



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 7 Noviembre 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad: Pitalito

El (Los) suscrito(s):

_____ Carlos Andres Muñoz Artunduaga _____, con C.C. No. 1004209295 _____,
_____, con C.C. No. _____,
_____, con C.C. No. _____,
_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado Titulado **EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO EN TIEMPO REAL CON EL PROTOCOLO (NTRIP) USANDO RECEPTORES MONOFRECUENCIA RESPECTO A PUNTOS DE CONTROL CON METODOLOGÍA RTK.**

presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de

_____ Ingeniero Agrícola _____;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Carlos Andres Muñoz Artunduaga

Firma: Carlos Muñoz A.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO EN TIEMPO REAL CON EL PROTOCOLO (NTRIP) USANDO RECEPTORES MONOFRECUENCIA RESPECTO A PUNTOS DE CONTROL CON METODOLOGÍA RTK

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Muñoz Artunduaga	Carlos Andres

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodriguez	Edinson
Salazar Arias	Stephan Andrés

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Pitalito

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 25 p.

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general Grabados ___ Láminas ___
Litografías ___ Mapas Música impresa ___ Planos Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Microsoft Office

MATERIAL ANEXO: PLANOS, INFORMACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS, DATOS DE MUESTRAS.

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	<u>Español</u>	<u>inglés</u>		<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	<u>Protocolo</u>	<u>Protocol</u>	6.	<u>NTRIP</u>	<u>NTRIP</u>
2.	<u>Monofrecuencia</u>	<u>Monofrecuency</u>	7.	<u>RTK</u>	<u>RTK</u>
3.	<u>Innovacion</u>	<u>Innovation</u>	8.	_____	_____
4.	<u>GNSS</u>	<u>GNSS</u>	9.	_____	_____
5.	<u>SIG</u>	<u>SIG</u>	10.	_____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Las nuevas tecnologías en el área de posicionamiento espacial en equipo con el uso de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), ofrecen a los expertos en sistemas de información geográfica (SIG), topógrafos y demás profesionales afines de la materia, una alternativa para la toma de datos en campo rápida, eficiente, precisa y económica; la innovación en el uso de herramientas para la obtención de datos precisos es útil para diversas aplicaciones. La medición en tiempo real ha sido una de las aplicaciones con este avance tecnológico, así surge NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) que es un protocolo de comunicación diseñado para transmitir datos de corrección diferencial en tiempo real para la navegación por satélite de alta precisión. En este sentido, este proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar la precisión y exactitud del sistema de posicionamiento en tiempo real con protocolo (NTRIP) usado sobre receptores monofrecuencia con referencia a puntos de control con metodología RTK, validando con el uso de metodologías GNSS de levantamiento topográfico tipo IGAC en el casco urbano del Municipio de Neiva (Huila). Mediante la variación de distanciamiento de los puntos de control RTK, empezando por la toma de datos en un rango menor a un kilómetro (<1 km), de uno a tres kilómetros (1km-



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 3

3km) y de tres a seis kilómetros (3km-6km), se evaluó y determinó que la metodología usando protocolo NTRIP con equipos monofrecuencia puede ser implementada en estudios de georreferenciación con poca demanda de precisión debido a sus márgenes permisibles de error. Sin embargo, no es recomendable realizar los levantamientos topográficos de precisión bajo ningún parámetro usado en este proyecto, ya que, trabajar este tipo de levantamientos con una magnitud de error mayor a 15 cm no es aceptable.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

New technologies in the field of positioning with the use of Global Navigation Satellite Systems (GNSS), offer experts in geographic information systems (GIS), surveyors and other professionals related to the subject; Innovation in the use of tools to obtain accurate data is useful for various applications. Real-time measurement has been one of the applications with this technological advance, thus comes NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), which is a communication protocol designed to transmit differential correction data in real time for satellite navigation. high accuracy. In this sense, the main objective of this research project is to evaluate the precision and accuracy of the real-time positioning system with protocol (NTRIP) used on single-frequency receivers with reference to control points with RTK methodology, validating with the use of GNSS methodologies. IGAC type topographic survey in the urban area of the Municipality of Neiva (Huila). By varying the distance of the RTK control points, starting with data collection in a range of less than one kilometer (<1 km), from one to three kilometers (1km- 3km) and from three to six kilometers (3km- 6km), it was evaluated and determined that the methodology using the NTRIP protocol with single-frequency equipment can be implemented in georeferencing studies with little demand for precision due to its allowable margins of error. However, it is not advisable to carry out precision topographic surveys under any parameter used in this project, since working on this type of survey with a magnitude of error greater than 15 cm is not acceptable.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: 
DIANA CAROLINA POLANÍA MONTIEL

Firma:

Nombre Jurado: **LUISA MARCELA CERQUERA BARRERA**

Firma:



**EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL SISTEMA DE
POSICIONAMIENTO EN TIEMPO REAL CON EL PROTOCOLO
(NTRIP) USANDO RECEPTORES MONOFRECUENCIA RESPECTO
A PUNTOS DE CONTROL CON METODOLOGIA RTK**

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autor

Carlos Andrés Muñoz Artunduaga: 20171157870

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

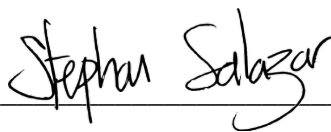
Sede Pitalito, Huila, Colombia. 2023

Firma



Director: Edinson Mujica Rodríguez

Firma



Codirector: Stephan Andrés Salazar Arias

Nota de aceptación

Firma



Jurado: Luisa Marcela Cerquera Barrera

Firma



Jurado: Diana Carolina Polanía Montiel

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO EN TIEMPO REAL CON PROTOCOLO (NTRIP) USANDO RECEPTORES MONOFRECUENCIA RESPECTO A PUNTOS DE CONTROL CON METODOLOGIA RTK

RESUMEN

Las nuevas tecnologías en el área de posicionamiento espacial en equipo con el uso de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), ofrecen a los expertos en sistemas de información geográfica (SIG), topógrafos y demás profesionales afines de la materia, una alternativa para la toma de datos en campo rápida, eficiente, precisa y económica; la innovación en el uso de herramientas para la obtención de datos precisos es útil para diversas aplicaciones. La medición en tiempo real ha sido una de las aplicaciones con este avance tecnológico, así surge NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) que es un protocolo de comunicación diseñado para transmitir datos de corrección diferencial en tiempo real para la navegación por satélite de alta precisión. En este sentido, este proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar la precisión y exactitud del sistema de posicionamiento en tiempo real con protocolo (NTRIP) usado sobre receptores monofrecuencia con referencia a puntos de control con metodología RTK, validando con el uso de metodologías GNSS de levantamiento topográfico tipo IGAC en el casco urbano del Municipio de Neiva (Huila). Mediante la variación de distanciamiento de los puntos de control RTK, empezando por la toma de datos en un rango menor a un kilómetro (<1 km), de uno a tres kilómetros (1km-3km) y de tres a seis kilómetros (3km-6km), se evaluó y determinó que la metodología usando protocolo NTRIP con equipos monofrecuencia puede ser implementada en estudios de georreferenciación con poca demanda de precisión debido a sus márgenes permisibles de error. Sin embargo, no es recomendable realizar los levantamientos topográficos de precisión bajo ningún parámetro usado en este proyecto, ya que, trabajar este tipo de levantamientos con una magnitud de error mayor a 15 cm no es aceptable.

Palabras clave: Protocolo, Monofrecuencia, Innovación, GNSS, SIG, NTRIP, RTK.

