DEFINICIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICOS LOCALES PARA UN CASO DE ESTUDIO, POLIGONAL PREDIO EL TRIUNFO –SOPÓ-CUNDINAMARCA, APLICANDO LA METODOLOGIA INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI PARA EL SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS ORIGEN LOCAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

PROYECTO CURRICURALTECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA.

MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA.

BOGOTÁ – COLOMBIA

2015

DEFINICIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICOS LOCALES PARA UN CASO DE ESTUDIO, POLIGONAL PREDIO EL TRIUNFO –SOPÓ-CUNDINAMARCA, APLICANDO LA METODOLOGIA INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI PARA EL SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS ORIGEN LOCAL

AUTORES:

JUAN CARLOS MARTIN URREGO – COD. 20101030021

EDWIN JAVIER CALVO AGUILAR – COD. 20101030008

DIRECTOR: ING. RAÚL ORLANDO PATIÑO PÉREZ.

EVALUADOR: ING. CARLOS ALFREDO RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

PROYECTO CURRICURAL TECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA

BOGOTÁ–COLOMBIA

2015

DEFINICIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICOS LOCALES PARA UN CASO DE ESTUDIO, POLIGONAL PREDIO EL TRIUNFO –SOPÓ-CUNDINAMARCA, APLICANDO LA METODOLOGIA INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI PARA EL SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS ORIGEN LOCAL.

AUTORES:

JUAN CARLOS MARTIN URREGO

EDWIN JAVIER CALVO AGUILAR

Trabajo de grado presentado al programa de pregrado en Tecnología en Topografía De la universidad Distrital Francisco José De Caldas de Colombia sede Bogotá como parte de los requisitos de grado necesarios para obtener el título de **TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA**

DIRECTOR: ING. RAÚL ORLANDO PATIÑO PÉREZ.

EVALUADOR: ING. CARLOS RODRÍGUEZ ROJAS.

BOGOTÁ–COLOMBIA

2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR

EVALUADOR

EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD, Y PRINCIPIO DE BUENA FE.

En virtud del ARTÍCULO 4. EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD, Y PRINCIPIO DE BUENA FE. Del acuerdo 004 del 11 de octubre de 2012. Por medio del cual se expide el estatuto de propiedad intelectual proferido por el consejo superior universitario, DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS, tiene por contado que cualquier producción intelectual presentada por sus docentes, funcionarios, estudiantes, o vinculados ante la Universidad son producciones respetuosas del ordenamiento legal, las cuales en ningún caso se presume que no ha trasgredido otros derechos de propiedad intelectual de otras personas e instituciones, mientras no se demuestre de manera probatoria lo contrario.

En caso de que exista trasgresión a las normas de propiedad intelectual, el infractor, en este caso el funcionario, estudiante o vinculado que ha hecho mal uso del material intelectual deberá asumir las responsabilidades de orden legal y patrimonial respecto a los daños y perjuicios que genere.

Palabras clave

GEODESIA, TOPOGRAFÍA, DEFINICIÓN, PTL´S, POLIGONAL.

Resumen

Definición de planos topográficos locales para un caso de estudio, poligonal predio el Triunfo –Sopó-Cundinamarca, aplicando la metodología Instituto Geográfico Agustín Codazzi para el sistema de coordenadas planas cartesianas origen local.

En el presente trabajo se desarrolló una poligonal en el predio el Triunfo ubicado en el área rural del municipio de Sopó- Cundinamarca, a partir de una serie de mojones ya materializados y posicionados. El objetivo se concentra en desarrollar PLANOS TOPOGRAFICOS LOCALES (PTL'S) partiendo de la información obtenida de la poligonal y de tal forma aportar una serie de evidencias de cuan significativos resultan ser dichos (PTL'S) para mejorar la calidad de la información en cuanto a la relación biunívoca de terreno- plano y así contribuir para el desarrollo del proyecto de investigación *"Desarrollo De Un Nuevo Sistema De Proyección Cartográfico Orientado Al Trabajo Con Escalas Grandes En Proyectos De Infraestructura De La Ingeniería Colombiana, A Partir De La Definición Y Elaboración De Planos Topográficos Locales (PTL)"* del centro de investigaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Se muestra entonces la definición e implementación de dichos PTL'S que son de gran importancia en vista de que el crecimiento en infraestructura en Colombia se hace progresivo, tienen un valor en todo aspecto que afecta a la población y no se están teniendo en cuenta las debidas consideraciones en dichos proyectos ingenieriles, tales como la consideración de altas

diferencias de altura y las grandes distancias que son causales de gran parte de las inconsistencias encontradas.

Keywords

GEODESY, TOPOGRAPHY, DEFINITION, PTL'S, POLYGONAL

Abstract

Definition of local topographic maps for a study case, polygonal “El Triunfo” property Sopó-Cundinamarca, applying the Agustin Codazzi methodology for the system of flat *Cartesian co-ordinates local origin.*

In the present work a polygonal was developed in the property the Victory located in the rural area of the municipality of Sopó - Cundinamarca, from a series of already materialized and positioned topographic plates.

The target concentrates in developing LOCAL TOPOGRAPHIC maps (LTM'S) dividing of the obtained information of the polygonal and of such form to contribute a serie of evidences of how significant they turn out to be above mentioned (LTM'S) to improve the quality of the information as for the biunivocal area - map relation and this way to contribute to the development of the research project “Development Of A New Cartographic System Of Projection Faced To The Work with big scales In Infrastructure Projects of Colombian engineering, From The Definition And Making Of Local Topographic maps(LTM)”

From the center of investigations of the district University Francisco José de Caldas. There appears then the definition and implementation of these LTM'S that are of big importance considering that the growth in infrastructure in Colombia becomes progressive, they have a value in any aspect that affects the population and the due considerations are not born in mind in the above mentioned engineering projects, such like the necessary attention in high

differences of height and the big distances that are grounds of big part of the opposing inconsistencies.

CONTENIDO Pág.

Introducción. 13
1 Generalidades 15
1.1.1 Antecedentes 15
1.1.2 Problema 15
1.1.3 Justificación 16
1.1.4 Objetivos 17
2 Marco Teórico 18
2.1.1 Sistema de referencia, marco de referencia y Datúm geodésico. 18
2.1.2 Conversión entre coordenadas elipsoidales [ϕ λ, h] y planas cartesianas [N, E] 21
2.1.3 Conceptuación del Plano Topográfico Local 21
2.1.4 Área De Cobertura Del Sistema 22
2.1.5 Establecimiento del sistema 22
2.1.6 Características del sistema 23
3 Metodología 24
3.1.1 Planeación y logística 24
3.1.2 FASE I. 24
3.1.3 FASE II. 27
3.1.4 FASE III. 34
3.1.5 Creación de orígenes locales. 37
4 Resultados 42
5 Conclusiones 52
6 recomendaciones 53
7 Registro fotográfico 54
8 Bibliografía 58

INDICE DE TABLAS **Pág**.

Tabla 1. Gauss Kruger. 46
Tabla 2. Origen Chía. 47
Tabla 3. Origen GPS 5. 48
Tabla 4. Origen GPS 2. 49
Tabla 5. Origen El Triunfo. 50
Tabla 6. Tabla de precisiones alcanzadas según el origen. 51
Tabla 7. Precisión de la medida entre coordenadas origen local GPS 5 51
Tabla 8. Precisión de la medida entre coordenadas origen local GPS 2 51
Tabla 9. Precisión de la medida entre coordenadas origen local CHÍA 51
Tabla 10. Precisión de la medida entre coordenadas planas GAUSS KRUGER 52
Tabla 11. Precisión de la medida entre coordenadas origen local EL TRIUNFO 52
Tabla 12. Tabla de la precisión de las medidas 52

INDICE DE ILUSTRACIONES **Pág.**

ILUSTRACIÓN 1: Tipos de coordenadas manejados en Colombia -IGAC- ITRF 2000 y sus velocidades. 20
ILUSTRACION 10: Trípode, base nivelante y prisma. 33
ILUSTRACION 11: Bastón 33
ILUSTRACION 12: Termómetro 33
ILUSTRACION 13: cinta métrica, flexómetro y plomada 33
ILUSTRACION 14: Serie de especificaciones 34
ILUSTRACION 15: Fórmulas para cálculo del límite de error grueso. 37
ILUSTRACION 16: tabla de coordenadas GPS2 39
ILUSTRACION 17: Ventana crecion origen cartesiano sofware Magna sirgas Pro 3 Beta 39
ILUSTRACION 18: Tabla de coordenadas GPS5 40
ILUSTRACION 19: Ventana Crecion Origen Cartesiano Sofware Magna sirgas Pro 3 Beta ... 40
ILUSTRACION 2: Sistema MAGNA-SIRGAS: Red Básica GPS y estaciones de funcionamiento continuo 22
ILUSTRACION 20: Tabla de coordenadas EL TRIUNFO 41
ILUSTRACION 21: Ventana Crecion Origen Cartesiano Sofware Magna sirgas Pro 3 Beta ... 41
ILUSTRACION 22: Ventana conversion de coordenadas, Origen Cartesiano Sofware Magna sirgas Pro 3 Beta 42
ILUSTRACION 23: Perfil y ubicación PTL el triunfo en la altura media del terreno. 45
ILUSTRACION 24: Perfil y ubicación PTL`s 46
ILUSTRACION 3: Proyección Cartesiana 23
ILUSTRACION 4: Vista general del predio el triunfo (Sopó, Cundinamarca) 27
ILUSTRACION 6: Coordenadas elipsoidales y coordenadas Gauss Kruger 28
ILUSTRACION 7: Esquema general de la ubicación de los puntos de apoyo GPS 29
ILUSTRACION 8: Formato de levantamiento de una poligonal abierta controlada con equipo.30
ILUSTRACION 9: Estación Total Gts 235 w 32

Introducción

A través del tiempo con la implementación de las nuevas tecnologías en el campo de la ingeniería se ha generado una discrepancia al combinar los resultados obtenidos desde la geodesia, la topografía convencional y la cartografía o en otras palabras inconsistencia por la combinación de técnicas y metodologías clásicas y modernas.

La incidencia de esta problemática se hace notoria al momento de comparar o replantear proyectos. En base a lo anterior es preciso y necesario el uso de PLANOS TOPOGRAFICOS LOCALES (PTL's) específicos para las distintas locaciones a nivel nacional.

El uso de los PTL con un modelo matemático y el uso de metodologías claras de cálculo son necesarios para la precisión requerida en los proyectos de ingeniería.

La posibilidad de establecer una metodología clara en este caso de estudio debe tener en cuenta una definición de PTL's la cual tomo como base el levantamiento topográfico de la poligonal Predio El Triunfo ubicada en Sopó-Cundinamarca, siguiendo la metodología del modelo solución del IGAC, (Sistema de Coordenadas Planas Cartesianas Origen Local).

Esta definición de PTL´S resulto ser un aporte para el desarrollo del proyecto de investigación "Desarrollo De Un Nuevo Sistema De Proyección Cartográfico Orientado Al Trabajo Con Escalas Grandes En Proyectos De Infraestructura De La Ingeniería Colombiana, A Partir De La Definición Y Elaboración De Planos Topográficos Locales

(PTL)" del centro de investigaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

La metodología implementada para la definición de los PTL's para la poligonal levantada en el predio el Triunfo, requirió de una serie de pasos los cuales permitieron delimitar, desarrollar, filtrar y obtener un resultado investigativo confiable y preciso.

