

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

### **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP A LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON FINES CATASTRALES.**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por la Br.  
Infante Tovar, Arleidys Johana  
Para optar al Título de  
Ingeniero Geodesta

Caracas, 2015

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

# **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP A LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON FINES CATASTRALES.**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Douglas Bravo

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por la Br.  
Infante Tovar, Arleidys Johana  
Para optar al Título de  
Ingeniero Geodesta

Caracas, 2015

## ACTA

El día \_\_\_\_\_ se reunió el jurado formado por los profesores:

---

---

---

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP A LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON FINES CATASTRALES"

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de INGENIERO GEODESTA.

Una vez oída la defensa oral que la bachiller Arleidys J Infante T. hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Arleidys J. Infante T.		

Recomendaciones:

---

---

---

FIRMAS DEL JURADO

---

---

---

Caracas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 20\_\_

## DEDICATORIA

*A mi Diosito y la Virgencita por las mil bendiciones que constantemente me han dado, por cuidarme de mí y estar conmigo en cada paso que doy.*

*A mis padres Sergio y Arle, y a mi hermano Sergio por hacer de mí una gran persona, por los muchos sacrificios que hicieron para traerme hasta donde estoy, y por estar a mi lado en la forma particular de cada uno; A ti que me regalaste la más hermosa sonrisa sin pedir nada a cambio, que creíste en mí a toda costa y que me quisiste de la forma más simple e incondicional papito, Te amo.*

*A mis familiares, Abuela Juana, Tía Yamileth, Alejandro Tovar, Tío Marcos H, Tío Tony, Alexandra, Gabriel y Javier y a todos mis tíos, por su enorme cariño, por abrirme las puertas de sus corazones, por no dudar de mí ni un segundo y por el esfuerzo constante para darme las herramientas para ser una profesional íntegra y una persona feliz.*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por el maravilloso regalo de la vida, por las grandes oportunidades que me ha obsequiado a lo largo de estos años y por estar a mi lado incondicionalmente.

A mi padre por todo el amor, el apoyo brindado por muchos años, por comprenderme y creer en mí sin condiciones.

A mi madre y hermano por su apoyo en esta etapa universitaria y las anteriores, por los muchos sacrificios que hicimos para llegar lejos.

A mis familiares por su cariño, por creer en mí y apoyarme incondicionalmente, y todo el esfuerzo que hacen para llevarme hasta donde estoy.

A mi alma mater la Universidad Central De Venezuela por ser mi casa de estudio y por brindarme la formación necesaria para ser una profesional de la Ingeniería.

A mi tutor académico y profesor Douglas Bravo, por ser una excelente guía en mis estudios, por los muchos conocimientos que me regala a nivel académico, pero también en la ética y la moral; e igualmente a las profesoras Maritza Rivas y Rosa Benítez por soportar mis constantes preguntas, por tener el tiempo para aclarar mis dudas y por apoyarme en cada etapa de esta carrera.

Al Ingeniero Napoleón Hernández, por ser el impulso para desarrollar el tema aquí planteado, por los consejos y el apoyo brindado para con este trabajo investigativo y las labores que a esta carrera universitaria se refieren.

Al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, por el apoyo prestado para el uso de los equipos, las herramientas y el personal facilitado; en especial a los trabajadores de la Coordinación Técnica de Geodesia quienes

me dieron todo su apoyo en las actividades realizadas, además de todas sus experiencias y conocimientos para el alcance de las mismas; especialmente al Ing. Napoleón Hernández, Lic. Jorge Uzcátegui Ing. María Alejandra Peña. Ing. Rainer Rincón, Ing. Yohana Bautista, Ing. Helinor Valderrama, Rúber Álvarez y Aníbal Pimentel.

A los profesores del Dpto. de Ingeniería Geodésica y Agrimensura por todos los conocimientos que me brindaron, los consejos dados para orientarme y motivarme, así como a todos los profesores que a lo largo de esta carrera contribuyeron en mi proceso formativo.

A mis compañeros de clase, a ellos que creyeron en mí, y me regalaron su constante sonrisa en cada día de mi carrera, los que me soportaron, con los que me es trasnoché y pasaron conmigo las buenas y malas; especialmente a María Pineda, Bárbara Contreras, Keiver Núñez, Vanessa Fernández, Luis Vallejo, Emily, Sthephanie Gonzales, Miguel Ríos, José Blanco, Ruy Pereira, Elsy Pérez y Joyne Morgado.

Al señor Ivan, Xiomara y Midiam, por su cariño, por su constante ayuda para con cada cosa que necesitaba, por los cafecitos, los té, las engrapadoras y demás cosas.

Y a todas las personas que de alguna manera han contribuido a que hoy día este en lugar correcto, en el momento correcto y sea la persona que he decidido ser.

**Infante T, Arleidys J.**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP A  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON FINES  
CATASTRALES.**

**Tutor: Prof. Douglas Bravo.**

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.  
Escuela de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Geodésica y  
Agrimensura. Año 2015, número de páginas 273.**

**Palabras Clave:** Catastro, NTRIP, Mediciones GNSS, Topografía Clásica,

Estación Total

**Resumen.** La necesidad del territorio venezolano y por ende de los municipios de producir y/o actualizar el material cartográfico catastral de forma rápida, veraz y oportuna, como medio para tener un adecuado inventario y organización de sus recursos físicos y por tanto la gestión de su territorio; ha llevado al desarrollo y la utilización de métodos de adquisición de información alternativos o complementarios a los topográficos convencionales, más rápidos y oportunos para efectuar las labores de mensura con el fin de actualización. Destaca entre éstos métodos las tecnologías de posicionamiento satelital GNSS, las cuales con auge mayor y en función las nuevas tendencias en materia de posicionamiento mediante correcciones diferenciales GNSS/RTK vía internet, se vienen utilizando como herramientas para apoyar la adquisición de información catastral, especialmente en sectores urbanos, sin prestar atención al cumplimiento de las exactitudes del catastro nacional urbano.

El desarrollo del siguiente trabajo investigativo mediante la aplicación de la metodología satelital GNSS NTRIP a la mensura de parcelamientos urbanos, evaluará los parámetros estándares geospaciales de la mencionada modalidad para dichos levantamientos, así como cuantificará las variaciones espaciales entre la utilización de sistemas de coordenadas geodésicos globales y cartográficos con respecto a los sistemas de coordenadas planos para levantamientos y representaciones catastrales urbanas.

Los resultados se alcanzaron al contrastar la medición de coordenadas de hitos, linderos, y servicios, de parcelamientos urbanos en la ciudad de Caracas utilizando la metodología GNSS NTRIP en comparación con las mismas posiciones recolectadas de manera convencional a través del uso de Estación Total. Los mismos permitieron examinar las exactitudes obtenidas para la metodología objeto de estudio en levantamientos catastrales, pudiendo estimar los efectos que implica su utilización y estudiar la posibilidad que brinda la misma de agilizar los procesos de actualización de los Planos de Mensura y los Croquis, y por ende del inventario gráfico predial.

Se realizaron comparaciones puntuales entre las posiciones obtenidas por ambos métodos ensayados, utilizando como referencia el sistema local Loma Quintana, obteniéndose diferencias para las posiciones planimétricas entre la metodología GNSS NTRIP y el levantamiento convencional de  $\pm 6,7$  cm en coordenada Norte y  $\pm 7,4$  cm en Este, lo que permite dilucidar que la técnica resulta conveniente para la mensura de los vértices que forman los linderos de un inmueble urbano. Adicionalmente, se calcularon distancias de frentes y fondos de parcelas, a partir de las posiciones obtenidas con NTRIP y se encontraron diferencias en el sistema Loma Quintana de aproximadamente  $\pm 14,5$  cm con respecto a las distancias patrón calculadas.

Por último se hizo la correlación entre las áreas de terreno estimadas a partir de coordenadas NTRIP, y las áreas calculadas con las posiciones dadas por los métodos convencionales (tomadas como patrón), resultando en los 3 sistemas de referencia utilizados (Loma Quintana, cartográfico UTM, y sobre el elipsoide) que las áreas calculadas para NTRIP son mayores a las conocidas, más las variaciones superficiales se encuentran por debajo de las tolerancias derivadas, con lo que la metodología es válida para efectuar levantamientos catastrales. De igual forma, se compararon las áreas en el sistema Loma Quintana con respecto a las áreas en proyección UTM, resultando que estas últimas son mayores en una diferencia media de  $2,03\text{m}^2$  que tiende a aumentar conforme se hace más grande la extensión del terreno.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
1.2.2    Objetivo General.....	9
1.2.3    Objetivos Específicos .....	9
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	10
1.4 ALCANCE .....	11
1.5 MARCO REFERENCIAL .....	12
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 SISTEMAS Y MARCOS DE REFERENCIA GEODÉSICOS CONVENCIONALES .....	16
2.1.1    Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS) 17	
2.1.2    Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS).....	17
2.1.3    Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).....	18
2.1.4    Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas del Sur (SIRGAS 1977). 19	
2.2 SISTEMAS DE REFERENCIAS GEODÉSICOS .....	21
2.2.1    Datum.....	21
2.2.2    Datum Horizontal.....	22
2.2.2.1    Datum Horizontal Topocéntrico .....	22
2.2.2.2    Datum Horizontal Geocéntrico .....	23
2.2.2    Datum vertical.....	23
2.2.3    Sistemas de Referencia Geodésicos y Datum utilizados en Venezuela	24
2.2.3.1    Datum Suramericano Provisional de 1956 (PSAD 56) .....	24
2.2.3.2    El Datum Loma Quintana de 1911 .....	24
2.2.3.3    Red Geocéntrica Venezolana (REGVEN).....	25
2.2.3.4    Red de Estaciones de Monitoreo Satelital (REMOS).....	26
2.3 SUPERFICIES DE REFERENCIA .....	27
2.3.1    Elipsoide.....	27
2.3.2    El Geoide.....	28

2.4 SISTEMAS DE COORDENADAS.....	29
2.4.1 Sistema de Coordenadas Rectangulares Planas.....	29
2.4.2 Sistema de Coordenadas Rectangulares Espaciales.....	30
2.4.3 Sistema de Coordenadas Terrestres .....	30
2.4.3.1 Sistemas Geocéntricos .....	30
2.4.3.2 Sistemas Topocéntricos .....	31
2.4.4 Sistema de Coordenadas Geodésicas.....	31
2.4.5 Sistema de Coordenadas Celestes.....	33
2.4.6 Sistema de Coordenadas Orbitales .....	33
2.5 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS EN EL PLANO .....	34
2.5.1 Transformación Lineal Afín .....	34
2.5.2 Transformación Lineal conforme de Helmert .....	35
2.5.3 Cálculo de área sobre el elipsoide .....	37
2.6 FORMAS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TERRITORIAL .....	38
2.6.1 Topografía Clásica:.....	39
2.6.1.1 Estación Total.....	41
2.6.1.1.1 Componentes.....	42
2.6.1.1.2 Modo de operar.....	42
2.6.2 Sistema de Posicionamiento por Satélite.....	43
2.6.2.1 Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS).....	44
2.6.2.1.1 Funcionamiento .....	44
2.6.2.1.2 Fuentes de Error: .....	46
2.6.2.1.3 Principales constelaciones de Satélites GNSS .....	47
2.6.2.1.4 Observaciones GNSS .....	49
2.7 RED DE TRANSPORTE DE FORMATO RTCM A TRAVÉS DEL PROTOCOLO DE INTERNET (NTRIP) .....	51
2.7.1 Antecedentes.....	52
2.7.2 Distribución de datos y correcciones .....	52
2.7.2.1 Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).....	52
2.7.2.2 Formatos para la transmisión de datos .....	53
2.7.3 Sistema NTRIP .....	53
2.7.3.1 NTRIPSource .....	54
2.7.3.2 NTRIPServer .....	54
2.7.3.3 NTRIPCaster .....	55
2.7.3.4 NTRIPClient ó NTRIPUser .....	56
2.7.4 Metodología GNSS NTRIP en Venezuela.....	56

2.7.5	Factores que afectan las mediciones NTRIP (Limitantes)	58
2.7.5.1	Ancho de Banda	58
2.7.5.2	Cobertura celular	58
2.7.5.3	Cambio de celdas o células	59
2.7.6	Metodología campo	60
2.7.7	Soluciones	61
2.7.8	Parámetros	62
2.7.8.1	Tiempo de convergencia de la solución	62
2.7.8.2	Latencia	62
2.7.8.3	Distancia de la estación base	63
2.8	CONCEPTOS BÁSICOS DEL CATASTRO	63
2.8.1	Catastro	63
2.8.2	Clasificación del Catastro	64
2.8.3	Catastro Municipal	65
2.8.3.1	Importancia del catastro municipal	66
2.8.4	Aspecto físico del Catastro	67
2.8.4.1	Levantamiento Catastral	67
2.8.4.2	Especificaciones para levantamiento parcelario	69
2.8.4.3	Especificaciones para el levantamiento Parcelario Ámbito Urbano	71
2.8.4.4	Especificaciones para el levantamiento Parcelario Ámbito Rural	72
2.8.5	Basamento Jurídico	72
2.8.5.1	La Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (2000)	72
2.8.5.2	Normas Técnicas para La Formación y Conservación del Catastro Nacional (2002)	74
2.8.5.3	Procedimientos, Especificaciones Técnicas, Instructivos e Instrumentos para la Formación y Conservación del Catastro Nacional. (2002)	75
2.8.5.4	Código Civil de Venezuela	76
CAPÍTULO III		78
MARCO METODOLÓGICO		78
3.1	DISEÑO Y MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.2	NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	80
3.3	ESQUEMA METODOLÓGICO	80
3.4	COMPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y DOCUMENTAL	81
3.4.1	Recopilación de información documental	81
3.4.2	Selección del software para el manejo de los datos	81
3.5	SELECCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	83

3.6 PLANIFICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TERRITORIAL .....	85
3.6.1 Recopilación de información básica / Reconocimiento de oficina .....	86
3.6.2 Reconocimiento de campo. ....	87
3.6.3 Selección y Validación de los puntos de control. ....	88
3.6.4 Pruebas Técnicas con los receptores GNSS en el IGVSB.....	89
3.7 SEÑALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES.....	89
3.8 MEDICIONES GNSS EN LA MODALIDAD ESTÁTICO RÁPIDO. ....	91
3.9 CAPTURA DE LOS DATOS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP 93	
3.10 EJECUCIÓN DE LAS MEDICIONES CON TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL: ESTACIÓN TOTAL.....	97
3.10.1 Verificación del funcionamiento de la Estación Total. ....	97
3.10.1.1 Verificación del funcionamiento del Medidor Electrónico de Distancia (EDM). 98	
3.10.1.2 Verificación de la medición de ángulos.....	101
3.10.1.3 Verificación de la medición de desniveles .....	105
3.10.2 Medición de los detalles con Estación Total .....	106
3.10.2.1 Medición las poligonales envolventes. ....	107
3.10.2.2 Medición de los puntos de detalle .....	112
3.11 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ADQUIRIDOS .....	113
3.11.1 Procesamiento de los datos GNSS en la modalidad Estático .....	113
3.11.1.1 Esquema metodológico para el procesamiento de los puntos.....	113
3.11.1.2 Postprocesamiento de los datos .....	114
3.11.1.3 Transformación de las Coordenadas de los vértices medidos en GPS Estático al Marco Legal IRTF94, época 1995.4. ....	123
3.11.2 Procesamiento de los datos GNSS NTRIP. ....	125
3.11.3 Transformación de las Coordenadas al sistema local Loma Quintana. 126	
3.11.4 Procesamiento de los datos de la Estación Total.....	129
CAPÍTULO IV .....	134
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	134
4.1 DATOS .....	134
4.1.1 Mediciones resultantes de la metodología GNSS NTRIP .....	134
4.1.2 Resultados de las mediciones GNSS en la modalidad Estático Rápido... 142	
4.1.3 Resultados obtenidos a través de las mediciones convencionales con Estación Total. ....	143
4.1.3.1 Puntos de control:.....	143
4.1.3.2 Puntos de detalle.....	144

4.2 METODOLOGÍA A EMPLEAR PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS Y LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES TERRESTRES.....	148
4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS POSICIONES OBTENIDAS MEDIANTE EL LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL CON ESTACIÓN TOTAL Y LAS POSICIONES OBTENIDAS CON LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP.....	149
4.4 CÁLCULO DE LAS VARIACIONES ENTRE LAS DISTANCIAS OBTENIDAS POR LOS MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ENSAYADOS.....	158
4.5 ESTIMACIÓN DE LAS EXACTITUDES EN EL CÁLCULO DE SUPERFICIE CON LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP.....	165
4.6.1 Cálculos de las áreas en el sistema Loma Quintana.....	165
4.6.2 Cálculos de las áreas sobre el elipsoide.....	167
4.6.3 Correlación entre las áreas obtenidas .....	173
4.6.4 Comportamiento de las áreas en el sistema local Loma Quintana, con respecto al sistema cartográfico UTM, y la superficie estimada sobre el elipsoide. ....	176
CAPÍTULO V .....	179
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	179
5.1 Conclusiones.....	179
5.2 Recomendaciones .....	183
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	184
APENDICES.....	190
Apéndice 1 "Mediciones GNSS modalidad estático rápido".....	190
Apéndice 2 "Mediciones NTRIP" .....	208
Apéndice 3 "Mediciones con Estación Total" .....	214
Apéndice 4 "Resultados generales de los software utilizados" .....	223
Apéndice 5 "Cálculo de áreas y distancias " .....	245

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros del elipsoide GRS80..	20
Tabla 2. Puntos fijos utilizados como patrones para la verificación del funcionamiento de la Estación Total.....	98
Tabla 3. Especificaciones de la Estación Total Topcon GTS 239 W.....	100
Tabla 4. Valores de distancia adquiridos en campo, programación de las formulas en Microsoft Excel..	100
Tabla 5. Hoja de cálculo para la constante aditiva y el error cíclico del instrumento empleado.....	101
Tabla 6. Ángulos conocidos..	102
Tabla 7. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F4, cálculo de la diferencia angular. ....	103
Tabla 8. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F1, cálculo de la diferencia angular.....	103
Tabla 9. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F2, cálculo de la diferencia angular. ....	104
Tabla 10. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F2, cálculo de la diferencia angular..	104
Tabla 11. Desniveles y valores de campo.....	105
Tabla 12. Resultados del cierre vertical, error en la medición de los desniveles..	106
Tabla 13. Hoja de vida de la Estación Total. ....	106
Tabla 14. Puntos usados para la transformación, pertenecientes a la Red de Triangulateracion de la UCV..	127
Tabla 15. Puntos comunes para en ambos sistemas, para la transformación.	127
Tabla 16. Varicentros y constantes involucradas en el cálculo de los parámetros de transformación.....	128
Tabla 17. Parámetros de Transformación del Sistema Cartográfico UTM al Sistema local Loma Quintana.....	128

Tabla 18. Coordenadas conocidas en el sistema destino Loma Quintana vs la coordenadas estimadas en el mismo sistema de referencia. ....	129
Tabla 19. Exactitud ( $\sigma$ ) del modelo matemático de la transformación de coordenadas del sistema cartográfico UTM al sistema local Loma Quintana. ....	129
Tabla 20. Resultados de la mediciones NTRIP, puntos de detalles, en el sistema REGVEN.....	138
Tabla 21. Coordenadas de los puntos de detalle levantados con la metodología GNSS NTRIP expresadas en el sistema Loma Quintana. ....	141
Tabla 22. Coordenadas de los puntos de control levantados con la metodología GNSS NTRIP expresadas en el sistema Loma Quintana.....	141
Tabla 23. Vértices de control levantados mediante el posicionamiento GNSS en modo estático rápido, REGVEN, ITRF 08, época 2015.6. ....	142
Tabla 24. Vértices de control levantados mediante el posicionamiento GNSS en modo estático rápido, expresados en marco legal REGVEN, ITRF94 , época 1995.4.. ....	143
Tabla 25. Coordenadas de los puntos de control (utilizados para apoyar el levantamiento convencional), medidos con GPS en modo estático y transformados al sistema Loma Quintana.....	144
Tabla 26. Coordenadas de los puntos de detalle obtenidas a partir de la Estación Total en el sistema Loma Quintana, tomando como puntos base las posiciones obtenidas con GPS estático y transformadas.....	147
Tabla 27. Comparación punto a punto entre las coordenadas de los puntos de detalle levantados con la metodología GNSS NTRIP, expresadas en el sistema Loma Quintana, y sus correspondientes coordenadas capturadas por métodos convencionales.....	152
Tabla 28. Resultados estadísticos de la comparación de las coordenadas de los puntos de detalle GNSS NTRIP vs coordenadas obtenidas por Topografía Convencional.....	153
Tabla 29. Correlación entre las coordenadas capturadas con Estación Total vs coordenadas NTRIP de los puntos de control expresadas en el sistema Loma Quintana.....	153

Tabla 30. Análisis estadístico de las coordenadas de los puntos de control GNSS NTRIP vs coordenadas por Topografía Convencional..	153
Tabla 31. Diferencias de coordenadas entre Levantamiento NTRIP, vs levantamiento convencional con Estación Total.	157
Tabla 32. Análisis estadístico final de la correlación entre las coordenadas GNSS NTRIP y las coordenadas dadas por la Estación Total, excluyendo los residuales que exceden la tolerancia..	157
Tabla 33. Comparación entre las distancias calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP, en el sistema Loma Quintana.	160
Tabla 34. Análisis estadístico para las distancias estimadas con la metodología GNSS NTRIP en el sistema local.	160
Tabla 35. Comparación entre las distancias calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP, en el sistema cartográfico UTM.	162
Tabla 36. Análisis estadístico para las distancias obtenidas a partir de las coordenadas GNSS NTRIP en el sistema cartográfico UTM.	162
Tabla 37. Comparación de las distancias sobre el elipsoide calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.	164
Tabla 38. Análisis estadístico para las distancias obtenidas a partir de coordenadas GNSS NTRIP en el elipsoide GRS80.	164
Tabla 39. Comparación de las distancias sobre el elipsoide calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.	166
Tabla 40. Cálculo del área del polígono 2, en el sistema Loma Quintana, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.	167
Tabla 41. Cálculo del área del polígono 3, en el sistema Loma Quintana, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.	167

Tabla 42. Cálculo del área sobre el elipsoide, del polígono 1, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología a NTRIP.....	172
Tabla 43. Cálculo del área sobre el elipsoide, del polígono 2, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.....	173
Tabla 44. Cálculo del área sobre el elipsoide, del polígono 3, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.....	173
Tabla 45. Comparación en el sistema Loma Quintana, de las áreas obtenidas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.....	174
Tabla 46. Comparación de las áreas en el elipsoide de referencia, obtenidas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.....	174
Tabla 47. Comparación en el sistema cartográfico UTM, de las áreas obtenidas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP.....	175
Tabla 48. Comparación entre las áreas en el sistema Loma Quintana, vs las superficies en el plano UTM, para los dos métodos ensayados.....	177
Tabla 49. Comparación entre las áreas en el sistema Loma Quintana, vs las superficies sobre el elipsoide de referencia, para los dos métodos ensayado. .....	177

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Parámetros del Transformación Datum Loma Quintana a PSAD 56.....	25
Fig. 2. Parámetros PATVEN/PSAD 56.....	26
Fig. 3. Elipsoide bi Axial..	28
Fig. 4 Diferencia entre Geoide y Elipsoide. Ondulación geoidal.....	29
Fig. 5. Sistema de Coordenadas Rectangulares Planas. ....	29
Fig. 6.Sistema de Coordenadas Rectangulares Espaciales.....	30
Fig. 7. Sistema de Coordenadas Geodésico Global y Geodésico Topocéntrico. .....	32
Fig. 8. Sistema de Coordenadas Geodésico Global y Geodésico Topocéntrico. .....	33
Fig. 9. Arco de meridiano y paralelo elipsoidal..	37
Fig. 10. Esquema de clasificación de los métodos de captura. ....	38
Fig. 11. Estación Total.....	42
Fig. 12. Cálculo del tiempo..	45
Fig. 13. Intersección de Circunferencias para el cálculo de la posición, sistema GNSS. ....	46
Fig. 14. Metodología del levantamiento RTK.....	51
Fig. 15. Sistema NTRIP.....	54
Fig. 16. Proceso de envío de datos de estación Remos a Receptores vía NTRIP. ....	57
Fig. 17. Sistema NTRIP: proceso de Conexión vía Internet .....	60
Fig. 18. Esquema Metodológico de la Investigación. ....	80
Fig. 19. Zona de estudio 1, Parroquia San Pedro. Manzanas: M1, M2, M3, M4, M5. ....	84
Fig. 20. Zona de estudio 2, Universidad Central de Venezuela.....	85
Fig. 21. Distribución de los vértices para el Control de los levantamientos con Estación Total.....	89
Fig. 22. Señalización del vértice UCV 3, Avenida interna UCV. Zona de estudio 2..	90