ABSTRACT

New technologies in the field of positioning with the use of Global Navigation Satellite Systems (GNSS), offer experts in geographic information systems (GIS), surveyors and other professionals related to the subject; Innovation in the use of tools to obtain accurate data is useful for various applications. Real-time measurement has been one of the applications with this technological advance, thus comes NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), which is a communication protocol designed to transmit differential correction data in real time for satellite navigation. high accuracy. In this sense, the main objective of this research project is to evaluate the precision and accuracy of the real-time positioning system with protocol (NTRIP) used on single-frequency receivers with reference to control points with RTK methodology, validating with the use of GNSS methodologies. IGAC type topographic survey in the urban area of the Municipality of Neiva (Huila). By varying the distance of the RTK control points, starting with data collection in a range of less than one kilometer (<1 km), from one to three kilometers (1km-3km) and from three to six kilometers (3km- 6km), it was evaluated and determined that the methodology using the NTRIP protocol with single-frequency equipment can be implemented in georeferencing studies with little demand for precision due to its allowable margins of error. However, it is not advisable to carry out precision topographic surveys under any parameter used in this project, since working on this type of survey with a magnitude of error greater than 15 cm is not acceptable.

Keywords: Protocol, Monofrequency, Innovation, GNSS, SIG, NTRIP, RTK.

INTRODUCCIÓN

Para el levantamiento de datos geográficos existen equipos convencionales y equipos geodésicos con la precisión y rapidez necesaria para facilitar las mediciones catastrales, los equipos GNSS son los más usados hoy en día, los datos se obtienen en el momento y sitio de la captura, con resultados precisos. Según Zabala (2018), para obtener datos precisos es necesario la corrección de las medidas de los receptores aplicando técnicas de diferenciación de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) desarrolladas en campo y por post proceso, lo cual demanda actividades y equipos adicionales. El uso de correcciones diferenciales y en tiempo real puede ayudar a otros equipos de medición a obtener mejores resultados, tal es el caso de las metodologías Real time Kinematic (RTK) y Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) o red de transmisión de datos en formato RTCM sobre el protocolo Internet (en español).

NTRIP es una nueva tecnología que se basa en la transferencia de datos a través de una red de internet denominada HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto) la cual puede transmitir cualquier tipo de dato GNSS a través de mensajes RTCM (Comisión Técnica de Radio para Servicios Marítimos) o datos formateados propietarios (datos sin procesar), los clientes o usuarios móviles de esta tecnología pueden utilizar una red de telefonía y programas para acceder a la dirección IP del Caster que provee los datos de una estación base en tiempo real a través del protocolo NTRIP, esto le permite obtener los datos geográficos utilizando corrección diferencial del receptor GNSS (Suárez et al.,2019).

Todos estos avances y desarrollos que involucran las nuevas tecnologías ayudan en la eficiencia y eficacia de las actividades que involucran la captura de datos geográficos, como el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) el cual está modernizando la Red Brasileña de Monitoreo Continuo (RBMC) para ofrecer servicios en tiempo real a través de Internet usando NTRIP y cálculos de correcciones, el IBGE está probando este nuevo servicio en el estado de Río de Janeiro, evaluando su precisión y confiabilidad en áreas urbanas y rurales en conjunto con la Armada de Brasil para actualizar la cartografía náutica (Costa et al.,2011).

Varios países importantes desempeñan un papel fundamental en el ámbito de la navegación y geolocalización como es Estados Unidos, el cual usa una infraestructura GNSS altamente desarrollada llevando a una amplia adopción de NTRIP en diversas aplicaciones, desde la agricultura de precisión donde la tecnología mejora la gestión de cultivos, hasta la topografía, la construcción y la navegación marítima. Por su parte, Alemania se destaca como uno de los líderes europeos, con una red de estaciones base GNSS ampliamente utilizada en toda la región. China, que ha invertido significativamente en su propio sistema de posicionamiento global, BeiDou, también ha adoptado NTRIP en aplicaciones que dependen de la precisión del GNSS. En Canadá, una infraestructura GNSS bien desarrollada respalda diversas aplicaciones, incluyendo la agricultura y la navegación marítima. (LI, Xingxing, et al., 2015)

La tecnología de posicionamiento global ha revolucionado la forma en que se realiza las mediciones geodésicas y topográficas de alta precisión, siendo utilizada en la navegación y topografía teniendo gran impacto significativo en diversas áreas investigativas como geodesia, civil, robótica, etc. Según Burity (2017), el protocolo NTRIP permite a las ciencias geodésicas el uso de información recolectada como apoyo veraz transversal para diferentes industrias, incluido

el seguimiento de pendientes, susceptibles a movimientos en masa y así llegar a la toma de decisiones asertivas con antelación.

Por otra parte, la implementación de la tecnologías en las empresas del sector civil e infraestructura vial se ven beneficiadas en el porcentaje de productividad efectiva, con el uso de máquinas automatizadas con GNSS- RTK en conjunto con el protocolo NTRIP mediante la aplicación del método Survey (Marçal, 2017), en este contexto, se desarrolló el SiGE (Sistema de Gestión Estructural) para monitorear y emitir alertas sobre eventos evaluados previamente por el operador, estos datos en tiempo real permite determinar la seguridad de las estructuras en uso, monitorearlas de manera continua, segura y de esta manera mejorar los proyectos futuros al definir los desplazamientos estructurales máximos (Maciel, F. de F., Silva, H. dos R., Albarici, F. L., Barbosa, L. A., & Trabanco, J. L. A. (2021)

Este trabajo de pasantía pretende evaluar la precisión y exactitud con base en la menor magnitud de error de los puntos de estudio del sistema de posicionamiento en tiempo real con protocolo (NTRIP) usado sobre receptores monofrecuencia con referencia a puntos de control con metodología RTK, validados con el uso de metodologías GNSS de levantamiento topográfico tipo IGAC a diferentes rangos de distancia en el casco urbano del Municipio de Neiva (Huila).

Adicionalmente esta investigación pretende ser el avance tecnológico nacional que encamine a la implementación de levantamientos topográficos de una manera más rápida y asertiva diferente a la topografía convencional, donde la toma de datos usando NTRIP, que involucra el uso del servicio de internet bajo el marco metodológico topográfico que se inicia desde la adecuada adquisición de la información hasta su entrega final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del proyecto

El proyecto se realizó en el casco urbano del Municipio de Neiva, partiendo de las instalaciones de la empresa DroneSky con coordenadas Magna Origen único nacional CTM12 **N: 1882106.172 E: 4746348.148**; hasta 6 km de esta misma de manera lineal hacia el oriente de la ciudad, la captura de información se realizó sobre la vía intermunicipal que conduce de Neiva a Vega Larga, (ver figura 1).