El primer paso demandó una recopilación, organización y análisis de la información y referencias relacionadas con el proceso y metodologías de planos topográficos locales manejados en COLOMBIA con la metodología del MODELO DE SOLUCIÓN IGAC.

En segundo plano se realizó las actividades de campo que corresponden a la ocupación de todos y cada uno de los puntos materializados en la zona de trabajo con estación total.

Y en tercer lugar se hizo el cálculo y procesamiento de la información de campo de la poligonal levantada en el predio el Triunfo y se generaron los planos topográficos locales según la metodología manejada actualmente por el IGAC.

1 GENERALIDADES

1.1.1 Antecedentes

En el desarrollo de proyectos civiles y topográficos se ha observado a menudo inconsistencias, las cuales se generan por el uso de metodologías no ajustadas a la medida de cada proyecto en particular, puesto que al momento de realizar las labores topográficas se están combinando métodos convencionales de medición topográfica con nuevas tecnologías como lo es el Sistema De Posicionamiento Global GNSS, los cuales funcionan con un plano de proyección distinto; esto genera inconsistencias en la información que se hacen visibles cuando se replantean topográficamente los proyectos.

1.1.2 Problema

Según Valeije (2005) debido a no tener en cuenta el " tema en el posicionamiento geodésico asociado a la locación y a las características del terreno tales como las distancias y las diferencias de altura, donde es imprescindible un modelo matemático de proyección que suministre distancias, ángulos y áreas compatibles con las medidas directas en campo, de modo que no haga falta cálculos de corrección de deformaciones", es que se están generando inconsistencias en cuanto al replanteo de proyectos de infraestructura, puesto que no hay concordancia en la relación biunívoca terreno-plano.

De acuerdo con Valeije (2005) "así de este modo se justifica la importancia del posicionamiento geodésico asociado a la locación del proyecto, haciendo que las medidas tomadas en campo sean coincidentes con el modelo matemático de proyección; partiendo como tal de cálculos analíticos hechos desde sus coordenadas".

1.1.3 Justificación

La implementación y definición de PTL's regulados bajo una metodología científica, cuyo fin sea mantener una relación biunívoca entre las distancias medidas en el plano y las distancias medidas en el terreno, conceden una importancia grande al tema de los PTLs. Este es el objetivo del proyecto de investigación "*Desarrollo de un nuevo sistema de proyección cartográfica orientado al trabajo con escalas grandes en proyectos de infraestructura de la ingeniería colombiana a partir de la definición y elaboración de planos topográficos locales*" dentro del cual se enmarca este trabajo de grado.

El proyecto de investigación mencionado está siendo apoyado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital y el Director es el docente Raúl Orlando Patiño Pérez, quien trabaja con los profesores Edilberto Niño Niño y Edilberto Sarmiento, como coinvestigadores.

En este trabajo se planea implementar la metodología del modelo solución del IGAC (Sistema de Coordenadas Planas Cartesianas Origen Local) en el predio El Triunfo localizado en Sopo; cuenta con una diferencia de altura -Δh= 162m-, y una poligonal de 1400 metros aproximadamente; su correcta ejecución se aportaría al proyecto para el estudio de metodologías, profundizaciones matemáticas y conclusiones que respondan a la necesidad de solucionar la inconsistencia que genera la combinación de tecnologías y metodologías que usan sistemas de proyección distintos.

Bajo la anterior condición La definición de PTL's en el caso de estudio, la poligonal Predio El Triunfo, según la metodología del modelo solución del IGAC es un aporte para el desarrollo de la investigación que tiene por nombre "*Desarrollo de un nuevo sistema de proyección cartográfica orientado al trabajo con escalas grandes en proyectos de infraestructura de la ingeniería colombiana a partir de la definición y elaboración de planos topográficos locales.*

1.1.4 Objetivos

General.

- Definir un PLANO TOPOGRAFICO LOCAL para el caso de estudio, poligonal Predio El Triunfo, basándose en el modelo solución del Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia (IGAC), Sistema de Coordenadas Planas Cartesianas Origen Local.

Específicos.

- Ocupar un circuito compuesto por 8 mojones materializados para la poligonación Predio El Triunfo (Sopo- Cundinamarca) por métodos topográficos.
- Procesar la información levantada de la poligonal a partir de cálculos estadísticos para definir ángulos y distancias finales.
- Proponer PTL´S que se ajusten a las condiciones topográficas de la zona de trabajo Predio El Triunfo (Sopo- Cundinamarca).

2 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Sistema de referencia, marco de referencia y Datúm geodésico.

SISTEMA DE REFERENCIA: Según (Rodriguez, 2004) "un sistema de referencia es el conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que permiten definir, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres ejes coordenados [X, Y, Z]". (p.1).

El sistema de referencia para Colombia y Latinoamérica es SIRGAS (Sistema De Referencia Geocéntrico Para Las Américas) que es la densificación de ITRF que es el marco de referencia internacional basado en (Rodriguez, 2004).

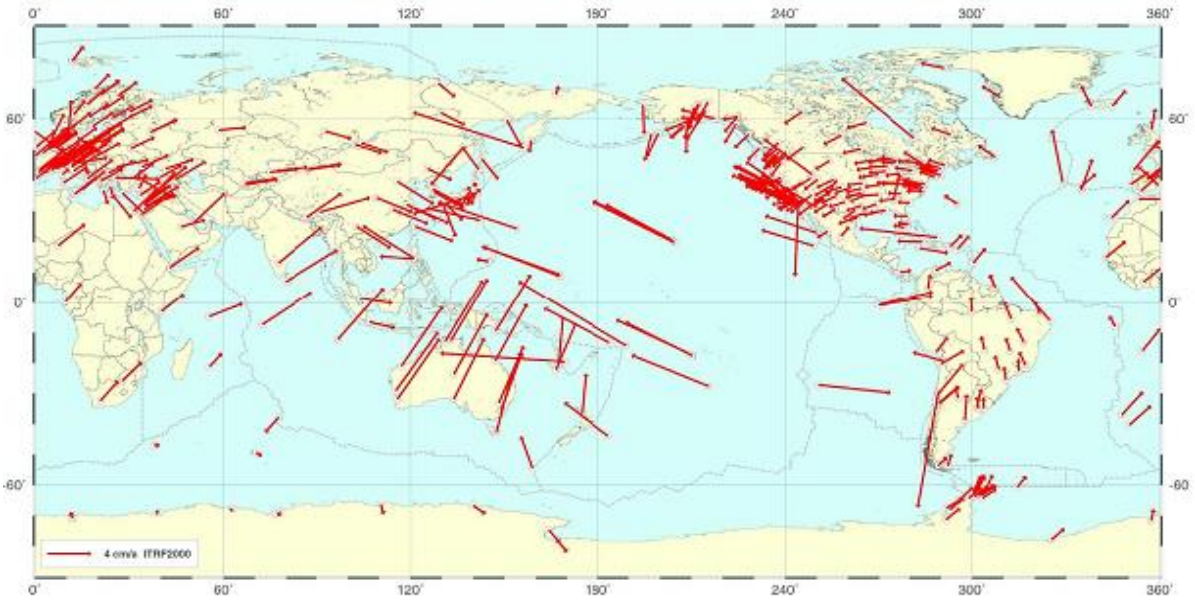


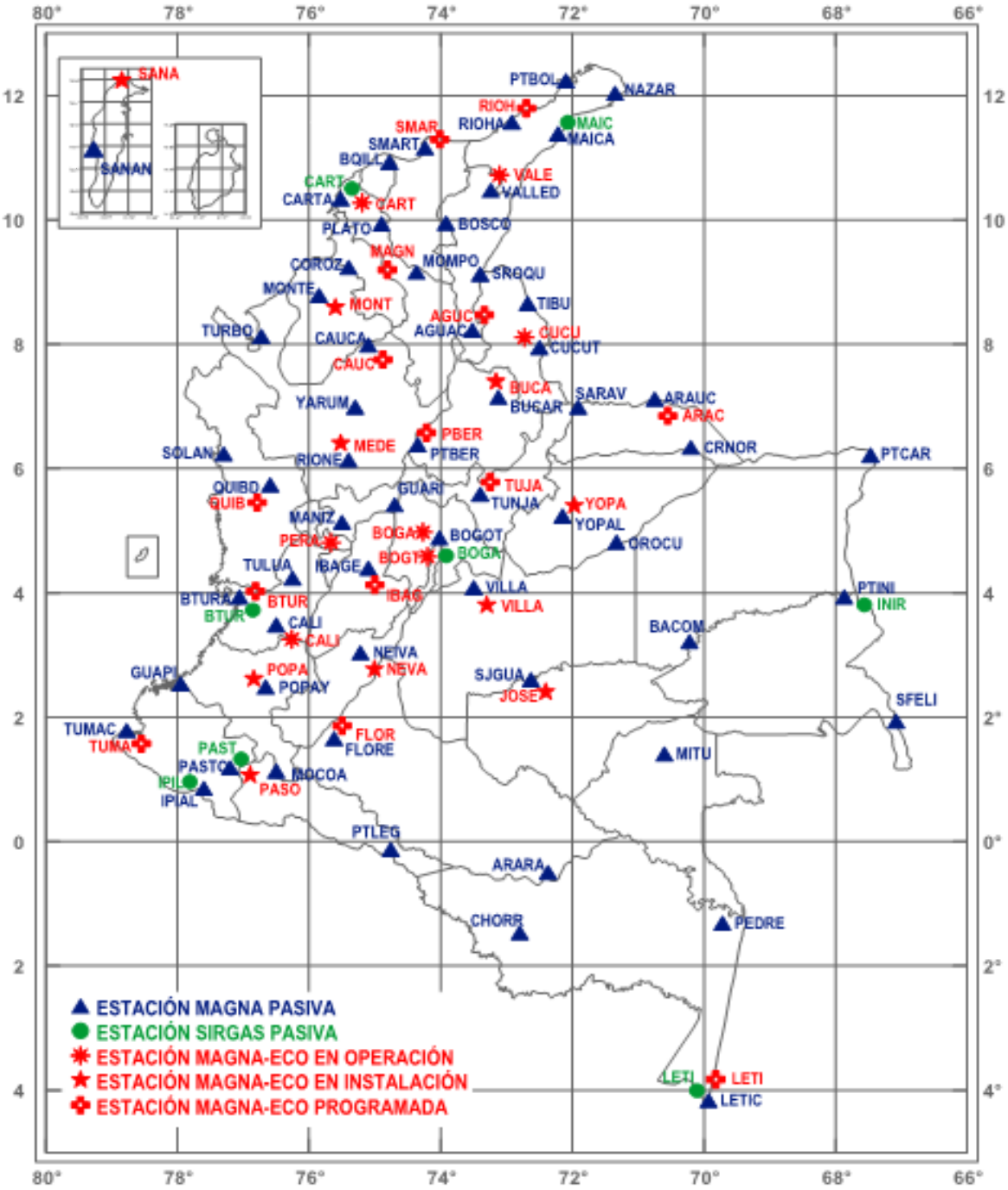
ILUSTRACIÓN 1: Tipos de coordenadas manejados en Colombia -IGAC- ITRF 2000 y sus velocidades.
FUENTE: (Rodriguez, 2004, pág. 3)

MARCO DE REFERENCIA: tal como lo expresa (Rodriguez, 2004) “Es un grupo de puntos físicos a los cuales se les determina sus coordenadas con alta precisión a partir del sistema de referencia”. (p.1).