Fig. 23. Señal de los puntos de cambio que integran las poligonales envolventes para el levantamiento con Estación Total.....	91
Fig. 24. Gráfico de las mediciones GNSS en la modalidad Estático Rápido, Zona 2, UCV.....	92
Fig. 25. Envío y adquisición de datos con la metodología GNSS NTRIP.....	95
Fig. 26. Distribución de los puntos NTRIP en la Zona 1.....	96
Fig. 27. Distribución de los puntos NTRIP en la Zona 2.....	96
Fig. 28. Línea base de calibración para las distancias.....	99
Fig. 29. Disposición en campo de la estación y las distintas posiciones del prisma. ....	102
Fig. 30. Trazado de la poligonal cerrada del vértice T28-G2 al vértice T28. ..	108
Fig. 31. Trazado de la poligonal abierta sin control desde el vértice G2-T28 al vértice ICU118, y Radiación.....	109
Fig. 32. Poligonal abierta desde ICU118-P6 al punto BIO. ....	109
Fig. 33. Trazado de la poligonal del vértice T28-G2 al vértice UCV3.....	110
Fig. 34. Trazado de la poligonal envolvente del vértice UCV2-UCV1 al vértice UCV1.....	111
Fig. 35. Poligonal abierta desde el eje operativo UCV1-UCV2 hasta el punto de cambio P19. ....	111
Fig. 36. Medición de los puntos de detalle con la Estación Total. ....	113
Fig. 37. Esquema para el procesamiento de los datos GNSS Estático Rápido. ....	113
Fig. 38. Transformación de las coordenadas del vértice CCS1 por ITRF y Época, con el software TernITRF_v2.0.....	115
Fig. 39. Ventana principal software Trimble Total Control V. 2.7.....	116
Fig. 40. Configuración del sistema de coordenadas, software Trimble Total Control V. 2.7. ....	116
Fig. 41. Carga de los datos al software Trimble Total Control V. 2.7. ....	117
Fig. 42. Configuración de los parámetros de la antena, software Trimble Total Control V. 2.7. ....	117

Fig. 43. Configuración de los parámetros generales del proyecto, software Trimble Total Control V. 2.7.....	118
Fig. 44. Procesamiento de la red 1 (G2, ICU 118, UCV 3, T28, CCS1)..	119
Fig. 45. Procesamiento de la red 2 (UCV1, UCV2, CCS1).....	119
Fig. 46. Limpieza de la data: Escrutinio del vector CCS1_UCV1.....	120
Fig. 47. Vectores ajustados de la red 1.....	121
Fig. 48. Vectores ajustados de la red 2.....	121
Fig. 49. Cierre de Bucle, Red 1, triángulo 1, Vértices G2, ICU y CCS1, mostrándose los residuales en Norte, Este y la Altura elipsoidal. ....	122
Fig. 50. Cierre de Bucle Red 1, triángulo 3, Vértices T28, UCV3 y CCS1, mostrándose los residuales en Norte, Este y la Altura elipsoidal..	123
Fig. 51. Cierre de Bucle Red 1, único triángulo, Vértices UCV1, UCV2 y CCS1..	123
Fig. 52. Transformación de coordenadas al marco legal del vértice G2, software TernITRF_v2.0. ....	124
fig. 53. Transformación de la coordenadas geodésicas (ITRF94, 1995.4) del vértice G2, a coordenadas UTM, software Global Mapper V. 2016. ....	125
Fig. 54. Carga de los archivos de puntos de la Estación Total, Software Topcon Link.....	130
Fig. 55. Archivo de puntos de detalle, software Topcon Link. ....	131
Fig. 56. Propiedades de los puntos de control, Software Topcon Link.....	131
Fig. 57. Configuración de los puntos de cambio, software Topcon Link.....	132
Fig. 58. Asignar coordenadas a puntos de control, software Topcon Link. ....	132
Fig. 59. Revisión de las alturas de Instrumento y Prisma, software Topcon Link. ....	133
Fig. 60. Procesamiento final de los puntos de detalle, software Topcon Link.	133
Fig. 61. Esquema metodológico para efectuar el análisis y la evaluación de la metodología GNSS NTRIP en levantamientos catastrales de espacios urbanos	149
Fig. 62. Transformación de la coordenadas geodésicas (ITRF94, 1995.4) a coordenadas UTM, software “UTM. exe”..	168

Fig. 63. Configuración del archivo de puntos en el software GLOBAL MAPPER v-16.0. ....	169
Fig. 64. Configuración del sistema de coordenadas de un archivo de puntos con el software GLOBAL MAPPER v-16.0.....	170
Fig. 65. Dibujo de los polígonos para el cálculo de área sobre el elipsoide, en el software GLOBAL MAPPER v-16.0 .....	170
Fig. 66. Polígono del área 1, estacionamiento UCV, con puntos NTRIP, software GLOBAL MAPPER v-16.0. ....	171
Fig. 67. Área en el elipsoide del polígono 1, estacionamiento UCV, con puntos NTRIP, software GLOBAL MAPPER v-16.0.....	171

## NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

EDM: Medición Electrónica de Distancia.

EGM08: Modelo Gravitacional Terrestre 2008.

EGM96: Modelo Gravitacional Terrestre 1996.

GNSS: Sistema Global de Navegación Satelital.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

HTTP: Protocolo de transferencia de Hypertexto.

IERS: Sistema Internacional de Rotación Terrestre

IGVSB: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.

ITRF: Marco Internacional de Referencia Terrestre.

ITRS: Sistema Internacional de Referencia Terrestre.

NTRIP: Red de Transporte de Formato RTCM a través del Protocolo de Internet

PPM: Parte por Millón.

REGVEN: Red Geocéntrica Venezolana.

REMOS: Red de Estaciones de Monitoreo Satelital.

RINEX: Recive Independex Exchange, formato de transmisión de datos de observaciones GNSS.

ROVER: Receptor móvil de la señal se satélites GNSS.

RTCM: Comisión Técnica de Radio de Servicios Marítimos (RTCM), formato estandarizado para la transmisión de correcciones diferenciales a los usuarios de GNSS.

RTK: Real Time Kinematic. Método de Levantamiento GNSS.

UTM: Universal Trasversal Mercator. Proyección Cartográfica.

VGM10: Modelo Geoidal para Venezuela año 2010.

## INTRODUCCIÓN

El Catastro de un país alcanza elevada importancia si se entiende que es una prioridad de la comunidad la satisfacción de las necesidades esenciales de orden social y económico, y es precisamente el Catastro que permite a través de la descripción, delimitación y ubicación de los recursos inmobiliarios de un espacio, cumplir con estas exigencias de la sociedad, es decir censar, organizar y gestionar el territorio y los recursos nacionales y municipales.

El recurso cartográfico municipal, es decir, la cartografía catastral, y las bases de datos prediales (Planos de Mensura, Fichas Catastrales, Croquis), se presentan como el producto resultante del catastro que permite a las comunidades municipales entre otras cosas conocer, clasificar y ubicar espacialmente los elementos contenidos en dicho espacio, tanto para los fines fiscales como de la actuación administrativa como para la organización eficiente del territorio.

El catastro venezolano, en su ámbito municipal ha sido consumido por el tiempo; las bases de datos graficas de gran parte de los municipios no se encuentran actualizadas e inclusive no han sido producidas; por lo que generar, actualizar y complementar la cartografía y la información catastral es la necesidad en estos momentos para el territorio nacional.

Los métodos tradiciones de levantamiento de información catastral, suelen ser empleadas por el ente municipal para realizar las labores mencionadas, como es el caso de la topografía clásica, mas sin embargo, las exigencias y la necesidad de disponer de la información cartográfica de forma rápida y oportuna, ha ido evidenciando en los últimos años una creciente sustitución de las técnicas de levantamiento convencional por tecnologías satelitales (Sistema

Mundial de Navegación por Satélite GNSS) que permiten realizar posicionamiento y adquisición de información en tiempos menores.

La consolidación de estas herramientas satelitales como técnicas para levantamientos de información catastral, radica en la posibilidad de minimizar la complejidad que supone una medición convencional en lo que respecta al establecimiento de las redes catastrales, la mensura, deslinde y elaboración de cartografía.

Con el desarrollo de aplicaciones para transferir datos continuos a través de internet se han establecido métodos de observación satelital más rápidos, los cuales apoyados en herramientas cibernéticas (internet) permiten la determinación de coordenadas de forma más oportuna. Dentro de este marco de mediciones, en el país, ha emergido la metodología GNSS NTRIP, como herramienta alternativa para levantamientos de información para actualización Catastral, ofreciendo la posibilidad de levantar numerosos puntos parcelamientos con un solo equipo de medición, en tiempos menores a los levantamientos convencionales, y agilizando los procesos de actualización de los Planos de Mensura y los Croquis, y por ende del inventario grafico predial

La metodología GNSS NTRIP ha sido usada en cierta medida para algunos posicionamientos topográficos en el país, sin embargo, no ha sido completamente desarrollada ni comprobada para efectuar levantamientos catastrales, específicamente en zonas urbanas, lo cual se hace necesario, en vista de que su naturaleza de adquisición hace referir las coordenadas a un sistema global, con un elipsoide asociado, a diferencia de los métodos de captura convencionales que trabajan con sistemas locales.

El presente trabajo, tiene como objeto evaluar la metodología GNSS NTRIP en levantamientos topográficos con fines catastrales, para estimar los parámetros estándares geoespaciales de dicha metodología en el cumplimiento

de las exactitudes exigidas por el sector de Catastro, correlacionándola con mediciones topográficas directas, las cuales serán utilizadas como patrón.

Para su efecto, se realizaran mediciones con la metodología GNSS NTRIP, en áreas urbanas (utilizando sistemas de referencia geodésicos), levantándose linderos de parcelamientos, contornos de vialidad y edificaciones, e igualmente se levantarán utilizando la metodología convencional con Estación Total (en sistemas locales). Para su comparación se emplearán los programas: MICROSOFT OFFICE EXCEL V.2010, TRIMBLE TOTAL CONTROL V.2.7, TRN\_ITRFV. 2.0, GLOBAL MAPPER V.16.0, INVESDE 3D, entre otros.

Con los datos obtenidos, se analizará y evaluará el comportamiento de la metodología GNSS NTRIP para el posicionamiento catastral en virtud de la determinación de posiciones, áreas y distancias contrastándola con la metodología convencional; pudiéndose estimar los efectos que genera utilizar sistemas geodésicos globales para la mensura catastral, o sistemas y redes locales ajustadas.

Para culminar, se presentan las conclusiones y recomendaciones que sobre la información suministrada tenga lugar.

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Catastro representa la herramienta clave en la gestión administrativa y la ordenación del territorio de un país, como proceso y política del Estado para direccionar el desarrollo, permitiendo recopilar información de su geografía, distribuirla y ubicarla espacialmente. La ordenación del territorio de un país es una tarea esencial y necesaria para su desarrollo, dado que conocer, cuantificar y delimitar las riquezas y ubicación de sus recursos, en especial de su contenido inmobiliario, permite tener una adecuada gestión del territorio nacional y satisfacer las necesidades esenciales de orden social y económico; y es precisamente el Catastro el que facilita estos procesos a través de la delimitación, la clasificación del suelo según su uso o actividad, censo de los recursos, y ordenamiento del territorio sirviendo además de registro permanente de derechos sobre la tierra.

El territorio, en su expresión, está compuesto por parcelamientos tanto rurales como urbanos y es el Catastro el que proporciona la información esencial para clasificar y ordenar el espacio geográfico, siendo el municipio su máxima expresión. Bien sea desde su enfoque tradicional o multiutilitario, el Catastro debe relejar tres aspectos en relación a los inmuebles de un municipio, el aspecto jurídico, el valorativo y el aspecto físico.

En relación al aspecto físico de Catastro, el mismo, permite describir las formas, dimensiones y situación de las parcelas de los municipios que integran el territorio nacional cualquiera sea su uso o actividad, ajustándose a las indicaciones que sobre los linderos y dimensiones figuren en los documentos relativos al inmueble con el fin de generar o actualizar las bases de datos cartográficas, del municipio. En efecto, las características catastrales de las

parcelas y por ende del municipio quedan definidas en la cartografía oficial del mismo, y en las bases de datos gráficas y alfanuméricas (Planos de Mensura, Fichas Catastrales y croquis), permitiendo así la gestión del recurso inmobiliario.

En el país, una parte de los municipios cuenta con mapas catastrales en los que se representa y delimita su cubierta inmobiliaria; sin embargo es resaltante que en la actualidad el catastro municipal venezolano ha sido consumido por el tiempo; los espacios municipales en su mayoría no disponen de bases de datos graficas actualizadas e inclusive prescinden de ella; Por lo que levantar, actualizar y en casos complementar la cartografía y la información catastral, se presenta como una necesidad en estos momentos para el territorio nacional.

La actualización catastral, es la actividad que hoy queda en manos de los organismos municipales, y la misma requiere generalmente levantar nuevamente los Planos de Mensura, y/o de los Croquis de interés, para luego incluirlos en el mapa catastral que se dispone, a fin de complementarlo, y poder efectivamente entonces a partir de esta base de datos grafica clasificar y delimitar los espacios municipales venezolanos, (según su uso, actividad), y por ende conocer y gestionar los recursos allí contenidos, derivándose además de allí la información necesaria para poder exigir los impuestos sobre la propiedad municipal y por ende generar el ingreso económico para proveer los servicios. De esta manera, la actualización catastral exige realizarse cuanto antes en los municipios venezolanos, de forma rápida y oportuna y para beneficio del territorio nacional.

Dependiendo del volumen y la periodicidad de la información manejada, los municipios pueden sucesivamente actualizar el material cartográfico, utilizando diferentes métodos de levantamientos de la información, cualquiera de los cuales deben garantizar la posición planimétrica de los vértices de

propiedades, lotes, y las áreas que estos involucran, todo ello en el nivel de exactitud exigida por las normativas nacionales y por la cartografía; y por ende la consonancia con la realidad.

En Venezuela, las comunidades municipales han aceptado el uso de la cinta métrica para propósito de actualización de inventario predial, para levantamiento de contornos, con base al hecho de que disponer de ingresos fiscales altos, es decir, el recurso económico y el personal capacitado para estas labores, entre otras, cosas resulta complicado para poblaciones en crecimiento como la venezolana.

Sin embargo la correspondencia entre la realidad existente en el terreno y lo representado en las bases de datos gráficas para asegurar la seguridad jurídica, genera la necesidad de los municipios venezolanos de utilizar una tecnología combinada con unos procedimientos que aseguren estas exactitudes y los requerimientos técnicos de la normativa nacional de catastro, especialmente en los ámbitos urbanos nacionales.

De esta manera, municipios venezolanos desde hace unos años han venido realizando los levantamientos topográficos con fines de producción y/o actualización catastral empleando los métodos convencionales de Topografía clásica, especialmente con el uso de la Estación Total, los cuales, referidos a un sistema local, y apoyados en poligonales municipales encerradas dentro del núcleo urbano, les han permitido obtener las posiciones planimétricas de los vértices, así como las áreas parcelarias involucradas con las suficientes exactitudes como para garantizar el cumplimiento de los estándares catastrales en la gestión urbana, mas necesitando personal y tiempos de ejecución mayores.

Así mismo, con una frecuencia cada vez mayor, el levantamiento de información catastral se ha venido apoyando en técnicas basadas en el

posicionamiento satelital GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), usadas en general para la medición de las Redes Geodésicas Municipales, y en menor medida para deslindes y mensuras particulares proporcionando coordenadas con un elevado grado de precisión pero requiriendo condiciones de operación favorables.

Por otra parte, el desarrollo de aplicaciones para transferir datos continuos a través de internet, ha llevado al establecimiento de métodos de observación satelitales para Topografía y Catastro más rápidos y oportunos; como es el caso del GNSS NTRIP, la cual es una metodología que utilizando solo un receptor móvil permite la medición de coordenadas en tiempo real a través de correcciones diferenciales que son generadas desde una estación de monitoreo continuo y se emiten vía internet al receptor móvil.

La metodología GNSS NTRIP llegó al país desde hace aproximadamente 8, y desde entonces se ha venido utilizando como una alternativa para levantamientos topográficos, aplicándose en trabajos privados, Sin embargo, también se ha podido extender a levantamientos de información catastral, para deslinde de forma particular sin atención a las exactitudes mostradas en relación a los requerimientos dados por las normativas.

NTRIP se presenta ante las municipalidades como una nueva alternativa para levantamientos de información para actualización Catastral, en vista de que ofrece la posibilidad de levantar un numeroso grupo de puntos, traducidos en hitos de parcelamientos que integran la municipalidad, así como vértices de contornos de elementos que pueden ser objeto del catastro, necesitando un solo equipo de medición y en tiempos menores a los ofrecidos por los levantamientos convencionales, permitiendo entonces agilizar los procesos de actualización de los Planos de Mensura y los Croquis, y por ende del inventario grafico predial tan requeridos por el catastro nacional urbano.

Sin embargo, cabe señalar que la metodología GNSS NTRIP no ha sido comprobada para efectuar levantamientos catastrales, específicamente en zonas urbanas, y por muy novedosa que sea, dado que representa un método de posicionamiento satelital, las posiciones planimétricas con ella adquiridas, están referidas a sistemas globales y en el Catastro para poder representar los puntos adquiridos bajo un sistema global sobre un Plano de Mensura, se requiere entonces recurrir a proyecciones cartográficas, o transformaciones a un plano, en cuyo proceso de cálculo se tiende a disminuir las exactitudes de las coordenadas obtenidas, lo cual para levantamientos de información catastral, resaltando el ámbito urbano, es un aspecto que debe ser considerado.

Ante las consideraciones señaladas, se plantean entonces las siguientes interrogantes ¿cumplirá la metodología GNSS NTRIP con los estándares requeridos para los levantamientos involucrados en la producción y/o actualización catastral?, ¿Generará impacto en las exactitudes obtenidas para las posiciones planimétricas y las áreas de las subdivisiones prediales, el usar métodos convencionales con un sistema de referencia local o usar la metodología GNSS NTRIP con sistemas de referencia globales?

La presente investigación, tiene como propósito evaluar los parámetros estándares geospaciales de la metodología GNSS NTRIP, así como el método topográfico directo con Estación Total, en los levantamientos prediales en espacios urbanos con fines de actualización catastral, en lo que respecta a la consistencia y calidad de las posiciones obtenidas y de las áreas parcelarias estimadas en virtud de los requerimientos establecidos por la normativa catastral.

De esta manera, se busca verificar el grado de fiabilidad que tienen las mediciones con la metodología GNSS NTRIP, para levantamientos de información en relación a la actualización catastral; al compararla

especialmente con la medición convencional con Estación Total, para ver el impacto que tiene la utilización de diferentes procedimientos y sistemas de referencia, en la obtención de posiciones confiables para el catastro urbano; más aún, es de interés analizar las áreas calculadas con NTRIP traducidas en vértices de delimitaciones prediales, representan o envuelven, dado que la exactitud con la que son determinadas influye en el aumento o disminución de la superficie del terreno, y en consecuencia afecta el aporte tributario municipal (impuesto) y el valor del terreno de una propiedad en cuestión, el cual para espacios urbanos representa costos elevados.

En última instancia, la comparación a efectuar, permitirá emitir juicios de valor y establecer las características que la metodología objeto de estudio, presenta para fines de levantamiento de información para actualización catastral.

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.2 Objetivo General**

Evaluar los parámetros estándares geospaciales de la metodología GNSS NTRIP y los levantamientos directos aplicados a levantamientos con fines catastrales urbanos.

### **1.2.3 Objetivos Específicos**

- Compilar y categorizar información documental sobre el estado del arte de las metodologías a evaluar.
- Definir los sistemas de referencia para la comparación de las mediciones.
- Planificar y ejecutar mediciones mediante la metodología GNSS NTRIP en las áreas sometidas a estudio.

- Planificar y efectuar mediciones topográficas directas en las áreas levantadas.
- Obtener la data estandarizada para la comparación.
- Analizar comparativamente los resultados de los diferentes datos procesados.
- Evaluar los resultados de la comparación con base a parámetros estándares.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio, tiene valiosa importancia por cuanto permitirá determinar el grado de efectividad que tienen las mediciones GNSS mediante la metodología GNSS NTRIP en la realización de levantamientos topográficos con fines catastrales, así como cuantificar la influencia que tiene la utilización de diferentes sistemas de referencia, geodésicos globales y/o locales, en la calidad de las posiciones obtenidas.

Estos resultados se alcanzaran al comparar la medición directa de posiciones planimétricas de los vértices y áreas de parcelamientos municipales, obtenidas por Topografía convencional con el instrumento Estación Total en comparación con las recolectadas con la metodología GNSS NTRIP; permitiéndose en su efecto, conocer los estándares geoespaciales de ambas metodologías en la delimitación de predios, y evaluar la validez de la metodología GNSS NTRIP, en la adquisición de información para actualización catastral, verificando el cumplimiento de los estándares requeridos en el sector de Catastro en espacios urbanos.

En sus efectos si los resultados muestran un bajo grado de confiabilidad en las posiciones obtenidas, para la metodología objeto de estudio, o por el contrario refuerzan la validez de dicha técnica, los mismos permitirán dilucidar

efectivamente la aplicabilidad para el sector de Catastro del mejor método para llevar a cabo estos levantamientos.

#### **1.4 ALCANCE**

Con la investigación aquí señalada se evaluarán los parámetros geoespaciales de la metodología GNSS NTRIP en la ejecución de levantamientos topográficos orientados al Catastro de gestión urbana. En efecto, se ejecutarán mediciones con la metodología objeto de estudio y con la Estación total (método convencional), en 2 áreas específicas de la parroquia San Pedro, Municipio Libertador, del Distrito Capital:

El área 1, representada por 5 manzanas constituidas por edificios y locales comerciales, localizada en el sector Los Símbolos, y el Área 2, espacios de la Facultad de Ingeniería, Comedor y Jardín “Tierra de nadie” de la Universidad Central de Venezuela; cubriendo entre ambas áreas una superficie aproximada de 0,470 km<sup>2</sup>.

Con las mediciones realizadas, se efectuarán comparaciones para señalar la efectividad y fiabilidad de la metodología GNSS NTRIP en la determinación de posiciones planimétricas y la estimación de áreas de parcelamientos urbanos, pudiendo de esta manera estimar el impacto que genera la utilización de diferentes sistemas de referencia y procedimientos de levantamiento, en la mensura de los vértices de los predios, y la exactitud de las áreas que las posiciones capturadas encierran, para de esta manera, dejar una visión en relación a los métodos apropiados que pueden usarse para levantamiento de información para actualización catastral, mostrando en qué medida, y bajo cuales restricciones puede de ser aplicada la metodología GNSS NTRIP para espacios urbanos.

## 1.5 MARCO REFERENCIAL

Los antecedentes de la investigación, para Tamayo y Tamayo (2000), resalta que: “Se trata de una síntesis conceptual de la investigación o trabajo realizado sobre el problema formulado con el fin de determinar el enfoque metodológico de la misma investigación” (p. 25). Se puede señalar que comprende una revisión de trabajos anteriores, que orientarán a definir la metodología a seguir y le permitirá ampliar el horizonte de estudio.

De allí pues que el marco referencial del presente estudio expone, estudios anteriores vinculados al propósito del mismo. Estas investigaciones anteriores orientan a la investigadora con relación técnica, métodos y conclusiones que eventualmente pudiesen vincular al trabajo.

En este sentido, se encuentra el estudio de Tierra, A y Álvarez, C (2011), titulado “Implementación de mediciones GNSS para la realización de correcciones diferenciales en tiempo real mediante el uso de NTRIP “. Trabajo realizado con área de estudio en la sierra y el oriente de Ecuador, y publicado en la Revista Geoespacial nro. 8 de la Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador (2011), dicho proyecto se basó en evaluar la metodología NTRIP en el Ecuador, a partir de diferentes pruebas considerando: la longitud de la línea base, y el tiempo de rastreo en cada punto.