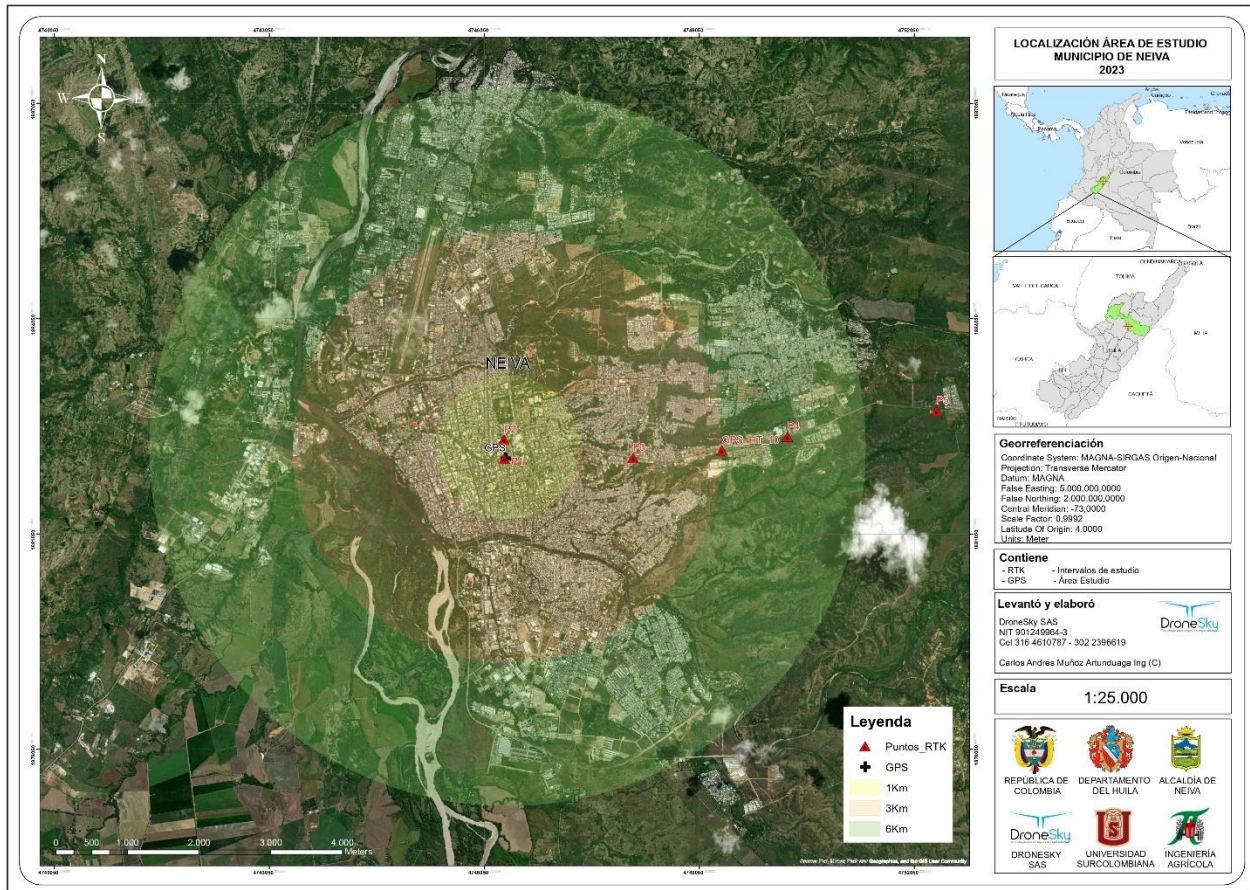


FIGURA 1 Localización del proyecto

Equipo e instrumentos

Equipos:

- Equipos GNSS RTK doble frecuencia FOIF A90, ver Anexo 1
- Equipos GNSS RTK mono frecuencia EMLID RS+, ver Anexo 2

Software:

- QGIS versión (3.22.9)

- Software profesional de Postproceso de puntos estáticos TOPCON TOOLS (Demo) versión (8.2.3)

Aplicativo

- Static to Rinex

Ubicación de conectividad de red de internet (Claro)

Para la toma de información con el sistema NTRIP se realizó la revisión de zonas de cobertura de internet de la red de Claro, en las cuales se validó la cobertura para cumplir el requerimiento de las distancias propuestas en el proyecto conservando el direccionamiento lineal, en el cual se cumplía la distancia permitida por los equipos, la metodología RTK y la óptima conexión a internet para obtener una buena lectura con el sistema NTRIP (figura 2).

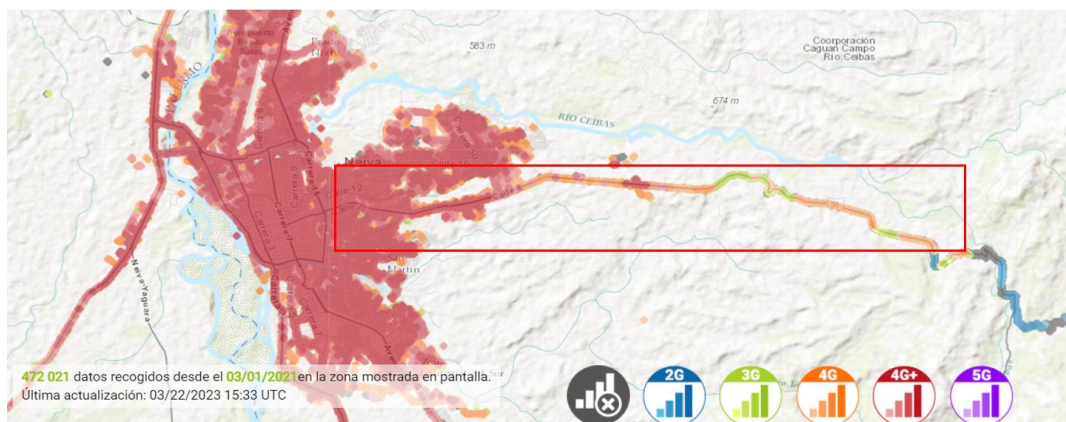


FIGURA 2. Visor de coberturas de internet de operador Claro

Materialización y georreferenciación de puntos topográficos base GNSS

El sistema MAGNA – SIRGAS es un marco geocéntrico preciso desarrollado bajo la dirección de la Geodesia Internacional. Este constituye el marco nacional para definir coordenadas en Colombia, con una precisión compatible con las modernas tecnologías de posicionamiento y facilitando el intercambio de información georreferenciada, con una distribución uniforme de estaciones en todo el país. (IGAC, 2004). Mediante la Resolución 471 del 14 de mayo del 2020, se establecieron unas especificaciones técnicas mínimas obligatorias en la elaboración de los productos cartográficos básicos oficiales de Colombia. (Anexo 3.)

Debido que en las instalaciones de la empresa DroneSky no existían puntos geodésicos conocidos, y teniendo en cuenta que en topografía existen diversas metodologías para determinar las coordenadas de puntos georreferenciados siempre y cuando sean certificados por el IGAC, por lo cual, se ejecutó la georreferenciación de dos puntos con base a la resolución 643 de 2018 y por el sistema de Posicionamiento satelital (GNSS), con equipos de alta precisión como los de doble frecuencia en modo estático diferencial, tomando como base puntos georreferenciados de la red pasiva de IGAC **GPS-H-T-10** y **41001005** ubicadas en la ciudad de Neiva (ver figura 3).



FIGURA 3. Red Pasiva IGAG_GPS-H-T-10 y 41001005

La georreferenciación de dos puntos topográficos base es el inicio de toda la metodología ya que desde estos puntos geográficos ubicados en las instalaciones de la empresa DroneSky del municipio de Neiva (Huila) se definieron los puntos geográficos de partida para la validación de la metodología. Está se inició con el levantamiento por el GNSS, utilizando el método estático con precisión centimétrica de hasta de 3 cm con procesamiento diferencial de dos (2) puntos topográficos base identificados como **Gps01** y **Gps02**, la materialización consistió en la construcción de dos placas elaboradas en aluminio, ubicadas en una zona alta y que desde esos puntos tuvieran buena visualización, ver anexo 4 y 5. Seguidamente se posicionaron equipos GNSS FOIF A90 en los 2 puntos materializados **Gps01** y **Gps02** y 2 mojones de la red pasiva del IGAC, denominados **GPS-H-T-10** y **41001005** ubicadas en la ciudad de Neiva (ver anexo 5), cada uno de dichos equipos inició el método estático esta medición se utiliza cuando se requiere obtener coordenadas de un punto de manera precisa y confiable es recomendado, y consiste en ubicar dos o más estaciones de recepción simultáneamente, base y rover. Estas deben permanecer en ese sitio un lapso de tiempo estimado por el operador para el proceso de grabación de los datos en campo transmitido desde los satélites, hasta terminar el tiempo mínimo necesario de ocupación para el rastreo satelital de acuerdo con la máxima distancia de separación de los puntos de la red pasiva del IGAC y los puntos elaborados en la empresa DroneSky, este tiempo necesario se calculó utilizando la ecuación 1.

$$t = 65 \text{ min} + [3 \text{ min} * (d - 10)] \quad 1$$

Donde: t= tiempo de rastreo; d= distancia que separa la estación del punto materializado como topográfico base en km.

Luego se procedió a realizar el postproceso de la información generada por los receptores GNSS marca FOIF referencia A90 (archivos crudos y RINEX), esté se realizó con ayuda del software Topcon Tools (demo), este software nos permite realizar el cálculo de postproceso de vectores para obtener una a una las coordenadas geográficas certificadas, mediante el método DIFERENCIAL, para lo cual se tuvieron en cuenta los parámetros de la tabla 1.

TABLA 1. Datos para la georreferenciación de Gps01 Y Gps02.