El marco de referencia para Colombia se conoce como MAGNA SIRGAS que hace parte de la densificación de ITRF en América, marco de referencia internacional. “Las coordenadas de las estaciones MAGNA-SIRGAS están definidas sobre el ITRF94, época 1995.4. Su precisión interna está en el orden de (±2 mm... ±7 mm), su exactitud horizontal en ±2 cm y la vertical en ±6 cm”. (Rodriguez, 2004, pág. 6).

ELIPSOIDE DE REFERENCIA: es un cuerpo geométrico que busca representar la tierra manejando tres dimensiones, este como tal para Colombia y a nivel mundial es el GRS80.

DATÚM GEODÉSICO: resulta ser la “asociación de un sistema coordenado –X, Y, Z- y el elipsoide de referencia”. (Rodriguez, 2004, pág. 1).

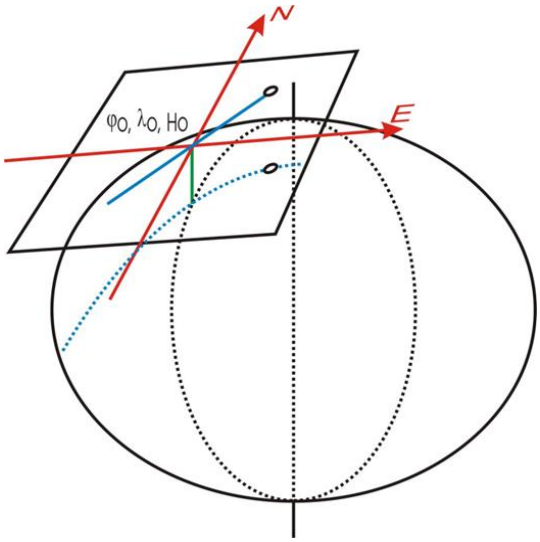


ILUSTRACION 2: Sistema MAGNA-SIRGAS: Red Básica GPS y estaciones de funcionamiento continuo (Estado a septiembre de 2004).
FUENTE: (Rodriguez, 2004, pág. 7)

2.1.2 Conversión entre coordenadas elipsoidales [ϕ λ, h] y planas cartesianas [N, E]

El sistema de proyección cartesiana equivale a una representación conforme del elipsoide sobre un plano paralelo, ubicado a una altura Ho, a uno tangente al elipsoide en un punto origen [ϕo, λo] (figura 8). La proyección del meridiano que pasa por este punto representa el eje de la coordenada Norte. No obstante, los puntos sobre el elipsoide y los equivalentes proyectados sobre el plano no tienen una relación geométrica, ésta es puramente matemática.

La proyección cartesiana es utilizada para la elaboración de planos de ciudades (cartografía a escalas mayores que 1:5000), de allí, existen tantos orígenes de coordenadas cartesianas como ciudades o municipios. El plano de proyección se define sobre la altitud media de la comarca a representar. (Rodriguez, 2004, págs. 14-15)



ILUSTRACION 3: Proyección Cartesiana
FUENTE: (Rodriguez, 2004, pág. 15)

2.1.3 Conceptuación del Plano Topográfico Local

El PTL es el sistema de presentación, en un plano, de las posiciones de los puntos de un levantamiento topográfico en cuanto a un origen de coordenadas geodésicas conocidas. En este sistema, todos los ángulos y distancias de las operaciones topográficas obtenidos desde los puntos del levantamiento topográfico, son tenidos como proyectados en real grandeza sobre un plan tangente a la superficie de referencia (elipsoide de referencia) del sistema geodésico adoptado, en el origen, donde las coordenadas geodésicas son conocidas.

Esto es decir que hay una coincidencia de la superficie de referencia con el plan tangente ala mismo origen del sistema, donde no se lleva en cuenta la curvatura terrestre. Esta abstracción solo es válida para levantamientos topográficos realizados en áreas relativamente pequeñas de superficie terrestre, desde que los errores obtenidos desde esta hipótesis no superen los errores originados para los puntos obtenidos desde operaciones topográficas de posicionamiento. (Valeije I. , 2005, pág. 3)

2.1.4 Área De Cobertura Del Sistema

El área de cobertura del sistema topográfico local es dada en función de la precisión requerida para el posicionamiento obtenido con uso del levantamiento topográfico y del error generado con la no consideración de la curvatura terrestre, la cual es función de la distancia del punto más lejos de la región del proyecto en cuanto al origen del sistema.

Los valores adecuados a las dimensiones radiales al origen de acuerdo con el área de cobertura del sistema son en general: 80 km para un error relativo máximo de 15K; Para una cartografía con cobertura municipal: cerca de los 70 km corresponde a un error relativo máximo de 20K; Ya para una cartografía en áreas urbanas y especiales: cerca de 35 km, lo que corresponde a un error relativo máximo de 100K; Estos valores pueden ser reducidos en función del relieve del terreno. Las altitudes en la mayoría de los puntos del terreno, de acuerdo con su configuración y la finalidad del levantamiento topográfico, no pueden desplazar más que 150 m de la altitud media del terreno. (Valeije I. , 2005, pág. 3)

2.1.5 Establecimiento del sistema

Según (Valeije I. , 2005) El origen del sistema (O) puede o no ser un punto de apoyo geodésico. Cuando un punto es geodésico, es importante esté que ubicado en las cercanías del centro del área del proyecto. En los casos donde no es un punto geodésico se puede elegir un punto cualquiera, no obligatoriamente identificable y construido sobre el terreno, siendo sus coordenadas geodésicas impuestas, de modo conveniente, para que el punto más lejos del área del proyecto no proporcione un error afectado por no considerar la curvatura terrestre más grande que el error admisible en la operación topográfica de determinación de este punto, en cuanto a la altura puede buscarse que sea proporcional a la media del terreno. (p.4).

2.1.6 Características del sistema

Como lo expresa (Valeije I. , 2005). La ventaja de hacer uso de los sistemas topográficos locales resalta en el hecho de que" los valores de las distancias representadas son relativas a las mediciones directas sobre terreno. Por otro lado El uso de planos de levantamientos topográficos hechos en el sistema topográfico local no envuelve la preocupación de la elevación de las distancias de la superficie del elipsoide de referencia (figura geométrica más cercana del geoide, la cual es la superficie equipotencial con altitud ortométrica definida como cero) para sus efectivas posiciones sobre el terreno. Además, no son tenidas en cuenta sus correcciones en cuanto al factor de deformación de escala (K)". (p. 4-5)

3 METODOLOGÍA

3.1.1 Planeación y logística

Este proyecto se inició el 01 de diciembre de 2014 con el motivo de realizar un aporte al proyecto de investigación denominado *"Desarrollo De Un Nuevo Sistema De Proyección Cartográfico Orientado Al Trabajo Con Escalas Grandes En Proyectos De Infraestructura De La Ingeniería Colombiana, A Partir De La Definición Y Elaboración De Planos Topográficos Locales (PTL)* del centro de investigaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Para lograr la finalidad de este proyecto, se realizó en tres fases, que comprenden las actividades de búsqueda y recopilación de la información base; para la generación de la estructura del proyecto, actividades de campo y por último las actividades de post-proceso de la información obtenida en campo:

3.1.2 FASE I.

En la primera fase se profundizo en el estudio e investigación de bibliografías existentes referente a los Planos Topográficos Locales: Para esto se tomaron como base de estudio las normas IGAC del artículo Tipos de coordenadas manejados en Colombia(IGAC), en ella se estudiaron todo lo referente a los Planos Topográficos Locales, métodos y técnicas de aplicación. También el artículo que se uso fue El Plan Topográfico Local En Obras Lineales De Ingeniería: Caso Autopista Presidente Dutra; Un caso de aplicación de los Planos Topográficos Locales en Brasil más exactamente la Autopista Presidente Dutra que conecta

Rio de Janeiro hacia São Paulo, en una longitud de 405 km. Por otro lado se hizo la respectiva visita a la zona de trabajo para la determinación de los equipos a utilizar, los tiempos a realizar las actividades de campo y recopilación de la información suministrada por los propietarios del predio.

- Visita al predio el triunfo Sopó Cundinamarca

ILUSTRACION 4: Vista general del predio el triunfo (Sopó, Cundinamarca)
FUENTE: Propiedad del autor

- Búsqueda de las placas existente del posicionamiento GPS en el predio el triunfo.

ILUSTRACION 5: Foto correspondiente al mojón GPS 1 (Sopó, Cundinamarca)
FUENTE: Propiedad del autor

- Recopilación de la información.

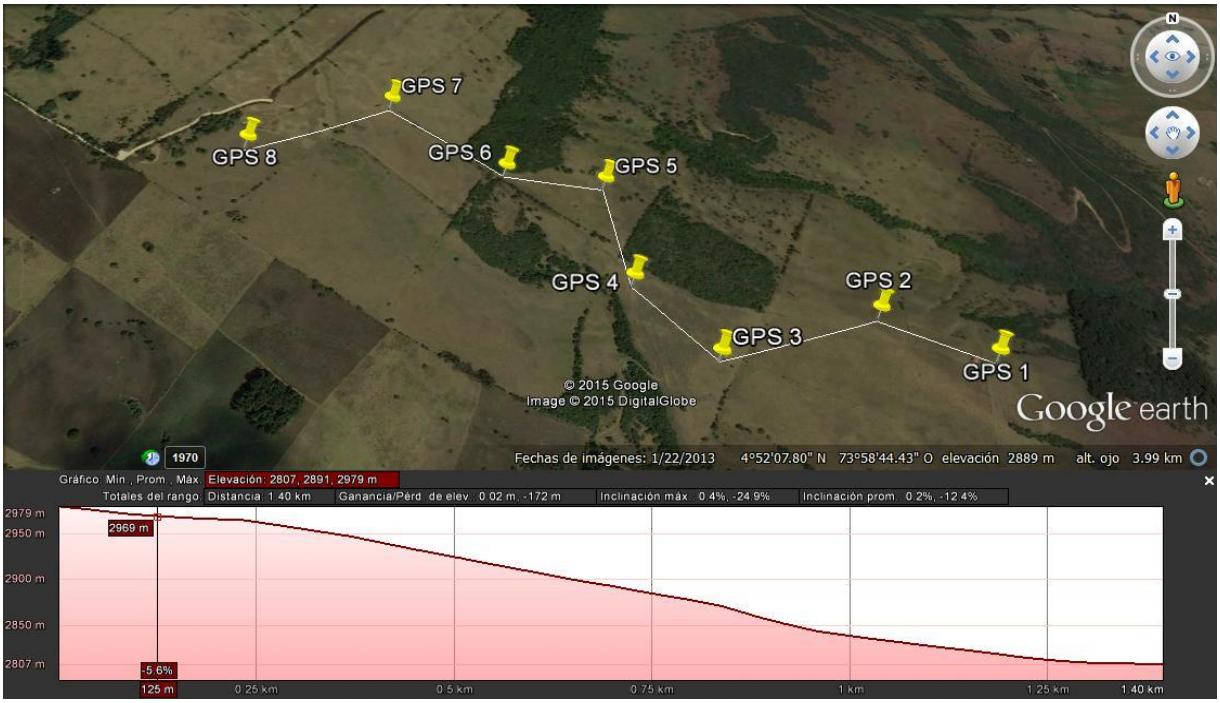
La imagen presenta las coordenadas elipsoidales y las coordenadas Gauss Kruger producto del posicionamiento GPS realizado en el año 2013. (En el Predio El Triunfo Sopó – Cundinamarca), información suministrada por los propietarios del predio.

