicionado en un carril angosto llamado derecho de paso para permitir que los vehículos se muevan continuamente a través del espacio y el tiempo con suficiente seguridad y comodidad (Gómez & Montealegre, 2016).

Contiene esquemas que indican las medidas e información para evitar errores frecuentes en la fase de planeación en las que participa el personal de Topografía para el desarrollo de obras de infraestructuras (carreteras), un aspecto relevante es la perspectiva presupuestal, al respecto, los recursos necesarios para ejecutar actividades topográficas en la construcción de vías, sin importar el papel de la comisión topográfica (Levantamiento o consultoría, replanteo o ejecución, interventoría o control) suelen incluir: un topógrafo profesional experimentado, dos ayudantes topográficos para ayudar a los profesionales en sus funciones y, en algunos casos, personal de seguridad, vigilancia y conductores (Gómez & Montealegre, 2016).

Otro aspecto, es que es necesario aclarar el contrato desde el cual se consolidó el manual: según (Corral, 2001). La Topografía abarca un conjunto de técnicas, de las cuales solo algunas son utilizadas para el replanteo en obra. El hecho de que estos métodos sean a

menudo sencillos no significa que no se apliquen con el máximo rigor científico, ya que los resultados afectan en gran medida a la ubicación de los distintos elementos geométricos proyectados.

Es necesario recalcar que el futuro de la Topografía está relacionado con las siglas GPS. Las tecnologías GPS se prueban y evalúan minuciosamente, y una vez que estén disponibles para todos los profesionales, tanto económicamente como en términos de rendimiento.

Se espera que este manual de procedimientos sea útil para los profesionales y estudiantes de Topografía, quienes podrán contar con información que les permite discernir en elementos de levantamiento topográfico. Por ejemplo, orienta al profesional a conocer el desnivel entre puntos o el requerimiento de dejar ciertos puntos a un nivel o cota determinado y permite conocer las condiciones del suelo, depresiones morfológicas y las cotas de relieve del terreno en el que vamos a desarrollar un proyecto (Grupo Grasa, 2018)

5.3.2. Método de elaboración del manual de procedimientos

Figura 12. Método de elaboración del manual de procedimientos



Nota. Describe el método de elaboración del manual. Elaboración propia (2023)

Por medio la identificación de errores frecuentes y la priorización de buenas prácticas en Topografía para la estructuración de un manual de Topografía de formulación de un proyecto de infraestructura INVIAAS de carretera.

La primera fase consistió en organizar diagnóstico por medio de la revisión bibliográfica, que permita la priorización de variables relevantes en las actividades de Topografía de proyectos de obra de infraestructura física.

La segunda fase: se aplicó un formulario de entrevistas a profesionales de la Topografía acerca de su visión y experiencia en cuanto a los errores frecuentes que se cometen en la formulación de proyecto de infraestructura de carretera,

La tercera fase: se propuso un manual de buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación topógrafos que realizan formulación del proyecto de infraestructura de carretera.

5.3.3. *Parámetros de calidad*

Los parámetros de calidad están definidos en las normas internacionales ISO 19113 (principios de calidad); ISO 19114 (procedimientos para evaluar la calidad); ISO 19115 (información geográfica de metadatos); ISO 19138 (medidas de calidad de los datos); a nivel nacional la NTC 5660 de 2010 (Evaluación de la calidad procesos y medidas).

De acuerdo con la norma ISO 19113, los elementos o parámetros a considerar son los siguientes:

- A- Completitud: presencia o ausencia de fenómenos, sus atributos y relaciones se consideran comisión y omisión de datos.
- B- Consistencia lógica: grado de cumplimiento de reglas lógicas en la estructura de datos.
- C- Exactitud posicional: exactitud en la posición de los fenómenos (exactitud externa, interna, de malla).
- D- Exactitud temporal: exactitud de los atributos temporales y de las relaciones temporales de los fenómenos.

5.3.4. *Generalidades del manual*

El manual propone las recomendaciones generales para las prácticas en Topografía en las obras de infraestructura INVÍAS de una carretera, entre ellas las siguientes:

- Hacer inicialmente un reconocimiento del proyecto para consolidar la información necesaria para realizar la práctica en cuanto a localización y georreferenciación del proyecto.

- Realizar una Topografía inicial detallada con lineamientos de alta calidad, a los sistemas de coordenadas y referencias para que se garantice la gestión del conocimiento entre equipos de trabajo y en caso de sustitución de personal.
- Tener en cuenta que los avances tecnológicos sirven de gran ayuda para la realización de levantamientos topográficos, lo que necesario hoy para la calidad de la georreferenciación de los tramos donde se realiza la ejecución de obra.
- Disponer de los equipos necesarios de Topografía los cuales deben tener los respectivos certificados de calibración.
- Verificar que el personal contratado tenga la experiencia suficiente en el ámbito laboral para ejecutar el proyecto.
- Tener claro todos los conceptos de Topografía de obras civiles, preferiblemente unificarlos por medio de una guía.