Día del año	30
Fecha de rastreo	30 enero de 2023
Semana GPS	2247
Tiempo de rastreo Gps01	02 hora 16 minutos 27 segundos
Tiempo de rastreo Gps02:	02 horas 15 minutos 59 segundos
Tiempo de rastreo GPS-H-T-10	01 horas 29 minutos 48 segundos
Tiempo de rastreo 41001005	01 horas 29 minutos 43 segundos
Efemérides	29, 30, 31 de enero 2023.
Altura instrumental	1,65 m
URL	https://www.gnsscalendar.com/

Seguidamente partiendo de los mojones de la red pasiva del IGAC, denominadas **GPS-H-T-10** y **41001005** (ver tabla 2). Los archivos **RINEX** de los mojones se descargaron directamente del equipo GNSS el día 30 de enero de 2023. Las certificaciones semanales para la semana **2247** fueron descargadas de la página del IGAC. Las *efemérides* del día 29, 30 y 31 de enero, fueron descargadas de la página GNSS *calendar and utility* (tabla 1). Los equipos doble frecuencia me entregan archivos en formato “.dat”, de los puntos **Gps01** y **Gps02**, los cuales fueron convertidos a formato **RINEX** con el software licenciado static to Rinex (versión 6.01) ya que dicho software requiere dichos formatos para el cálculo de coordenadas, se realizó con referencia al sistema MAGNA ORIGEN UNICO NACIONAL, para los puntos **Gps01** y **Gps02** (ver tabla 3).

TABLA 2. Coordenadas geocéntricas de mojones de red pasiva IGAC GPS-H-T-10 y 41001005
Época 2018

NOMBRE MOJÓN RED PASIVA	X (m)	Y (m)	Z (msnm)
GPS-H-T-10	1621310,132	-6160629,570	324058,598
41001005	1617768,465	-6161547,855	322573,621

Implementación de metodología RTK y distribución de puntos de estudio.

Luego de materializados los Gps01 y Gps02, y luego de obtener sus referencias geográficas, se procedió a la distribución de 6 puntos topográficos en las distancias establecidas dentro de la metodología propuesta partiendo específicamente del rango de conectividad y recepción de datos de los equipos doble frecuencia usando la metodología RTK en los intervalos evaluados, menor a un km (1km<), de uno a tres kilómetros (1km-3km) y de tres a seis kilómetros (3 km-6 km) Además de la preservar al momento de la captura una buena recepción y coberturas apropiadas y recomendadas por el proveedor, seguidamente se realiza la captura de información haciendo uso de la metodología RTK.

Configuración de metodologías NTRIP en los receptores monofrecuencia EMLID RS+.

La configuración y conexión de los equipos GNSS marca EMLID RS+ se realizó con base a la plataforma de Emlid System con el CASTER NTRIP, en donde el mismo proveedor de la marca ofrece una solución gratuita que permite la conexión hasta 6 equipos con una misma base con la metodología NTRIP, siendo esta una manera fácil de pasar correcciones RTK entre sus receptores a través de Internet (Kalacska, 2018).

A continuación se utilizó el servicio propio de los receptores monofrecuencia a través de la página de internet “Emlid Flow” creando un perfil con la información y credenciales del proveedor de NTRIP, luego se configuraron los equipos GNSS teniendo en cuenta los requerimientos de EMLID, como son: **el modo de posicionamiento cinemático** que se refiere a la forma en que se utiliza para rastrear y calcular la ubicación en tiempo real, **la resolución de ambigüedad de GPS y GLONASS**, se refiere al proceso de determinar la distancia precisa entre un receptor GPS o GLONAS y los satélites en órbita, **el ángulo de la máscara de elevación** este se relaciona con la elevación mínima sobre el horizonte que un satélite debe tener para ser considerado en el cálculo de posición por un receptor GNSS, **la tasa de actualización de GNSS** se refiere a la frecuencia con la que un receptor GNSS actualiza su posición, se seleccionó cada uno de los sistemas de satélites GLONASS y BeiDou debido a la ubicación del proyecto. Luego, se seleccionó el tipo de entrada de correcciones en tiempo real NTRIP y la corrección de entrada de datos del equipo base (ver figura 4), seguidamente se procedió a la toma de información en campo.

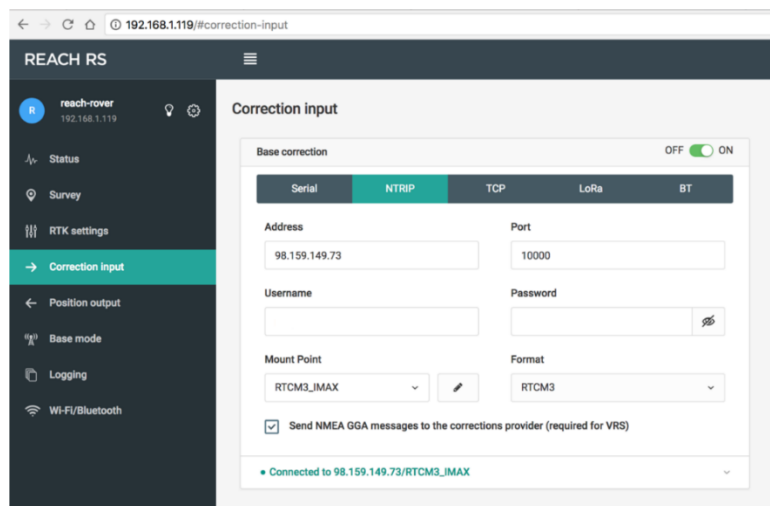


FIGURA 4. Configuración de corrección de entrada de datos de equipo base

Toma de puntos NTRIP con variación de distanciamiento en Puntos de control RTK.

Se realizó la captura de 6 puntos distribuidos estratégicamente en 3 intervalos de distanciamiento del punto base de la oficina de DroneSky en este caso se usó el punto georreferenciado GPS01, usando metodología RTK apoyados con equipos doble frecuencia FOIF A90 con 2 repeticiones (ver anexo 6), cada toma promediando las coordenadas de estos mismos.

Luego, se realizó la captura de los puntos usando metodología NTRIP usando los equipos mono frecuencia EMLID RS+, en cada uno de los puntos de estudio se tomaron 3 repeticiones en cada

toma (ver anexo 7), cabe resaltar que dentro de los puntos usados se encontró uno perteneciente a la red geodésica pasiva del IGAC los demás puntos se marcaron a nivel de suelo sobre placas de cemento, el tiempo de captura varió según su resolución esto debido a la ambigüedad que presenta la toma de los puntos variando entre fija y flotante, la solución FIJA indica una posición estable y precisa, mientras que la solución FLOTANTE indica que el receptor está recibiendo correcciones diferenciales, pero la posición puede no ser tan precisa o estable como en una solución fija, para la solución “FIJA”, el tiempo mínimo de captura fue de 5 minutos, mientras que para “FLOTANTE” es de 15 minutos según la plataforma de EMLID.

Finalmente se obtuvieron un total de 18 datos recolectados, el número de repeticiones para la metodología RTK se estimó debido a los factores de confiabilidad de los datos como son las condiciones del entorno, satélites visibles, errores atmosféricos y la estabilidad del receptor, factores que fueron superados debido a la calidad de equipos usados, planificación y excelente clima, mientras que para el protocolo NTRIP el número de repeticiones mínimas recomendadas por el proveedor son tres sesiones de observación para obtener una posición precisa con mayor confianza. Después de recopilar los datos, se pueden realizar análisis estadísticos y técnicas de postprocesamiento para evaluar la calidad y la coherencia de las mediciones.

Cálculo de la magnitud de error

Para el cálculo de la magnitud del error de los puntos de estudio utilizados se analizaron la totalidad de los datos capturados en campo con metodología NTRIP, con respecto a los datos capturados con metodología RTK.