COORDENADAS MAGNA SIRGAS EPOCA 1995-4											
PUNTO	LATITUD			LONGITUD			ALTURA ELIPSOIDAL	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRUEGER			ONDULACION GEOIDAL
								NORTE	ESTE	COTA	
GPS1	4	52	1.98828	73	58	26.76566	2839.620	1029970.607	1011469.915	2817.328	25.930
GPS2	4	52	4.4305	73	58	31.82858	2838.237	1030045.601	1011313.908	2815.945	25.930
GPS3	4	52	0.95308	73	58	39.72009	2865.705	1029938.748	1011070.776	2843.413	25.930
GPS4	4	52	4.76897	73	58	43.54771	2899.734	1030055.945	1010952.824	2877.442	25.930
GPS5	4	52	10.71318	73	58	44.91314	2927.514	1030238.529	1010910.727	2905.232	25.920
GPS6	4	52	10.64834	73	58	49.77308	2950.360	1030236.515	1010760.987	2928.068	25.930
GPS7	4	52	14.514	73	58	55.77243	2991.167	1030355.232	1010576.122	2968.885	25.920
GPS8	4	52	10.8674	73	59	2.11513	3001.955	1030243.191	1010380.710	2979.663	25.930

ILUSTRACION 6: Coordenadas elipsoidales y coordenadas Gauss Kruger
FUENTE: Propia del autor

- Reconocimiento de los mojones in situ, y trazo de la poligonal.

La siguiente imagen presenta un esquema general de la ubicación de los mojones en el predio el triunfo Sopó Cundinamarca, con el perfil general del terreno extraído desde Google Earth Digital Globe.



ILUSTRACION 7: Esquema general de la ubicación de los puntos de apoyo GPS (mojones)
FUENTE: Imagen tomada de Google Earth Digital Globe.

3.1.3 FASE II.

En esta segunda fase se ejecutaron las actividades de campo de la poligonal en el predio el Triunfo (Sopó, Cundinamarca) que cuenta con una diferencia de altura -Δh=163.718m y una longitud aproximada de1.398 m siguiendo las especificaciones técnicas definidas por los docentes investigadores. El proceso como tal empezó con la ocupación de los puntos ya materializados y básicamente consto de los siguientes pasos:

1. Se realizó la configuración de la estación total modelo Gts 235w:
    a) Factor de escala: 1
    b) Ppm: 2mm
    c) Mmgh: 760
    d) Temperatura: promedio de 14°c
    e) Altura: 0
    f) Modo de lectura: modo fino medición en distancia 1mm

2. Estacionado en GPS 2 se hicieron los chequeos previos al equipo tanto en ángulo como en distancia para poder patronar el prisma.
3. Se ejecutó la poligonal abierta utilizando el método de Bessel realizando 4 series por estación obteniendo así 16 lecturas en distancia y 8 angulares, dicho método consistió en este proyecto en lo siguiente:

    a) Estacionado en GPS 2 se tomó la vista atrás en GPS 1 y se barrió el ángulo hacia GPS 3.
    b) Estacionado en GPS 2 se viso el GPS 3 y se realizó la vuelta al horizonte del equipo obteniendo el ángulo inverso del GPS 3, de igual modo se barre el ángulo hacia el GPS 1 tomando el ángulos inverso.
    c) Este proceso se repitió con cada una de las estaciones (GPS 2, GPS 3, GPS 4, GPS 5, GPS 6, Δ1, GPS 7) tomando los datos necesarios como se muestra en la ilustración 9.

id	*Vértice*	Punto de Esatció	Punto Visado	Posición	Lectura Horizontal					Lectura Vertical			Distancia		Temp.
					o	´	´´	DECIMAL		**o**	´	´´	metros		**°C**
1	*j*		GPS1	D	0	0	0	0.000000	0.000000	89	31	49	173.168		14
2	***i***	GPS2		I	179	59	53	-0.001944	-0.001944	84	3	12	173.166		
3			GPS3	D	130	36	33	130.609167	130.609167	275	56	14	267.120		
4	*k*			I	310	36	43	130.611944	130.611944	270	27	56	267.120		

ILUSTRACION 8: Formato de levantamiento de una poligonal abierta controlada con equipo.
FUENTE: Propiedad del Ing. Catastral Edilberto Niño

La poligonal que se realizó conto con 9 lados incluyendo el de inicio y el de llegada y se caracterizó por arrojar las siguientes condiciones dado que ya estaban materializados los puntos y por ende solo se hizo la ocupación:

- En primera instancia en cuanto a las longitudes de los lados de la poligonal se denota que resultaron no ser regulares en su totalidad, pero sí muy similares, exceptuando

tanto en el lado más largo como en el más corto puesto que exceden las diferencias del resto de los lados, aun así cumplen con longitudes bastante similares.

Esto resulta ser muy importante según (Chile, 2001) el manual de carreteras de chile, "para realizar la compensación de la poligonal puesto que los errores en medidas angulares aumentan en forma inversa a la distancia entre vértices y los errores porcentuales de la distancia son mayores para los lados de menor longitud", viéndose afectada la poligonal por un solo lado.

- se determinó que el lado que conto con mayor longitud resulto ser el segundo brazo comprendido entre el GPS 2 y el GPS 3 con una distancia horizontal de 265.682 m siendo este el lado medido con mayor grado de precisión.
- En el caso inverso al anterior se determinó que dadas las condiciones de intersección de visuales entre GPS6 Y GPS7 hubo necesidad de crear un Delta que se denominó -Δ1-, originando así el lado más corto que fue el comprendido entre el GPS 6 -Δ1-, con una distancia horizontal de 47.131 m.
- Angularmente se determinó que el ángulo más obtuso resulto ser el comprendido entre GPS 5-GPS 6-Δ1 obteniendo un giro de 178°34'5" y el menor fue el comprendido entre GPS4-GPS5-GPS6 con un giro de 102°12´37.71" y que los comprendidos entre GPS1-GPS2-GPS3 y GPS6-GPS7-GPS8 también son de tipo obtuso.
- El ángulo medido en la poligonal de tipo cóncavo pues superan los 180° de giro, dando el mayor el comprendido entre el GPS2, GPS3 Y GPS4 con un giro de 248°32´15.5" y el menor comprendido entre el GPS3-GPS4-GPS5 con un giro de 212°12´23.67" y que el comprendido entre GPS6-Δ1-GPS7 también es de tipo cóncavo.

- En cuanto a las diferencias de nivel se trabajó con la información entregada por los propietarios del predio y se determinó que entre el punto más bajo que es GPS2 y el más alto que es GPS8 tienen una diferencia de altura $\Delta h = 163.718m$.
- Entre puntos la diferencia de altura más alta se halla entre GPS3 y GPS4 con $\Delta h = 34.029m$.
- Entre puntos la diferencia de altura más baja se halla entre GPS1 y GPS2 $\Delta h = 1.383m$.

En cada armada se tomó la temperatura, aunque la estación total se dejó con la configuración inicial de una temperatura promedio de 14°.

3.1.3.1 Equipos utilizados.

ILUSTRACION 9: Estación Total Gts 235 w
FUENTE: (Topoequipos)

TRÍPODE, BASE NIVELANTE Y PRISMA **BASTON**

ILUSTRACION 10: Trípode, base nivelante y prisma.
ILUSTRACION 11: Bastón
FUENTE: Propia del autor.

HERRAMIENTA MENOR.

ILUSTRACION 12: Termómetro
ILUSTRACION 13: cinta métrica, flexómetro y plomada
FUENTE: Propia del autor

- *Especificaciones de la estación total Gts 235w.*

		GTS 233W	GTS 235W	GTS 236W	GTS 239W
		Telescopio			
Longitud		150 mm			
Apertura del Objetivo		45 mm			
Aumentos		30 x			
Poder de Resolución		2.5"			
Distancia Mínima de Enfoque		1.3 m			
		Medición de distancia			
Rango de Medición	1 Prisma	3000 m			2000 m
	3 Prismas	4000 m			2700 m
Precisión		2 mm + 2 ppm			3 mm + 3 ppm
Tiempo de Medición	Modo fino	1.2 seg			
	Modo Seguimiento	0.7 seg			
Mínima Lectura	Modo Fino	1 mm			
	Modo Seguimiento	10 mm			
		Medición de Ángulos			
Sistema de Lectura		Codificador Lectura Absoluta			
Unidades angulares		360 °			
Mínima Lectura		1 " / 5 "			
Precisión		3 "	5 "	6 "	9 "
Compensador					
Ejes		Dos ejes			Un solo eje
Rango		± 3 '			
Método		Tipo liquido			
Unidad de Corrección		1"			
		Pantalla			
Unidades		2 unidades		1 unidad	
Tipo de Pantalla		LCD Grafica matriz de Punto			
Teclado		12 Teclas			
		Vida de la Batería			
Medición de Angulo y Distancia		10 Horas			
Medición de Angulo solamente		45 Horas			
		Otras			
Conexión Serial		Si			
Bluetooth		Si			
Protección Ambiental		IP66			
Memoria Interna		8000 puntos			
Temperatura de Operación		20 ° C a + 50 ° C			
Punto Guía		Si			
Plomada		Laser			

ILUSTRACION 14: Serie de especificaciones
FUENTE: (Topoequipos)

3.1.3.2 SOFTWARE.

- **AUTOCAD.**

  Software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital en planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D. (Peralta, s.f.)

- **TOPCON LINK**.

  Software especializado para la descarga de datos de las estaciones totales Topcon a un sistema de cómputo.

- **MAGNA SIRGAS PRO 3 BETA**.

  Este aplicativo ha sido desarrollado en el Grupo Interno de Trabajo Geodesia de la Subdirección de Geografía y Cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y tiene como propósito ofrecer al usuario una herramienta de cobertura nacional para el manejo de coordenadas. La versión Magna Sirgas Pro 3.0 ha corregido errores en los procesos de conversión y transformación de coordenadas, se han re-diseñado las interfaces de todos los módulos. Como novedad se incorpora el origen Gauss Insular permitiendo la conversión y transformación de coordenadas en esta zona.

  Por último el software dará la posibilidad de visualizar geográficamente los puntos calculados en el módulo de conversión y transformación de puntos individuales permitiendo exportar estos a formato Shp. (Rodriguez, 2004)

- **Google Earth Digital Globe.**

  Programa virtual que enseña mapas a partir de fotografías.

- **CEEP** (Calculo De Errores De Estaciones Totales En Poligonales).

  CEEP (Cálculo de Errores de Estaciones Totales en Poligonales) es un software gratuito cuya finalidad principal es la de ayudar a resolver las incertidumbres

que originan los errores cometidos en una poligonal con una determinada Estación Total.

CEEP nos permite obtener los errores que una determinada Estación Total cometerá en una determinada poligonal. Por tanto, CEEP permite al usuario conocer los errores máximos que cometerá su Estación Total al realizar una poligonal, y por tanto, poder compararlos con los que se han cometido en el itinerario y evaluar la opción de compensarlo o realizar nuevamente el trabajo para mejorar los resultados. (julián, 2006, págs. 3-4).