El proceso consistió en dos fases; resaltando la segunda fase del mismo; que se basó en realizar mediciones GPS/NTRIP en 6 puntos con coordenadas conocidas que físicamente existían como un mojón y se obtuvieron las diferencias entre NTRIP y las coordenadas fijas de dichos vértices a diferentes tiempos y distancias, con exactitudes entre 1 cm y 40 cm respectivamente en horizontal. Y una prueba que consistió en realizar el levantamiento catastral del contorno de la Escuela Politécnica de Ecuador, midiendo los contornos con la metodología NTRIP y Luego con la técnica RTK,

con tiempo de rastreo de 1 segundo tanto para NTRIP como para RTK. En dicho levantamiento se comparó RTK y NTRIP, donde NTRIP presentó una mejor obtención de soluciones fijas sobre RTK. Los resultados arrojaron buenas consideraciones para NTRIP sobre todo con distancia largas donde las exactitudes no sobrepasan los 40 centímetros en 5 segundos.

La investigación antes señalada, tiene relevancia al estudio, en lo que respecta a las consideraciones que sobre las mediciones NTRIP se tienen y pueden afectar las precisiones, como el tiempo de medición por punto, y la longitud de la línea base, aspecto que pudiera ser considerados para los trabajos de campo a realizar en el presente estudio, así como el tratamiento estadístico realizados a los datos, dado que en dicho estudio se evaluaron punto a punto las diferencias entre los posicionamientos obtenidos.

Otra investigación es la realizada por Márquez, A. (2007), titulada “NTRIP Herramienta Indispensable para la Cartografía y el Catastro” ponencia presentada en las II Jornadas Nacionales de Geomática por la empresa C.A. MECINCA”. La investigación consistió en realizar pruebas con la metodología NTRIP, a diferentes distancias entre la Base y el Rover para mostrar la fiabilidad de la técnica. Dichos ensayos fueron llevados a cabo siguiendo una ruta de medición, que partió desde Chacao, vía la Castellana, pasando por la Cota Mil y siguiendo hasta Guarenas, Guatire, hasta llegar un poco más allá a unos 42 Km de la base donde ya la señal no llegaba.

La tarea fue que en cada punto se tomó una observación Estática, que fue procesada al día siguiente y en el mismo punto se observaron las coordenadas en Tiempo Real RTK corregidas mediante NTRIP usando como estación base una estación permanente SOKKIA colocada en las instalaciones de MECINCA. También en algunos puntos se midió con receptores de una sola frecuencia para observar su comportamiento y comparar algunos resultados. Se compararon los resultados entre las técnicas de posicionamiento ensayadas

y las diferencias medias estuvieron en el orden de los  $\pm 0,003$  m y  $\pm 0,020$  para distancias entre 1 a 30 km respecto a la base.

Se señala también la investigación llevada a cabo por A. Briceño, M. Hoyer y otros (2009), titulada “Mediciones GPS NTRIP: una nueva alternativa para el posicionamiento preciso en Venezuela”, cuyo objetivo era evaluar los diversos aspectos que sobre las mediciones NTRIP influyen en términos de precisión y exactitud. El ensayo consistió en realizar mediciones satelitales con GPS de tipo estático diferencial postprocesado, y observaciones NTRIP sobre puntos seleccionados a diferentes radios de separación con respecto a la estación permanente GNSS MARA, localizado en la ciudad de Maracaibo, así como en otros puntos de la Costa Oriental del Lago en el Edo. Zulia, utilizando receptores de una y doble frecuencia.

De esta forma se analizaron los efectos del uso de una o dos frecuencias portadoras, longitud de las líneas bases, obstrucciones e interferencias a la señal GPS, latencia y otros factores, sobre las observaciones en tiempo real NTRIP. Adicionalmente, con el fin de evaluar la metodología NTRIP en tiempo real en trabajos topográficos rutinarios, también se ejecutó un levantamiento planimétrico de ciertos puntos detalles del Parque Vereda del Lago, situado al este de la ciudad de Maracaibo. Como patrón de comparación, se midieron con cinta las longitudes y grosores de las mismas. El comportamiento de las observaciones con respecto al posicionamiento estático se ubicó en  $\pm 0,050$  m en posición horizontal, y  $\pm 0,15$  m en altura elipsoidal.

Estos trabajos orientan la presente investigación por cuanto se muestra la necesidad de efectivamente evaluar el funcionamiento en el país de la metodología de posicionamiento satelital GNSS NTRIP, por ser una modalidad nueva y con posible potencialidad para numerosas aplicaciones.

Si bien en todos los trabajos se realizaron ensayos con NTRIP, todas las investigaciones se afinan a hacer comparaciones y evaluaciones utilizando metodologías que utilizan los mismos sistemas de referencia, es decir sistemas geodésicos; no se encontraron trabajos que correlacionen las técnicas tradicionales que bien garantizan las exactitudes y la realidad existente en el terreno en un sistema local, con la metodología objeto de estudio, específicamente en el levantamiento y/ o actualización de información catastral urbana.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico, no es más que el conjunto de bases que sustente una investigación, facilitando de esta manera la mejor apreciación por parte del lector que la revisa. Para Sabino, (2004) el marco teórico: “Conforma las bases sobre las cuales se va a construir el proyecto, es decir, el investigador debe explicar detalladamente todo lo que el lector necesita saber para entender lo que usted expone sin preguntarle nada, ni pedirle aclaraciones adicionales.”(p.29). De allí, se entiende por marco teórico todos aquellos conceptos, definiciones, argumentos, bases legales, entre otros, que ayuden al investigador a sustentar la investigación en estudio.

Las bases teóricas de una investigación soportan con principios, teorías y conceptos todo problema investigativo. Las bases teóricas que soportan el presente trabajo de investigación están constituidas por principios, teorías y conceptos, afines con la problemática planteada, contenida en textos y publicaciones electrónicas especializadas, cuya utilidad marcarán las pautas para la satisfacción de los objetivos de la investigación. A continuación se desarrolla el esquema teórico:

#### **2.1 SISTEMAS Y MARCOS DE REFERENCIA GEODÉSICOS CONVENCIONALES**

Un Sistema de referencia geodésico convencional es un sistema de referencia en el que todas las constantes numéricas, parámetros e hipótesis y teorías para el establecimiento del sistema de referencia son especificados de modo concreto (Furones, A; 2011, pág. 3).

De acuerdo a la publicación de Furones, A (2011), “dado que un sistema de referencia es un modelo (una concepción, una idea) éste es materializado a través de observaciones de puntos materializados sobre la superficie terrestre cuyas coordenadas son determinadas sobre el sistema de referencia dado, dicho conjunto de puntos se denomina Marco de Referencia” (pág. 3). Atendiendo a esta consideración, se puede decir que el marco de referencia es el conjunto de puntos con coordenadas y velocidades conocidas en ese sistema de referencia convencional y que sirven para materializar en el espacio el sistema de referencia.

### **2.1.1 Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS)**

EL Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS) tiene la responsabilidad de mantener y proporcionar los sistemas convencionales de referencia a través de cooperación internacional, bajo la potestad de la IAG y vínculos estrechos con la IAU.

El IERS es el encargado de proporcionar y mantener el Sistema Internacional de Referencia Celeste (ICRS: International Celestial Reference System) materializado por el Marco Internacional de Referencia Celeste (ICRF: International Celestial Reference Frame) y el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS) que es materializado por el Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF). De igual manera, el IERS debe proveer información precisa y periódica sobre la orientación terrestre (EOP: Earth Orientation Parameters) como conexión entre el ICRF y el ITRF. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, pág. 8).

### **2.1.2 Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS)**

El Sistema Convencional de Referencia Terrestre (CTRS) observado, calculado y mantenido por el IERS se conoce como ITRS (International Terrestrial Reference System) o Sistema Internacional de Referencia Terrestre, el cual es un Sistema de Referencia que forma un sistema geocéntrico con origen en el centro de masas terrestre (incluyendo océanos y atmósfera).

Básicamente en el sistema la base para la escala la constituye el metro (en el sistema Internacional) y con orientación de sus ejes tal como estableció la BIH en 1984 (Furones, A; 2011, pág. 14):

- Su polo coincide con el polo definido por el CIO (Convencional International Origin) para 1903.0, el cual fue adoptado oficialmente en 1967 por la IAU y la IAG.
- El eje X es orientado hacia el meridiano de Greenwich convencional determinado por el IERS en 1903.0, llamado también meridiano de referencia IERS.
- El eje Z está orientado hacia el polo del CIO. El polo del CIO es la dirección media del polo determinada a partir que las mediciones de cinco estaciones del Servicio Internacional de Latitud (ILS: International Latitude Service) durante 1900.0 y 1906.0
- Eje Y Formando una tripleta dextrógira con los ejes anteriores sobre el plano del ecuador convencional, es decir un sistema de mano derecha.

### **2.1.3 Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF)**

El ITRF o Marco Internacional de Referencia Terrestre, es la aplicación práctica del ITRS, es decir su materialización. El ITRF está conformado por las coordenadas cartesianas geocéntricas (X, Y, Z) y las velocidades (Vx, Vy, Vz) de un conjunto de estaciones (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2004),

pág. 11), observadas usando técnicas geodésicas espaciales (VLBI, LLR, SLR, GPS y DOPLER) (Seeber, G; 2003, pág. 16), sus unidades corresponden con el sistema internacional (SI). Las velocidades de las estaciones (velocidad con la que se mueven las placas tectónicas) son incluidas ya que por efecto de la geodinámica terrestre, en el tiempo, las posiciones de los vértices varían de sus posiciones originales.

Por consiguiente, dada la dependencia de las coordenadas geodésicas con respecto al tiempo, el ITRF es complementado indicando la época para la cual las posiciones de sus estaciones son vigentes. Por ejemplo, la denominación ITRF2000, indica que las coordenadas de esta red están definidas 1 de enero de 1997 (IERS 2003), haciéndolo coincidente con la nueva definición del WGS84 (G115) (World Geodetic System 1984, semana GPS No. 1150). Su traslado a fechas diferentes, implica la aplicación de velocidades, incorporación constante de nuevas estaciones, nuevas observaciones en las estaciones ya existentes, mejora en la precisión de las mismas y nuevos métodos de procesamiento. El marco de referencia más recientemente calculado es el ITRF2008, y las posiciones obtenidas con GPS de manera autónoma pueden asumirse equivalentes a dicho marco.

La principal utilidad del ITRF es que, a partir de su definición se calculan las efemérides precisas de los satélites GPS, lo que garantiza, que cualquier punto sobre la superficie terrestre que haya sido ligado al ITRF vigente está en el mismo sistema de referencia utilizado por los satélites.

#### **2.1.4 Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas del Sur (SIRGAS 1977).**

SIRGAS constituye el sistema geodésico de referencia para los países de América del sur y representa la densificación continental en América del Marco de Referencia Internacional (ITRF). El Sistema de Referencia

Geocéntrico para las Américas del Sur “comprende una red de estaciones GPS de alta precisión con la densidad suficiente de puntos que cubre homogéneamente el continente americano en su parte sur” (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, pág. 12).

El Proyecto SIRGAS inició en la Conferencia Internacional para la definición de datum geocéntrico sur americano, llevada a cabo en octubre de 1993 en Asunción, Paraguay. Su objetivo principal era el de Definir un sistema de referencia para América del Sur y establecer y mantener una red de referencia a través de la integración de las redes geodésicas nacionales de cada uno de los países suramericanos.

Para tales efectos, se llevaron a cabo dos campañas GPS; una en el año 1995, donde se establecieron 57 estaciones que cubrían América del Sur; y la segunda, durante el año 2000, levantándose aproximadamente 180 estaciones distribuidas por toda América. En este sentido, se acordó utilizar como datum geocéntrico un sistema de ejes coordenados basado en el sistema de referencia SIRGAS, equivalente al ITRF94, época 1995.4, y con los parámetros del elipsoide GRS80.

<b>Elipsoide</b>	<b>Semieje Mayor (a)</b>	<b>Semieje Menor (b)</b>	<b>Achatamiento</b>
(Geodetic Reference System, 1980).	6.378.137,0 m	6.356.752,3 m	1/298,26

*Tabla 1. Parámetros del elipsoide GRS80. Fuente: Elaboración propia.*

El mantenimiento de SIRGAS incluye, además de la preservación física de los monumentos, el cambio de las coordenadas a través del tiempo. Para ello, las velocidades de cada una de las estaciones SIRGAS son calculadas a partir de observaciones repetitivas (Drewes G, 1998, citado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, pág. 13) realizadas por las estaciones de monitoreo continuo GNSS de la red.

## **2.2 SISTEMAS DE REFERENCIAS GEODÉSICOS**

Un sistema de referencia es el conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que definen, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres ejes coordenados (X, Y, Z). A su vez, Furones, A (2011), define al sistema de referencia como “una definición conceptual de teorías, hipótesis y constantes que permiten situar una tripleta de ejes coordenados en el espacio, definiendo su origen y su orientación”. (pág. 3).

Un sistema de referencia geodésico, queda definido por una superficie de referencia, o elipsoide de referencia ajustado al geoide de la zona de un determinado lugar, las coordenadas del datum, y su realización practica mediante un marco de referencia.

### **2.2.1 Datum**

El conjunto de parámetros que describen la relación entre un elipsoide local particular y un sistema de referencia geodésico mundial se llama un datum geodésico (Seeber, G; 2003, pág. 26).

Por su parte, Organización Internacional de Hidrografía (OIH) (1994), define el Datum geodésico como, “un conjunto de parámetros que especifican la superficie de referencia o el sistema de referencia de coordenadas utilizado por el apoyo geodésico en el cálculo de coordenadas de puntos terrestres; comúnmente los Datums se definen separadamente como horizontales y verticales” (pág. 59). En este sentido, y de acuerdo a lo anterior, se requieren dos tipos de puntos de referencia: un datum horizontal para definir las coordenadas geodésicas y un datum vertical al cual se refieren las elevaciones.

## 2.2.2 Datum Horizontal

El datum horizontal es un modelo matemático de la tierra que se usa para calcular las coordenadas geodésicas de los puntos del sistema de Referencia. El datum geodésico horizontal consta de un elipsoide sobre el que se realizan los cálculos y un punto de partida. Se define de un grupo de 8 parámetros: 2 para la forma del elipsoide y 6 para la posición y orientación.

Los parámetros a los cuales se le asignan valores para especificar la posición del elipsoide son llamados "parámetros para el posicionamiento del Datum", y de acuerdo al origen sistema de coordenadas geodésicas utilizado (Geocéntrico o Topocéntricos), estos parámetros varían para las dos clases de datums horizontales.

### 2.2.2.1 Datum Horizontal Topocéntrico

El sistema coordenada terrestre fijo es un sistema astronómico local en el punto inicial y el sistema de elipsoide fijo es un sistema geodésico local con el mismo punto (Krakiwsky & Wells, 1973, pág. 50). En total consta de elementos o condiciones de partida; estos son:

- Una superficie de referencia: un elipsoide de revolución de dos ejes de referencia en conjunto con un sistema local bi-dimensional.
- Un punto llamado "Fundamental", cuya posición ha sido determinada por mediciones astrogeodésicas y gravimétricas. En dicho punto la normal al elipsoide y la vertical del Geoide coinciden, con lo que también coincidirán las coordenadas astronómicas y geodésicas

### 2.2.2.2 Datum Horizontal Geocéntrico

Con los desarrollos en la tecnología satelital, como el sistema GPS ahora es posible obtener directamente coordenadas en un sistema geocéntrico, que considera toda la superficie terrestre y cuyo origen es el centro de masa de la tierra, por ejemplo, el Sistema de Referencia Global de 1984, WGS84, cuyo datum con el mismo nombre (WGS84) puede considerarse horizontal y geocéntrico. En este caso los parámetros posicionadores del datum son (Krakiwsky & Wells, 1973, pág. 50):

- Un elipsoide de revolución de dos ejes de referencia
- las coordenadas terrestres promedio del origen del elipsoide :  $X_0, Y_0, Z_0$
- Y tres ángulos de rotación  $W_1, w_2, w_3$ , requerido para definir el desalineamiento entre los ejes.

### 2.2.2 Datum vertical

Es la superficie de referencia para el cálculo de elevaciones o profundidades. El datum vertical es generalmente la superficie del nivel medio del mar (SNMM), aunque esta puede ser cualquier superficie de nivel arbitraria definida por una altura supuesta para alguna marca alimétrica.

Se define altura como la distancia que hay entre la superficie terrestre y la superficie de referencia vertical; por tanto, puede decirse que la altura de un punto queda determinada por la vertical normal a la superficie equipotencial de gravedad igual al nivel medio de los mares no perturbados, en función de la densidad y distribución de masas en el interior de la tierra. Esta altura se denomina Altura Ortométrica.

### 2.2.3 Sistemas de Referencia Geodésicos y Datum utilizados en Venezuela

#### 2.2.3.1 Datum Suramericano Provisional de 1956 (PSAD 56)

El PSAD 56 Constituye el sistema de referencia de la Red Geodésica de Triangulación de 1er orden que materializa el control geodésico horizontal en Venezuela. El mismo fue adoptado como Datum provisional para los países de Suramérica en 1956, y estuvo vigente en Venezuela hasta el 31 de marzo de 1999 con las siguientes características.

- Datum convencional de posición geodésica horizontal: astrogravimétrico y topocéntrico, con origen en la ciudad de La Canoa, provincia de Anzoátegui, Venezuela.
- Superficie de referencia: Elipsoide de Internacional de 1924.
- Punto fundamental (Origen de coordenadas):  
 $\phi_0 = 08^\circ 34' 17.170''$  Norte,  
 $\lambda_0 = -63^\circ 51' 34.880$  al oeste de Greenwich,  
Acimut definido a la estación de Pozo Hondo (AZ) =  $40^\circ 22' 45.96$

#### 2.2.3.2 El Datum Loma Quintana de 1911

En un sistema de referencia de coordenadas rectangulares planas de origen local. El datum con el mismo nombre "Loma Quintana" adoptado en 1935, como sustituto del antiguo datum del observatorio Cajigal, Caracas, (Moreau, A, pág. 395). El punto origen para el sistema fue establecido en la ciudad de Caracas en el fraccionamiento El Mirador, parroquia 23 de Enero por presentar mejor visual para la triangulación del mapa físico. Entre sus características, se menciona:

- Punto fundamental (Origen de coordenadas):  
Falso Este E: 0,000 m

Falso Norte N: 0,000 m

Altura Ho = 1,077.54 m sobre el nivel medio del mar en La Guaira.

- Superficie de referencia: Elipsoide Internacional de 1924.
- Punto fundamental (Origen de coordenadas geodésicas):

Latitud  $\phi_0 = 10^\circ 30' 24,274''$  N,

Longitud  $\lambda_0 = -66^\circ 56' 01,076''$  Oeste de Greenwich,

Acimut definido a la estación Volcán (Az) =  $316^\circ 01' 50.30''$ ,

El 23 de diciembre 1986, se obtuvieron los parámetros de transformación de datum entre Loma Quintana y PSAD 56, basada en la transformación de Helmert y en una solución de 79 estaciones ubicación compartida (Mugnier, C; 2000, pág. 3).

De Loma Quintana a PSAD 56:

DX = -43.50 m,

DY = 96,14 m,

DZ = -15.18 m,

Escala = + 16.70x10<sup>-6</sup>,

RX = -1,43",

RY = -0,65",

RZ = -0,33".

Fig. 1. Parámetros del Transformación Datum Loma Quintana a PSAD 56. Fuente: Mugnier, C; 2000, Pág. 3.

### 2.2.3.3 Red Geocéntrica Venezolana (REGVEN)

La Red Geocéntrica Venezolana REGVEN es la densificación del sistema SIRGAS en Venezuela, y se define como “el conjunto de vértices situados sobre el terreno, dentro del territorio nacional, representados físicamente por medio de monumentos permanentes o marcas geodésicas y cuya posición en la época adoptada es conocida con mucha exactitud. (IGVSB, 2000, pág. 1) Por consiguiente y de acuerdo a lo anterior, REGVEN es un

conjunto de puntos materializados sobre la superficie física terrestre, en este caso de Venezuela, cuyas posiciones temporales están definidas y orientadas en un sistema convencional de coordenadas.

La Red Geocéntrica Venezolana (REGVEN) fue asumida como el Sistema Geodésico Nacional en el año 2000 y en ella han de referirse los levantamientos geodésicos y topográficos realizados en el país, según el artículo N° 11 de la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela nro 37.002 del 28 de Julio del año 2000. La misma, se encuentra referida a la solución ITRF 94, época 1995.4 y como elipsoide asociado el GRS80.

Para la transformación de coordenadas del sistema PSAD 56 a REGVEN y viceversa, se utilizarán los parámetros de transformación para Venezuela. (PATVEN-97/PSAD 56) (IGVSB, 2000, pág. 2)

DX (m) = -270,933	EX (") = -5,266	Coordenadas del punto fundamental
DY (m) = 115,599	EY (") = -1,238	XM = 2464351,59
DZ (m) = -360,226	EZ (") = 2,381	M = -5783466,61
	FE (ppm) = -5,109	ZM = 974809,81

*Fig. 2. Parámetros PATVEN/PSAD 56. Fuente: IGVSB 2000.*

#### 2.2.3.4 Red de Estaciones de Monitoreo Satelital (REMOS)

La Red de Estaciones de Monitoreo Satelital REMOS es un conjunto de estaciones distribuidas en todo el país, las cuales capturan información satelital de manera continua. Está compuesta por receptores GNSS, capaces de rastrear los satélites disponibles en forma continua, y por un sistema informático que posibilita el almacenamiento, corrección y distribución de los datos captados por el receptor a los usuarios vía internet de manera

gratuita, permitiendo a los usuarios vincularse de manera directa al Sistema Geodésico Nacional, sin necesidad de instalar o colocar un receptor GPS adicional en modo diferencial o relativo.

Las estaciones REMOS ofrecen los servicios:

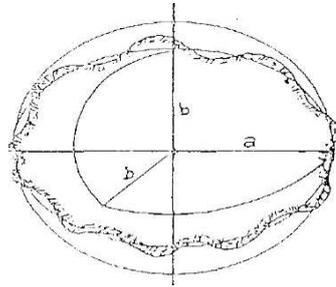
- Acceso gratuito a coordenadas de precisión y a los datos que se registran en cada una de las estaciones, en formato RINEX (Receiver INdependent Exchange) con mensajes en RTCM, versiones CMR, RTCM3.0y RTCM2.3 y en archivos con intervalos variables de 1,5 y 30 segundos.
- Corrección en tiempo real (RTK) vía NTRIP.

## **2.3 SUPERFICIES DE REFERENCIA**

### **2.3.1 Elipsoide**

Se define como elipsoide, al cuerpo geométrico generado a partir de la rotación de una elipse sobre su eje menor, adquiriendo de esta forma el factor volumen que caracteriza a un elipsoide de revolución. Dado que las determinaciones de las coordenadas de un punto sobre la superficie terrestre deben ser soportadas por algún tipo de superficie, resulta el elipsoide la figura definida que sirve de materialización al cálculo de la situación de los puntos geodésicos, determinándose como elipsoide de referencia una vez que se define su configuración de acuerdo al geoide a través de los parámetros matemáticos de una elipse.

La superficie natural o real de la Tierra se aproxima mediante un elipsoide de dos ejes distintos, donde un eje menor está en la dirección al polo y en el plano ecuatorial están al eje mayor y el otro eje menor.



*Fig. 3. Elipsoide bi Axial. Fuente: Blanco, J; 2014.*

Un elipsoide de revolución es definido por su semieje mayor (a) y su semieje menor (b) o aplanamiento (f).

### **2.3.2 El Geoide**

Término acuñado por J. B Listing, en 1872, luego usado por F.R. Helmert en 1880 y 1884 para designar una superficie global de referencia para las alturas y la cual se adapta o ajusta mejor al nivel medio del mar. Si los océanos fueran homogéneos y no existieran efectos dinámicos (corrientes marinas, descargas de ríos, vientos, etc.), la superficie de los océanos formarían el nivel medio del mar y por lo tanto coincidiría con el Geoide. Esto no es así por las variaciones de densidad del agua (salinidad, temperatura, presión, etc.) y los efectos dinámicos.

El geoide está definido para instantes específicos, por una superficie media de todas las superficies para ese instante específico, obtenida con base a registros de largos períodos de observación de altura de las mareas y esa superficie media global se prolonga a través de las masas continentales en forma continua, homogénea y no es perturbada.