Para el cálculo del error se evaluó dentro de las exigencias de levantamientos topográficos y fotogramétricos los cuales no permiten errores mayores a 3cm en el primer caso mientras que en el segundo no permite errores de 15 cm. Se tienen en cuenta las coordenadas de la metodología RTK y las recolectadas usando metodología NTRIP con el equipo EMLID RS+ Mono frecuencia, al obtener las coordenadas X, Y, Z, se procedió a hacer el cálculo de la magnitud de error individualmente mediante las siguientes fórmulas:

$$DMagnNor = ABS[CNR - CNV] \quad 2$$

Donde: DmagnNor (m)= diferencia de magnitud norte (metros); CNR= coordenada norte real; CNV= coordenada norte virtual.

$$DMagnEste = ABS[CER - CEV] \quad 3$$

Donde: DmagnEste (m)= diferencia de magnitud Este (metros); CER= coordenada este real; CEV= coordenada este virtual.

$$DMagnEle = ABS[CELR - CELV] \quad 4$$

Donde: DmagnEle (m)= diferencia de magnitud de Elevación (metros); CER= coordenada de elevación real; CELV= coordenada de elevación virtual.

$$\text{Magnitud de error} = \sqrt{(DmagnNor * DmagnNor) + (DmagnEste * DmagnEste) + (DmagnEle * DmagnEle)} \quad 5$$

Donde= DmagnNor(m)= diferencia de magnitud norte (metros); DmagnEste= diferencia de magnitud Este (metros); DmagnEle= diferencia de magnitud de Elevación (metros).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cálculo y procesamiento de la información de los receptores GNSS

Para la georreferenciación los reportes generados en el postproceso indican una precisión de 2.3cm ajustada con la red geodésica del IGAC. El postproceso se realizó mediante la herramienta Topcon Tools (demo), como resultado final las coordenadas de los puntos materializados Gps01 y Gps02 en época de rastreo, 30 de enero de 2023 son las siguientes:

TABLA 3. *Coordenadas planas MAGNA ORIGEN NACIONAL y Elipsoidales de los dos puntos topográficos base ÉPOCA 2018.000*

Id	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Geoidal Elevation (m)	WGS84 Latitude	WGS84 Longitud
GPS01	4746348,148	1882106,172	461,809	2°55'50.34322"N	75°16'58.00436"W
GPS02	4746349,802	1882106,591	461,715	2°55'50.35697"N	75°16'57.95083"W

Captura de puntos de control - Metodología RTK

Se puede observar en la tabla 4 los valores obtenidos del posicionamiento GNSS con solución **FIJA**, de los 6 puntos de estudio replanteados en los rangos de distanciamiento con respecto al punto base usando metodología RTK.

TABLA 4. *Coordenadas planas medias MAGNA ORIGEN NACIONAL metodología RTK*

Id	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Geoidal Elevation (msnm)	Distanciamiento (m)
P1	4746327,831	1882094,831	452,738	26,222
P2	4746323,351	1882365,517	444,986	260,7545
P3	4748125,399	1882110,749	507,939	1776,255
GPS_HT_10	4749365,656	1882214,183	532,621	3019,1415
P4	4750278,488	1882406,413	552,693	3941,5925
P5	4752358,624	1882766,603	576,257	6046,2675

Captura #1 de puntos de estudio Metodología NTRIP

Se puede observar en la tabla 5 los valores obtenidos del posicionamiento GNSS, de los 6 puntos de estudio) replanteados en los rangos de distanciamiento con respecto al punto base usando metodología NTRIP

TABLA 5. *Coordenadas planas MAGNA ORIGEN NACIONAL metodología NTRIP Captura #1*

Id	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Geoidal Elevation (m)	Solución Obtenida
P1	4746327,780	1882094,918	452,811	FLOTANTE

P2	4746323,336	1882365,494	444,916	FIJA
P3	4748125,268	1882110,590	507,831	FLOTANTE
GPS_HT_10	4749365,905	1882214,052	532,363	FIJA
P4	4750278,524	1882406,381	552,756	FIJA
P5	4752358,223	1882766,414	576,033	FIJA

TABLA 6. *Coordenadas planas MAGNA ORIGEN NACIONAL metodología NTRIP captura #2*

Id	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Geoidal Elevation (m)	Solución
P1	4746327,920	1882094,515	452,811	FLOTANTE
P2	4746323,336	1882365,492	444,928	FIJA
P3	4748125,268	1882110,590	507,831	FLOTANTE
GPS_HT_10	4749365,896	1882214,062	532,408	FIJA
P4	4750278,527	1882406,384	552,758	FIJA
P5	4752358,228	1882766,417	576,013	FIJA

TABLA 7. *Coordenadas planas MAGNA ORIGEN NACIONAL metodología NTRIP Captura #3*

Id	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Geoidal Elevation (m)	Solución
P1	4746327,840	1882094,847	452,760	FIJA
P2	4746323,328	1882365,505	445,029	FIJA
P3	4748125,589	1882110,430	508,560	FLOTANTE
GPS_HT_10	4749365,675	1882214,170	532,743	FIJA
P4	4750282,587	1882411,249	552,637	FLOTANTE
P5	4752358,257	1882766,482	576,142	FLOTANTE

Cálculo de la magnitud de error de puntos de estudio

En las figuras 5,6,7, se puede evidenciar los resultados de la magnitud de error calculadas para los 6 puntos de estudio usados para cada captura de datos realizadas con respecto a la información promediada con la metodología RTK, en el eje X se encuentra los puntos de estudio, mientras que en el eje Y se encuentra la magnitud de error en cada una de las sub gráficas junto con la línea de tendencia con respecto al distanciamiento del punto base.

De la figura 8 a la figura 13 se presenta el comportamiento de la magnitud de error punto a punto para cada repetición con el protocolo NTRIP con respecto al punto medio capturado con la metodología RTK.