3.1.4 FASE III.

Por último en la fase tres del proyecto se realizó el procesamiento de la información obtenida en campo de la siguiente forma:

- Se Descargaron los datos crudos de la estación TopconGpt235 w a un equipo de cómputo por medio del software Topcon link. Véase el anexo 1 -CRUDOS ESTACION TOPCOPN GPT 235 W -.
- Se realiza el proceso estadístico de la información producto de la poligonal realizada en el predio el triunfo. En el cual se efectúa la conversión de los ángulos indirectos-horizontales a ángulos directos de cada una de las estaciones, para así obtener la media de los ángulos y las distancias horizontales, aplicando la tabla del límite de error grueso, de esta forma excluir los datos que estaban presentando excesos, para este proceso se utilizaron formulas de la tabla 2 aplicadas en Excel. Véase el anexo 2 –CALCULOS ESTADISTICOS-.

Fórmulas para cálculo del límite de error grueso.

Residual: v_i = media de las medidas - medida $_{(i)}$	
Error medio Aritmético:	$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lvert v_i \rvert}{n}$
Error medio Cuadrático:	$EMC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \lvert v_i \rvert^2}{n-1}}$
Desviación Estándar:	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\bar{v} - \lvert v_i \rvert)^2}{n-1}}$
Error Estándar:	$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
Límite de error grueso:	$\mathrm{LEG} = \bar{v} + 3\sigma$
Intervalo de confianza (90%):	$\mathrm{IC} = \bar{v} + Z\sigma_x$

ILUSTRACION 15: Fórmulas para cálculo del límite de error grueso.
FUENTE: Propiedad del Ing. Catastral Edilberto Niño

- Se calculó la media de la distancia por cada estación, aplicando la tabla del límite de error grueso para así excluir los datos que estaban fuera del mismo.
- Se tomaron las coordenadas elipsoidales de los GPS y se convirtieron por medio del software Magna Sirgas a coordenadas planas origen Gauss Kruger.
- Se tomaron las coordenadas elipsoidales de los GPS y se convirtieron por medio del software Magna Sirgas a coordenadas planas cartesianas origen Chía con el fin de que fuera tan solo objeto de comparación, puesto que por razones de cobertura dicho origen no aplica para la zona de trabajo.
- En este punto se realizó un análisis con el software TRANSGEOLOCAL para verificar cual sería el punto más idóneo para implantar como el origen del PTL.
- Se determinó el centroide de la zona intervenida para generar el PTL EL TRIUNFO tomando las coordenadas extremas de los puntos de apoyo y aplicando la siguiente fórmula:

$$NM+Nm/2= N$$

$$EM+Em/2=E$$

Donde

NM=norte mayor

Nm=norte menor

EM= este mayor

Em=este menor.

- Se tomaron las coordenadas elipsoidales y las planas origen Gauss Kruger de los GPS y se creó el origen local GPS2 y el origen GPS5. Estos orígenes fueron creados en el programa Magna Sirgas Pro 3 Beta. Nótese apartes 3.5.1 y 3.5.2.
- Tras haber obtenido las coordenadas de cada origen (Chía, GPS 2, GPS 5 y EL TRIUNFO) junto con la media de los ángulos y de las distancias, se procedió a calcular la poligonal con todos y cada uno de estos orígenes anteriormente mencionados.
- Se realizó el procedimiento de verificación en el software CEEP para determinar los errores propios del equipo y tenerlos en cuenta tras el cálculo de la poligonal, con ello comprobar si se excedían dichos errores o si las medidas estuvieron bien tomadas y según esto analizar si era necesario regresar a campo para tomar la información nuevamente.
- Se realizó la comparación entre distancias de cada lado entre la distancia medida en campo con la estación total y la distancia calculada con las coordenadas de cada punto, cabe decir que la distancia entre puntos por coordenadas, es fruto de tomar las coordenadas elipsoidales de todos los puntos posicionados y trasformar a los orígenes (Chía, GPS 5, GPS 2 y EL TRIUNFO), con estas coordenadas ya convertidas se calcularon las distancias entre brazos (vértices).
- Se realizó la determinación de la precisión de la medida de cada lado de la poligonal y se generó una media de dichas precisiones.

3.1.5 Creación de orígenes locales.

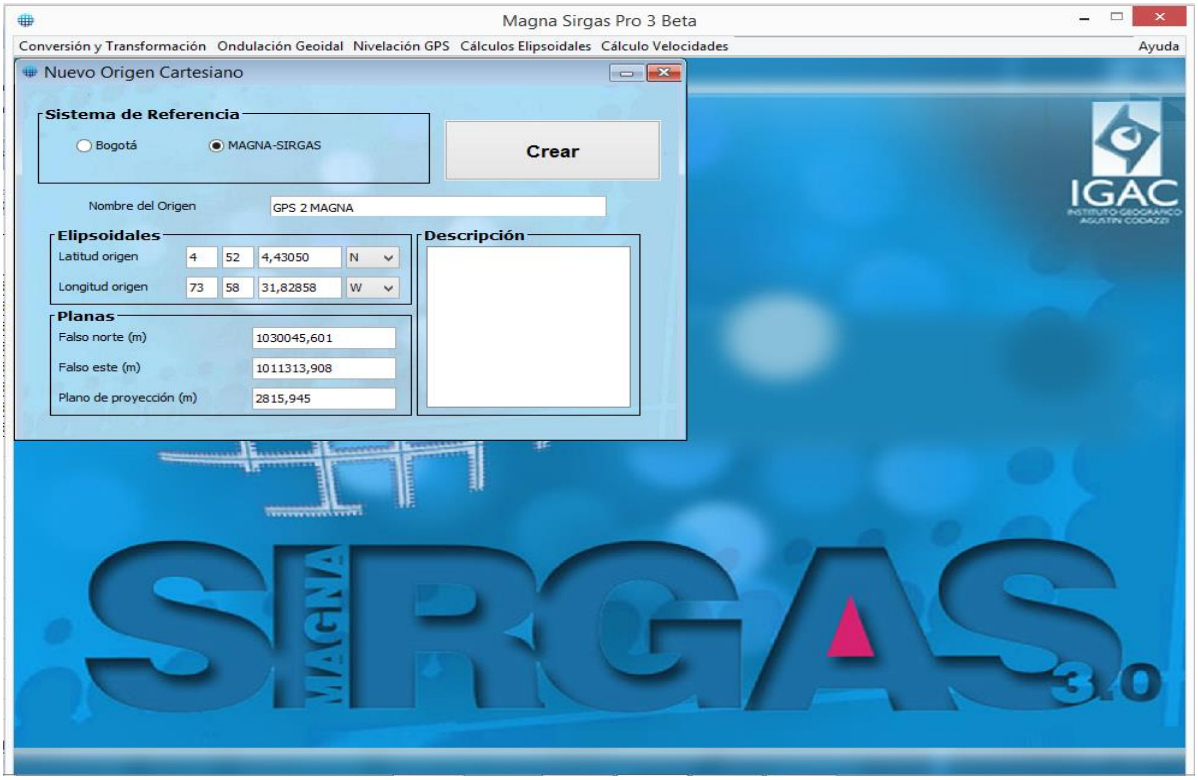
Creación origen local GPS 2

Coordenadas elipsoidales y planas Gauss Krueger GPS 2

COORDENADAS MAGNA SIRGAS EPOCA 1995-4												
PUNTO	LATITUD			LONGITUD			ALTURA ELIPSOIDAL	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRUEGER			ONDULAION GEOIDAL
								NORTE	ESTE	COTA	
GPS2	4	52	4.4305	73	58	31.82858	2838.237	1030045.601	1011313.908	2815.945	25.930

ILUSTRACION 16: tabla de coordenadas GPS2
FUENTE: Propiedad del autor.

Creación del Plano Topografico Local Origen GPS 2



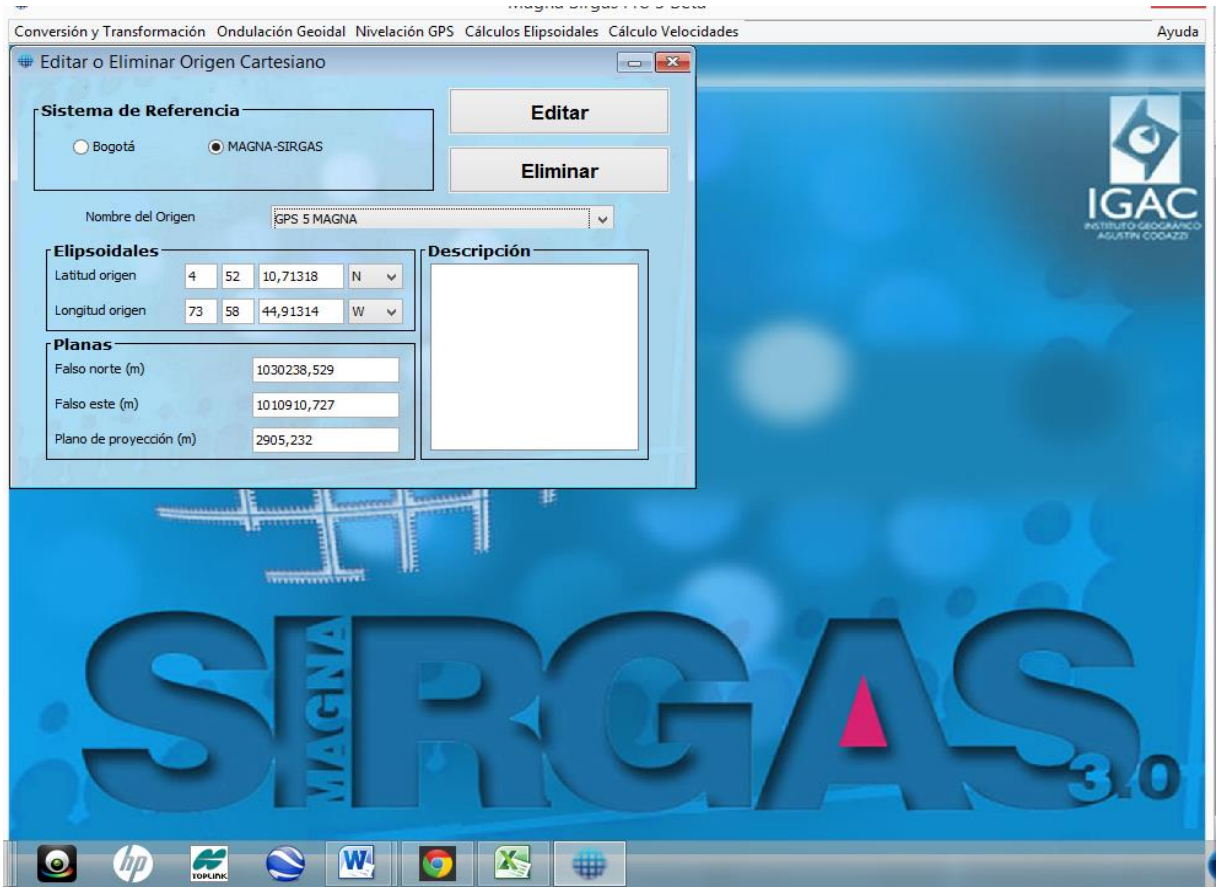
ILUSTRACION 17: Ventana crecion origen cartesiano sofware Magna sirgas Pro 3 Beta
FUENTE: Propiedad del autor

Coordenadas elipsoidales y planas Gauss Krueger GPS 5

PUNTO	LATITUD			LONGITUD			ALTURA ELIPSOIDAL	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRUEGER			ONDULAION GEOIDAL
								NORTE	ESTE	COTA	
GPS5	4	52	10.71318	73	58	44.91314	2927.514	1030238.529	1010910.727	2905.232	25.920

ILUSTRACION 18: Tabla de coordenadas GPS5
FUENTE: Propiedad del autor.