5.3.5. Elementos para verificar la calidad de la fase de planeación

Dado que los tiempos varían de acuerdo con las condiciones físicas, climáticas y ambientales propias de la zona de ejecución de las labores a ejecutar (Gómez & Montealegre, 2016); dos de los problemas frecuentes que se presentan son: gastos no esperados y sobrefacturación.

Gastos no esperados, este error frecuente en obras de carretera, se puede mitigar por medio de la verificación correcta del diseño presupuestal. Es necesario que se formule y se verifique dicho presupuesto con personal que tenga conocimientos y experiencia en presupuestos de obras.

Sobrefacturación, es otro de los problemas presentados, que generan inconvenientes en el seguimiento por parte del equipo de interventoría. Según (Gómez & Montealegre, 2016) Se recomienda profundizar en los análisis tipo AIU que tienen un impacto significativo en los costos topográficos (costos indirectos) para que puedan ser incluidos en las tablas presentadas en este trabajo como insumo para los cálculos. Es necesario efectuar más trabajos de campo, con el fin de generar un mayor registro de rendimientos, para obtener mejores modelos en

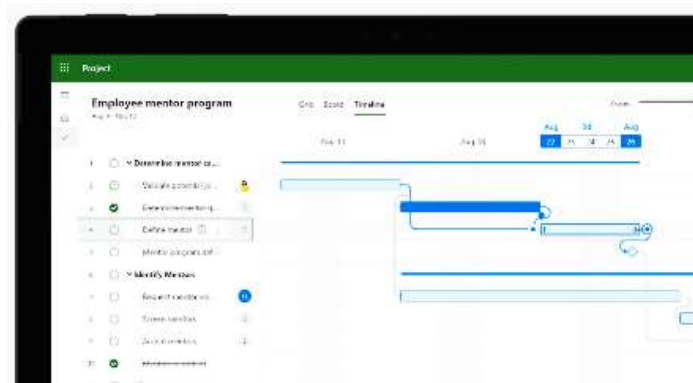
este campo, que beneficiarán, los posteriores cálculos de costos topográficos, de toda la comunidad que necesite de estos trabajos.

5.3.6. Elementos para verificar la calidad de la fase de programación

La programación de tareas y demás del área de Topografía, va de la mano con la programación de obra y de la programación de las actividades de cada uno de los tramos a ejecutar, teniendo en cuenta que la Topografía debe estar presente desde las actividades preliminares de la obra, durante la ejecución y al terminar el proyecto, pues se deben entregar los planos récord del proyecto, la programación de actividades se realiza dependiendo de la zona de trabajo, el clima de la zona, más no por un programa

MS Project permite planear, gestionar, seguir y controlar cualquier tipo de proyecto en los plazos establecidos. Así, evite la procrastinación, reduzca el tiempo dedicado a organizar tareas y aumente la productividad. Es una herramienta eficaz para gestionar con éxito grandes proyectos y pequeños programas. Microsoft Project.

Figura 13. *Interfaz de Usuario del programa Microsoft Project*



Nota. ilustra el programa Microsoft Project. Tomado de (Microsoft, 2023)

5.3.7. Manejo del software de cálculo topográfico

Los topógrafos utilizan ampliamente el software de diseño asistido por computadora (CAD), ya que les permite visualizar y presentar con precisión la información sobre las zonas en las que se realiza una exploración topográfica (Autodesk, 2023).

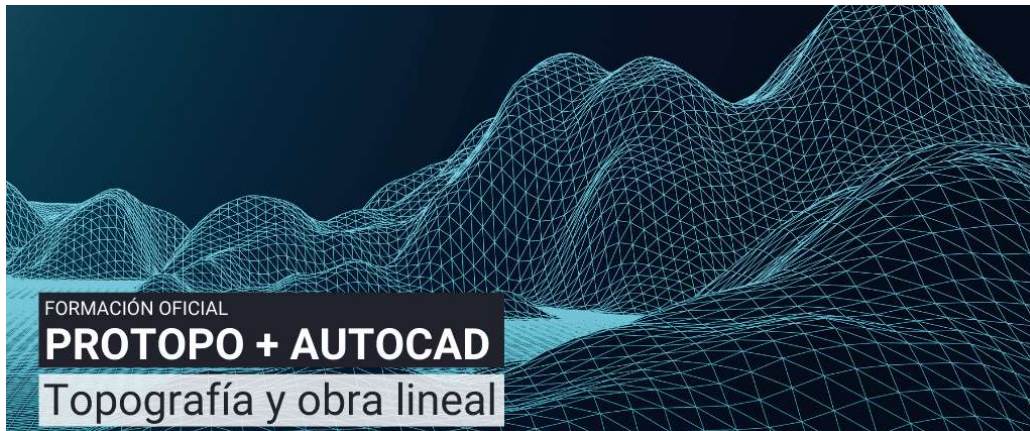
Hoy en día hay una amplia oferta de software para los topógrafos que quieran agilizar ciertas tareas de su profesión. Estos programas informáticos pueden ahorrar mucho tiempo y cálculos matemáticos, una lista con algunos de los mejores programas de Topografía que existen actualmente (Cronoshare, 2020), son los siguientes:

- Protopo
- Topoligonar
- TopoCal
- Grid 2 CAD
- Perigeo

5.3.8. Ejemplo de programa: Protopo.

Es uno de los programas más utilizados en el sector de la Topografía. En general, es un programa muy útil para llevar a cabo cualquier proyecto de Topografía e ingeniería civil. Tiene de fortaleza, destacar el cálculo topográfico, el cálculo de alineaciones en planta, el cálculo de perfiles longitudinales y transversales, etc. sirve para el dibujo y análisis de Topografía, y se integra con AutoCAD y BricsCAD, por lo que ofrece una gran variedad de opciones. Además, permite importar y exportar datos de distinto tipo, por lo que agiliza la tarea de trasladar datos a mapas o planos (Cronoshare, 2020).

Figura 14. *Imagen de carga del programa Protopo*

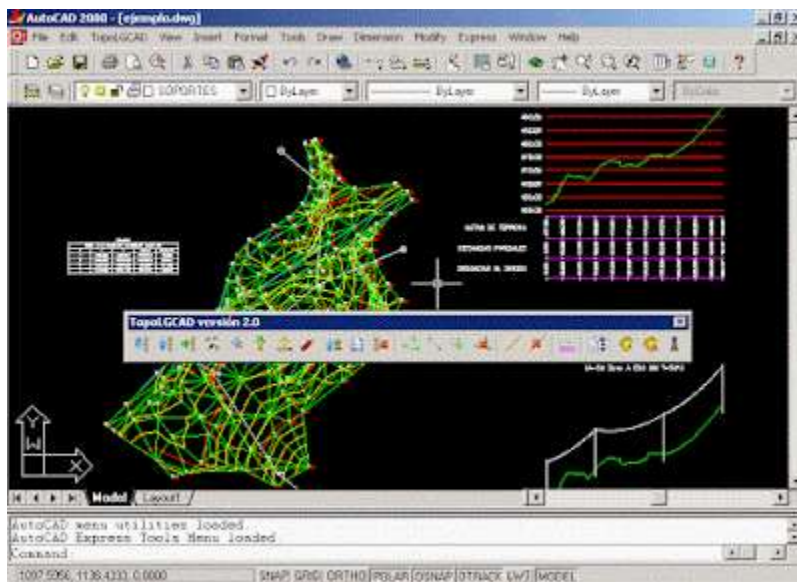


Nota. Describe una imagen del programa Protopo, tomado de (Imasgal, 2023).

5.3.9. Ejemplo de programa: Topoligonar

Otro software para realizar cálculos topográficos que se incluye dentro de la categoría de programas gratis de Topografía. herramienta para la realización de cálculos topográficos. Aunque puede utilizarse en cualquier campo de la Topografía está especialmente enfocada a la Topografía de líneas eléctricas. Sus principales características son la realización de cálculo de itinerarios, cálculo de radiaciones, taquimétricos, bisecciones y levantamiento de conductores eléctricos aéreos. Tamaño: 732 KB Consultado 2023 veces (Toponar Cas, 2016).

Figura 15. Imagen del programa Topoligonar



Nota. Describe una imagen del programa Topoligona, tomado de (Toponar Cas, 2016)

5.3.10. Lineamientos e ilustraciones de Topografía para la formulación de proyectos obras de infraestructura física

Las causas de los errores frecuentes en la medición son:

- No tener en cuenta las condiciones climáticas y temperatura al momento de realizar las mediciones con los equipos.
- Interpretaciones de lectura.
- Utilización de equipos descalibrados
- Levantamientos incompletos.
- No cumplir con la calibración de los equipos.
- No tomar la cantidad suficiente de puntos
- No revisar que el equipo este nivelado.

5.3.11. Métodos y aparatos de Topografía clásica (planimétricos y altimétricos).

El manejo de aparatos de Topografía debe realizarse bajo las siguientes recomendaciones:

- Reconocimiento previo del sitio de trabajo en especial de los lugares de almacenamiento de todos los aparatos.
- Garantizar la respectiva señalización de la zona de trabajo.
- Uso de EPP suministrados por el empleador
- Verificar el inventario de los equipos topográficos y que tenga los manuales.
- Verificar que el personal sepa digitalizar los planos y diseñar geoméricamente una carretera.
- Explicar a todo el personal los cuidados dado que son equipos delicados
- Verificar el informe del mantenimiento periódico de dichos equipos.