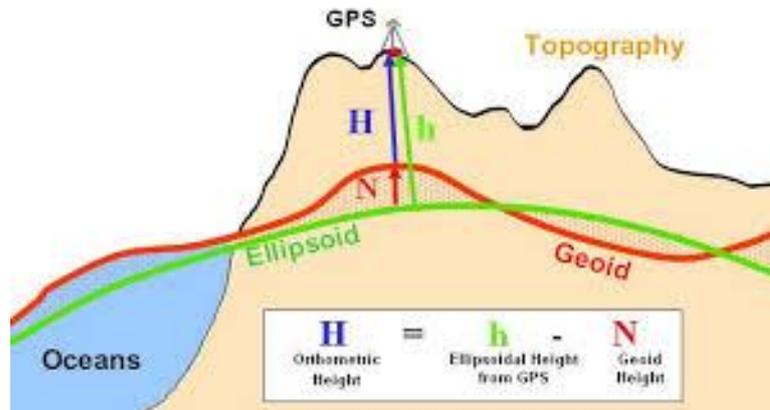


Fig. 4 Diferencia entre Geoide y Elipsoide. Ondulación geoidal. Fuente: [http://principles.ou.edu/earth\\_figure\\_gravity/geoid/](http://principles.ou.edu/earth_figure_gravity/geoid/)

## 2.4 SISTEMAS DE COORDENADAS

### 2.4.1 Sistema de Coordenadas Rectangulares Planas

Está definido por dos líneas rectas perpendiculares entre sí, denominadas ejes coordenados, que se interceptan en el punto O, llamado origen del sistema cartesiano. El eje OX se denomina eje de las abcisas y el eje OY es el eje de las ordenadas y un punto P cualquiera en el plano XOY está definido por dos parámetros: X, Y, que son las coordenadas del punto P. (Benítez. R, 2013, pág. 11)

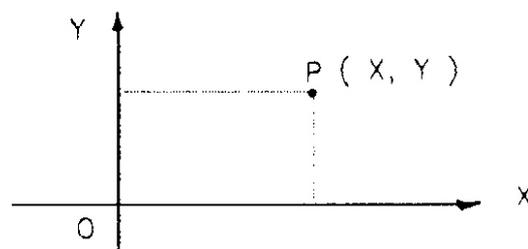


Fig. 5. Sistema de Coordenadas Rectangulares Planas. Fuente: Benítez, R (2013)

## 2.4.2 Sistema de Coordenadas Rectangulares Espaciales

Está definido por tres planos que lo interceptan en ángulos rectos, creando un triedro trirectangular cuyas líneas de intersección son rectas perpendicular que definen los ejes coordenados y al punto común en el origen de coordenadas. Un punto P del espacio queda definido por tres parámetros X, Y, Z que son las coordenadas del punto P. (Benítez. R, 2013, pág. 12).

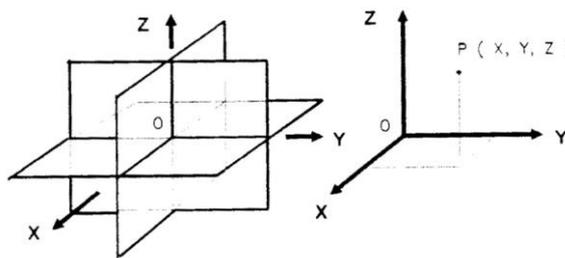


Fig. 6. Sistema de Coordenadas Rectangulares Espaciales. Fuente: Benítez, R (2013)

## 2.4.3 Sistema de Coordenadas Terrestres

De acuerdo a la definición de Krakiwsky & Wells (1973), los sistemas de coordenadas terrestres “están fijos a la tierra y giran con ella y los mismos, son usados para definir las coordenadas de puntos sobre la superficie de la tierra. Existen dos clases de Sistemas terrestres: llamados Sistemas geocéntricos y Sistemas topocéntricos” (pág. 13). Por consiguiente, pueden definirse:

### 2.4.3.1 Sistemas Geocéntricos

Es el sistema de coordenadas utilizado para definir los Sistemas de Coordenadas Geodésicos Globales, es decir, un sistema de coordenada universal que es válido para cualquier punto sobre la superficie terrestre (considerando a ésta como un elipsoide revolución).

En estos sistemas, el centro geométrico del elipsoide global sobre el cual se han de proyectar las coordenadas coincide o se encuentra muy cerca al centro de gravedad de la tierra. De acuerdo a lo definido por Krakiwsky & Wells (1973), para los sistemas geocéntricos terrestres se tiene (pág. 17):

- a) El origen es cercano al centro de la tierra.
- b) El polo primario está alineado con el eje de rotación de la tierra y el plano primario perpendicular a este polo es llamado el plano ecuatorial.
- c) El eje primario es la intersección entre el plano ecuatorial y el plano que contiene al meridiano de Greenwich:-
- d) Los sistemas son de mano derecha.

#### 2.4.3.2 Sistemas Topocéntricos

Es el sistema coordenado usado para definir los Sistemas de Coordenadas Geodésicos Locales o Geodésicos Topocéntricos; un Sistema Local es un sistema de referencia cuyo alcance es un espacio geográfico o región determinada y cuyo origen es cualquier punto sobre la superficie terrestre. AL respecto, Krakiwsky & Wells (1973), expresan que son sistemas que se encuentran “fijos al elipsoide y fijos a la tierra teniendo sus orígenes cercanos a la superficie de la tierra” (k Wells, pág. 50) en un punto cualquiera de la misma. En el punto inicial las coordenadas geodésicas y astronómicas son iguales, siendo el elipsoide tangente al geoide en el punto inicial adoptado.

#### 2.4.4 Sistema de Coordenadas Geodésicas

Es un sistema de coordenadas donde las posiciones de los puntos están referidas a una superficie de referencia o elipsoide de revolución. El centro del elipsoide coincide con el centro del sistema de referencia, es decir, con el geocentro y el semieje menor se hace coincidir con el eje de rotación terrestre

quedando así constituido el sistema de coordenadas geodésicas (Furones A, 2011, pág. 6). De esta manera, un punto en el sistema queda definido por la latitud, longitud y altura geodésica ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ).

- Latitud geodésica  $\varphi$ : Es el ángulo entre la línea normal o perpendicular al elipsoide de referencia, en  $P_o$ , punto o estación sobre la superficie real de la Tierra, y el plano del ecuador geodésico.
- Longitud geodésica  $\lambda$ : Es el ángulo entre el plano del meridiano geodésico que pasa por  $P_o$ , punto o estación sobre la superficie real de la Tierra, y el plano del meridiano geodésico de Greenwich.
- Altura geodésica  $h$ : Distancia entre el punto  $P_o$  (ubicado en la superficie de la Tierra) y su proyección  $P$  sobre el elipsoide)

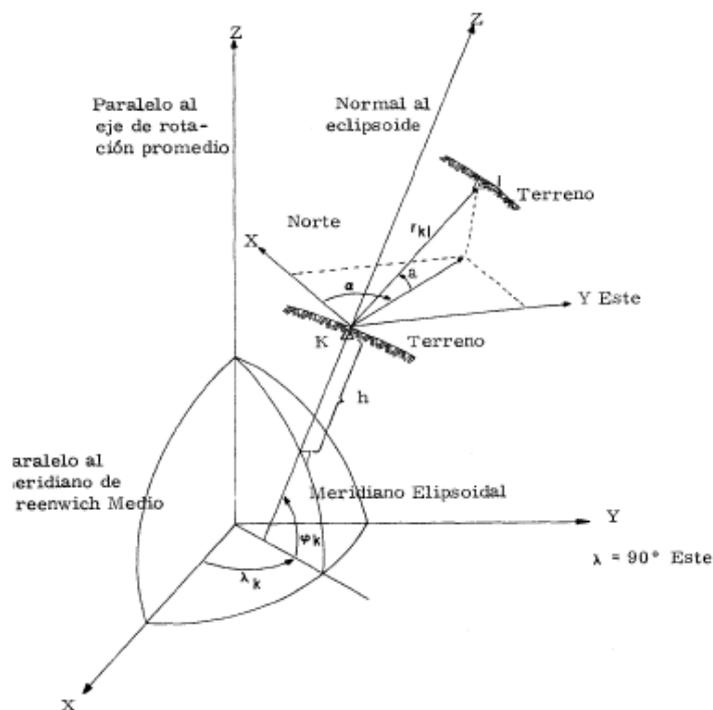


Fig. 7. Sistema de Coordenadas Geodésico Global y Geodésico Topocéntrico. Fuente: Krakiwsky & Wells, 1973, pág. 65.



## 2.5 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS EN EL PLANO

La transformación de la posición de un punto de un sistema a otro sistema de referencia es posible a través de operaciones numéricas. Por lo general para fines prácticos siempre se requiere transformar de coordenadas locales a coordenadas globales o viceversa y para ello, se han de aplicar métodos de transformación entre sistemas de referencia, que permitan realizar este proceso.

### 2.5.1 Transformación Lineal Afín

Cuando se trabaja con 2 dimensiones, esto es que la posición de un punto suele ser definida con 2 coordenadas planas, prescindiendo de la altura; suelen emplearse modelos matemáticos lineales, en los que destaca la transformación lineal o transformación Afín, donde las coordenadas  $(\xi, \eta)$  de un punto, deben de ser transformados en las coordenadas  $(x, y)$  del nuevo sistema. (Mirta, M. Matej, P y Pogarčić, I, 2014, pág. 174),

$$\begin{aligned}x &= a_1\xi + b_1\eta + x_0 \\y &= a_2\xi + b_2\eta + y_0\end{aligned}\quad (1)$$

Esta transformación es especialmente usada para las mediciones realizadas en la geodesia cuando se requiere pasar de un sistema local rectangular plano  $(x, y)$  a un sistema global y viceversa; por ejemplo para pasar de un sistema geodésico  $(\varphi, \lambda, h)$  a un sistema local  $(N_L, E_L)$  a un y viceversa, se prescinde de la altura y con las correspondientes coordenadas cartográficas  $(N, E)$ , se transforma de  $(N, E) \rightarrow (N_L, E_L)$

Estas transformaciones trabajan con funciones lineales, y dado que sistema de ecuaciones depende de varias dimensiones, para las 2 dimensiones se han de hallar 6 parámetros de transformación,  $a_1, a_2, b_1, b_2, x_0, y_0$  (Mirta,

M. Matej, P y Pogarčić, I, 2014, pág. 174). Pero si la transformación es conforme, entonces se garantiza que:

$$a_1 = b_2 = a; \quad b_1 = -a_2 = b \quad (2)$$

Por lo que cada punto en el nuevo sistema, quedaría definido por dos ecuaciones con cuatro incógnitas  $a$ ,  $b$ ,  $X_0$ ,  $Y_0$ .

$$\begin{aligned} x &= a\xi - b\eta + x_0 \\ y &= b\xi + a\eta + y_0 \end{aligned} \quad (3)$$

Sin embargo, estos parámetros normalmente no están definidos, lo que representa un problema en la geodesia, especialmente para la transformación de coordenadas locales en globales; (Mirta, M. Matej, P y Pogarčić, I, 2014, pág. 174). Es por ello que dichos parámetros deben calcularse indirectamente de un grupo de puntos (al menos tres) cuyas posiciones son conocidas en los dos sistemas de coordenada, a través de un modelo, de modo que proporcionan la descripción correcta.

La solución simple del problema, es representada por un modelo proporcionado por el Geodesta alemán Helmert.

### **2.5.2 Transformación Lineal conforme de Helmert**

La Transformación de Helmert no es una transformación de coordenadas, sino un modelo lineal para el cálculo de los parámetros de transformación a través del método de cuadrados mínimos. (Mirta, M. Matej, P y Pogarčić, I, 2014, pág. 174). Cuando las mediciones no incluyen alturas por alguna razón en particular, la transformación de dos dimensiones es aplicada, esta forma tiene sus carencias, por lo que se aplica a la red local ( $y$ ,  $x$ ).

Cada punto definido en coordenadas locales y globales se describe con dos ecuaciones para cada coordenada independiente; Por lo que la transformación ortogonal en dos dimensiones siempre tiene cuatro parámetros. (Mirta, M. Matej, P y Pogarčić, I, 2014, pág. 175).

$$x^t = [a, b, x_0, y_0], u = 4 \quad (4)$$

A partir de la primera matriz de diseño A, se derivan los parámetros de transformación (Mirta, M. Matej, P y Pogarčić, I, 2014, pág. 175):

$$A = \begin{bmatrix} \xi_1 & -\eta_1 & 1 & 0 \\ \eta_1 & \xi_1 & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \xi_m & -\eta_m & 1 & 0 \\ \eta_m & \xi_m & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Las ecuaciones normales se obtienen a partir de la multiplicación de la matriz  $N^{-1}$ , por la matriz u, donde:

$$N = A^t A, u = A^t \omega \quad (6)$$

$$\omega = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \\ \vdots \\ x_m \\ y_m \end{bmatrix} \quad (7)$$

### 2.5.3 Cálculo de área sobre el elipsoide

Hay expresiones que permiten obtener el área de una superficie esférica. Considerando que sobre el elipsoide los puntos no conservan los mismos radios dado la forma de su figura, se consideran entonces los radios de curvatura de las secciones normales principales (Primer Vertical y Meridiano respectivamente) (Tapia, M y Ramírez, J L; 2008, pág. 36).

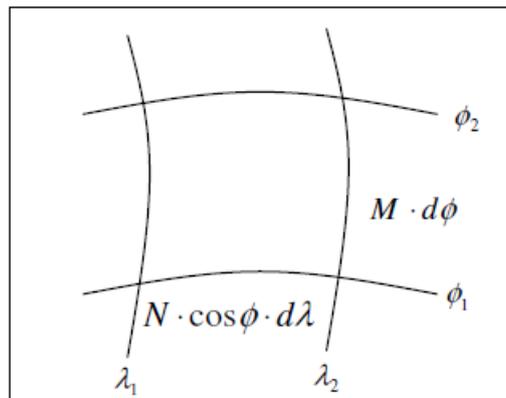


Fig. 9. Arco de meridiano y paralelo elipsoidal. Fuente: Elaboración propia.

La longitud del arco de meridiano viene dada por:

$$M \cdot d\phi \quad (8)$$

Mientras que la longitud del arco de paralelo estará definida por la fórmula:

$$N \cdot \cos \phi \cdot d\lambda \quad (9)$$

En este sentido, el cálculo del área de un polígono, elemento, etc., sobre el elipsoide se podrá realizar en función de la siguiente ecuación:

$$A = (\lambda_2 - \lambda_1) \cdot b^2 \left[ \frac{\text{sen } \phi}{2(1 - e^2 \text{sen}^2 \phi)} \cdot \frac{1}{4e} \ln \left( \frac{1 + e \cdot \text{sen } \phi}{1 - e \cdot \text{sen } \phi} \right) \right] \quad (10)$$

## 2.6 FORMAS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

El levantamiento de información territorial se realiza para determinar características de elementos sobre la superficie terrestre que son de interés para el analista; el uso que se hace de esta información, especialmente en Topografía, Geodesia y Cartografía tiene que ver básicamente con la definición de linderos y con el desarrollo de proyectos de infraestructura tales como urbanismos, carreteras, puentes, obras hidráulicas, etc.

En este sentido, las posiciones (coordenadas) de los elementos sobre el terreno, pueden ser obtenidas en la Topografía y el Catastro, a través de procesos de recolección o captura que pueden ir desde lo individual a lo colectivo, de acuerdo al siguiente esquema (Swanston, G; 2006, pág. 39):

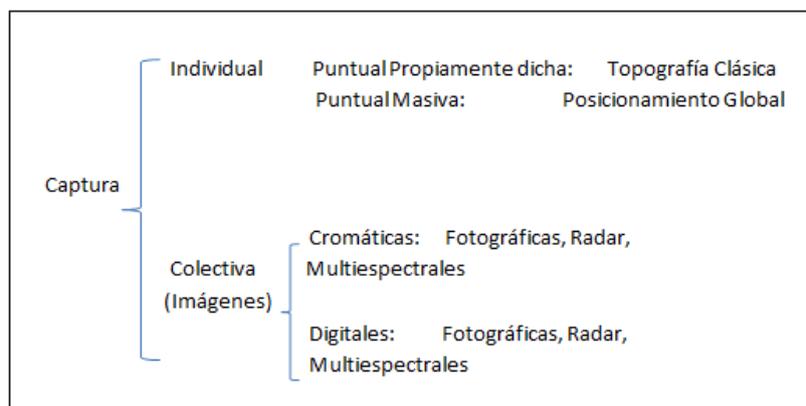


Fig. 10. Esquema de clasificación de los métodos de captura. Fuente: Swanston, G (2006).

Generalmente en los casos de levantamiento catastral, se considera que debe emplearse la metodología indirecta, es decir la Restitución Fotogramétrica, (Imágenes) para la recolección de la información del inventario

cartográfico, y la metodología directa con el uso de equipos GPS diferenciales o Topografía Clásica, debe emplearse como complemento de los levantamientos fotogramétricos, para actualización catastral (Plano de Mensura, Croquis) en la medición de las manzanas y frentes y complementar la información gráfica; en todo caso, y en función de los objetivos de la investigación en estudio, cualquiera de los métodos empleado ha de ubicarse en cualquiera de los procesos del esquema anterior.

### **2.6.1 Topografía Clásica:**

En los levantamientos mediante Topografía Clásica, se interrelacionan elementos de dirección y distancia para el cálculo de la coordenada de un punto; en estos métodos, la data de campo es capturada bajo la forma de direcciones y distancias cualesquiera, para establecer como producto: direcciones particularizadas, distancias planas, desniveles, pendientes, y coordenadas. En teoría, los métodos topográfico clásicos se basan en un transporte ordinario de acimut y coordenada de un punto conocido a uno por conocer.

En estos casos, los métodos consisten en ocupar en estación un vértice conocido y visar otro punto conocido, para fijar un eje operativo, y observar y registrar una visual al punto nuevo cuyas coordenadas se desean medir. Para ello, han de utilizarse equipos topográficos especializados para realizar estas funciones topográficas, que van desde los antiguos instrumentos óptico-mecánico como los Teodolitos, hasta los modernos equipos electrónicos como las Estaciones Totales.

De acuerdo a lo señalado por Swanston, G (2006), “en los métodos de clásicos de captura, se han diseñado al menos 2 estructuras para recoger

información topográfica en entornos reducidos” (pág. 61); dichas estructuras son:

- Puntos topográficos de control: que son puntos materializados en el terreno a criterio y voluntad del operador de campo, para establecer un marco tangible de referencia local que sirva como apoyo al levantamiento de los contornos planimétricos y altimétricos. (Swanston, G; 2006, pág. 61)
- Puntos topográficos de detalle: puntos reales identificados en el terreno que describen y definen la configuración de los objetos que se desean medir, como información topográfica.

Para apoyar los levantamientos topográficos y catastrales, en fines prácticos se ha de crear o establecer ejes operativos, los cuales son ejes tangibles extendidos entre parejas de puntos de control que forman el apoyo para la captura de la información. La unión de varios ejes operativos forma estructuras más complejas de levantamientos como poligonales. A partir de las estructuras mencionadas en el párrafo anterior, pueden levantarse o medirse los puntos de detalle.

El sistema de coordenadas en el cual han de expresarse los levantamientos deberá ser generalmente un sistema local, rectangular plano u espacial, (Swanston, G; 2006, pág. 62). Pero para trabajos que así lo requieran, habrá que vincularse al sistema regional (Red Geodésica Municipal) o nacional, lo que amerita conocer, al menos, un punto y una dirección o bien las coordenadas de dos puntos con atributos del sistema conocido. (Swanston, G; 2006, pág. 289.)

### 2.6.1.1 Estación Total

Se conoce como Estación Total al instrumento que integra en un sólo equipo las funciones realizadas por el teodolito electrónico, un medidor electrónico de distancias y un microprocesador para realizar los cálculos que sean necesarios para determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno. (Torres y Villate, 2001, citado por Pachas, R; 2009, pág. 34)

El Levantamiento con Estación Total puede considerarse como un método de captura individual de datos, de naturaleza puntual propiamente dicha, pues se realiza la medición de un solo punto a la vez.

Los levantamientos realizados con la Estación Total son rápidos y precisos, y los mismos son ejecutados en espacios reducidos de la superficie terrestre, es decir considerando a la porción de superficie terrestre como una superficie plana horizontal tangente a la superficie geoidal, de manera que los objetos levantados son representados sobre dicho plano a través de un sistema de coordenadas rectangular plano (N, E) y la altura (H) es referida a la superficie geoidal, por lo que la Estación Total puede ser utilizado tanto en levantamientos planimétricos como altimétricos, atendiendo siempre a las precisiones y exactitudes que puede brindar y a los requerimiento que el proyecto amerite.

La potencialidad de dicho instrumento radica en la facilidad para ejecutar las mediciones topográficas en comparación con los levantamientos con Teodolito, por su rapidez y versatilidad; así como la posibilidad de reducir las incidencias negativas del factor humano durante la medición, el vaciado de los datos de campo y el cálculo de las posiciones, puesto que el cálculo se hace a través del software que trae incluido y la data es almacenada directamente en su memoria, por lo que la Estación Total constituye el instrumento universal moderno en la práctica de la Topografía.

#### 2.6.1.1.1 Componentes

El manejo y control de las funciones de la Estación Total se realiza por medio de la pantalla y del teclado, las funciones principales se ejecutan pulsando una tecla, como la introducción de caracteres alfanuméricos, medir una distancia, medición angular, medición de diferencias de altura, etc. La pantalla es también conocida como panel de control, en ella se presentan las lecturas angulares.



*Fig. 11. Estación Total. Fuente: Pachas, R (2009) pág. 35*

Este instrumento, requiere de la utilización de un prisma para la reflexión de la señal emitida, y para la colimación; los prismas son circulares, de cristal óptico de alta calidad, fabricados observando estrictas tolerancias y vienen acompañados de un conjunto de accesorios: portaprismas, soportes de prismas, bases nivelantes, trípodes, balizas o bastones para prismas, trípodes para soporte de balizas o bastones.

#### 2.6.1.1.2 Modo de operar

El modo de operar una Estación Total es similar al de un teodolito electrónico, se comienza haciendo estación en el punto topográfico y luego se procede a la nivelación del aparato (Pachas, R; 2009, pág. 36). Para comenzar las mediciones es necesario orientar primero la Estación Total, para lo cual se requiere hacer estación en un punto de coordenadas conocidas y conocer un

azimut de referencia (problema directo) o conocer las coordenadas de los puntos extremos del eje operativo, el cual se introduce mediante el teclado, de esta manera, partiendo del eje operativo, podrá levantarse o determinarse cualquier posición deseada, bajo un sistema de coordenadas rectangular espacial.

Para la medición de distancias el distanciómetro electrónico incorporado a la Estación Total calcula la distancia de manera indirecta en base al tiempo que tarda la onda electromagnética en viajar de un extremo a otro de una línea y regresar. (Pachas, R; 2009, pág. 36). En cuanto a la medición de los desniveles, este es realizado por el equipo utilizando métodos indirectos, como la nivelación trigonométrica.

En el campo se hace estación con la Estación Total en uno de los extremos cuya distancia o coordenada se desea determinar y en el otro extremo se coloca un reflector o prisma; el instrumento transmite al prisma una señal electromagnética que regresa desde el reflector, la determinación precisa de la distancia, coordenada, etc., se obtiene una vez que se han aplicado las correcciones atmosféricas, de temperatura y de presión correspondientes.

### **2.6.2 Sistema de Posicionamiento por Satélite**

De manera general un sistema de posicionamiento satelital es aquél que utiliza satélites para determinar la posición de un receptor en tierra basado en técnicas de triangulación y medición de retardo de la señal emitida por dichos satélites (Gleason & Gebre-Egziabher 2009, citado por Toloza, M; 2012, pág. 60).

La tecnología del posicionamiento global, ha venido sustituyendo cada vez en mayor medida las técnicas tradicionales de determinación de coordenadas; la misma puede concebirse para la geodesia menor o Topografía

de acuerdo a la clasificación de Swanston, G (2006), como “una técnica de captura de datos individual, de tipo puntual masiva”. (pág. 86), porque la misma, facilita la determinación simultanea de las coordenadas geodésicas y la altitud, de uno o varios objetos topográficos, como resultado de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra.