Creacion origen cartesiano GPS 5 en el sofware Magna Sirgas Pro



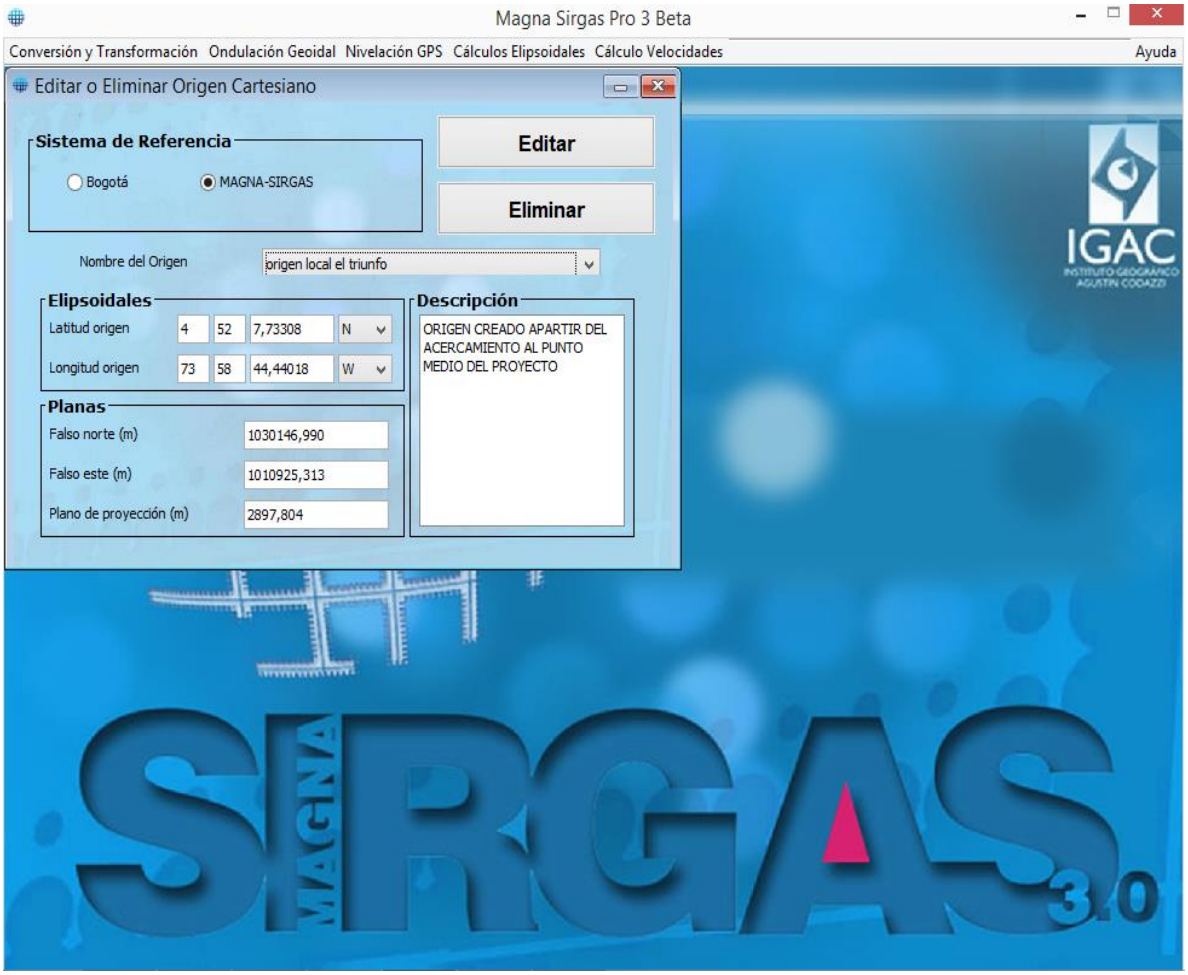
ILUSTRACION 19: Ventana Crecion Origen Cartesiano Sofware Magna sirgas Pro 3 Beta
FUENTE: Propiedad del autor.

Coordenadas elipsoidales y planas Gauss Krueger El Triunfo

ORIGEN LOCAL EL TRIUNFO								
ELIPSOIDALES						PLANAS GAUSS KRUEGER		
LATITUD			LONGITUD			NORTE	ESTE	COTA
4	52	7.73308	73	58	44.44018	1030146.990	1010925.313	2897.804

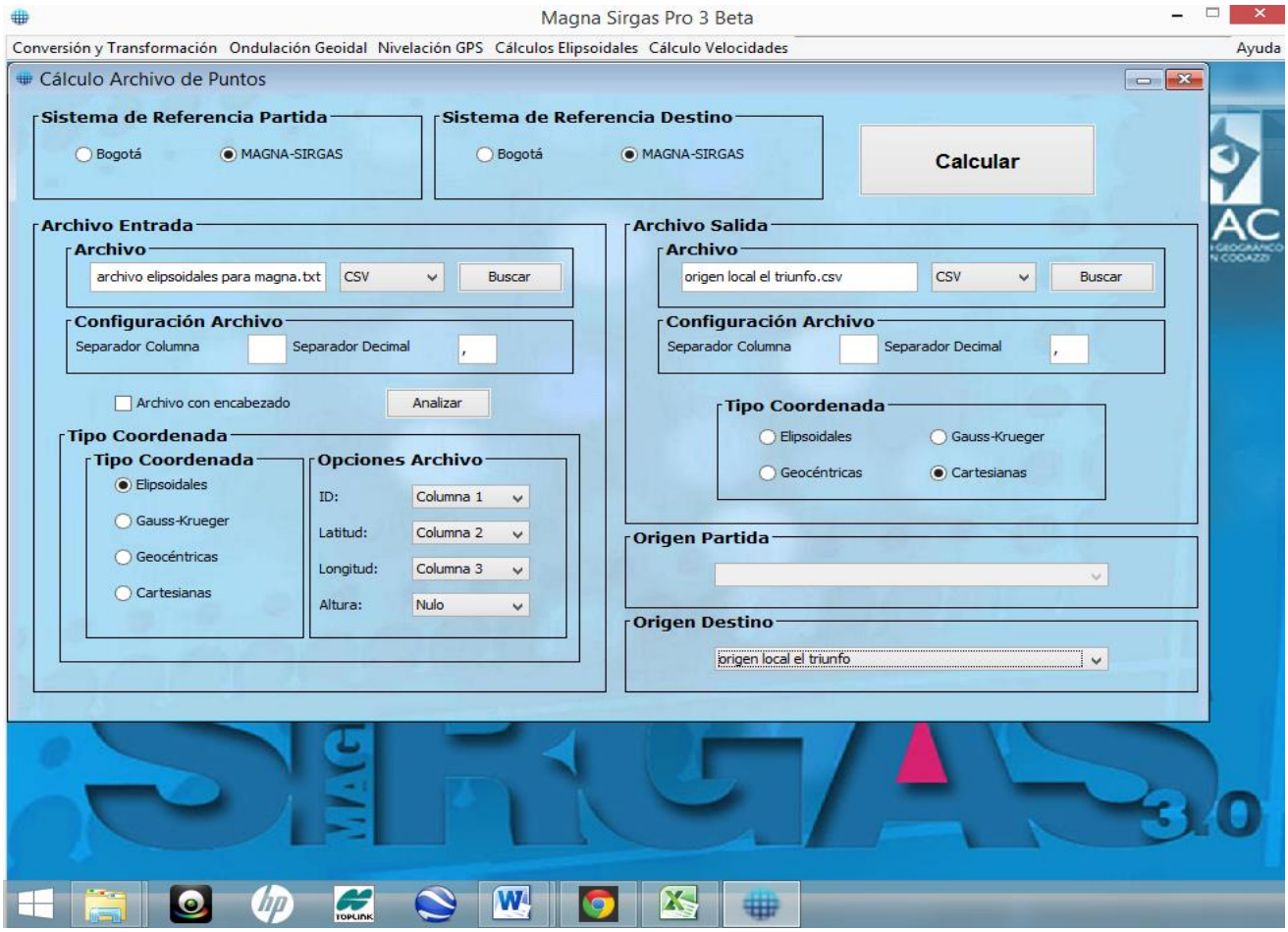
ILUSTRACION 20: Tabla de coordenadas EL TRIUNFO
FUENTE: Propiedad del autor

Creacion origen cartesiano El Triunfo en el sofware Magna Sirgas Pro



ILUSTRACION 21: Ventana Crecion Origen Cartesiano Sofware Magna sirgas Pro 3 Beta
FUENTE: Propiedad del autor.

La siguiente imagen presenta el esquema general en el cual se relizaron las conversiones de coordenadas por archivo. en el sistemas de referencia Datum MAGNA-SIRGAS (WGS84).



ILUSTRACION 22: Ventana conversion de coordenadas, Origen Cartesiano Sofware Magna sirgas Pro 3 Beta
FUENTE: Propiedad del autor.

- Tras haber obtenido las coordenadas de cada origen (Chía, GPS 2, GPS 5 y EL TRIUNFO), junto con la media de los ángulos y de las distancias, se procedió a

calcular las poligonales con todos y cada uno de estos orígenes anteriormente mencionados, relacionando de forma expresa la precisión de la poligonal.

- Se realizó la comparación entre distancias, cabe decir de antemano que dicha comparación es fruto de tomar las coordenadas geográficas de todos los puntos de posición y trasformar a los orígenes (CHÍA, GPS 5, GPS 2 y EL TRIUNFO), luego calcular la distancia entre cada brazo de la poligonal para obtener una distancia total de la poligonal, para así compararla con la distancia total obtenida en campo.

- Por último se realizó la determinación de la manera de expresar la precisión de la relación biunívoca terreno-plano teniendo en consideración la distancia producto de la conversión de las coordenadas elipsoidales de los puntos con respecto a la observada en terreno con la estación.