Se exponen los métodos de nivelación:

5.3.11.1 Métodos de nivelación (Altimetría)

La técnica y el proceso de tratar con "elevación", "elevation", "elevation" o "Z" en Topografía se denomina nivelación. Se basa en medir y obtener la distancia de un punto a una superficie de referencia para la medición de la altura midiendo en la superficie normal a esa superficie, que no tiene por qué ser la misma superficie que la medición plana como se describe en esta sección.

Figura 16. *Sistemas de referencia altimétricos*



Nota. Describe los sistemas de referencia altimétricos. Tomado de (Sodimac, 2022)

La metodología e instrumentación en Altimetría se clasifica en:

5.3.11.2 Nivelación geométrica

Se caracteriza por el hecho de que la vista de la herramienta es siempre horizontal. Estas herramientas se denominan NIVELES. Los tipos de niveles más comunes son:

Figura 17. *Tipos de niveles*



Nota. describe imagen tipos de niveles. Tomado de (Sodimac, 2022)

Con estos instrumentos, las lecturas se toman de acuerdo con las reglas de un grado llamado objetivo o parada.

Tales miras pueden tener escalas métricas o códigos de barras. La diferencia de nivel entre dos puntos se obtiene restando las lecturas entre la escala conocida como referencia u origen y la escala o escalas en los distintos puntos a determinar.

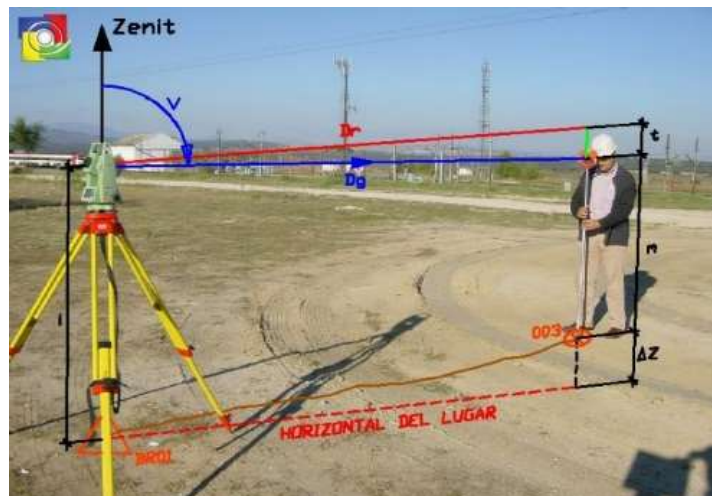
Haga clic en el icono para acceder al contenido sobre herramientas y técnicas de nivelación geométrica.

5.3.11.3 Nivelación trigonométrica

En la nivelación trigonométrica las visuales pueden tener cualquier inclinación. Podrán utilizarse todos aquellos aparatos capaces de medir los ángulos de inclinación de dichas visuales, tales como teodolitos, taquímetros, estaciones totales.

Para emplear este método es necesario conocer la distancia entre los dos puntos de los que se pretende obtener el desnivel y la aplicación de fórmulas trigonométricas (Itrazo, 2019).

Figura 18. Nivelación trigonométrica con estaciones



5.3.11.4 Nivelación GPS

El GPS es una herramienta que te permite registrar las coordenadas del plano y la altura de varios puntos utilizando señales de satélites artificiales. La antena GPS recibe señales de varios satélites simultáneamente y calcula a partir de ellas la posición de la antena o relativa a otro satélite en el sistema de referencia WGS84. A partir de la diferencia de altura elipsoidal entre dos puntos observados con el GPS se puede obtener el desnivel elipsoidal, siendo necesaria la realización de transformaciones o conocer un modelo de geoide preciso para obtener el desnivel orto métrico (Gordo, Potes, y Vargas, 2017).

Figura 19. *Nivelación por GPS*



5.3.11.5 Nivelación gravimétrica

Determina la diferencia de altura de un punto con respecto a otro en función del valor de gravedad observado en ese punto. A medida que aumenta la altura del punto medido, la componente vertical de la gravedad disminuye gradualmente. Es necesario tener en cuenta además su longitud y su latitud, ya que la tierra no es una esfera perfecta y todos los puntos de su superficie no se ven atraídos con la misma fuerza (Itrazo, 2019).

Figura 20. *Fotografía de un gravímetro*



Nota. tomado de (IGN, 2020). Instituto Geográfico Nacional. Datos geodésicos. Gravímetro A10#006