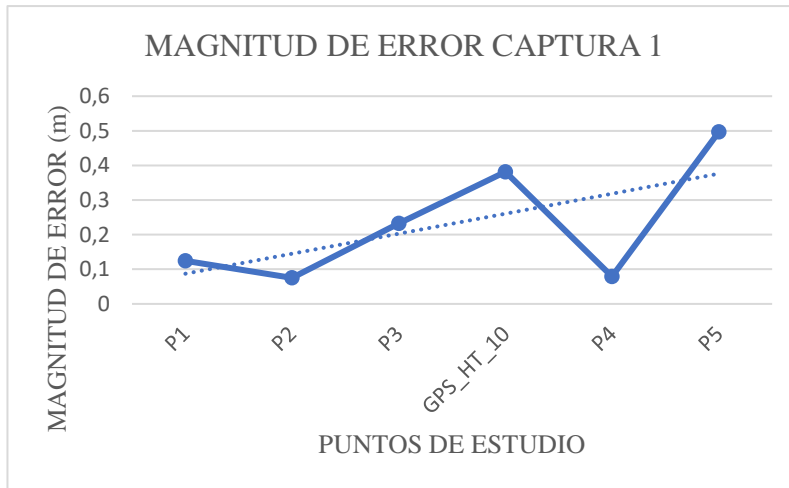


Tabla 8. Magnitud Error Captura No. 1

Id	MAGNITUD DE ERROR
P1	0,12449498
P2	0,075193085
P3	0,232606965
GPS_HT_10	0,38174075
P4	0,079303216
P5	0,496687024

FIGURA 5. Magnitud de error de puntos de estudio captura 1

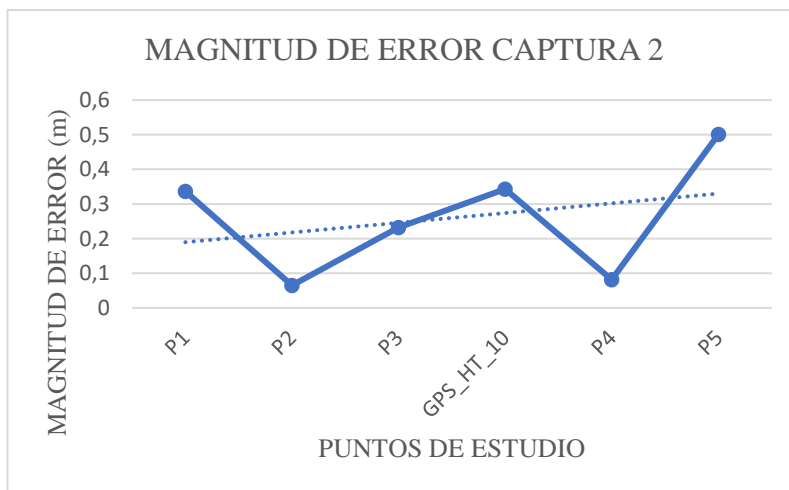


Tabla 9. Magnitud Error Captura No. 2

Id	MAGNITUD DE ERROR
P1	0,33631235
P2	0,06491532
P3	0,23260696
GPS_HT_10	0,34294314
P4	0,08116033
P5	0,50094710

FIGURA 6. Magnitud de error de puntos de estudio captura 2

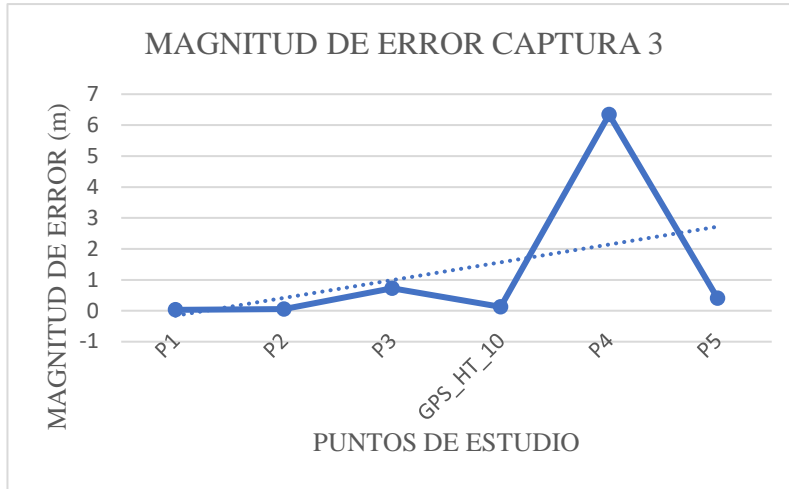


Tabla 10. Magnitud Error Captura No. 3

Id	MAGNITUD DE ERROR
P1	0,02865309
P2	0,05021951
P3	0,72353438
GPS_HT_10	0,12415313
P4	6,33970291
P5	0,40318110

FIGURA 7. Magnitud de error de puntos de estudio captura 3

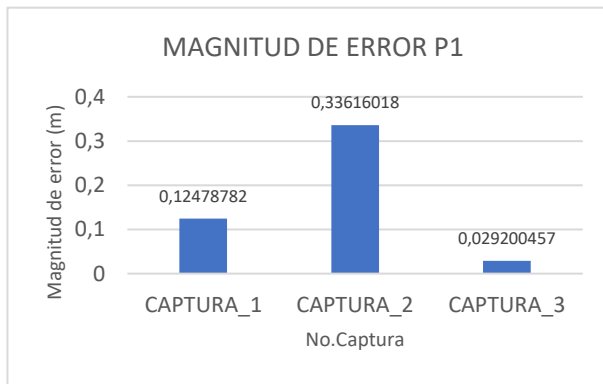


FIGURA 8. Magnitud de error P1

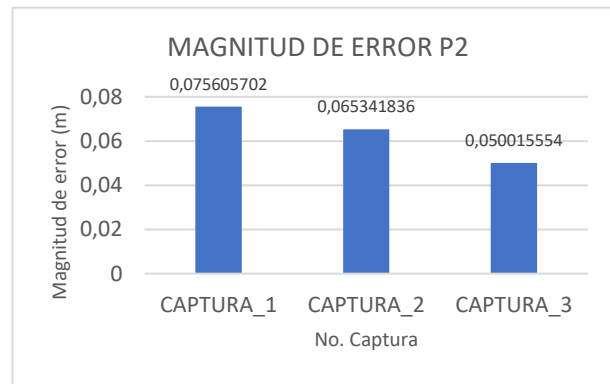


FIGURA 9. Magnitud de error P2

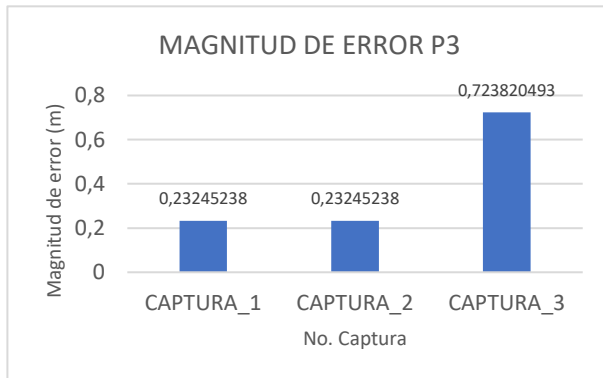


FIGURA 10. Magnitud de error P3

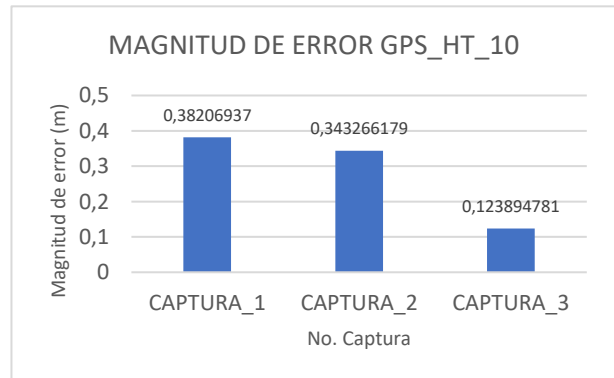


FIGURA 11. Magnitud de error GPS_HT_10

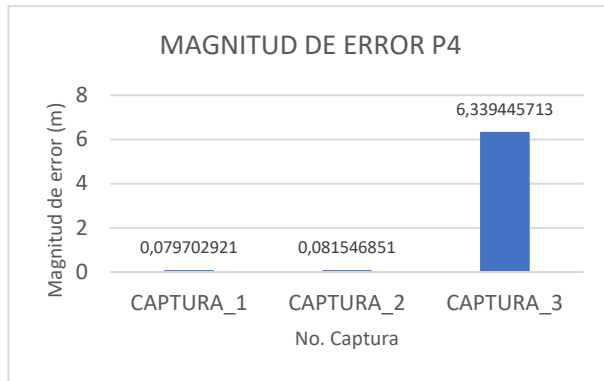


FIGURA 12. Magnitud de error P4

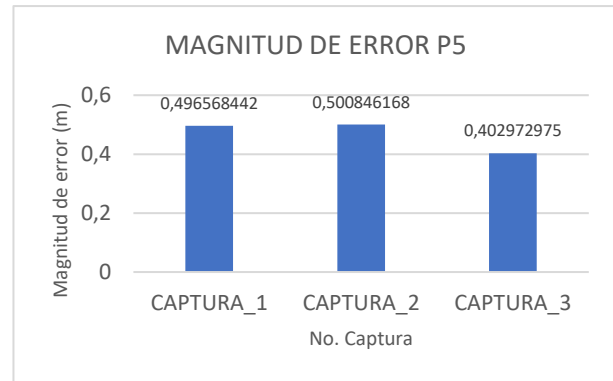


FIGURA 13. Magnitud de error P5

Dentro del volumen de datos manejado en la investigación, encontramos datos promedio por debajo de los 72 cm y un dato atípico que corresponde a una magnitud mayor a 6 metros tomadas dentro de la captura No. 3, este resultado corresponde a una data errónea por parte de la medición, en donde factores como la cantidad de satélites, la nubosidad y la cobertura de la red de Claro, no fueron debidamente satisfechas para la correcta toma del dato. Producto de este análisis de la data se procede a no tomar como valor de referencia el punto 4 de la captura No.3.

Se puede observar que los resultados obtenidos en cuanto a las pruebas presentaron una línea de tendencia la cual presenta el comportamiento en la magnitud de error mayor respecto a el distanciamiento entre la base y cada punto estudiado. Estos resultados nos indican que no es recomendable realizar los levantamientos topográficos y fotogramétricos haciendo uso de los equipos utilizados en este estudio debido que para este tipo de estudios no es permisible tener una magnitud de error mayor a 15 cm puesto a que puede afectar en el debido dimensionamiento y georreferenciación del punto lo que conlleva a una inexactitud en las mediciones y modelos distorsionados.