Bajo el esquema de un solo receptor (de la señal satelital), cada posición represente un punto aisladamente determinado (captura individual, puntual propiamente dicha), pero “ bajo el esquema diferencial, usando más de una antena receptora a la vez, para mantener conexiones de simultaneidad entre instrumentos terrestres mientras de captan las señales satelitales” (Swanston, G; 2006, pág. 87), los sistemas de posicionamiento por satélite adquieren la característica de captura individual, puntual de tipos masiva.

### **2.6.2.1 Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS)**

El Sistema Mundial de Navegación por Satélite o GNSS, es un sistema de posicionamiento satelital, integrado por una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire. Fue desarrollado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) como un sistema mundial que brinda servicios de determinación de la posición y la hora, permitiendo la navegación en todas las fases de vuelo y la aproximación de precisión, (OACI, 2013, pág. 4).

#### **2.6.2.1.1 Funcionamiento**

La radionavegación por satélite se basa en el cálculo de una posición sobre la superficie terrestre midiendo las distancias a los satélites (Xu 2007, citado por Toloza, M; 2012, pág. 61). El receptor GNSS trabaja midiendo su distancia a los satélites, y usa esa información para calcular su posición.

El satélite está dotado de instrumentos de emisión de ondas que se transportan a velocidad de la luz (300000 km/s), y a su vez, contiene un reloj atómico de alta precisión, que marca el tiempo en el que se basa el código C/A transmitido. Por su parte, el receptor GNSS localizado en tierra cuenta también con un reloj que se utiliza para generar un código C/A coincidente con el del satélite. De esta forma, el receptor GNSS puede correlacionar el código que recibe del satélite con el generado por él, y al comparar el momento en que se emite la onda con el que se registra en la antena receptora en tierra, calcula el tiempo que tarda en viajar la señal de radio desde el satélite hasta el receptor GNSS. Conocido ese tiempo basado en el hecho de que la señal viaja a la velocidad de la luz, se puede calcular la distancia entre el receptor y el satélite. (Tolosa, M; 2012, pág. 61)

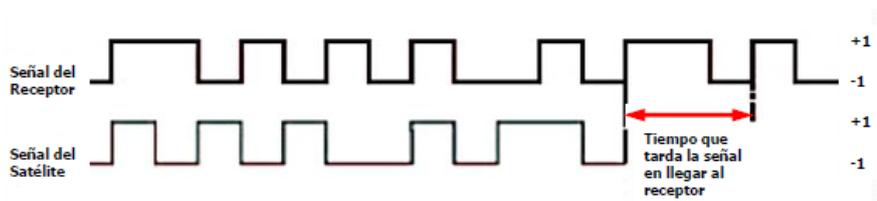


Fig. 12. Cálculo del tiempo. Fuente: Bolívar, L (2012), pág. 26.

La antena del receptor GNSS, es capaz de recibir simultáneamente las emisiones de un conjunto de satélites en diferentes frecuencias, y cada patrón de medida de las distancias desde cada satélite, pasa a constituir el equivalente a radios de circunferencia, cuyos centros reposan en los mismos satélites (Swanston, G; 2006, pág. 87). Con base a la posición instantánea de cada satélite emisor, conocida a partir de las efemérides (parámetros transmitidos por ellos mismos los receptores), la solución del sistema de circunferencias permite establecer la posición global de las coordenadas radiales de la antena.

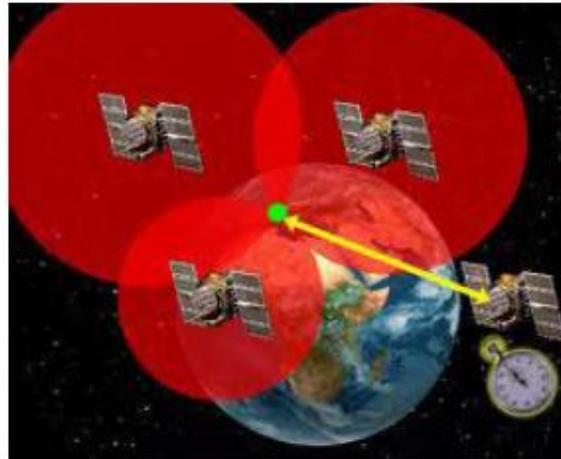


Fig. 13. Intersección de Circunferencias para el cálculo de la posición, sistema GNSS. Fuente: Toloza J (2012), pág. 63

#### 2.6.2.1.2 Fuentes de Error:

- Interferencia Involuntaria: Son las interferencias en la frecuencia de la porción del espectro electromagnético donde se transmite la señal, Varias fuentes de interferencia involuntaria proviene de los sistemas de abordaje (Toloza, M; 2012, pág. 65), los dispositivos electrónicos portátiles, las comunicaciones VHF móviles y fijas, armónicas de estaciones de televisión, ciertos sistemas de radar, sistemas de comunicaciones móviles por satélite y sistemas militares. Las ciudades grandes son fuentes considerables de interferencia de radiofrecuencias.
- Interferencia Voluntaria: Es la obstrucción intencional de la señal en casos como bloqueo intencional, a través de transmisores de baja potencia, dirigido más que todo a aeronaves militares.
- Retrasos Ionosféricos y Atmosféricos: Al pasar la señal del satélite a través de la ionosfera, su velocidad puede disminuir, este efecto es similar a la refracción producida al atravesar la luz un bloque de vidrio. Estos retrasos atmosféricos pueden introducir un error en el cálculo de la

distancia. Las precipitaciones fuertes y la densidad de la ionosfera atenúan en una pequeña fracción de decibeles, las señales de satélite GNSS, al igual que la Elevación del satélite, (Bolívar, L; 2013, pág. 29) las señales de satélites que se encuentran en un ángulo de elevación bajo se verán más afectadas que las señales de satélites que se encuentran en un ángulo de elevación mayor.

#### 2.6.2.1.3 Principales constelaciones de Satélites GNSS

Actualmente, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los Estados Unidos de América y el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS) de la Federación Rusa son los únicos que forman parte del concepto GNSS. El Panel de Sistemas de Navegación (NPS), el ente de la Organización Internacional de Aviación Civil encargado de actualizar los estándares y prácticas recomendadas del GNSS, tiene en su programa de trabajo corriente el estudio de la adición del sistema de navegación por satélite Galileo desarrollado por la Unión Europea y el sistema COMPASS (de China).

- Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia (NAVSTAR GPS)

GPS es la abreviatura de NAVSTAR GPS. Este es el acrónimo en Inglés de Navigation System with Time And Ranging Global Positioning System, (que en español significa Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia). Es un sistema desarrollado a principios de los años 70 por el ejército de los EUA para determinar en cualquier instante y bajo cualquier condición atmosférica, una posición precisa para un punto cualquiera de la superficie terrestre.

El GPS, está basado en satélites artificiales, dispuestos en una constelación de 24 de ellos, para brindar al usuario una posición precisa, utilizando el elipsoide WGS84 para sus cálculos. El sistema GPS comprende tres segmentos o sectores diferentes:

El segmento Espacial: comprende 24 satélites en seis planos orbitales. Los satélites operan en órbitas cuasi circulares de 20 200 km (10 900 NM) con un ángulo de inclinación de 55 grados con respecto al ecuador; cada satélite completa una órbita en aproximadamente 12 horas (OACI, 2013, pág. 6).

El segmento de Control: formado por estaciones ubicadas cerca del ecuador terrestre para controlar a los satélites. El segmento de Control rastrea los satélites GPS, actualiza su posición orbital, calibra y sincroniza sus relojes y determina la órbita de cada satélite y predice su trayectoria para las siguientes 24 horas.

El segmento de Usuarios: Cualquiera que reciba y utilice las señales GPS. Está formado por los receptores GPS. Sus funciones principales son las siguientes:

- **GLONASS**

El GLONASS brinda determinación tridimensional de la posición y la velocidad con base a la medición del tiempo de tránsito y del efecto Doppler en las señales de radiofrecuencia (RF) transmitidas por los satélites del GLONASS. El sistema es operado por el Ministerio de Defensa de la Federación Rusa. El segmento espacial nominal del sistema GLONASS consta de 24 satélites operacionales y varios de repuesto. Los satélites del GLONASS orbitan a una altitud de 19 100 km (10 310 NM) con un período orbital de 11 horas y 15 minutos. Debe

haber ocho satélites espaciados a la misma distancia en cada uno de los tres planos orbitales, con una inclinación de 64.8 grados y un espaciamiento de 120 grados.

#### 2.6.2.1.4 Observaciones GNSS

Las observaciones GNSS dentro del marco de las mediciones geodésicas, pueden ser clasificadas bajo la siguiente concepción, (Hoyer, M; pág. 1), ubicándose en cualquiera de los siguientes grupos:

- De acuerdo a la naturaleza de la medición:
  - Absoluta: Un solo equipo recibe datos del sistema satelital, los procesa y como resultado entrega una posición; sin comunicarse o recibir correcciones de otro equipo o fuente diferente a los satélites GNSS.
  - Relativa: En este caso se tienen dos receptores que de manera simultánea reciben datos del sistema satelital. Aquí los errores son comunes a ambos, fundamento que sirve de base para las correcciones diferenciales.
  
- De acuerdo a la obtención de resultados:
  - Post-procesado: si el resultado se obtiene algún tiempo después, generalmente en oficina después de un procesamiento.
  - Tiempo real: si el resultado final deseado (calidad) se obtiene en el mismo instante de la medición (Hoyer, M; pág. 1). Al efecto, el instrumento debe estar en capacidad comunicarse con otra estación, red o satélite para recibir correcciones adicionales a las

mediciones que realiza y arrojar las coordenadas de los puntos directamente sin realizar un post-procesamiento.

- De acuerdo a la movilidad del equipo (o equipos):

- Estático:

Un estudio estático involucra a dos o más receptores que están colectando datos en diferentes puntos durante una cantidad suficiente de tiempo común para resolver el vector entre ellos a nivel centímetro o milímetro. El tiempo de observación mínimo es de media hora, 1 ó 2hrs e inclusive más según la redundancia y precisión necesarias, y en función de la configuración de la constelación local y la distancia a observar. Los resultados obtenidos pueden alcanzar precisiones muy altas, teóricamente hasta niveles milimétricos. Este método es empleado para medir distancias mayores a 20km con toda precisión y permite utilizar receptores de una o doble frecuencia (L1 y L2).

- Estático rápido:

Este posicionamiento estático rápido difiere del modo estático (solamente), en lo que a tiempo de observación de refiere; solo puede ser utilizado para receptores de doble frecuencia L1 y L2. De esta forma se reducen los períodos de observación hasta 5 ó 10 minutos por estación, manteniendo los mismos órdenes de precisión que para el método estático pero tiene la limitación en las distancias a observar, menores de 20km.

- Real Time Kinematic (RTK):

Es un método diferencial o relativo, usualmente aplicado a posicionamientos cinemáticos, aunque también permite posicionamientos estáticos. En el RTK, el receptor fijo o referencia

estará en modo estático en un punto de coordenadas conocidas en el sistema deseado (local, nacional), mientras el Rover, es el receptor en movimiento del cual se determinarán las coordenadas en tiempo real. En esta técnica, la estación base retransmite, a través de algún canal de comunicación vía radio (VHF o UHF) las correcciones generadas sobre su posición conocida al remoto, y éste hace el cálculo del vector y obtiene sus coordenadas en exactitudes centimétricas.

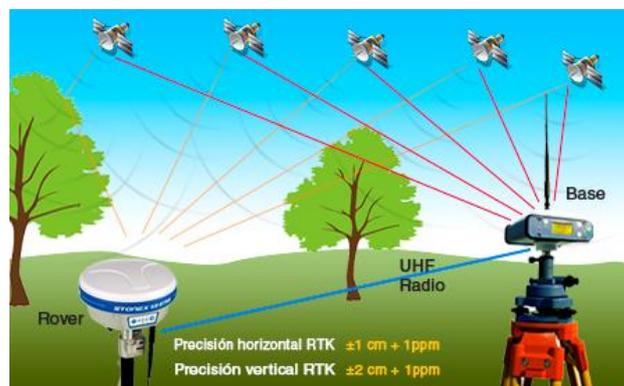


Fig. 14. Metodología del levantamiento RTK. Fuente.  
<http://www.stonexvenezuela.com/index.php/equipos/gps/gps-rtk-gnss-stonex-s9-i>

## 2.7 RED DE TRANSPORTE DE FORMATO RTCM A TRAVÉS DEL PROTOCOLO DE INTERNET (NTRIP)

NTRIP, Red de Transporte de Formato RTCM a través del Protocolo de Internet (en inglés "Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol"), es un protocolo de internet genérico diseñado para difundir correcciones diferenciales u otro tipo de datos GNSS bajo el formato estándar RTCM (Weber, G y otros, 2005), a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), las cuales son calculadas desde una estación de referencia y ofrecidas a los usuarios vía Internet.

Desde el punto de vista de las mediciones GNSS, NTRIP es una técnica de posicionamiento GNSS de naturaleza relativa que otorga resultados en

tiempo real, es decir en el mismo instante de la medición, y que utiliza los sistemas de acceso a Internet móvil, GPRS (General Packet Radio Service) y GSM (Global System for Mobile Communication), para la distribución de datos y correcciones GNSS diferenciales (DGPS / RTK) a un receptor en cualquier zona cubierta por una red de telefonía celular.

### **2.7.1 Antecedentes**

La metodología NTRIP fue presentada a finales del año 2004, con el nombre de “Red de Transporte RTCM a través de Protocolo de Internet (NTRIP)”, fue desarrollado en Alemania de manera conjunta por la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia (BKG Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) y la Universidad de Dortmund y Trimble Terrasat GmbH . La principal intención que tiene es usar el “Internet” como alternativa de la actual corrección existente en tiempo real de los servicios prestados a través de la transmisión de radio (LF, MF, HF, UHF) o redes de comunicaciones móviles.

### **2.7.2 Distribución de datos y correcciones**

#### **2.7.2.1 Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP)**

Los mensajes NTRIP se envían con el HTTP o Protocolo de Transferencia de Hipertexto, en su versión 1.1, que es el protocolo de nivel de aplicación que se utiliza en el internet, (World Wide Web, WWW) y es el método más común de intercambio de información vía web. La información vía internet es transmitida generalmente en lenguaje HTML (HyperText Markup Language), y el HTTP es el protocolo para transmitir este lenguaje, es decir, el sistema que transfiere la información entre el servidor y el cliente, que es el caso de las correcciones NTRIP, enviadas desde el receptor por petición al usuario vía HTTP 1.1. Cualquier sistema de receptor GPS capaz de asimilar estos tipos de datos

que tiene una conexión a Internet, puede por lo tanto ser configurado para recibir por ejemplo datos en formato RTCM con Ntrip HTTP/1.1.

#### 2.7.2.2 Formatos para la transmisión de datos

Como su nombre lo indica la metodología NTRIP (Red de Transporte de Formato RTCM a través del Protocolo de Internet), transmite las correcciones que la estación base GNSS está insertando en internet, al Receptor en un formato estándar conocido como RTCM.

Es un formato estandarizado para la transmisión de correcciones diferenciales a los usuarios de GNSS. El formato RTCM fue propuesto por El Comité Especial N° 104 (SC-104) de la Comisión Técnica de Radio de Servicios Marítimos (RTCM); el mismo, está compuesto por diversos mensajes, que están definidos en función de su contenido y frecuencia de emisión. Hay 64 tipos de mensajes disponibles, y de acuerdo a la versión del formato, los mismos varían, pero en líneas generales, contienen los observables de los sistemas de posicionamiento satelital GPS y GLONASS, coordenadas de la estación de referencia, definición y tipo de antena, correcciones de código y fase, entre otros.

Desde su creación, los formatos RTCM se han desarrollado en nuevas versiones, con el objetivo de aumentar la calidad en el envío de datos y la integridad de los mismos, siendo las más utilizadas en la actualidad la versión 2.3 y la 3.0. Casi en su totalidad, los receptores GNSS pueden trabajar en modo diferencial aceptando correcciones diferenciales formato RTCM SC104.

#### **2.7.3 Sistema NTRIP**

El sistema NTRIP está compuesto por 4 elementos básicos (Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D; 2005, pág. 8), mencionados a continuación:

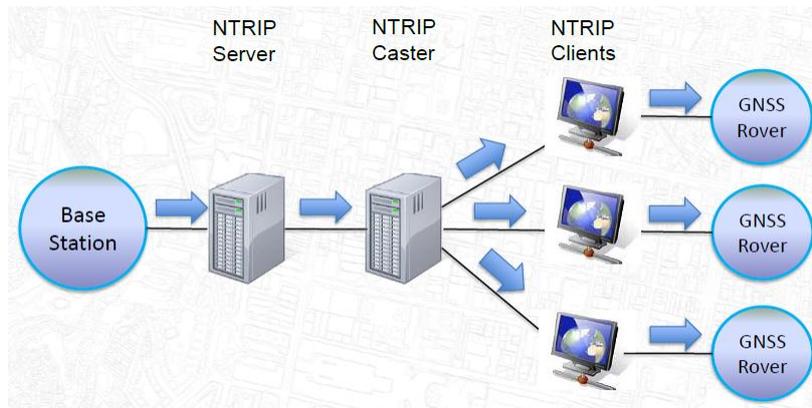


Fig. 15. Sistema NTRIP. Fuente: [www.igvsb.gov.ve](http://www.igvsb.gov.ve)

### 2.7.3.1 NTRIPSource

El NTRIPSource es la estación que genera los flujos de datos en una ubicación específica, (Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D; 2005, pág. 8), es decir una o varias estaciones base, que son estaciones de monitoreo continuo GNSS (equipo GNSS y una antena geodésica que miden continuamente.), encargadas de generar flujos continuos de datos DGPS y RTK, o correcciones en formato RTCM en un lugar específico, para enviarlas al NtripServer, que se ocupa de la transferencia al NtripClient.

Estas estaciones base son conocidas también como Mount-Points o puntos de montaje y la información sobre cada una de ellas se encuentra dispuesta en una lista denominada lista fuente; la cual es mantenida por el NtripCaster. Los parámetros de descripción de la estación base, son compilados en dicha tabla fuente, especificando el formato en uso, el sistema de navegación reconocido, (GPS / GPS + GLONASS), coordenadas de la ubicación y otra información. (Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D; 2005, pág. 10).

### 2.7.3.2 NTRIPServer

Según Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D (2005), el NTRIPServer “en su forma más simple de configuración es un programa de ordenador, que se ejecuta en un computador, que envía los datos de corrección de las observaciones GNSS desde un NTRIPSource o estación base al NTRIPCaster”. (pág. 10).

El NtripServer comprende un sistema que contempla un computador con conexión a internet y el programa en sí. Para configurar el programa, es necesario conocer la estación de referencia y una contraseña, establecida ambas por el administrador del NtripCaster. Como se menciona, una lista fuente con los datos de cada estación base, es mantenida por el NtripCaster, pero definida en el programa NtripServer; (Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D; 2005, pág. 10).

Las estaciones GNSS permanentes modernas, se consideran Source y Server a la vez, ya que generan las correcciones y las envían ellas mismas al Caster sin necesidad de utilizar un programa (Server) adicional.

### 2.7.3.3 NTRIPCaster

Todos los mensajes transmitidos con NTRIP son enviados o bien recibido por el NTRIPCaster, el cual es el componente encargado de difundir las correcciones GNSS calculadas, a la comunidad de usuarios. El NTRIPCaster es básicamente un programa ejecutado en un servidor HTTP que soporta un subconjunto de mensajes de solicitud o de respuesta y los ajusta a un ancho de banda (50 hasta 500 Bytes / seg por corriente). (Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D; 2005, pág. 10).

El NTRIPCaster acepta los mensajes en un único puerto, y dependiendo de estos mensajes, decide si está transmitiendo o está recibiendo; es decir, recibe los flujos de datos del NTRIPServer (generados por

NTRIPSource) y a su vez da respuesta a las solicitudes de los usuarios enviando las correcciones. La misión del NTRIPCaster no sólo se limita a la distribución de las señales de referencia, sino que también chequea la calidad e integridad de los datos recibidos y autentifica a los usuarios con su nombre y contraseña. Adicionalmente lleva una estadística de uso por estación, y calidad de datos recibidos.

#### 2.7.3.4 NTRIPClient ó NTRIPUser.

Es el componente o programa que debe instalar el usuario GNSS en un teléfono celular, colector de datos para poder acceder a la lista de estaciones de monitoreo continuo, que son suministradas por el Caster o se encuentran disponibles en una dirección IP específica, y así recibir las correcciones que envía la estación de referencia para ser aplicadas al rover.

El requerimiento básico para recibir correcciones mediante el uso de NTRIP consiste en que el instrumento GNSS tenga la opción de posicionarse en modo diferencial o RTK, y además que permita el enlace a internet a través de equipos celulares; es decir, que permita la inserción de tarjetas SIM, cargadas con paquetes de datos de internet para activar el enlace, el receptor y el caster. La mayoría de los programas NtripClient/ utilizados emplea la tecnología GSM (Global System for Mobile Communications)/GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) o UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Los receptores GNSS que soportan NTRIP, ya tienen el programa base NtripUser/NtripClient incorporado.

#### **2.7.4 Metodología GNSS NTRIP en Venezuela.**

Para diversificar el uso del método GNSS NTRIP, en Venezuela el IGVSB adecuó las estaciones activas que integran a REMOS y puso en

funcionamiento un Caster nacional para consolidar una red GNSS activa y ofrecer posicionamiento en tiempo real vía NTRIP. Todas las estaciones que forman parte de REMOS de la marca STONEX instaladas a nivel nacional, tienen la capacidad de transmitir la corrección NTRIP.

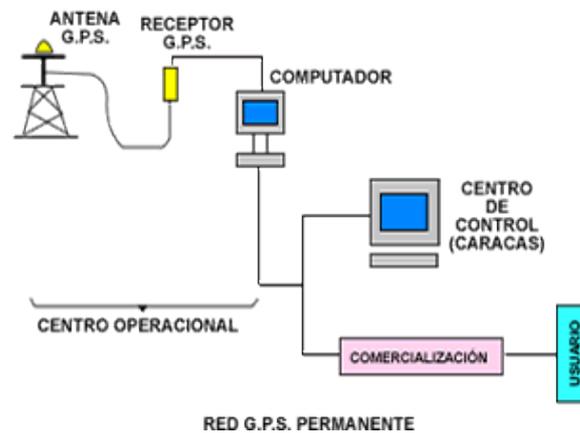


Fig. 16. Proceso de envío de datos de estación Remos a Receptores vía NTRIP. Fuente: <http://www.igvsb.gob.ve/remos.html>

Las componentes del sistema REMOS-NTRIP son las siguientes:

- NTRIPSource (Servidores NTRIP): conjunto de receptores (GNSS/ GPS) que conforman REMOS.
- NTRIPCaster: es un servidor de internet localizado en las instalaciones del IGVSb que, por una parte, gestiona los flujos de datos provenientes de los receptores remos, y por la otra chequea los mensajes recibidos por los clientes NTRIP, y controlan si los usuarios están autorizados, en cuyo caso, transfieren los flujos de datos RTCM.
- Usuario NTRIP: instituciones y particulares que acceden vía internet a la información transmitida por el NTRIPCaster, mediante receptores GNSS que cuentan con módem interno (GPRS-GSM).

### **2.7.5 Factores que afectan las mediciones NTRIP (Limitantes)**

Así como las variadas técnicas de medición GNSS, la metodología NTRIP es afectada por problemas presentes en la estación de referencia o base como la propagación de la señal, parámetros del reloj, configuración geométrica de los satélites, salto de ciclos, entre otros (Seeber, G; 2003); sin embargo, para esta técnica en específico se han encontrado otros limitantes que se describen a continuación.

#### **2.7.5.1 Ancho de Banda**

El ancho de banda es la cantidad de información que se puede enviar a través de una conexión de red en un periodo de tiempo, el cual es medido en bites por segundo (bps), kilo bites por segundo (Kbps), o mega bites por segundo (Mbps). El ancho de banda es uno de los principales limitantes para NTRIP, debido a que dependiendo de la versión del formato RTCM usado, en la transmisión se ocupara cierta cantidad de datos en bits de dicho ancho de banda, por tanto, un Caster NTRIP necesita un ancho de banda lo suficientemente amplio que garantice el eficiente envío de datos independientemente de la cantidad de usuarios que se conecten a éste; si esto no se garantiza, entonces la transmisión de los datos se puede congestionar haciendo imposible una buena conexión entre el NtripCaster y NtripUser/Client, ocasionando pérdidas de la conexión y fallas en la recepción de las correcciones diferenciales.