5.3.11.6 Nivelación por métodos expeditos.

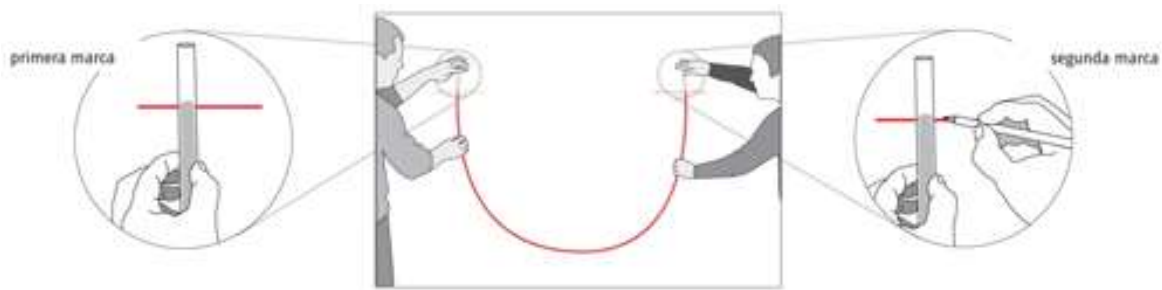
Hay varios instrumentos y herramientas que pueden medir la diferencia entre dos puntos.

Cabe señalar que estos son instrumentos y, por lo tanto, requieren técnicas adecuadas, mantenimiento y calibración. Aparte de eso, obtener niveles con estas herramientas puede ser peor que a simple vista, eso es una exageración.

Pueden ser:

- Goma transparente llena de agua
- Nivel de mano
- Niveletas (ya en desuso)
- Otros

Figura 21. Nivelación por goma llena de agua



Nota. Describe Imagen de hágalo usted mismo. Tomado de (Sodimac, 2022)

Figura 22. Nivel de mano



Nota. Describe Imagen de nivel de mano. Tomado de (Sodimac, 2022)

5.3.12. *Recomendaciones para conocer el desnivel entre puntos o de dejar ciertos puntos a un nivel o cota determinado*

- Es necesario conocer el desnivel entre puntos, dado que todos los proyectos estarán sujetos a niveles o cotas que deben de cumplir de acuerdo con los planos que presente el responsable de la construcción. Adicional a ello, permite el control de las diferentes pendientes del proyecto.
- Se requiere dejar en forma precisa y clara, lineamientos para el levantamiento topográfico inicial y especificaciones técnicas expedidas emitidas por los especialistas.
- Conocer el desnivel entre puntos es importante para la ejecución de obras como las hidráulicas.

- Es necesario dejar puntos a un nivel requerido está establecido en el diseño de las estructuras de contención así como para lograr una clara representación del terreno.

5.3.13. *Diseño cartográfico. (Generación y trabajo con modelos digitales del terreno)*

Según (Cano, y otros, 2016) importante aplicar normas y regulaciones sobre el uso del suelo y planeación territorial. La creciente diversidad de estudios que analizan el cambio de uso del suelo pone de manifiesto que la configuración espacial del uso del suelo es un factor clave en la resolución de muchos problemas ambientales. Existen hoy, diseños cartográficos, variados y definidos en función de las necesidades y propósitos de cada estudio.

Según (Cardoso, 2010). Para una buena calidad de los proyectos y de las obras, ha contribuido en gran medida la evolución de las tecnologías topográficas y cartográficas, siendo de destacar:

- 1) Un sistema de posicionamiento global (GPS) que coordina los puntos de la cuadrícula base, así como los puntos de lanzamiento y fotogrametría.
- 2) Una grabadora y un bloc de notas electrónico para dibujar y varios trabajos adicionales.
- 3) Un sistema de restitución digital que proporciona conexión a los programas de diseño de carreteras y se visualiza en tres dimensiones para los estudios de impacto ambiental.
- 4) El nuevo dispositivo ofrece lectura rápida y conveniente, craqueable con un código de barras, nivelación geométrica precisa, registro automático y conexión al programa de diseño.
- 5) Tatuaje láser para levantamientos diversos (perfiles y obras afectadas) en carreteras y túneles con alta intensidad de tráfico. Este artículo proporciona una descripción detallada de cada sistema.

Es relevante tener en cuenta que, los modelos digitales del terreno son útiles. Esto se debe, sobre todo, a que la introducción de medios informáticos en un medio antes estudiado en

"formatos analógicos", permite el planteamiento y la resolución de problemas mediante enfoques cualitativamente diferentes (Felicísimo, 2020).

Finalmente, un Modelo Digital del Terreno (MDT) es una representación espacial de una determinada variable obtenida a partir de un proceso de fotografía aérea o fotogrametría terrestre, siempre relativa a un sistema de referencia geoespacial. Se trata por tanto de una falsa representación 3D de la Topografía (altimetría y/o batimetría) de una zona de la tierra (o planeta tierra) en un formato apto para su uso en un ordenador digital (computadora). Su campo uso es muy variado: Extracción de los parámetros del terreno (Felicísimo, 2020).

5.3.14. Prácticas de replanteo

Se entiende por puntos de replanteo aquellos que son necesarios para definir la situación y la forma del objeto proyectado, su número depende de la complejidad de la figura de proyecto y de las dificultades inherentes a su construcción.