CONCLUSIONES

Los resultados con el uso de receptores monofrecuencia usando la tecnología NTRIP, frente a los resultados RTK presentan una variación resultante promedio de 25 cm luego de normalizar la base de datos lo que conlleva a dar un resultado negativo para la implementación levantamientos topográficos y fotogramétricos.

El uso de la metodología NTRIP, presentó el menor error en la captura No. 3 en el punto número 1 con un error de 0,0286m, siendo este punto muy idóneo debido a que no tiene obstrucciones materiales como edificios, arboles, antenas, redes eléctricas y condiciones atmosféricas desfavorables como tormentas o nubosidad densa las cuales pueden minimizar la visibilidad y recepción de los satélites en órbita conllevando a una precisión no confiable.

Se evidencia que el punto 5 presentó la menor variación entre sus capturas sin embargo con un error muy desfavorable con respecto a su punto de referencia tomado con la metodología RTK, mientras que los demás puntos oscilan entre cada una de las capturas teniendo una dispersión de datos mayor.

A partir de lo expuesto en este trabajo, la metodología NTRIP con equipos monofrecuencia, puede ser implementada en estudios de georreferenciación con poca demanda de precisión hasta de 2 metros tales son los casos como modelamientos hidrológicos o debido a sus márgenes permisibles de error.

No es recomendable realizar los levantamientos topográficos de precisión, bajo ningún parámetro usado en este proyecto, ya que trabajar este tipo de levantamientos presenta magnitudes de error mayores a 15 cm, lo cual en una topografía de detalle no es aceptable.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Emiro y Clara que siempre me han brindado su apoyo para poder cumplir mis metas, a Yury persona incondicional en todo momento, quien me ayudó a afrontar y superar todas las adversidades, a la empresa DroneSky y sus colaboradores por su dedicación y compromiso, sin sus palabras y correcciones no hubiese podido lograr esta instancia. Sin ustedes los conceptos serían sólo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, “el viento”.

REFERENCIAS

Burity, EF (2017). Determinación de la vulnerabilidad física en áreas de riesgo de deslizamiento desde la posición GNSS, con la técnica RTK-NTRIP.

<https://doi.org/10.26512/2016.09.t.22487>

Costa, S. M. A., de Almeida Lima, M. A., de Moura, N. J., Abreu, M. A., da Silva, A. L., Fortes, L. P. S., & Ramos, A. M. (2011). RBMC in Real Time via NTRIP and Its Benefits in RTK and DGPS Surveys. *International Association of Geodesy Symposia*, 917–922.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-20338-1_115

Instituto Geografico Agustín Codazzi - IGAC. (2004). Adopción del marco Geocéntrico Nacional de referencia Magna - Sirgas. <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/4b831c00469f7616afeebf923ecdf8fe/adopcion.pdf?MOD=AJPERES>

Jilek, T. (2015). Mapeo de intensidad de radiación en ambientes exteriores mediante un robot móvil con RTK GNSS. *Conferencia Internacional sobre Tecnologías Militares (ICMT) 2015*.

<https://doi.org/10.1109/miltechs.2015.7153755>

Kalacska, M. (2018). Emlid GPS NTRIP Protocol v1.

<https://doi.org/10.17504/protocols.io.qs8dwhw>

Li, X., Zhang, X., Ren, X., Fritsche, M., Wickert, J., & Schuh, H. (2015). Precise positioning with current multi-constellation global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou. *Scientific reports*, 5(1), 8328.

Maciel, F. de F., Silva, H. dos R., Albarici, F. L., Barbosa, L. A., & Trabanco, J. L. A. (2021). Monitoramento estrutural em obras viárias utilizando a técnica RTK/NTRIP: Análise dos dados, desenvolvimento e implementação de um sistema de alerta posicional. *Research, Society and Development*, 10(8), e3410816846.

<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16846>

Marçal Lopes, J. (2017). Uso de la tecnología GNSS-RTK en el control automatizado de máquinas de construcción civil e infraestructura vial.

<https://doi.org/10.47749/t/unicamp.2017.979742>

Suárez Silva, N., Pérez Rodino, R., & Yelichich Peláez, R. (2019). Red de transporte de datos en formato RTCM, vía protocolo de Internet (Ntrip). Implementación en la región y proyección futura a través de SIRGAS. *Revista Cartográfica*, 89, 165–187.

<https://doi.org/10.35424/rcarto.i89.495>

Zabala, M. (2018). Implementación del caster experimental para la distribución de medidas de GPS en tiempo real a través de NTRIP. [Ingeniería en Electrónica,. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.]. Recuperado de

<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/830>

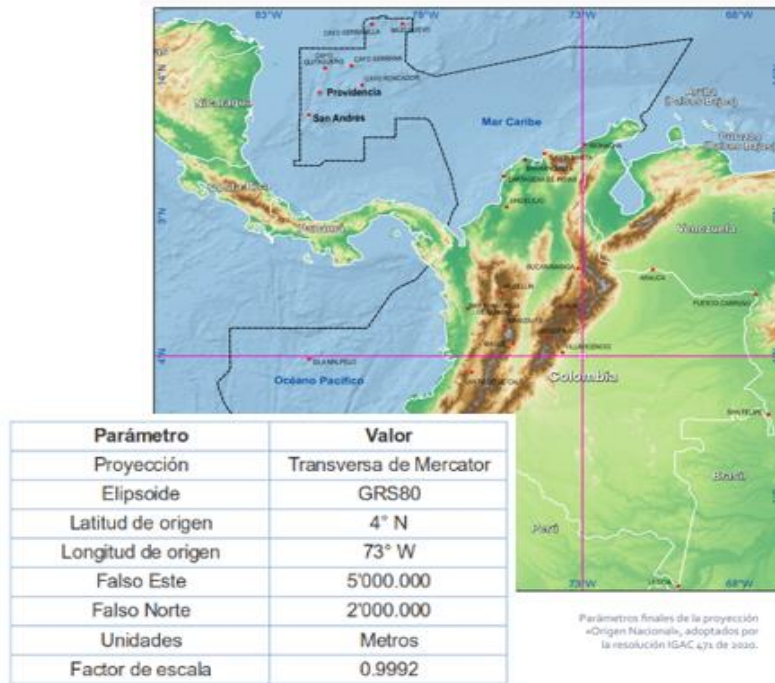
ANEXOS



ANEXO 1. Receptor GNSS doble frecuencia FOIF 090: Fuente propia.



ANEXO 2. Receptor GNSS Monofrecuencia EMLID REACH RS+: Fuente Global GPS Systems



ANEXO 3. *Parámetros de la proyección Origen Nacional, adoptados por la resolución IGAC 473 de 2020. (Fuente Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2020)*