#### **2.7.5.2 Cobertura celular**

Sin duda alguna, el punto de flaqueza del NTRIP es la disponibilidad de cobertura celular en las áreas donde se realiza la medición. Ya que los teléfonos celulares se comunican por ondas de radio, la integridad en su funcionamiento depende de varios factores como es la proximidad del teléfono a la estación base (que gestiona la señal) con la cual se comunica, los

obstáculos físicos, ruidos e interferencias. En la metodología GNSS NTRIP, por ser el sistema de telefonía el que brinda la conexión a internet; el envío de la correcciones diferenciales DGPS/RTK, depende de las señales de los teléfonos celulares, y por ello puede verse afectado por los mismos factores; como condiciones climáticas severas, edificios muy altos u otros objetos que interfieran entre el receptor y la estación base más cercana o antena que usa el proveedor de la telefonía, lo que hace que la transmisión de datos GNSS en tiempo real se complique.

#### 2.7.5.3 Cambio de celdas o células

Las operadoras de telefonía móvil reparten las áreas geográficas con cobertura celular, en espacios llamados “células”, generalmente de forma hexagonal, esto con el fin de ocupar todo el espacio, estas células es donde los terminales (móviles) poseen cobertura. En cada célula hay una estación base, que es una antena con una amplitud para emitir y recibir señales, las cuales se transmiten por canales, u ondas electromagnéticas a una determinada frecuencia.

Si la estación móvil, un teléfono celular, o en este caso el receptor GNSS con conexión GSM/GPRS, sale de la zona de cobertura de la estación base, es decir, de la celda, los datos transmitidos se han de transferir a la célula más cercana, cambiando a la frecuencia; sin embargo, si no se encuentra ninguna célula cercana o se hayan zonas muertas, la conexión/ transmisión de datos (correcciones) se pierde. (Artículo Telefonía Móvil).

Las transmisión mediante NTRIP suele interrumpirse por los motivos anteriores, cuando se está desplazando el Receptor GNSS y cuando existen muy pocos (o ningún) sitios de celdas en el área donde se encuentra. La transferencia de datos también puede interrumpirse debido a un debilitamiento

de la señal en el área geográfica de la celda que lleva los datos y/o el fallo de la conexión en progreso para ser manejada por otro sitio de la celda.

### 2.7.6 Metodología campo

Por su carácter relativo, los elementos básicos para la ejecución de mediciones GNSS bajo el esquema del NTRIP son:

Un instrumento receptor (NTRIPClient) capaz de realizar medición diferencial RTK, y de permitir una conexión inalámbrica a Internet a través de un chip de telefonía móvil (A. Briceño y otros, 2009, pág. 202) y una estación de referencia (NTRIPsource) cercana al lugar, para el caso de Venezuela la Red de Estaciones de Monitoreo Satelital REMOS.

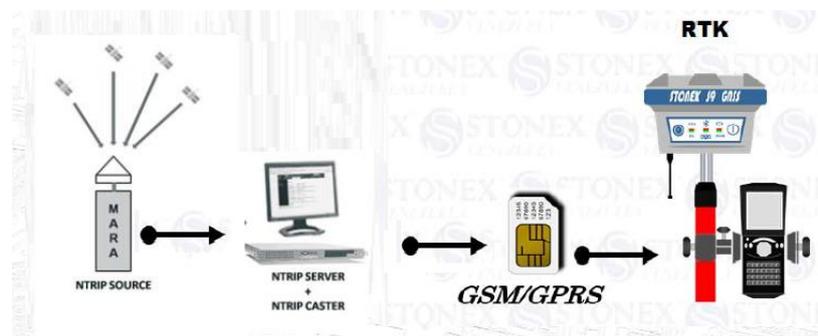


Fig. 17. Sistema NTRIP: proceso de Conexión vía Internet Fuente: IGVSB

Lo primero que se debe hacer, es la instalación del receptor GNSS según las características de la aplicación y establecer la conexión con el servidor NTRIP; es decir, la estación base seleccionada para el estudio, y se configura la medición mediante enlace al módulo GPRS/GSM; por último, se sitúa el instrumento sobre el punto que se requiere medir, y se toman las observaciones, esperando a que el receptor arroje una solución fija.

En ese proceso, el sistema NTRIP ejerce su función, la estación base genera las correcciones, éstas viajan al Caster NTRIP, y el receptor remoto

puede acceder a ellas mediante Internet, a través del chip de telefonía celular y el programa NTRIPClient que accede a la dirección IP del servidor, y permite la apertura y decodificación de los paquetes GPRS para así recibir las correcciones.

### 2.7.7 Soluciones

Las correcciones que se generan están en función de las coordenadas de las estaciones permanentes, por lo que los resultados finales del posicionamiento quedan expresados en el marco de referencia de dichas estaciones. Las coordenadas estimadas a partir de observaciones GPS-NTRIP se muestran en estados (Fijo, Flotante, Autónomo).

- **Soluciones flotantes:** surgen en el momento que no se han calculado las ambigüedades enteras, en este caso para el equipo móvil, las razones son pérdida de señal celular, malas condiciones climáticas o problemas en la base. En NTRIP, como en las técnicas de tiempo real como RTK UHF este problema está presente y debe ser tomado en cuenta, debido a que hace que las mediciones disminuyan sus precisiones. No es que el receptor no presente una solución (posición) sino que debido a factores externos no puede mostrar una posición fija, por lo que arroja una posición flotante o float.
- **Soluciones Fijas:** es la recepción en forma dinámica de las posiciones con sus errores, es decir soluciones FIJAS, con toda la ambigüedad resuelta.

Además de las posiciones de los puntos, en la interfaz de medición, se muestran las estimaciones de precisión por errores cuadráticos medios horizontal y vertical (HRMS y VRMS) de cada posición obtenida.

## **2.7.8 Parámetros**

### **2.7.8.1 Tiempo de convergencia de la solución**

Es el tiempo transcurrido desde que el receptor se encuentra encendido recibiendo las correcciones hasta que muestra una solución FIJA. Estudios han demostrado que a medida que el receptor se aleja de la base este tiempo va aumentando (Márquez, A; 2007, pág. 9). En sus mejores casos, el tiempo de convergencia para una medición es de 5 a 10 segundos.

### **2.7.8.2 Latencia**

La latencia, es el tiempo que transcurre entre la generación de las correcciones en la BASE, y su aplicación al receptor ROVER. Este tiempo incluye la generación de las correcciones en la Base, su viaje al CASTER y el acceder al mismo por medio del teléfono celular, apertura y descodificación de los paquetes GPRS y su inserción al Rover RTK/NTRIP. (Márquez, A; 2007, pág. 9). Básicamente en NTRIP consiste en el tiempo que usarían las correcciones diferenciales en ir al CasterNTRIP y regresar vía celular al Rover (NTRIPUser).

Los tiempos de latencia que clásicamente se obtienen en la transmisión UHF están entre uno a dos segundos, y los obtenidos mediante la metodología NTRIP son muy similares y siempre por debajo de los cuatro segundos (Márquez, A; 2007, pág. 9); el tiempo de latencia podría bajar a menos de un segundo, una vez que las compañías telefónicas tengan menos carga y los paquetes GPRS no pierdan la precedencia con respecto a la precedencia que necesita la voz.

### 2.7.8.3 Distancia de la estación base

En todo sistema RTK el punto crítico para fijar la solución, es la distancia directa entre la Base y el Rover, y la metodología NTRIP, no escapa de ello. Según Márquez, A (2007), para la metodología NTRIP, “se pueden obtener soluciones fijas a 38 kilómetros de la base, y lo puede hacer hasta 50 kilómetros de la base”. (pág. 10). A pesar de ello, es importante señalar que a medida que el receptor se aleja de la estación base (NTRIPSource), el tiempo de convergencia suele aumentar al igual que la posibilidad de recibir una posición en estado flotante.

## 2.8 CONCEPTOS BÁSICOS DEL CATASTRO

### 2.8.1 Catastro

El Catastro puede ser definido como el inventario censal de los bienes inmuebles de un país, considerándose la localización individual, la extensión, la situación jurídica y el valor de cada inmueble localizado en el territorio.

El vocablo Catastro acepta diversas definiciones obedeciendo a los enfoques, concepciones y tendencias, algunas de ellas son:

- Censo y patrón estadístico de las fincas rústicas y urbanas (Real Academia Española, 1992).
- Inventario exhaustivo de la propiedad inmobiliaria de un territorio (municipio como unidad orgánica catastral), con la descripción física, jurídica y económica de cada uno de ellos (Flores1999, citado por Méndez, A y otros. 2008).

El territorio, en su expresión, está compuesto por parcelamientos tanto rurales como urbanos y es precisamente el Catastro el que proporciona la

información esencial para el ordenamiento del espacio geográfico, permitiendo cuantificar, ubicar y delimitar los recursos, y el contenido inmobiliario. El municipio como unidad primaria de la división político-administrativa del país, para el caso Venezuela, es su máxima expresión.

## **2.8.2 Clasificación del Catastro**

Existen diferentes clasificaciones para el Catastro, pero se considera prudente exponer la sugerida por Méndez, A. Flores, E y Pacheco, C. (2008) (en su trabajo, Catastro Rural Multiutilitario y Ordenación del territorio) bajo la cual el Catastro es visto desde 2 consideraciones:

- Según el ámbito:
  - Catastro urbano: es percibido como un censo orientado al inventario y diagnóstico de información inmobiliaria, física, jurídica y económica, ubicada en las poligonales que definen las zonas urbanas o ciudades (Méndez, A. Flores, E y Pacheco, C., 2008, pág. 138). En este sentido, el Catastro urbano tiene como propósito la ubicación y registro de bienes inmuebles de uso múltiple localizados en las ciudades que integran el territorio nacional.
  - Catastro rural: Se orienta a la captación y sistematización de información sobre las tierras rurales con el propósito de ubicar a los propietarios y detectar la utilidad productiva del suelo; razón por la cual las construcciones, aunque tomadas en cuenta, no tienen la misma importancia. (Méndez A, Flores E, Pacheco C, 2008).
- Según el enfoque

- Catastro tradicional: es una herramienta de corte impositivo, que comprende los componentes: físico o cartográfico, que permite el posicionamiento de cada uno de los inmuebles, el componente jurídico, relativo a la propiedad de la tierra privada y pública y, finalmente, el componente económico proporciona la base impositiva para cada inmueble objeto del Catastro. (Méndez, A. Flores, E y Pacheco, C., 2008, pág. 139)
  
- Catastro multiutilitario: trasciende la noción tradicional, no sólo para labores de ordenación y planificación del territorio, sino en las tareas de administración de la hacienda pública y de gestión del municipio; considera los componentes físico, jurídico, económico, adicionando el ambiental, que comprende las condiciones agro ecológicas que sustentan el uso rural, y el componente social toma en cuenta las características demográficas, económicas y agro socioeconómicas asociadas. (Méndez, A. Flores, E y Pacheco, C., 2008, pág. 139)

### **2.8.3 Catastro Municipal**

Según la Alcaldía del Municipio Bolivariano Libertador (2009), es el censo analítico de la propiedad inmobiliaria; una ubicación, descripción y registro de las características físicas y espaciales, los propietarios y la situación jurídico-económica de cada bien inmueble ubicado en el municipio, para fines tanto legales como impositivos.

De acuerdo a lo establecido por La Ley de Geografía Cartografía y Catastro nacional (2000), Artículo 27, Capítulo I, Título III; “el Catastro se formará por municipios y abarcará principalmente la investigación y determinación las tierras baldías, los ejidos, las tierras pertenecientes a entidades públicas y las tierras de propiedad Particular o colectivas.”

En este sentido, el Catastro municipal como función de la administración pública; se encarga de ejecutar las siguientes actividades:

- Inventario de los inmuebles y sus propietarios; mediante un estudio de localización y registro.
- Determinación del valor de los inmuebles; base para el cobro de impuestos municipales.
- Deslinde y valuación de bienes inmuebles: Desarrollo comunitario y solución a problemas de límites de propiedad.
- Elaboración e integración de la cartografía municipal.
- Cobro fiscal de impuestos a través de la tesorería municipal y determinación de los montos que deben ser cubiertos por los contribuyentes; aplicando en cada caso (terreno o construcción) las tablas valorativas que expide el Estado para la valuación.
- Planeación municipal: Consideración de las necesidades futuras y organización de la actividad pública (planeación de servicios públicos municipales como calles, parques, plazas, alcantarillado, alumbrado, entre otros).

#### 2.8.3.1 Importancia del catastro municipal

El catastro es de suma importancia para la entidad municipal y nacional debido a que permite censar y conocer los bienes inmuebles asentados en este territorio, y es un medio para la captación de recursos económicos para la administración, a través del cobro de distintos impuestos a la propiedad inmobiliaria.

Como registro de la propiedad; evita posibles conflictos entre vecinos de la comunidad y al conocer las características físicas y los usos de los terrenos y las construcciones; representa un apoyo técnico en el planeamiento de

desarrollos socio-económicos de las diferentes áreas urbanas y rurales del municipio. (Gorri, A y Barragán, G. 2011.Pag 37), de igual forma el catastro constituye la herramienta clave para la gestión, planificación y ordenación del territorio, sentando el recurso palpable que garantiza a los propietarios la seguridad jurídica de la tenencia y las bases municipales para satisfacer las necesidades de paz social y orden económico, fortalecer la identidad cultural, solucionar problemas ambientales y organizar eficientemente el territorio.

#### **2.8.4 Aspecto físico del Catastro**

El aspecto físico del Catastro, se basa en la identificación de las características físicas de los inmuebles sobre documentos cartográficos o planos catastrales. De acuerdo a lo mencionado por la Ley de Geografía Cartografía y Catastro Nacional (2000), “El aspecto físico del Catastro se ajustará a las indicaciones que sobre los linderos y dimensiones figuren en los documentos relativos al inmueble, con señalamiento de las edificaciones existentes, accidentes geográficos referenciales, con sus correspondientes topónimos y demás especificaciones (Capitulo II, Titulo III, art 29)

En este sentido, el aspecto físico del Catastro comprende el levantamiento catastral, es decir, la descripción y clasificación del terreno y de las edificaciones, para elaborar el inventario predial y la cartografía oficial del territorio municipal.

##### **2.8.4.1 Levantamiento Catastral**

El levantamiento catastral permitirá la identificación, delimitación y descripción física de cada inmueble. (Normas Técnicas Para la Formación y Conservación del Catastro Nacional (2002), art 13), y el mismo puede

concebirse desde dos tareas, el levantamiento para la elaboración del componente gráfico y el censo de las unidades parcelarias.

El Levantamiento Catastral, en su componente gráfico (generación de la cartografía catastral del municipio), se llevara a cabo a través de dos metodologías, la metodología indirecta con el uso de ortofotos y planos cartográficos resultantes de la restitución (Fotogrametría) y la metodología directa con el uso de equipos GPS diferenciales o Topografía clásica. (Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial, pág. 13)

Se considera que principalmente debe emplearse la metodología indirecta y que en casos muy excepcionales se requerirá el uso de GPS y equipos topográficos. (Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial, pág. 13), la Topografía convencional será utilizada en zonas en donde las ortofotos y planos cartográficos resultantes de restitución no consigan brindar la información necesaria y se requiera complementar la base cartográfica; o bien donde las Municipalidades por diferentes criterios así lo decidan, bien porque ya tienen gran parte de su información gráfica (mapas) obtenida mediante Topografía, bien porque sus exigencias de precisión obliguen su uso.

El levantamiento catastral en su componente alfanumérico, censal o el levantamiento parcelario se plantea en la obtención de datos de los propietarios y de las características de los predios y sus construcciones, valor y ubicación, a través de la Ficha Catastral, (IGVSB, Título I.3, pág. 31), que contienen las medidas de frente y fondo de los predios y linderos. Esta fase del levantamiento catastral es considerada de importancia básica, como actividad a ser realizada en el terreno, ya que permitirá la identificación, delimitación y descripción física de cada parcela a través del llenado de la Ficha Catastral, según modelo que a tal efecto ha sido diseñado por el IGVSB, además de formar la base a partir de la cual se realiza el cálculo del impuesto tributario

municipal, la clasificación y determinación del uso de los suelos del territorio, y la planificación del desarrollo municipal y nacional.

Para realizar el levantamiento parcelario, la Oficina Municipal de Catastro deberá contar con los instrumentos necesarios para efectuar la captura de la información en campo (teodolito, trípode, miras, distanciómetros, cintas métricas, G.P.S., entre otros.) (IGVSB, Título III, pág. 29) y en su efecto se han de indicar las medidas perimetales, esto es identificar y medir los límites del predio, diagonales y auxiliares según la técnica de levantamiento parcelario seleccionada (Topografía Clásica o Posicionamiento Satelital) y elaborar el Croquis de la parcela, necesarias para la posterior restitución a escala del inmueble y elaboración del Plano de Mensura.

#### 2.8.4.2 Especificaciones para levantamiento parcelario

El levantamiento catastral parcelario, tiene como fin la determinación de las características de ubicación del inmueble (mensura) para poder representarlo sobre los planos catastrales o de mensura, que será objeto para el estudio jurídico, la organización del recurso inmobiliario municipal, la generación de la base impositiva o aporte tributario entre otros aspectos. De acuerdo con la publicación del IGVSB en sus “Procedimientos, Especificaciones Técnicas, Instructivos e Instrumentos para la Formación y Conservación del Catastro Nacional.” plantea:

La Red Geodésica es la que servirá como base para los levantamientos catastrales, es decir será “el enlace posicional para los levantamientos catastrales que se realicen en el Municipio” (Capítulo I, Título I.1, pág. 20), y su diseño atenderá a las especificaciones técnicas que a tal efecto han sido establecidas por el Instituto.

Deben establecerse poligonales de los centros urbanos, que estarán sujetas a los instrumentos oficiales de ordenación urbanística, en cada parroquia del municipio; y la misma definirá los límites entre los ámbitos urbano y rural. (Ley de Geografía Cartografía y Catastro Nacional (2000), Artículo 10).

El Plano de Mensura representará la operación técnico-jurídica de verificación o del establecimiento de la correspondencia, entre la definición perimétrica, la cabida superficial y la posición relativa o absoluta existente entre el terreno y la documentación que da la base jurídica del predio o parcela.

Para elaborar la mensura de inmuebles se aplicará la metodología de levantamientos descrita en las especificaciones técnicas para la densificación de la Red Geodésica Municipal, elaborada por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, referida al método de posicionamiento por Sistema Satelital G.P.S. (IGVSB, Título II.3.1, pág. 76). También se podrá usar el método por Topografía convencional, el cual permitirá obtener información directa planialtimétrica del terreno, se aplicará utilizando estaciones totales, teodolitos, distanciómetros, entre otros instrumentos de medición. En caso de aplicar este método, las exactitudes serán iguales que las descritas en el punto anterior. (IGVSB, Título II.3.1, pág. 77).

La precisión, tolerancia y exactitud permitida en los levantamientos topográficos, independientemente del método a ser utilizado es la siguiente:

- Cierre Lineal  $T = 1 / 20.000$
- Precisión  $1\text{cm} + 1\text{ppm}$
- Ángulos Horizontales: 4 series
- Ángulos Verticales: 3 series
- Cierre Angular:  $T = \pm 15'' \sqrt{n}$ ,  $n =$  número de estaciones.
- Exactitud absoluta: 10cm.

Podrá usarse cualquier otro método de medición cuya precisión satisfaga lo requerido en las especificaciones técnicas referidas al tema, previa exposición de motivos y aprobación de la misma por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. (IGVSB, Título II.3.1, pág. 77).

#### 2.8.4.3 Especificaciones para el levantamiento Parcelario Ámbito Urbano

- Para iniciar el levantamiento parcelario, se debe disponer del plano individual por manzana. (IGVSB, Título I.3.1, pág. 29).
- Indicar el número de inmuebles de la manzana sobre el plano individual de la misma. En caso de no existir un plano con la individualización de la manzana, se elaborará un Croquis a mano alzada de la misma indicando los frentes de cada parcela y los nombres que identifican las calles. De igual forma, se deberá medir el perímetro de la manzana, señalando la longitud de cada lado por separado y se anotará en la libreta de campo y en el Croquis de manzana. (IGVSB, Título I.3.1, pág. 30).
- Iniciar la inspección parcelaria por el inmueble, recorrer el inmueble y elaborar croquis a mano alzada de la parcela, indicando las medidas perimetrales y auxiliares según las técnicas de levantamiento parcelario, necesarias para la posterior restitución a escala del inmueble (IGVSB, Título I.3.1, pág. 31).
- La exactitud de las coordenadas de los vértices que definen el polígono de los linderos de un inmueble deberá ser menor o igual a 20 cm (IGVSB, Título II.3.1, pág. 76).

#### 2.8.4.4 Especificaciones para el levantamiento Parcelario Ámbito Rural

- Se Iniciara la inspección del inmueble de cada subsector delimitado y codificado según los procedimientos de sectorización catastral y codificación catastral. (IGVSB, Título I.3.2, pág. 33).
- Se da inicio al levantamiento Parcelario de los inmuebles, (terreno y construcción) utilizando para ello la Ficha Catastral. Y se ha de recorrer los linderos del predio en compañía del propietario, ocupante, administrador o representante legal.
- Cuando los linderos de un predio no sean fácilmente identificables en la cartografía base, los mismos podrán ser identificados en trabajo de campo con cualquiera de los métodos de levantamiento (topográficos convencionales o geodésicos), siguiendo las especificaciones técnicas establecidas por el IGVSB para la elaboración del Plano de Mensura.
- Cuando se logren identificar y medir los límites del predio, habrá concluido el levantamiento catastral. (IGVSB, Título I.3.2, pág. 34).
- La exactitud de las coordenadas de los vértices que definen el polígono de los linderos de un inmueble deberá ser menor o igual a 50 cm. (IGVSB, Título II.3.1, pág. 76).

#### **2.8.5 Basamento Jurídico**

##### 2.8.5.1 La Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (2000)

La Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (2000), tiene por objeto “regular la formulación, ejecución y coordinación de las políticas y planes relativos a la geografía y cartografía, así como los relacionados con la implantación, formación y conservación del Catastro en todo el territorio de la República” (Artículo1, Título I).

Esta ley en su artículo 28 (Titulo III, Cap. I) Y artículo 45 (Titulo IV, Cap. I) le otorga al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) el carácter gestor en materia de Geografía, Cartografía y Catastro en Venezuela, por ello, el IGVSB quedo autorizado para dirigir, coordinar y ejecutar las políticas y planes nacionales para la formación y conservación del Catastro en todo el territorio de la República.

De igual manera, la Ley en su Artículo 4, Título I, define al municipio como la unidad orgánica catastral, cuya labor de la formación y conservación del Catastro en todo el ámbito territorial del municipio debe ser cumplida a través de las oficinas Municipales de Catastro, unidad funcional a la cual corresponde la ejecución del proceso. Así mismo, la mencionada ley establece que para ejecutar el Catastro, los municipios han de adoptar las Normas Técnicas y las Especificaciones Técnicas establecidas por el IGVSB.

En esta ley, se expone que el Catastro debe vincularse con las oficinas de registro público, para generar bases de datos gráficas y alfanuméricas sobre la realidad inmobiliaria de jurisdicción municipal, lo cual les permitirá expedir las correspondientes cédulas catastrales o certificados de empadronamiento (Art. 38, Cap. II, Título III), donde se ha de compilar toda la información inmobiliaria para el propietario, poseedor u ocupante (especificada en la mencionada ley).

#### 2.8.5.2 Normas Técnicas para La Formación y Conservación del Catastro Nacional (2002)

Estas Normas tienen por objeto regular la formación y conservación del Catastro a los fines de asegurar la uniformidad del régimen catastral en el territorio nacional. (Artículo 1), de manera pues, que el establecimiento de estas normas permite estandarizar el levantamiento de la información inmobiliaria.

En la misma, se expone que el Catastro municipal abarca tanto el levantamiento de la información, como el procesamiento y la generación de la base de datos predial, registrando la información descriptiva y gráfica de los inmuebles del municipio y las modificaciones físicas, jurídicas y valorativas que sobre los parcelamientos se ejecutes. (Art. 3).

De igual manera, a partir de estas normas quedan establecidas las escalas que han de emplearse para generar la cartografía catastral del municipio, tanto en las zonas rurales como urbanas (Art 5), así como la metodología y requerimientos necesarios para producciones cartográficas. En el ámbito urbano, la base cartográfica a emplear para los levantamientos catastrales será a escala 1:1000, pudiendo utilizarse escalas entre 1:500 y 1:2.500. En el ámbito rural, se utilizarán escalas entre 1:25.000 y 1:5.000, en función de la densidad y del tamaño de los predios o parcelas. (Art 6).