Para definir estos puntos, se utilizan las llamadas bases de replanteo, que consisten en puntos de coordenadas o situación conocidas, localizados físicamente en el terreno. Habitualmente son puntos ajenos a la figura a replantear, sin embargo, en varias ocasiones los propios puntos de replanteo son usados como bases de replante (Corral, 2001).

Métodos de replanteo

- Por polares
- Por abscisas y ordenadas
- Por intersección

5.3.15. Sistemas de información geográfica para la Topografía en obras de infraestructura (carreteras)

Según (Mayorga, Pazos, & Uvidia, 2020). Los Sistemas de Información Geográfica constituyen uno de los campos más dinámicos y novedosos de aplicación de la Informática, con un indudable efecto en la sociedad. Estos componentes permiten que los sistemas GIS

realicen una gran cantidad de tareas: organizar, almacenar, manipular, analizar e incluso modelar grandes cantidades de datos y convertirlos en información útil sobre el mundo real.

Las aplicaciones de las tecnologías y el software SIG en el campo de la ingeniería puede ser muy amplio. En la segunda parte, se hace énfasis en la aplicabilidad de estas herramientas en distritos viales específicos. (Cuando se habla de carreteras todo lo dicho puede extrapolarse a otras obras de carácter lineal como conducciones u otro tipo de vías de comunicación como son los ferrocarriles etc.) (BlocIngeniería, 2016)

Desde el momento en el que se decide poner en marcha la construcción de una carretera surgen numerosas preguntas, así: ¿Por qué lugares trazarlos?, ¿Qué tipo de terreno se va a atravesar?, ¿de quién es el suelo que se va a ocupar?, ¿Cuánto tráfico se estima que pasa por la carretera?, ¿fomentará la nueva carretera la economía de los sitios que atraviere?, etc (Galán, 2016).

Estos programas SIG pueden ser de gran utilidad en estudios y proyectos de obras lineales (Galán, 2016).

- Referencia 1: media.licdn.com
- Referencia 2: www.identifiedtech.com
- Referencia 3: blog.spatialkey.com

Figura 23. *Minería y Materiales, inventario y producción*



Nota. Describe imágenes. Tomado de (Identifiedtech, 2023).

Con los SIG se puede dar respuesta a todas estas preguntas y lo mejor es que podemos hacerlo en el mismo entorno, usando la misma tecnología y pudiendo obtener más de una respuesta para cada pregunta. Se convierten así pues en instrumentos y herramientas útiles y necesarios para nuestro proyecto.

5.3.16. Fotogrametría

El tiempo es un factor clave (y limitante) para cualquier trabajo de fotogrametría, se recomienda recordar la importancia de la planificación con el tiempo racional necesario.

Es importante utilizar filtros polarizadores en la cámara sirve, precisamente, para evitar este tipo de problemas en tus trabajos de fotogrametría. Se deben utilizar equipos de calidad, y aunque la fotogrametría es uno de los usos profesionales de los drones y requiere una inversión inicial menor, eso no significa que se tenga que trabajar duro para obtener equipos que brinden los resultados que los clientes desean (HispaDrones, 2019).

Se requiere evitar errores como “No tener un dron capaz de hacer seguimiento de terreno”. Es muy común no tener este punto claro en los planes de vuelo, es importante tener activada la opción de seguimiento de terreno, algunas apps que permiten la opción son: *Litchy*, *Mission Planner*, *Ugsc O Emotion*“; no revisar todas las imágenes con parámetros como: ISO, enfoque, apertura del diagrama, velocidad de obturación y balance de blancos: o Generalmente la ubicación de puntos de foto control garantiza la precisión en trabajos, hay que tener presente que la disposición de estos puntos, así como el tamaño o el material usado es muy importante (Tallaferro, 2020)

En lo que respecta a la cámara, afortunadamente existen drones comerciales que ya disponen no sólo de lo necesario para navegar con la suficiente suavidad y precisión, sino que también incluyen cámaras válidas para la fotogrametría profesional y se debe antes de iniciar, y durante el proceso, vigilar la iluminación para garantizar la eficiencia del procedimiento.

Se recomienda:

- Tomar las fotografías que cubran la parte superior de la figura;
- Tomar las fotografías que cubran la parte media de la figura;
- Tomar las fotografías que cubran la parte inferior de la figura (HispaDrones, 2019)

5.3.17. Problemas en la ejecución de un proyecto de infraestructura, desde la perspectiva de la Topografía.

Los problemas frecuentes en la ejecución de obra son: la operación que no ejecuta siguiendo los pasos indicados en la planeación y el uso de materiales de baja calidad que no se cumplen los requisitos exigidos para la calidad de la obra.

5.3.18. Problemas en la terminación o acabados de un proyecto de infraestructura de carretera desde la perspectiva de la Topografía.

Los problemas frecuentes en la ejecución de obra son:

- Olvidos en la supervisión de requisitos.
- Omisión de materiales.
- Uso incorrecto de herramientas.
- No esperar los tiempos necesarios de secado o preparación.
- Olvidos en la supervisión de requisitos de cumplimientos.