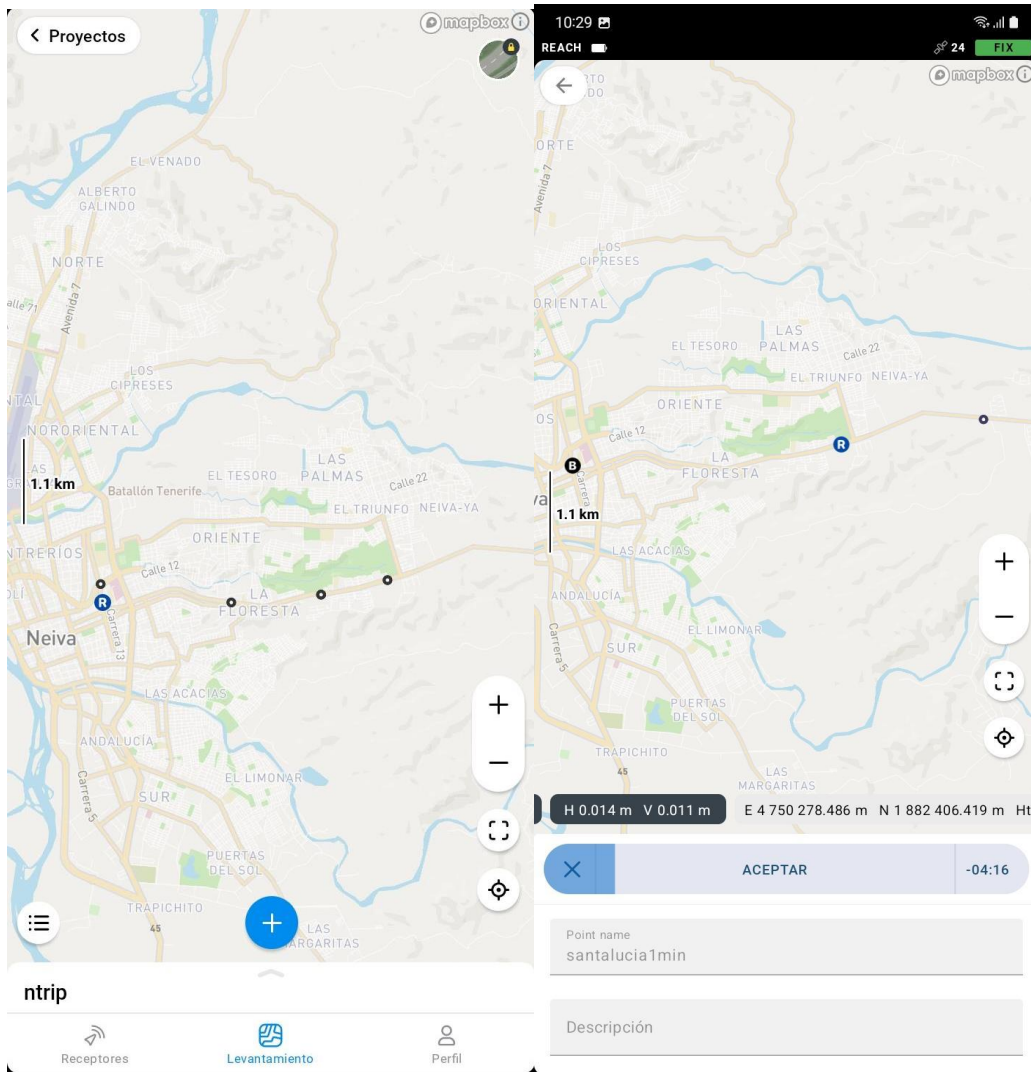
ANEXO 4. *Materialización de mojones: Fuente propia.*



ANEXO 5. Georreferenciación GPS: Fuente propia.



ANEXO 6. Captura de puntos de estudio con metodología RTK: Fuente propia.



ANEXO 7. Captura de puntos de estudio con metodología NTRIP: Fuente propia.

FOIF A90 GPS RTK SYSTEM data sheet	
GNSS Singal Track	555 channels GPS L1,C/A,L2E, L2C, L5 GLONASS L1,C/A,L1P, L2,C/A ,L2P,L5; BDS B1 B2 B3 SBAS(WAAS,MSAS,ENGOS)L1,C/A,L5; GLOVE-A\B L1 BOC(CBOC)-E5A/B, E5AltBOC RTCM2.3, RTCM3.X, RTCM3.2, CMR, CMR+
Receiver accuracy	
Static post processing accuracy	H:±2.5mm+1×10 ⁻⁴ ·D;V:±5.0mm+1×10 ⁻⁴ ·D
RTK Positioning accuracy	H: ±8mm+1×10 ⁻⁴ ·D; V:±15mm+1×10 ⁻⁴ ·D

Code different positioning accuracy	0.45m
Single point positioning	1.5m
DATA LINK	
TX/RX Radio	Internal radio RX/TX 5KM-10KM
External radio	FOIF external radio Rx & Tx(FDL5, 2/35W selectable) 50KM WORKING RANGE
WIFI	WIFI connect controller WEB UI wireless management GNSS upgrading/downloading/setting/base&rover configuration
3G/4G	GSM/GPRS/EDGE (class 10) Quad-band -GSM/GPRS: 850/900/1800/1900MHz band CDMA(Optional)
OTHERS	
Battery	7.2V 3400mAh 2pcs standard; Indicable for volumn Compatible with controlle battery;
Display	4 led light; 1 button key; Voice
NFC Survey	Internal electrical Bubble; Capacity for second general NFC Survey
Memory	4G
Interface	RS232*2 / Bluetooth *1 / USB*1 SIM *1 / TF*1 / Internet *1
Anti-dust & Anti-water	IP68
Temperature	working model:-40°C~+80°C store model:-55°C~+85°C

ANEXO 8. Especificaciones receptor FOIF 090: Fuente (FOIF, 2018).

HOJA DE CAMPO PARA OBSERVACIONES CON GNSS										FECHA:	
GRUPO INTERNO DE TRABAJO CONTROL TERRESTRE Y CLASIFICACIÓN DE CAMPO										AAAA-MM-DD	
CÓDIGO: NEIVA Huila		PUNTO: GPS 1		FECHA: 31/01/2023							
PROYECTO:						TIPO DE LEVANTAMIENTO					
ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/>			CINEMÁTICO <input type="checkbox"/>			RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>			BASE <input checked="" type="checkbox"/>		
EQUIPO						TIPO DE PUNTO					
RECEPTOR		Marca: FOIF		Modelo: A90		Serial: A90014810087		OPERADOR: Dronesky			
ANTENA		GPS-H-T-10		41001005							
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO					MEDICIÓN DE LA ALTURA						
HORA	No. EPOCAS	GEOP	MEMORIA	BATERIAS (%)			Tripoide:				
6:47:16 am				A	B	EXT	Inicio _____ m				
							Final _____ m				
							Bastón:				
							Inicio 1,560 m				
							Final 1,560 m				
							Placa:				
							Inicio _____ m				
							Final _____ m				
							Otro:				
							Inicio _____ m				
							Final _____ m				
Tipo de Medición:											
Inclinada <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Vertical GHM007 <input checked="" type="checkbox"/>											
POSICIÓN NAVEGADA		LATITUD			LONGITUD (W)			ALTURA (m)			
Inicial		° ' " N <input type="checkbox"/> S			° ' " W			m			
Final		° ' " N <input type="checkbox"/> S			° ' " W			m			
OBSERVACIONES:											

HOJA DE CAMPO PARA OBSERVACIONES CON GNSS										FECHA:	
GRUPO INTERNO DE TRABAJO CONTROL TERRESTRE Y CLASIFICACIÓN DE CAMPO										AAAA-MM-DD	
CÓDIGO: Neiva Huila		PUNTO: GPS 2		FECHA: 31/01/2023							
PROYECTO:						TIPO DE LEVANTAMIENTO					
ESTÁTICO <input checked="" type="checkbox"/>			CINEMÁTICO <input type="checkbox"/>			RÁPIDO ESTÁTICO <input type="checkbox"/>			BASE <input checked="" type="checkbox"/>		
EQUIPO						TIPO DE PUNTO					
RECEPTOR		Marca: FOIF		Modelo: A90		Serial: A90014810014		OPERADOR: Dronesky			
ANTENA		GPS-H-T-10		41001005							
REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO EN CAMPO					MEDICIÓN DE LA ALTURA						
HORA	No. EPOCAS	GEOP	MEMORIA	BATERIAS (%)			Tripoide:				
6:47:16 am				A	B	EXT	Inicio _____ m				
							Final _____ m				
							Bastón:				
							Inicio 1,560 m				
							Final 1,560 m				
							Placa:				
							Inicio _____ m				
							Final _____ m				
							Otro:				
							Inicio _____ m				
							Final _____ m				
Tipo de Medición:											
Inclinada <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Vertical GHM007 <input type="checkbox"/>											
POSICIÓN NAVEGADA		LATITUD			LONGITUD (W)			ALTURA (m)			
Inicial		° ' " N <input type="checkbox"/> S			° ' " W			m			
Final		° ' " N <input type="checkbox"/> S			° ' " W			m			
OBSERVACIONES:											

ANEXO 9. Hojas campo para observaciones GPS: Fuente propia.