Atendiendo a lo anterior, la norma en su artículo 4, indica también que para los levantamientos catastrales han de establecerse físicamente Redes Geodésicas Municipales, y los mismos tendrán que estar sujetos a las especificaciones establecidas en el documento “Procedimientos, Especificaciones Técnicas, Instructivos y demás instrumentos”, publicado por el IGVS. (Art 23)

### 2.8.5.3 Procedimientos, Especificaciones Técnicas, Instructivos e Instrumentos para la Formación y Conservación del Catastro Nacional. (2002)

Documento publicado en edición oficial por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar como complemento a “Las Normas Técnicas Para la Formación y Conservación del Catastro Nacional” y su propósito fundamental es garantizar el desarrollo y la estandarización de los procesos relacionados con la formación y conservación del Catastro.

En el primer capítulo, se desarrollan los procedimientos, en términos de los aspectos físico, jurídico y valorativo del Catastro, presentándose los requerimientos para:

- El estudio jurídico y la determinación del valor catastral a través de la Planta de valores de la Tierra y Tabla de Valores de la Construcción.
- Dibujo parcelario y cálculo de áreas. En este aspecto, se indica que (Capítulo I, Título I.5, pág. 39) :
  - El dibujo parcelario, se iniciará basándose en las medidas diagonales obtenidas en el campo, (Pág. 39)
  - El cálculo de áreas, se hará comenzando por el área del terreno y luego la de construcción.
  - Para los inmuebles ubicados dentro del ámbito urbano se aplicará la fórmula de cálculo de áreas parciales.
  - Para los inmuebles ubicados dentro del ámbito rural se deberá considerar la superficie obtenida a partir de las coordenadas de los linderos del inmueble medido.

En el segundo capítulo, se presentan las especificaciones técnicas necesarias para el desarrollo de los procedimientos catastrales:

Establecimiento de la Red Geodésica Municipal, y la elaboración de la cartografía catastral y las especificaciones para la mensura o medición de las parcelas atendiendo a las exactitudes exigidas. En el tercer capítulo, se presentan los instructivos e instrumentos respectivos que soportarán la información recopilada durante los procesos establecidos como fundamentos para la ejecución del Catastro municipal.

#### 2.8.5.4 Código Civil de Venezuela.

El código civil venezolano, como instrumento regulatorio que priva en materia de bienes inmuebles, presenta una herramienta que funge como una especificación legal y comúnmente aceptada en labores catastrales (Artículo 1497) para la mensura de las áreas de fundos y parcelamientos, en relación a los niveles de aproximación que ha de tener una área verdaderamente ocupada y delimitada sobre el terreno con respecto a lo asentado sobre los documentos de propiedad, a lo que se refiere:

“En todos los demás casos en que la venta sea de un cuerpo determinado y limitado, o de fundos distintos y separados, sea que el contrato comience por la medida, sea que comience por la indicación del cuerpo vendido, seguida de la medida, la expresión de la medida no da lugar a ningún aumento de precio en favor del vendedor por el exceso de la misma, ni a ninguna disminución del precio en favor del comprador por menor medida, sino cuando la diferencia entre la medida real y la indicada en el contrato sea de una veintava parte en más o en menos, habida consideración al valor de la totalidad de los objetos vendidos, si no hubiere estipulación en contrario. “

En atención al contenido del artículo 1497, (Sección I, Capítulo IV, CC) se sugiere una discrepancia aceptable para fines legales, entre el valor del área real medida y las áreas descritas en los documentos de titularidad

correspondiente a la “Veinteava parte” en más o menos; es decir, concede un tolerancia de más o menos 5 % (o la mitad de la décima parte) para la medición del área sobre el terreno, lo cual para efectos prácticos de mensura, es comúnmente tomado como referencia.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Al momento de definir el tipo de trabajo investigativo a realizar, es conveniente tomar en consideración el propósito principal a ser alcanzado por el estudio y los objetivos específicos planteados que ayudarán a su consecución. Igualmente, se debe establecer el nivel o grado de profundidad bajo el cual se llevara a cabo el estudio; todo lo anterior queda enmarcado dentro del diseño, tipo y nivel de la investigación.

#### **3.1 DISEÑO Y MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Respecto, al diseño de la presente investigación el mismo es de tipo no experimental; por no manipular deliberadamente ninguna variable involucrada en la investigación relacionada con el estudio. Esto es, que los hechos se observan tal como se presentan dentro de un contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego efectuar un análisis con miras a las conclusiones generadas. En opinión de, Arias (2012), expresa que en la investigación no experimental “el investigador no manipula deliberadamente las variables independientes con la intención de medir y compara sus efectos en contra de la variable dependiente. Tampoco ejerce control sobre la selección de grupos para desarrollar experimentos” (p.34).

Como se ve, en las investigaciones de diseños no experimentales, se toman los hechos tal cual acaecen dentro de su contexto natural. Para el caso de estudio, de la Aplicación de la metodología GNSS NTRIP a levantamientos topográficos con fines catastrales, donde se toman medidas (posiciones de puntos) con el instrumento GNSS en modo NTRIP y las mismas posiciones con la Estación Total; se ubica a la investigación en un diseño no experimental, por

no manipularse variable alguna relacionada con la ejecución de las actividades desarrolladas.

En lo que al tipo de investigación se refiere, el estudio corresponde al de campo y documental; en este sentido Arias, F. (2012), explica que la investigación de campo: “consiste en la recolección de datos obtenidos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o codificar variable alguna”. (p.148). En su opinión, el investigador el investigador recoge los datos directamente de la realidad bajo los cuales se presentan para no alterar su contexto.

En cuanto, al tipo de investigación documental Palella y Martins (ob. cit) opinan que “se concentra exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos, escritos u orales” (p.99). Mediante este tipo de investigación, el autor del estudio puede profundizar y recopilar información de fuentes validadas que le proporcionan confiabilidad a la información obtenida.

Tomando en consideración, lo expuesto por los autores sobre diseño y tipo la investigación, la investigación aquí señalada, Aplicación de la metodología GNSS NTRIP a levantamientos topográficos con fines catastrales; se ajusta a una del tipo de campo, por obtener los datos necesarios haciendo mediciones directamente en las zonas urbanas de interés, manzanas y parcelas; e igualmente se enmarca dentro de una investigación documental, por cuanto para alcanzar los elementos teóricos y conceptuales que fundamentan la investigación se requirió consultar textos técnicos vinculados con el fenómeno de estudio, y a su vez, se revisaron publicaciones certificadas en revistas técnicas, publicaciones referentes a la variable investigada, además de otras investigaciones realizadas en esta casa de estudio y otras universidades.

### 3.2 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se encuentra enmarcada en un tipo de nivel correlacional por los objetivos que persigue, el cual es aplicar la metodología GNSS NTRIP a levantamientos topográficos con fines catastrales, analizando comparativamente los resultados obtenidos por dicha técnica en contraposición con los obtenidos por las mediciones convencionales con Estación Total y evaluando los parámetros estándares geospaciales de metodología GNSS NTRIP.

El nivel correlacional permite medir el grado de relación entre dos o más conceptos o variables. Según Hernández, Fernández y Baptista (1999) este nivel, “miden las dos o más variables que se pretende ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación”. (p.62). su propósito principal es determinar el comportamiento de una variable conociendo el comportamiento de otra.

### 3.3 ESQUEMA METODOLÓGICO

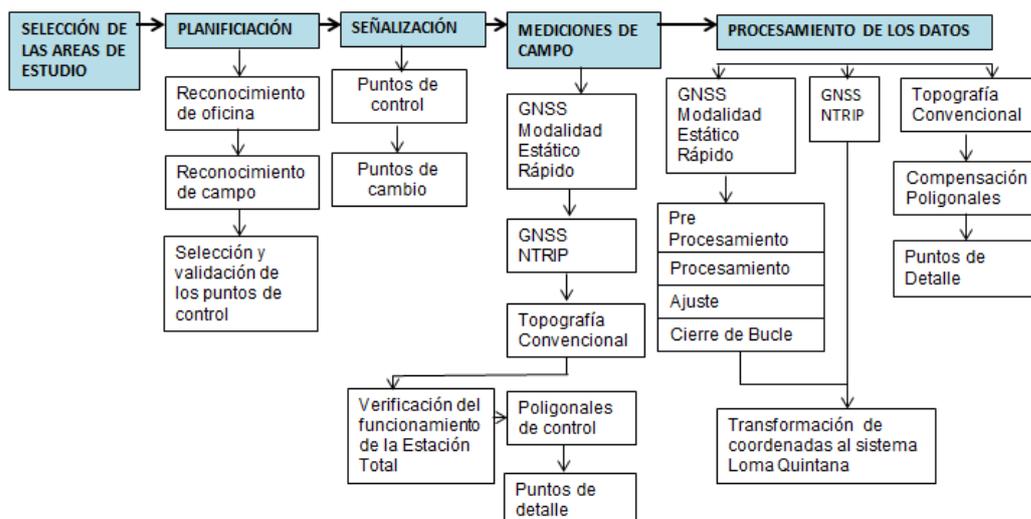


Fig. 18. Esquema Metodológico de la Investigación. Fuente: Elaboración Propia.

## **3.4 COMPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y DOCUMENTAL**

### **3.4.1 Recopilación de información documental**

En esta fase de la investigación, se realizó la recopilación y revisión de textos técnicos, publicaciones e investigaciones vinculadas a la metodología GNSS NTRIP y su aplicación a levantamientos topográficos y catastrales en Venezuela y en otros países del mundo, así como los métodos topográficos convencionales; y de manera similar se recopiló información sobre los elementos teóricos y conceptuales del Catastro que fundamentan los objetivos de la investigación. A partir de lo anterior, fue estudiada la metodología para realizar la comprobación, análisis y evaluación de la técnica investigada.

### **3.4.2 Selección del software para el manejo de los datos**

La selección y categorización de las aplicaciones digitales a usar para la gestión del conjunto de datos a recopilar en la investigación, se fundamentó en escoger las herramientas que permitiesen de manera sencilla y eficiente trabajar con la data adquirida y generar información consistente y veraz a partir de ella. Los programas seleccionados, fueron categorizados en función de la utilidad para cada área del proyecto:

- Para el procesamiento de los datos provenientes de las mediciones a realizar con las técnicas de posicionamiento global, se escogió el software TRIMBLE TOTAL CONTROL v. 2.7, tomando en consideración lo sugerido por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, con base a experiencias previas en trabajos de este tipo, a la robustez del mismo y la posibilidad de poder ajustar parámetros requeridos para la medición.

- Para el procesamiento de la data adquirida con la Estación Total, se seleccionó el software de la compañía fabricante, TOPCON LINK v. 8.2.3 más conveniente por la compatibilidad y la capacidad de realizar ajustes y manejo de los datos.

En lo que respecta a las aplicaciones seleccionadas para los cálculos que sobre la data adquirida se requieren, fueron:

- Software UTM<sup>®</sup> (desarrollado por el Departamento de Defensa de la Agencia Nacional de imagen y Cartografía de los Estados Unidos 1989), para la transformación de coordenadas geodésicas a coordenadas cartográficas en proyección UTM y viceversa de los puntos recopilados en modalidad NTRIP y los vértices utilizados en el cálculo de las áreas.
- Programa INVERSE 3D<sup>®</sup> (Defense Mapping Agency, 1989), para el cálculo de las distancias sobre el elipsoide a partir de coordenadas geodésicas; por la facilidad para realizar los procesos requeridos y la capacidad de dejar registro del proceso realizado y aportar información complementaria en formato de texto. (.txt).
- De igual manera, se escogió el software TRN\_ITRF v. 2.0, (desarrollado por el Laboratorio de Geodesia Física y Satelital de la Universidad del Zulia); por permitir convenientemente y de manera directa la transformación de coordenadas por época y marco de referencia, en el sistema REGVEN y en el Marco de Referencia legal vigente para Venezuela.
- Dentro de la selección se incluye el programa GLOBAL MAPPER v-16.0, por la facilidad para visualizar datos georeferenciados, y la

versatilidad para la representación visual de los puntos medidos, en el sistema global WGS84 y para efectuar cálculos de superficie.

- Software ArcGis v. 10.2.2 como herramienta para visualizar los datos adquiridos en relación a una cartografía base.
- Por último, se escoge la herramienta Microsoft Office Excel 2010, como aplicación para la gestión y organización de los datos necesarios para el análisis y la evaluación por su facilidad para la programación de fórmulas y la consistencia de los resultados, empleándolo como hoja de cálculo para las operaciones matemático-estadísticas a efectuar para llevar a cabo las comparaciones, y cumplir con el objetivo de la investigación.

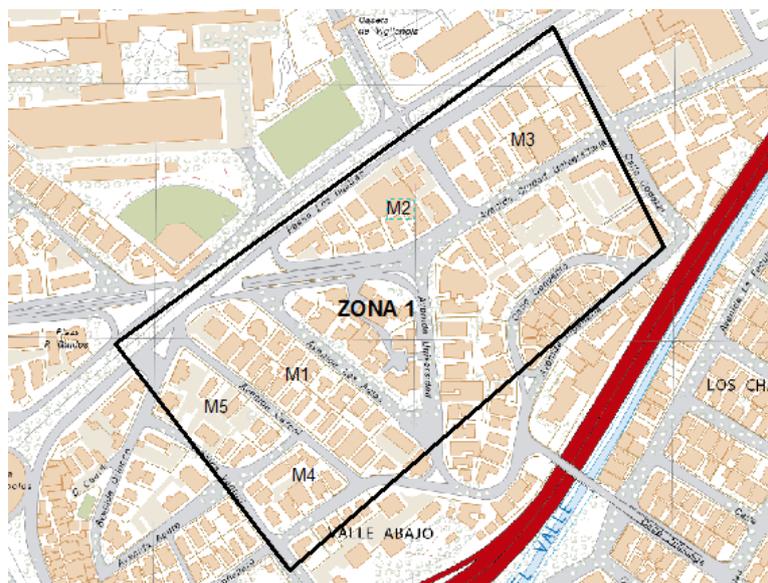
### **3.5 SELECCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.**

Dos (2) zonas fueron seleccionadas para llevar a cabo la parte experimental de la investigación en cuestión, atendiendo a características relacionadas con la facilidad para la identificación de los linderos, frentes y fondos parcelarios, vialidad y servicio de los sectores y manzanas; y considerando factores técnicos y logísticos como, cobertura de suelo (tamaño de las zonas), número de inmuebles dispuestos, accesibilidad y visibilidad de los fondos de las parcelas, distribución espacial de las manzanas y parcelas en dichas áreas, y la longitud de la línea base para la medición GNSS NTRIP, es decir, la distancia entre la estación base (REMOS CCS 1) y los puntos a levantar; entre otros.

En este sentido, fue seleccionada la parroquia San Pedro del municipio Libertador, del Distrito Capital, utilizando información proveniente de cartas a escala 1:5000 y programas de localización como ArcGis 10.2.2, para el estudio

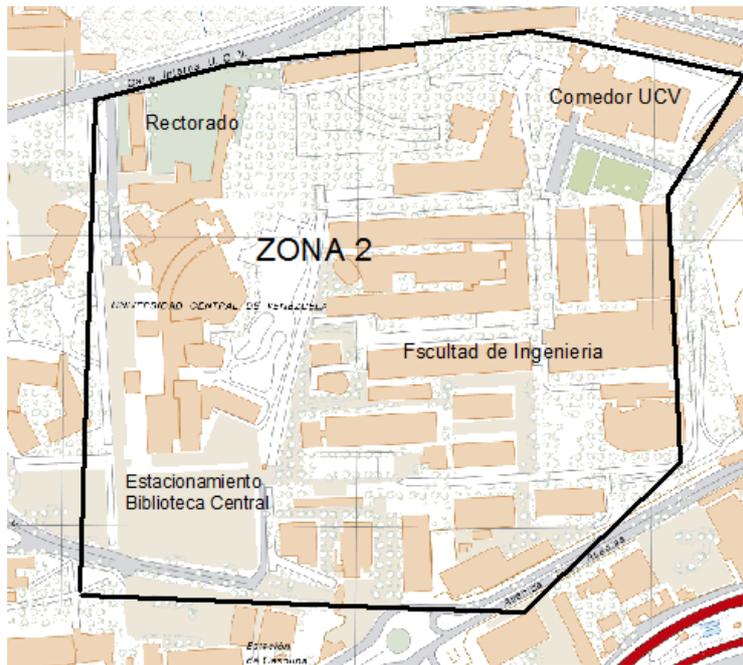
y selección de las manzanas y parcelas que integran las áreas donde serían realizadas las mediciones. Las zonas mencionadas fueron las siguientes.

**ZONA 1:** Cinco (5) Manzanas ubicadas entre los sectores de Los Chaguaramos y Los Símbolos, Parroquia San Pedro; compuestas por edificios y locales comerciales.



*Fig. 19. Zona de estudio 1, Parroquia San Pedro. Manzanas: M1, M2, M3, M4, M5. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVSB. Imagen temática de elaboración Propia*

**ZONA 2:** Edificaciones, vialidad y servicio de la Facultad de Ingeniería, Biblioteca Central y Comedor UCV.



*Fig. 20. Zona de estudio 2, Universidad Central de Venezuela. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen Temática de elaboración propia.*

Para ambos casos, la distancia a la estación base REMOS CCS1 es de más o menos 3 kilómetros, y las dos cumplen con las características buscadas. Otros factores considerados fueron la seguridad y traslado de los equipos disponibles, y el personal disponible para efectuar las mediciones.

### **3.6 PLANIFICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TERRITORIAL**

La planificación es definida por Swanston (2006), como “el conjunto de acciones, decisiones y disposiciones anticipadas, que tienen como objeto fijar los modos cómo ejecutar la labor topográfica para garantizar la construcción de un mensaje geoespacial veraz (fiel, confiable)...bajo un régimen de alta eficiencia técnica y económica.” (p.160). En este sentido, la planificación es la base para las operaciones topográficas y contempla el conjunto de actividades

previas realizadas en campo y oficina para optimizar los recursos técnicos, humanos, y el factor tiempo. La misma fue llevada a cabo en dos fases:

### **3.6.1 Recopilación de información básica / Reconocimiento de oficina.**

De acuerdo a lo expresado en la publicación de Pachas. L (2009), “La recopilación de información básica... incluye la recopilación de cartas topográficas, planos, ortofotos, inventario de la red geodésica del país a una escala adecuada que cubra la zona de trabajo, elaborados por organismos públicos o privados. Por otro lado... las especificaciones del proyecto así como las tolerancias permitidas. Finalmente dentro de la información de índole técnica es importante verificar la disponibilidad de equipos e instrumentos topográficos”. (pág. 37).

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente, para la investigación aquí señalada, se utilizó cartografía base a escala 1:5000 elaborada por el IGVS, así como la herramienta Google Maps, para el estudio y la elección de las zonas a levantar, tomando en cuenta factores técnicos y logísticos.

De igual forma, se hizo una revisión documental, con consulta a bases de datos oficiales, Trabajos de grado y publicaciones, para determinar la existencia de vértices geodésicos cercanos a las zonas de estudio; encontrándose en la zona 2, la existencia de la Red de Triangulación de la Universidad Central de Venezuela, la cual es una red de puntos materializados sobre los techos de edificaciones del recinto universitario. Se menciona también la red de puntos utilizados para prácticas de la asignatura Topografía de la Facultad de Ingeniería UCV.

Finalmente, con apoyo de la herramienta ArcGis ver. 10.2.2 fue realizada entonces una previa selección, distribución y posible ubicación de los puntos de control que se usarían para apoyar el levantamiento con Estación Total, (nuevos y existentes), obedeciendo a criterios técnicos fundamentados en la intervisibilidad de las estaciones, ventana de recepción GPS y cobertura de la zona a ser levantada (cercanía a las parcelas e inmuebles levantados), etc.

### **3.6.2 Reconocimiento de campo.**

En cuanto al reconocimiento de campo, la publicación de Pachas L. R (2009) señala que, “una vez recopilada la información básica es importante revisarla y analizarla, para lo cual es necesario realizar una visita de campo, para validar la misma; la idea es ratificar la información recopilada de manera que el plan de trabajo que se elabore se ajuste tanto como sea posible a las condiciones existentes en el sitio.”(pág. 37).

En este sentido, para esta fase de la investigación, se hizo necesario llevar a cabo el reconocimiento físico de la zona, recorriendo las áreas de estudio seleccionadas, a fin de establecer la metodología a ser utilizada para la recolección de los datos con la metodología GNSS NTRIP, con el posicionamiento GNSS estático y con el levantamiento convencional; y de igual manera, poder analizar las limitaciones existentes (de intervisibilidad y accidentes topográficos), y verificar la permanencia de los vértices geodésicos en estudio.

De esta manera, con la inspección de campo, se terminó de definir los puntos de control a utilizar, así como la ubicación estratégica de los nuevos vértices que completarían dicha red de control.

### **3.6.3 Selección y Validación de los puntos de control.**

En vista de lo anterior, tras la revisión de la información disponible y la visita de campo, se establecieron los puntos de control para apoyar los levantamientos convencionales con Estación Total, los cuales fueron: los vértices G2, ICU 118 y T28, en la zona 2, Universidad Central; éstos vértices ya existían y se encontraban debidamente monumentados. En lo que respecta a los vértices G2 y T28, son puntos utilizados para efectuar las prácticas de la cátedra de Topografía, pertenecientes a la Red de la Universidad que se encuentra materializada sobre el suelo; en cuanto al vértice ICU118, igualmente era un punto conocido por registros de prácticas de Topografía, y además, es un vértice que forma parte de la red que se estableció para la construcción de la Ciudad Universitaria.

Las coordenadas conocidas de estos vértices, estaban referidas al sistema local Loma Quintana, y se tenía conocimiento de ello por registros de trabajos prácticos de la cátedra mencionada; sin embargo, no se encontró información documental que soportara o certificara dichos valores de coordenadas; por cuanto, en función del desconocimiento del origen de éstos valores, y aunado al hecho de que densificar con ubicación de nuevas estaciones en el piso a partir de los vértices de la red localizada en los techos, resultaba complicado por factores logísticos, se decide utilizar sus monumentos y efectuar mediciones satelitales para determinar sus posiciones.

De igual manera, y como complemento a los vértices señalados, se definió la colocación de 3 nuevos puntos de control, vértice UCV3, localizado dentro del recinto universitario, para complementar los levantamientos en dicha zona, y los puntos UCV1 y UCV2 que formarían el eje operativo para el levantamiento de la zona 2.

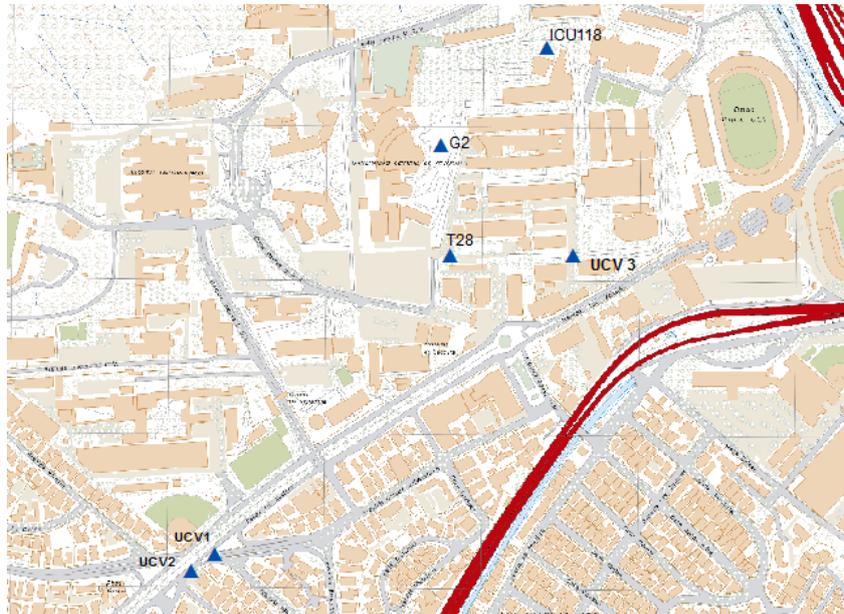


Fig. 21. Distribución de los vértices para el Control de los levantamientos con Estación Total. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia

### 3.6.4 Pruebas Técnicas con los receptores GNSS en el IGVS.

Esta fase de la planificación, fue llevada a cabo en una semana en las instalaciones del IGVS, y durante la misma fue realizada, la selección de los receptores GNSS a utilizar para las mediciones, una instrucción sobre el manejo de los receptores GNSS a utilizarse, así como la descarga y procesamiento de los datos en la modalidad GNSS NTRIP; igualmente se realizaron pruebas para ver el funcionamiento y comportamiento de la metodología GNSS NTRIP realizando mediciones en las cercanías del IGVS, donde se encuentra el NTRIP Source, y el Caster.