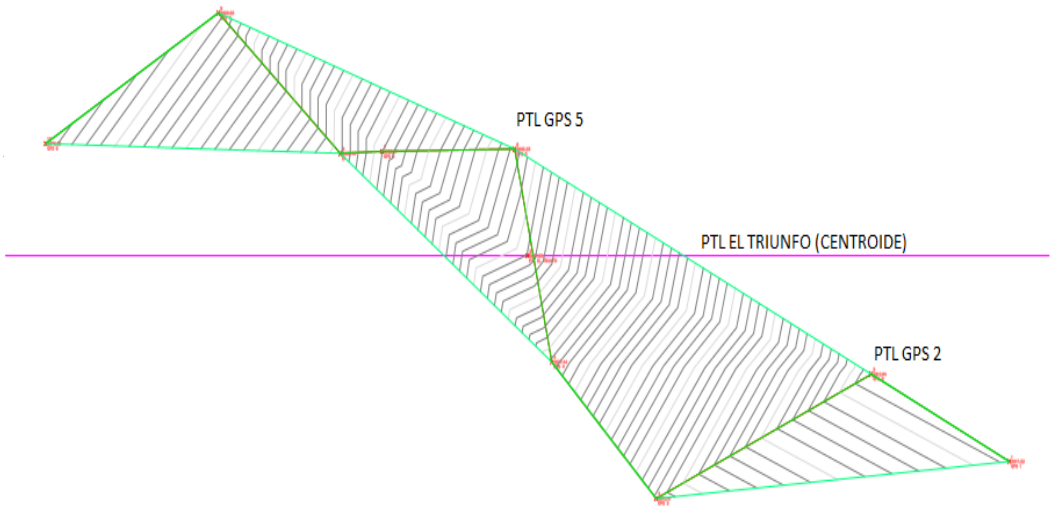
4 RESULTADOS

Los resultados de este trabajo se evidencian en el cierre obtenido en cada poligonal según el origen manejado, la comparación de las medidas plano-terreno y las precisiones de las medidas.

- La información tomada en campo de la poligonal se encuentra en óptimas condiciones puesto que no superan los errores propios del equipo.
- Según el procedimiento realizado en TRANSGEOLOCAL se determinó que el punto que se determinó como centroide y desde el cual se generó el PTL EL TRIUNFO es el más idóneo para establecerse como origen local del proyecto puesto que su posición se encuentra referida al centro de la zona de influencia y a una altura media del terreno.
- Tras la conversión realizada de las coordenadas elipsoidales de los puntos de apoyo a coordenadas planas cartesianas, origen Chía, y el debido cálculo y ajuste de la poligonal, se obtuvo una precisión 1: 13239 (tabla N° 2). Téngase en cuenta que este origen es un punto de comparación respecto al origen local propios de la zona de trabajo puesto que este origen no cumple con las condiciones necesarias para cubrir dicha zona.
- Tras crear el origen local GPS 5 a partir de sus coordenadas elipsoidales y la conversión realizada de las coordenadas elipsoidales de los puntos de apoyo a coordenadas planas cartesianas, origen GPS5, se realizó el cálculo del cierre de la poligonal obteniendo una precisión 1:13512. Nótese que este origen se halla dentro de la zona de trabajo (tabla N° 3).

- Tras crear el origen local GPS 2 a partir de sus coordenadas elipsoidales y la conversión realizada de las coordenadas elipsoidales de los puntos de apoyo a coordenadas planas cartesianas, origen GPS2, se realizó el cálculo de poligonal obteniendo una precisión 1:13869. Apreciar que este origen se halla dentro de la zona de trabajo. (tabla N° 4)
- Tras crear el origen local EL TRIUNFO a partir de sus coordenadas elipsoidales y la conversión realizada de las coordenadas elipsoidales de los puntos de apoyo a coordenadas planas cartesianas, origen GPS2, se realizó el cálculo de poligonal obteniendo una precisión 1: 14331. Apreciar que este origen se halla dentro de la zona de trabajo más exactamente como el centroide de la zona intervenida. (tabla N° 5)

ILUSTRACION 23: Perfil y ubicación PTL el triunfo en la altura media del terreno.
FUENTE: Propiedad del autor.



ILUSTRACION 24: Perfil y ubicación PTL`s.
FUENTE: Propiedad del autor.

- En cuanto a la comparación de distancias tomadas en terreno con el equipo respecto a las distancias obtenidas por coordenadas y con el cálculo de la media de la precisión de las medidas se afirmó que el origen EL TRIUNFO resulto tener la mejor precisión media de las medidas. (tabla N° 7, 8, 9, 10 y11)

Tabla 1. Gauss Kruger.

EST	VIS	ANG. HOR.			DH	AZIMUT			AZIMUT COR			PROY.NOR	PROY.EST	PROY.NORTE	PROY.ESTE	COORDENADAS		EST
		G	M	S		G	M	S	G	M	S	SIN AJUS.	SIN AJUS.	AJUSTADA	AJUSTADA	NORTE	ESTE	
GPS1						115	40	26	115	40	26.48					1029970.607	1011469.915	GPS1
																1030045.601	1011313.908	GPS2
GPS2	GPS3	130	36	30.43	265.682	246	16	57	246	16	57.04	-106.8645	-243.2425	-106.9167	-243.1660	1029938.684	1011070.742	GPS3
GPS3	GPS4	248	32	15.50	166.351	314	49	12	314	49	12.68	117.2582	-117.9965	117.2255	-117.9486	1030055.910	1010952.793	GPS4
GPS4	GPS5	212	12	23.67	187.446	347	1	36	347	1	36.48	182.6615	-42.0807	182.6247	-42.0268	1030238.535	1010910.767	GPS5
GPS5	GPS6	102	12	37.71	149.828	269	14	14	269	14	14.32	-1.9944	-149.8147	-2.0238	-149.7716	1030236.511	1010760.995	GPS6
GPS6	D1	178	34	5.00	47.131	267	48	19	267	48	19.46	-1.8048	-47.0964	-1.8141	-47.0829	1030234.697	1010713.912	D1
D1	GPS7	223	22	14.83	183.134	311	10	34	311	10	34.42	120.5713	-137.8428	120.5353	-137.7901	1030355.232	1010576.122	GPS7
GPS7	GPS8	108	59	44.14	0	240	10	18	240	10	18.69	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1030355.232	1010576.122	
					999.572	240	10	19				309.8272	-738.0736	309.6310	-737.7860	1030243.191	1010380.710	GPS8
																1030355.232	1010576.122	GPS7

DN	309.6310
DE	-737.7860

Número Vértices	7						
Error en Ángulo	-4.52923E-06	0	º	0	'	0.934221667	"
Delta Norte	0.1962						
Delta Este	-0.2876						
Error Total	0.348185537						
Distancia Total	999.572						
Cierre Obtenido 1	2870.802756						

Tabla 2. Origen Chía.

EST	VIS	ANG. HOR.			DH	AZIMUT			AZIMUT COR			PROY.NOR	PROY.EST	PROY.NORTE	PROY.ESTE	COORDENADAS		
		G	M	S		G	M	S	G	M	S	SIN AJUS.	SIN AJUS.	AJUSTADA	AJUSTADA	NORTE	ESTE	EST
GPS1						115	40	33	115	40	33.09					1029971.067	1011473.858	GPS1
																1030046.096	1011317.791	GPS2
GPS2	GPS3	130	36	30.43	265.682	246	17	3.5	246	17	3.309	-106.8571	-243.2457	-106.8771	-243.2478	1029939.219	1011074.543	GPS3
GPS3	GPS4	248	32	15.50	166.351	314	49	19	314	49	18.6	117.2616	-117.9931	117.2491	-117.9945	1030056.468	1010956.549	GPS4
GPS4	GPS5	212	12	23.67	187.446	347	1	43	347	1	42.06	182.6626	-42.0758	182.6485	-42.0773	1030239.117	1010914.471	GPS5
GPS5	GPS6	102	12	37.71	149.828	269	14	20	269	14	19.56	-1.9906	-149.8148	-2.0018	-149.8160	1030237.115	1010764.655	GPS6
GPS6	D1	178	34	5.00	47.131	267	48	25	267	48	24.35	-1.8037	-47.0965	-1.8072	-47.0969	1030235.307	1010717.559	D1
D1	GPS7	223	22	14.83	183.134	311	10	40	311	10	38.97	120.5743	-137.8401	120.5605	-137.8416	1030355.868	1010579.717	GPS7
GPS7	GPS8	108	59	44.14	0	240	10	24	240	10	22.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1030355.868	1010579.717	
					999.572	240	10	23				309.8471	-738.0660	309.7720	-738.0740	1030243.787	1010384.226	GPS8
																1030355.868	1010579.717	GPS7

DN	309.7720
DE	-738.0740

Número Vértices	7						
Error en Ángulo	7.13268E-06	0	°	0	'	1.471220033	"
Delta Norte	0.0751						
Delta Este	0.0080						
Error Total	0.075498133						
Distancia Total	999.572						
Cierre Obtenido 1	13239.69166						

Tabla 3. Origen GPS 5.

EST	VIS	ANG. HOR.			DH	AZIMUT			AZIMUT COR			PROY.NOR	PROY.EST	PROY.NORTE	PROY.ESTE	COORDENADAS		
		G	M	S		G	M	S	G	M	S	SIN AJUS.	SIN AJUS.	AJUSTADA	AJUSTADA	NORTE	ESTE	EST
GPS1						115	40	58	115	40	58.29					1029970.403	1011470.129	GPS1
																1030045.455	1011314.063	GPS2
GPS2	GPS3	130	36	30.43	265.682	246	17	29	246	17	28.4	-106.8276	-243.2587	-106.8427	-243.2712	1029938.612	1011070.792	GPS3
GPS3	GPS4	248	32	15.50	166.351	314	49	44	314	49	43.58	117.2759	-117.9789	117.2664	-117.9868	1030055.879	1010952.805	GPS4
GPS4	GPS5	212	12	23.67	187.446	347	2	7.9	347	2	6.929	182.6677	-42.0538	182.6570	-42.0626	1030238.536	1010910.742	GPS5
GPS5	GPS6	102	12	37.71	149.828	269	14	46	269	14	44.32	-1.9726	-149.8150	-1.9811	-149.8221	1030236.555	1010760.920	GPS6
GPS6	D1	178	34	5.00	47.131	267	48	51	267	48	49	-1.7981	-47.0967	-1.8008	-47.0989	1030234.754	1010713.821	D1
D1	GPS7	223	22	14.83	183.134	311	11	5.4	311	11	3.504	120.5907	-137.8258	120.5802	-137.8344	1030355.334	1010575.987	GPS7
GPS7	GPS8	108	59	44.14	0	240	10	50	240	10	47.32	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1030355.334	1010575.987	GPS8
					999.572	240	10	47				309.9360	-738.0289	309.8790	-738.0760	1030243.270	1010380.472	GPS8
																1030355.334	1010575.987	GPS7

DN	309.8790
DE	-738.0760

Número Vértices	7						
Error en Ángulo	1.092E-05	0	º	0	'	2.252408521	"
Delta Norte	0.0570						
Delta Este	0.0471						
Error Total	0.073974769						
Distancia Total	999.572						
Cierre Obtenido 1	13512.33686						

Tabla 4. Origen GPS 2.