Estos problemas son causados generalmente por:

- Fallas en la lectura de la planeación.
- Fallas en la forma como se realizan las anotaciones y registros.

6. CONCLUSIONES

Al realizar la propuesta de la guía de Topografía con buenas prácticas y acciones preventivas para la orientación topógrafos que realizan formulación de proyectos de infraestructura de carreteras, se pudo concluir que dado que los proyectos de infraestructura requieren en forma transversal los conocimientos y participación de un ingeniero de Topografía quien debe cumplir normas y seguir el paso a paso de los resultados de la fase de planeación. Así puede disminuir la probabilidad de error en las fases de planeación, programación y operación de obras civiles de carreteras en las cual participe.

Una revisión bibliográfica sobre normas técnicas vigentes para la realización de procedimientos topográficos en proyectos de infraestructura social, permite concluir que que es amplia la reglamentación internacional y nacional y específica en aspectos concretos como mediciones, equipos, calibración, referenciación, calidad de los datos y de la medición.com normas centradas en la calidad de los datos son ISO 19113, ISO 19114, ISO 19115, ISO 19138 (medida de calidad de los datos); normas ICONTEC referentes a procedimientos y mediciones en Topografía: NTC 6271 de 2018; NTC 5798 de 2018; NTC 5043 de 2010, NTC 5662 de 2010, NTC 5660 de 2018 (evaluación de calidad de procesos y medidas).

Según los profesionales en Topografía participantes en este estudio, los problemas frecuentes en la ejecución de obra son: la operación que no ejecuta siguiendo los pasos indicados en la planeación y el uso de materiales de baja calidad que no se cumplen los requisitos exigidos para la calidad de la obra. Adicional a ello, los problemas en la terminación o acabados de un proyecto de infraestructura de carretera desde la perspectiva de la Topografía son: Olvidos en la supervisión de requisitos, omisión de materiales, no esperar los tiempos necesarios de secado o preparación y los olvidos en la supervisión de requisitos de cumplimiento. Se concluye que las causas que generan dichos problemas son: Fallas en la lectura de la planeación y las fallas en la forma como se realizan las anotaciones y registros. Por lo tanto, es pertinente el uso de guías por parte de los profesionales y estudiantes de Topografía podrán

contar con información que les permitirá discernir en elementos de levantamiento topográfico, al respecto de su papel en las obras, podrán mejorar el tiempo y el costo de su labor en las obras.

A partir de la revisión de la normatividad para los procedimientos topográficos y de la información de la Topografía sobre el conocimiento, visión y experiencia respecto de los errores más frecuentes en los procedimientos, se elaboró un manual dirigido a los profesionales participantes en el proyecto transversal Carare, en su contenido consta de generalidades, elementos de verificación de la calidad en diferentes fases, parámetros de calidad, manejo de software, herramientas para la formulación de proyectos infraestructuras, problemas y procedimientos para resolverlos.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar cursos en plataforma virtual que permita la actualización de los topógrafos en aspectos como: nuevas herramientas para mejora de la lectura de documentos base de los proyectos, tecnologías para mejorar la anotación y cálculos de distancias parciales.

Se recomienda que los estudiantes hagan cursos de formación en herramientas tecnológicas para desarrollar habilidades en manejo de programas permitiendo planificar en detalle las tareas a realizar, los recursos a utilizar y los plazos del proyecto en especial cuando estos implican grandes inversiones como los de infraestructura.

El proyecto de investigación queda abierto, para una segunda fase con el fin de continuar el proceso y complementar el manual de procedimientos, mediante los elementos técnicos y normativos ya mencionados en el presente documento relacionados con los parámetros de medición y precisión de los levantamientos topográficos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2010). *Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción*. Medellín: Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/SiteAssets/Paginas/Consumo-sostenible/Construccion-sostenible/Manualambientalparaprocesosconstructivos.pdf>
- Arévalo, M. (2018). *Que responsabilidad tienen los agentes de retención del iva y sus sanciones*. [acolombianlawyers.com: https://acolombianlawyers.com/noticias/2018/12/11/que-responsabilidad-tienen-los-agentes-de-retencion-del-iva-y-sus-sanciones/](https://acolombianlawyers.com/noticias/2018/12/11/que-responsabilidad-tienen-los-agentes-de-retencion-del-iva-y-sus-sanciones/)
- Autodesk. (2023). *Programa De Agrimensura*. Autodesk: <https://www.autodesk.mx>
- BlocIngeniería. (2016). *Los SIG aplicados a proyectos y gestión de carreteras*. Prontubeam: https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=19
- Brigard. (2021). *Término de prescripción aplicable al seguro de cumplimiento*. bu.com.co: <https://bu.com.co/es/insights/noticias/termino-de-prescripcion-aplicable-al-seguro-de-cumplimiento>
- Cajal, A. (23 de agosto de 2020). *Diseño metodológico: estructura, cómo hacerlo, ejemplo*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/disenio-metodologico-investigacion/>
- Cano, L. S., Rodríguez, R. L., Valdez, J. R., Beltrán, R. I., González, C. A., & Acevedo, O. A. (2016). Perspectiva del diseño cartográfico para estudios de uso del suelo y ordenamiento territorial: una revisión internacional, técnica y normativa. *Terra Latinoamericana*, 34, (4). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000400409
- Cardoso, A. L. (2010). *Topografía y cartografía en carreteras*. Trid Trb: <https://trid.trb.org/view/959201>
- Colombia, Ministerio de Transporte. (2022). *Así va la construcción de la Transversal del Carare, clave para la conectividad de los departamentos de Boyacá y Santander*. www.mintransporte.gov.co

- Corral, M. d. (2001). Topografía de obras. *Universidad Politécnica de Catalunya*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/87656237.pdf>
- Cronoshare. (2020). *Mejores programas de Topografía*. Cronoshare: <https://www.cronoshare.com>
- Galán, S. M. (2016). *Los SIG en la ingeniería, una cuestión de orden y espacio*. BlocIngeniería: https://www.prontubeam.com/articulos/02_2016_SIG/02_2016_SIG.php
- Gómez, D. A., & Montealegre, D. A. (2016). Guía para la estimación de costos topográficos en la consultoría, construcción e interventoría de vías o carreteras. *Universidad Distrital Francisco José De Caldas*. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4185/GomezMoyaDiegoAlexanderMontealegreGuerreroDiegoAlexander2016.pdf;jsessionid=340242C1FC8CAF4B6DBDC17C3C2D840?sequence=1>
- Grupo Grasa. (2018). *La importancia del nivelado del terreno en construcción*. grupograsa.es: <https://grupograsa.es/la-importancia-del-nivelado-del-terreno/>
- HispaDrones. (2019). *10 Consejos para principiantes en la fotogrametría*. Hispadrones: <https://www.hispadrones.com/principiantes/aprendizaje-consejos/consejos-principiantes-fotogrametria/>
- Identifiedtech. (2023). *Know when others gues*. identifiedtech: <https://www.identifiedtech.com/>
- IGN. (2020). *Instituto Geográfico Nacional*. IGN: <http://www.ign.es/web/ign/portal>
- Imasgal. (2023). *Protopo: Topografía y obra lineal*. Imasgal: <https://imasgal.com/curso/protopo-topografia-obra-lineal/>
- Itrazo. (2019). *Fundamentos básicos de la topográfica. Instrumentación y metodología*. itrazo.com: <http://itrazo.com/tienda/item/109-i-i-0500-002000-01.html>
- Mayorga, D. A., Pazos, H. R., & Uvidia, M. V. (2020). Sistemas de información geográfica aplicados a la Topografía. https://www.researchgate.net/publication/340476954_Sistemas_de_informacion_geografica_aplicados_a_la_topografia

- Microsoft. (2023). *Microsoft Project*. Microsoft: <https://www.microsoft.com/es/microsoft-365/project/project-management-software>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2021). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. www.un.org: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Organización de los Estados Americanos [OAS]. (2019). *Infraestructura económica*. OAS: <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea60s/ch07a.htm>
- Sarmiento, D. (2019). *Evaluación de la Eficiencia de Levantamiento Topográfico para Obras Civiles Mediante el Uso de RPA con Respecto a la Estación Total, Cañete*. Acsaudit: <https://acsaudit.com.co/quienes-somos-ac-s-audit-consulting-services/socio-director-ac-s-audit-consulting-services/>
- Sodimac. (2022). *Hagalo Usted mismo*. hagaloustedmismo.cl: <https://www.hagaloustedmismo.cl/>
- Tallaferro, J. C. (2020). *5 errores más comunes al realizar trabajos de fotogrametría con drones*. Anka: <https://anka.com.co/blog-post/errores-fotogrametria/>
- Tirado, J. (2019). *GARANTÍAS – Contratación estatal – Constitución de garantías – Finalidad – Cumplimiento – Obligaciones contractuales*. Beltranpardo: <https://www.beltranpardo.com/wp-content/uploads/2022/03/C-036.pdf>
- Toponar Cas. (2016). *Topoligona-Cad: Definiciones*. Obtenido de Toponar Cas: <http://toponar-cas.blogspot.com/2016/10/definiciones.html>
- Unidades Tecnológicas de Santander [UTS]. (2020). *Programa ingeniería topográfica*. UTS: <https://www.uts.edu.co/sitio/ingenieria-en-topografia1/>
- Villamandos. (2022). *Origen y tipos de errores en Topografía*. dian.gov.co: <https://topografia2.com/origen-y-tipos-de-errores-en-topografia/#:~:text=Los%20errores%20se%20puede%20clasificar%20en%20To>

9. APÉNDICES

10. ANEXOS