EST	VIS	ANG. HOR.			DH	AZIMUT			AZIMUT COR			PROY.NOR	PROY.EST	PROY.NORTE	PROY.ESTE	COORDENADAS		
		G	M	S		G	M	S	G	M	S	SIN AJUS.	SIN AJUS.	AJUSTADA	AJUSTADA	NORTE	ESTE	EST
GPS1						115	40	59	115	40	59.33					1029970.549	1011469.972	GPS1
																1030045.601	1011313.908	GPS2
GPS2	GPS3	130	36	30.43	265.682	246	17	30	246	17	29.56	-106.8262	-243.2593	-106.8427	-243.2690	1029938.758	1011070.639	GPS3
GPS3	GPS4	248	32	15.50	166.351	314	49	45	314	49	44.87	117.2766	-117.9782	117.2663	-117.9843	1030056.025	1010952.655	GPS4
GPS4	GPS5	212	12	23.67	187.446	347	2	8.9	347	2	8.345	182.6680	-42.0525	182.6563	-42.0594	1030238.681	1010910.595	GPS5
GPS5	GPS6	102	12	37.71	149.828	269	14	47	269	14	45.86	-1.9715	-149.8150	-1.9808	-149.8205	1030236.700	1010760.775	GPS6
GPS6	D1	178	34	5.00	47.131	267	48	52	267	48	50.67	-1.7977	-47.0967	-1.8006	-47.0984	1030234.899	1010713.676	D1
D1	GPS7	223	22	14.83	183.134	311	11	6.5	311	11	5.303	120.5919	-137.8247	120.5805	-137.8314	1030355.480	1010575.845	GPS7
GPS7	GPS8	108	59	44.14	0	240	10	51	240	10	49.25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1030355.480	1010575.845	
					999.572	240	10	49				309.9411	-738.0265	309.8790	-738.0630	1030243.419	1010380.331	GPS8
																1030355.480	1010575.845	GPS7

DN	309.8790
DE	-738.0630

Número Vértices	7						
Error en Ángulo	6.58214E-06	0	º	0	'	1.357663629	"
Delta Norte	0.0621						
Delta Este	0.0365						
Error Total	0.072071327						
Distancia Total	999.572						
Cierre Obtenido 1:	13869.20487						

Tabla 5. Origen El Triunfo.

R.		AZIMUT				AZIMUT COR				PROY.NOR		PROY.EST		PROY.NORTE		PROY.ESTE	
S	DH	G	M	S	G	M	S	SIN AJUS.		SIN AJUS.		AJUSTADA		AJUSTADA		AJUSTADA	
		115	40	57	115	40	56.71										
0.43	265.682	246	17	27	246	17	27.11	-106.8291		-243.2580		-106.8433		-243.2699	
5.50	166.351	314	49	43	314	49	42.58	117.2753		-117.9795		117.2664		-117.9869	
3.67	187.446	347	2	6.3	347	2	6.216	182.6675		-42.0544		182.6575		-42.0628	
7.71	149.828	269	14	44	269	14	43.9	-1.9729		-149.8150		-1.9809		-149.8217	
5.00	47.131	267	48	49	267	48	48.87	-1.7981		-47.0967		-1.8006		-47.0988	
4.83	183.134	311	11	3.8	311	11	3.667	120.5908		-137.8257		120.5810		-137.8339	
4.14	0	240	10	48	240	10	47.78	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
	999.572	240	10	48				309.9336		-738.0293		309.8800		-738.0740	

DN 309.8800
DE -738.0740

Número Vértices	7				
Error en Ángulo	0.00000101	0	°	0	'	0.207646428 "
Delta Norte	0.0536				
Delta Este	0.0447				
Error Total	0.069746659				
Distancia Total	999.572				
Cierre Obtenido	1	14331.46793			

Tabla 6. Tabla de precisiones alcanzadas según el origen.

Origen	Precisòn	
El Triunfo	1	14.331
Gps 2	1	13.869
Gps 5	1	13.512
Chìa	1	13.239
Gauss Kruger	1	2.870

Tabla 7. Precisión de la medida entre coordenadas origen local GPS 5 y distancia tomada en terreno con el equipo (estación total Gts 235 w)

Punto	Distancia GPS 2	Distancia Equipo	/Error/	/Precisión/
GPS 1 –GPS 2	173.173	173.157	0.016	10822.313
GPS 2 –GPS 3	265.693	265.682	0.011	24152.909
GPS 3 –GPS 4	166.349	166.351	0.002	83175.500

GPS 4 –GPS 5	187.458	187.446	0.012	15620.500
GPS 5 –GPS 6	149.820	149.828	0.008	18728.500
GPS 7 –GPS 8	225.352	225.368	0.016	14085.500

Tabla 8. Precisión de la medida entre coordenadas origen local GPS 2 y distancia tomada en terreno con el equipo (estación total Gts 235 w)

Punto	Distancia GPS 5	Distancia Equipo	/Error/	/Precisión/
GPS 1 –GPS 2	173.174	173.157	0.017	10185.706
GPS 2 –GPS 3	265.697	265.682	0.015	17712.133
GPS 3 –GPS 4	166.351	166.351	0	0.000
GPS 4 –GPS 5	187.460	187.446	0.014	13389.000
GPS 5 –GPS 6	149.822	149.828	0.006	24971.333
GPS 7 –GPS 8	225.354	225.368	0.014	16097.714

Tabla 9. Precisión de la medida entre coordenadas origen local CHÍA y distancia tomada en terreno con el equipo (estación total Gts 235 w)

Punto	Distancia chía	Distancia Equipo	/Error/	/Precisión/
GPS 1 –GPS 2	173.165	173.157	0.008	21644.625
GPS 2 –GPS 3	265.683	265.682	0.001	265682.000
GPS 3 –GPS 4	166.343	166.351	0.008	20793.875
GPS 4 –GPS 5	187.449	187.446	0.003	62482.000
GPS 5 –GPS 6	149.813	149.828	0.015	9988.533
GPS 7 –GPS 8	225.342	225.368	0.026	8668.000

Tabla 10. Precisión de la medida entre coordenadas planas GAUSS KRUGER y distancia tomada en terreno con el equipo (estación total Gts 235 w)

Punto	Distancia Gauss Kruger	Distancia Equipo	/Error/	/Precisión/
GPS 1 –GPS 2	173.096	173.157	0.061	2838.639
GPS 2 –GPS 3	265.576	265.682	0.106	2506.434
GPS 3 –GPS 4	166.276	166.351	0.075	2218.013
GPS 4 –GPS 5	187.374	187.446	0.072	2603.417
GPS 5 –GPS 6	149.754	149.828	0.074	2024.703
GPS 7 –GPS 8	225.253	225.368	0.115	1959.722

Tabla 11. Precisión de la medida entre coordenadas origen local EL TRIUNFO y distancia tomada en terreno con el equipo (estación total Gts 235 w)

Punto	Distancia El Triunfo	Distancia Equipo	/Error/	/Precisión/
GPS 1 –GPS 2	173.175	173.157	0.018	9650.072
GPS 2 –GPS 3	265.697	265.682	0.015	17935.546
GPS 3 –GPS 4	166.350	166.351	0.001	318546.476
GPS 4 –GPS 5	187.459	187.446	0.013	14082.747
GPS 5 –GPS 6	149.822	149.828	0.001	120516.424
GPS 7 –GPS 8	225.355	225.368	0.013	17248.647

Tabla 12. Tabla de la precisión de las medidas

ORIGEN	**MEDIA DE LA PRECISIÓN**
EL TRIUNFO	35886.687
GPS 2	16681.944
GPS 5	16471.177
CHÍA	24715.406
GAUSS	2262.457

5 CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo podemos concluir:

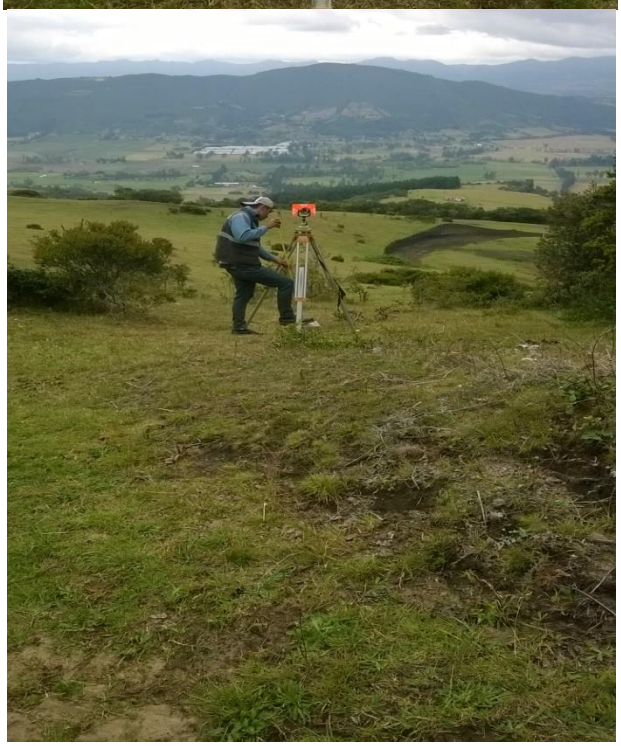
- Se propone el PTL El Triunfo como mejor origen local por la precisión que muestra.
- Conforme el origen local de proyección se acerca a la locación se mejora la relación terreno plano, generando mayor precisión.
- Para la generación de un del PTL no es necesario que el punto se encuentre materializado tal como sucede con el PTL El Triunfo.
- Se realizó la ocupación de la poligonal y el respectivo cálculo para la obtención de la precisión de las medidas a partir del PTL con origen local especifico el Triunfo.
- El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) no hace público un soporte técnico en cuanto a la creación de planos topográficos locales más que la plataforma Magna Pro 3 Beta y respecto al alcance de dichos planos solo expresa unos indicadores del cubrimiento pero no como demostrar dicho alcance.

6 RECOMENDACIONES

Considerando tanto el proceso del proyecto como resultados y conclusiones es recomendable lo siguiente:

- Es preciso en la norma técnica Colombiana de topografía establecer un criterio técnico propio de la región para lo que respecta a planos topográficos locales, que considere los diferentes factores incidentes en la problemática de la no coincidencia plano-terreno tales como deformación terrestre, diferencias de alturas drásticas y donde se pueda establecer el alcance del respectivo PTL.
- Para futuros estudios se recomienda materializar y posicionar el punto centroide del área de influencia para verificar si ello implica mejoras en la precisión del plano topográfico local.
- Se recomienda volver a posicionar los puntos de amarre y cierre de poligonal, debido a que esta información no fue entregada para verificar la calidad de los puntos coordenados entregados por los propietarios del predio el Triunfo.

7 REGISTRO FOTOGRÁFICO



BPS - 6
2013

8 BIBLIOGRAFÍA

Adelir, J., Argentino, J., Dapper, F., & Gelson, L. (s.f). *Sevenengenharia.* Obtenido de Sevenengenharia.eng.br

Chile, M. d. (Diciembre de 2001). *Manual de Carreteras de Chile Volumen 2.* Obtenido de http://www.vialidad.gov.cl/areasdevialidad/manualdecarreteras/Documents/MC-V2_Dic-2010-INDICE-WEB.pdf

julián, E. R. (2006). *Cartesia.* Obtenido de Cartesia: www.cartesia.org/article.php?sid=278

Peralta, R. (s.f.). *MASTERMAGAZINE.* Obtenido de www.mastermagazine.info/termino/3962.php

Rodriguez, L. s. (mayo de 2004). *Institiuto Geográfico Agustin Codazzi.* Obtenido de http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/facf7c80469f7c2eb03eb8923ecdf8fe/tipos+de+coordenadas+11.pdf?MOD=AJPERES

Topoequipos. (s.f.). *Topoequipos.com.* Obtenido de http://www.topoequipos.com/topoequipos2.0/estaciones-totales/topcon-estaciones-totales-serie-230w

Valeije. (2005). Valeije.

Valeije, I. (2005). *USO DEL PLAN TOPOGRÁFICO LOCAL EN OBRAS LINEALES DE INGENIERÍA.* Obtenido de UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO: http://www.isprs.org/proceedings/2005/semana_geomatica05/front/abstracts/dimarts8/G03.pdf