## 3.7 SEÑALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES

Según lo expresado por Swanston .G (2006) la señalización de los vértices de apoyo para las mediciones, “constituye un paso importante en los procesos, por cuanto su función es resaltar la ubicación de los puntos de control y de

cualquier otro punto de interés,... atendiendo a su propósito, durabilidad y permanencia en el sitio“. (pág. 171).

Es por ello, que antes de iniciar el levantamiento GNSS estático rápido, así como para la ejecución del levantamiento con Estación Total fue necesario el establecimiento de tres nuevos vértices de control en las áreas de estudios, los dos primeros UCV1 y UCV 2 en la zona 1 (Parroquia San Pedro) y el tercero, UCV 3, localizado en la zona 2 (UCV); dichos vértices, fueron colocados con un clavo de acero de tipo PK tallado con una cruz para centrado, e incrustados al concreto; los mismos, fueron señalados con spray rojo y pintura para la identificación del nombre de la estación.



*Fig. 22. Señalización del vértice UCV 3, Avenida interna UCV. Zona de estudio 2. Fuente: Elaboración propia.*

De igual manera, se hizo necesaria la señalización de los vértices que integraban las poligonales de apoyo, dichos puntos de cambio fueron señalados de manera similar con spray naranja y con un clavo de acero de tipo PK.



*Fig. 23. Señal de los puntos de cambio que integran las poligonales envolventes para el levantamiento con Estación Total. Fuente: Elaboración propia.*

### **3.8 MEDICIONES GNSS EN LA MODALIDAD ESTÁTICO RÁPIDO.**

Durante el mes de agosto de 2015, fueron realizadas las mediciones de los 6 vértices de control seleccionados, los cuales serían los puntos base para el levantamiento con Estación Total; dichas mediciones fueron ejecutadas en 2 fases.

En la primera fase se realizó el levantamiento de los vértices, G2, ICU118, UCV3 Y T28, dentro del recinto de la UCV; efectuando mediciones en la modalidad Estático Rápido en cada uno de los vértices, que consistió en colocar un receptor base en cada punto, realizando mediciones simultáneas en cada par de ellos, y vinculándolos todos al vértice de control, estación REMOS CCS 1, a fin de formar una figura triangular a la hora del procesamiento. La distancia de observación fue  $\pm 3$  km respecto al vértice de control.

Para lo anterior, 2 receptores GNSS se colocaron a medir conjuntamente, el primero ubicado en el vértice G2 y el segundo en el vértice ICU118, obteniéndose el primer triángulo (G2\_ICU118\_REMOSCCS1); pasada la media hora, se cambió el receptor del punto G2 al vértice UCV3, mientras el

receptor GNSS localizado en el vértices ICU118 se mantuvo recibiendo datos continuos, obteniéndose así el 2do triangulo (ICU118\_UCV\_REMOSCCS1); finalizada la media hora se cambió el receptor del punto ICU a T28, dejándose fijo el receptor en el punto UCV3, obteniéndose el triángulo (UCV3\_T28\_REMOSCCS1), y finalmente después de la media hora, se cerró la medición con un cuarto triangulo, manteniendo el receptor GNSS en T28 y moviendo el receptor de UCV3 al vértices G2, para Generar los vectores (T28\_G2\_REMOSCCS1).

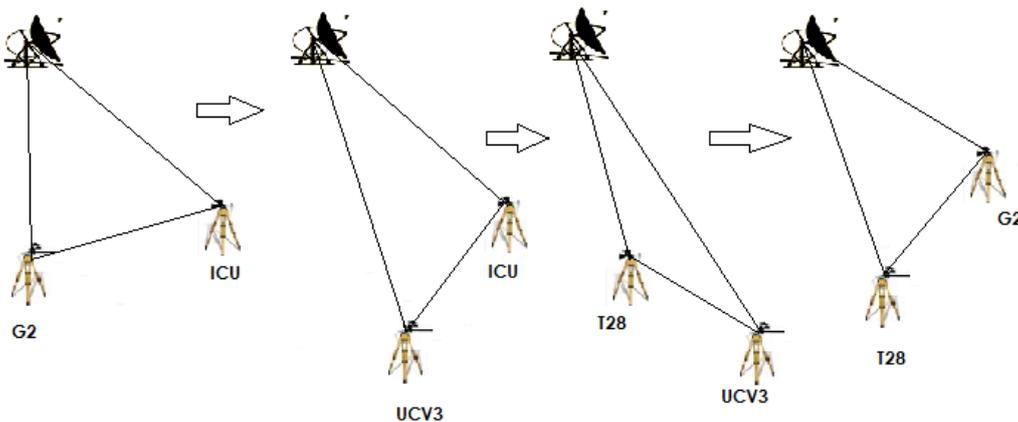


Fig. 24. Gráfico de las mediciones GNSS en la modalidad Estático Rápido, Zona 2, UCV.  
Fuente: Elaboración propia.

Se asumió esta modalidad de medición; es decir, realizar dos observaciones sobre un mismo punto, con el objetivo de que sus coordenadas fuesen ajustadas y controladas a partir de 2 vértices diferentes.

Detalles técnicos de las mediciones:

- Receptores:
  - Numero: dos (2)
  - Tipo: Marca STONEX, modelo S9 GNNS, seriales 4760 y 3781.
  - Antena: SA7224-V3.0
- Modalidad de medición: Estático rápido.

- Tiempo de ocupación: 30 minutos.
- Tipo de posicionamiento: Relativo – Diferencial.
- Intervalo de captura: 5 segundos.

Para la fase dos de la medición estática, se midieron los puntos UCV1 y UCV 2; estos puntos de control fueron medidos utilizando la modalidad estático rápido, inicializando simultáneamente dos receptores GNSS, uno en el vértice UCV1 y el segundo en el vértice UCV2, a fin de vincular y ajustar ambos puntos a la estación de control REMOS CCS 1.

Detalles técnicos de las mediciones:

- Receptores:
  - Numero: dos (2)
  - Tipo: Marca STONEX, modelo S9 GNNS, seriales 4760 y 3781.
  - Antena: SA7224-V3.0
- Modalidad de medición: Estático rápido.
- Tiempo de ocupación: 1 hora.
- Tipo de posicionamiento: Relativo – Diferencial.
- Intervalo de captura: 5 segundos.
- Altura del bastón promedio: 2 m.

### **3.9 CAPTURA DE LOS DATOS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP**

Esta fase de las mediciones fue llevada a cabo en una semana; dos días para realizar el levantamiento de la zona 2, y 1 día para el levantamiento de la zona 1. Para las mediciones efectuadas con la metodología GNSS NTRIP de las áreas de interés; se procedió a tomar los puntos que conformaban linderos de propiedades, locales comerciales y contornos de vialidad y servicios, en los

lugares donde fue posible obtener posiciones fijas y donde la señal así lo permitía.

Detalles técnicos de las mediciones:

- Receptor: Marca STONEX, modelo S9 GNSS, serial 4760. Antena: SA7224-V3.0
- Modalidad de medición: NTRIP
- NTRIPUser (software): Carlson SurvCE.
- Intervalo de captura: 5 segundos.
- Dispositivo de conexión: Interno GSM
- Operadora de datos GSM: Digitel.
- Tiempo de mensaje: RTCM 3.0
- Antena o NTRIP Source: estación REMOS CCS 1.
  - Dirección: 200.109.65.85
  - Puerto: 6060
  - Nombre de usuario: no aplica
  - Contraseña: no aplica

El procedimiento de campo realizado puede resumirse en: preparar el receptor GNSS móvil para la medición NTRIP, introduciendo la tarjeta SIM al mismo para establecer la conexión internet; seguidamente se configuraron los parámetros de medición (sistemas de coordenadas, parámetros de antena) , se realizó la conexión GPRS/RTK con la estación base (CCS 1) a través del software interno (NTRIPUser), y por último se situó el instrumento sobre el punto, y se tomaron las medidas, esperando a que el receptor arrojara una solución fija y tomando en cuenta los errores medios cuadráticos (RMS) presentados por el equipo móvil al momento de la adquisición de la posición horizontal y vertical.

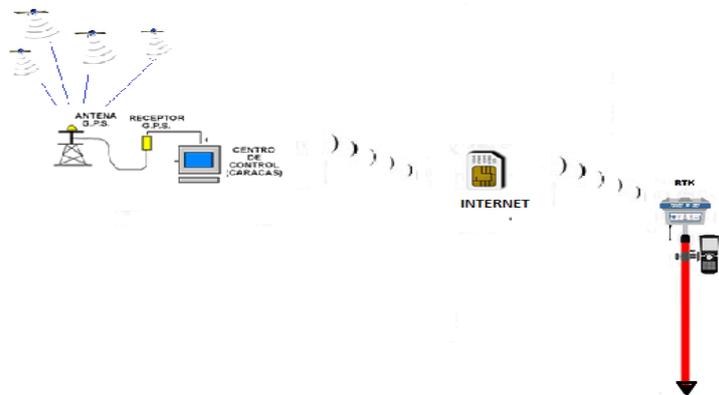


Fig. 25. Envío y adquisición de datos con la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Todos los puntos fueron debidamente identificados mientras se ocupaban, colocando clavos de tipología PK en los mismos, o marcándolos con tipex o spray como por ejemplo sobre los brocales, o en las esquinas de los edificios y los servicios con el fin de que se pudiese medir nuevamente sobre el mismo punto con la Estación Total. En cada punto se tomó una observación.

El primer levantamiento efectuado fue el correspondiente al área 1; se comenzó por levantar puntos en las afueras de algunas propiedades, y locales comerciales como Farmatodo, así como puntos de la vialidad y acera para definir las manzanas, hasta dar la vuelta a las manzanas 1, 5 y 4; seguidamente se realizaron mediciones con NTRIP sobre los puntos de control UCV1, UCV2 cuyas coordenadas se establecieron con GPS. Luego, se realizó la medición en su mayoría de esquinas e hitos de algunos edificios de la manzana 2 y 3, locales comerciales como la estación de servicio de los símbolos, y puntos de la vialidad principal del paseo los ilustres. Por último, se realizó la medición de algunos puntos en la zona 2 (UCV), como el estacionamiento de la biblioteca central, y los vértices fijos G2, T28, y otros puntos de la red de Topografía, culminando así las labores por el día 1

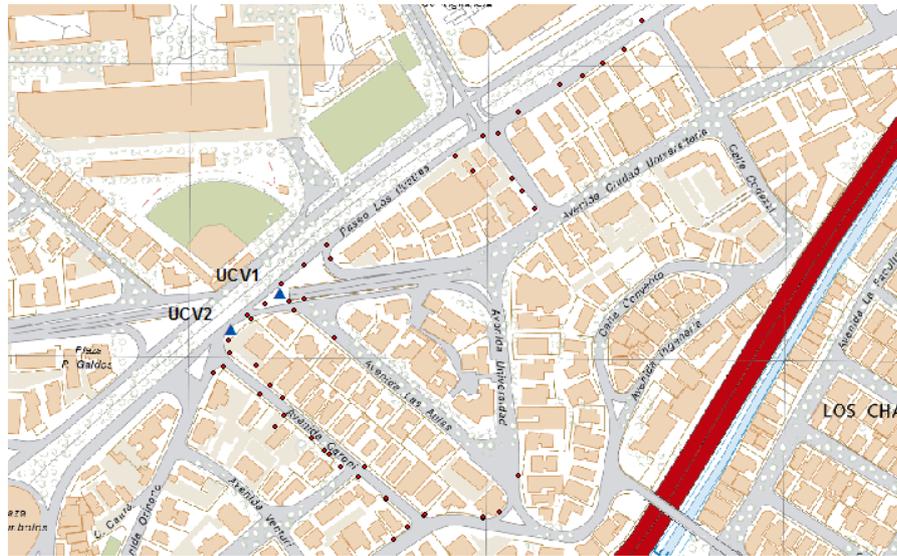


Fig. 26. Distribución de los puntos NTRIP en la Zona 1. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia.

El día siguiente, se continuo con la medición de parte de los puntos correspondientes a la zona 2, puntos esquinas de edificios del recinto universitario, como la biblioteca central, la plaza del rectorado, biblioteca de Ingeniería, edificios de Ing. eléctrica y Física. Y el tercer día de la medición, se levantaron puntos de las vialidades internas de la universidad y puntos contornos del comedor universitario.

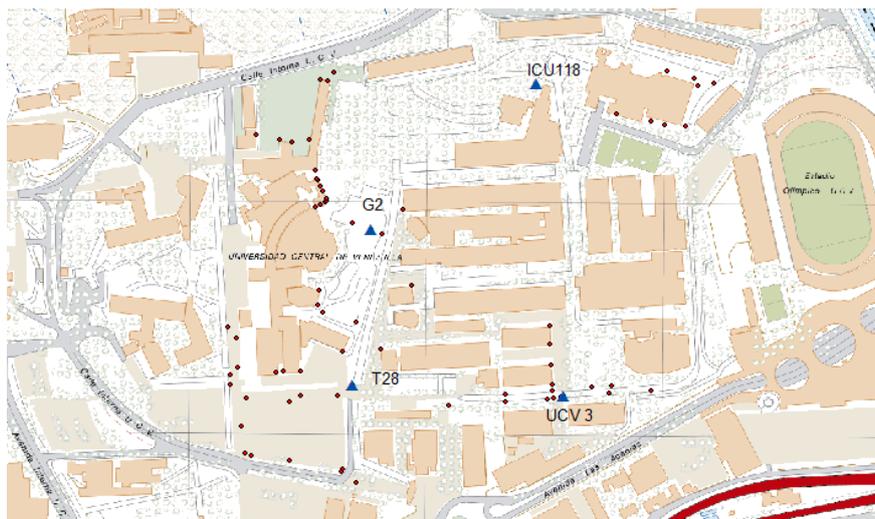


Fig. 27. Distribución de los puntos NTRIP en la Zona 2. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia.

Durante el ensayo, se recibieron posiciones fijas, en lugares específicos, generalmente libres de árboles, vegetación o de edificaciones de gran altura, de allí pues la distribución de los puntos adquiridos. Es importante señalar que al pasar por edificaciones muy altas y/o zonas muy densas, como las edificaciones de la zona 1 se degradaba la precisión en las posiciones, haciéndose complicado en muchos casos obtener una posición fija, por lo cual se obtenían posiciones flotantes con 50 cm de RMS en posición horizontal y vertical e inclusive, el receptor podía llegar a colocarse en estado autónomo.

En general, la precisión durante la captura estuvo por debajo de los 6 cm en posición horizontal y vertical, de acuerdo a los parámetros mostrados por el receptor, y en lugares donde se pudieron obtener soluciones fijas.

### **3.10 EJECUCIÓN DE LAS MEDICIONES CON TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL: ESTACIÓN TOTAL**

#### **3.10.1 Verificación del funcionamiento de la Estación Total.**

A fin de comprobar el estado de funcionamiento de la Estación Total utilizada, tres aspectos fueron estudiados, como verificación; con base a la metodología sugerida por Prince, A, en su trabajo “Metodología para la verificación de Estaciones Totales usadas en proyectos de adquisición sísmica terrestre”, así como los procedimientos propuestos en el manual por el fabricante del instrumento utilizado (Topcon, GTS 239 W series)

Para el establecimiento de las líneas base y los valores fijos de comparación, se utilizaron vértices de la Red de Topografía de la UCV, cuyas coordenadas fueron tomadas del reporte de la medición realizada previamente en el año 2014 por la empresa IAG Instrumentos en colaboración con la

Universidad Central de Venezuela, mediante la técnica GNSS/ RTK, los mismos son:

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	h	LATITUD	LONGITUD	H EGM 96
G2	1.160.472,387	730.941,933	845,465	10° 29' 27.5300" N	66° 53' 23.9370" W	863,449
G1	1.160.424,551	730.934,026	845,389	10° 29' 25.9753" N	66° 53' 24.2075" W	863,370
F4	1.160.373,235	730.925,225	845,285	10° 29' 24.3075" N	66° 53' 24.5082" W	863,262
F1	1.160.383,808	730.890,751	845,790	10° 29' 24.6591" N	66° 53' 25.6392" W	863,767
F2	1.160.479,179	730.921,775	845,681	10° 29' 27.7554" N	66° 53' 24.5982" W	863,665
T28	1160305,8542	730923,4290	844,3880	10° 29' 22.1155" N	66° 53' 24.5821" W	862,361

*Tabla 2. Puntos fijos utilizados como patrones para la verificación del funcionamiento de la Estación Total. Fuente: Elaboración propia.*

### 3.10.1.1 Verificación del funcionamiento del Medidor Electrónico de Distancia (EDM).

El procedimiento seguido fue el planteado en el manual de la Estación Total Topcon GTS 239 W y lo sugerido en el ensayo de Prince, A. Dos valores han de ser determinados, la constante del instrumento (a), y el error cíclico (e).

La constante aditiva del instrumento característico es particular para cada instrumento y prisma, y es un error sistemático de magnitud constante y no proporcional a la distancia medida. Es causada por retardos eléctricos, deformaciones geométricas y excentricidades en el EDM (Prince, A. pág. 4); mientras que el error cíclico es producido por las múltiples refracciones y difracciones dadas en la señal antes de llegar al receptor. Éste es inversamente proporcional a la intensidad de la señal de retorno, por lo que sus efectos se incrementan al aumentar la distancia. (Prince, A. pág. 5).

Este procedimiento de ensayo se basa en tener un campo de prueba con distancias que son aceptadas como verdaderas. Los valores asumidos como verdaderos fueron calculados a partir de las coordenadas de los puntos seleccionados. Para realizar el ensayo, se utilizó el método de medida de tres

distancias (Manual Estación Total Topcon GTS 230 Series, Capítulo 17-1) según se muestra en la Figura 24, estableciéndose una base de calibración, sugerida por el manual de  $\pm 100$  m, entre los puntos G2, G1 y F4, vértices alineados y perfectamente monumentados.

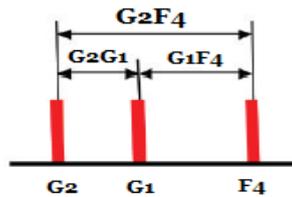


Fig. 28. Línea base de calibración para las distancias. Fuente: Elaboración propia.

Después de medir las distancias G2F4; G2G1 y G1F4, debería ocurrir que  $G2F4 = G2G1 + G1F4$ , por lo que el error del cierre, o constante del instrumento (a) viene siendo

$$a = G2G1 + G1F4 - G2F4 \quad (11)$$

En este sentido, utilizando la herramienta Excel, se programaron las ecuaciones para la verificación de las distancias, generándose la siguiente hoja de cálculo:

<b>FECHA</b>	02/09/2015		<b>TEMPERATURA</b>	26 °c
<b>OBSERVADOR</b>	JOHANA INFANTE		<b>PRESION ATMOSFERICA</b>	1012 hpa
<b>MARCA</b>	TOPCOM		<b>CONSTANTE DEL PRISMA</b>	-30
<b>MODELO</b>	GTS 239 W		<b>ERROR DE CENTRADO DEL INSTRUMENTO (σi)</b>	1
<b>NRO SERIAL</b>			<b>ERROR DE CENTRADO DEL PRISMA (σp)</b>	2
<b>EXACTITUD DISTANCIA (A+B PPM)</b>	3	Mm	<b>ERROR ALTURA DE INSTRUMENTO</b>	2
	3	PPM	<b>ERROR ALTURA DE PRISMA</b>	2
<b>PRECISION O EXACTITUD ANGULAR</b>	9	"		

PRECISION COMPENSADOR O LECTURA MINIMA	9	"
PRECISION ANGULO CENITAL	9	"

Tabla 3. Especificaciones de la Estación Total Topcon GTS 239 W. Fuente: Elaboración propia.

Se midieron las distancias comenzando desde el punto extremo izquierdo G2, (colocando la Estación Total en ese punto) hasta los otros dos puntos. Cada una de las distancias se midió al menos tres veces. Los valores recolectados en campo fueron los siguientes:

COMPARADOR				DISTANCIA CONOCIDA		
	G2G1	G1F4	G2F4	G2G1	G1F4	G2F4
DISTANCIA HORIZONTAL O REDUCIDA MEDIDA (DH)	48,4876	52,0766	100,5270	48,485	52,065	100,550
	48,4876	52,0768	100,5268	$\sigma D$	$\sigma D$	$\sigma D$
	48,4876	52,0764	100,5270	0,004	0,004	0,004
PROMEDIO	48,4876	52,0766	100,5269	RMS (95%)	RMS (95%)	RMS (95%)
DIFERENCIA	0,0025	0,0114	-0,0229	0,006	0,006	0,006

Tabla 4. Valores de distancia adquiridos en campo, programación de las formulas en Microsoft Excel. Fuente: Elaboración propia.

La fórmula que define la desviación estándar que debe poseer un EDM en particular (Prince, A. pág. 15) es:

$$\sigma D = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_p^2 + a^2 + (D * b_{ppm})^2} \quad (12)$$

Donde

$\sigma_i$  : Error de centrado del Instrumento

$\sigma_p$ : error de centrado del prisma

$\pm (a + b_{ppm})$  precisión del instrumento para mediciones de distancia.

D= distancia en metros.

Para el cálculo de RMS 95%, se aplicó la formula

$$1.7308 * \sigma D \quad (13)$$

Procesados los datos de campo, se calculó, la constante aditiva en función de la ecuación nro. 11 y el error cíclico de la Estación Total, el cual fue resultado de la resta entre la constante aditiva y la diferencia entre las distancias medidas desde el primer extremo hacia cada punto con respecto a las distancias fijas (porque como se menciona este es proporcional a la distancia)

COMPARADOR	G2G1	G1F4	TOTAL (m)
DISTANCIA CONOCIDA	48,485	52,065	100,550
DISTANCIA HORIZONTAL O REDUCIDA MEDIDA (DH)	48,4876	52,0766	100,564
	48,4876	52,0768	100,564
	48,4876	52,0764	100,564
PROMEDIO	48,488	52,077	100,564
G2G1+ G1F4 -G2F4 (FIJA) = -a	-0,037		
CONSTNTE ADITIVA (a)	-0,03727		

	A- DIF G2G1	a-DIF G2F4
ERROR CICLICO ( C )	-0,040	-0,014
PROMEDIO ERROR CICLICO ( C )	-0,027	

Tabla 5. Hoja de cálculo para la constante aditiva y el error cíclico del instrumento empleado.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.10.1.2 Verificación de la medición de ángulos

Para la verificación de los ángulos horizontales se hizo estación en el vértice G1, con referencia al vértice G2 y se determinaron los ángulos entre varios puntos conocidos colocados a diferentes posiciones y a distancias variadas. Los mismos se obtienen a partir del método series, realizándose 4 series en total, una en cada posición del anteojo: directa e inversa, ver figura 25.

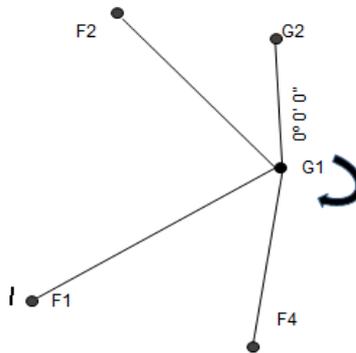


Fig. 29. Disposición en campo de la estación y las distintas posiciones del prisma. Fuente: Elaboración propia.

Los ángulos horizontales fueron calculados a partir de las coordenadas de cada punto y azimutes de cada línea.

	ÁNGULOS CONOCIDOS		
	°	'	"
G2-F4	180	20	46
G2-F1	217	20	25
G2-F2	337	58	27

Tabla 6. Ángulos conocidos. Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la herramienta Microsoft Office Excel, se realizaron los cálculos correspondientes para la verificación de los Ángulos horizontales, estimando el error entre el ángulo medido con el instrumento en prueba y el ángulo patrón, y finalmente sacando el promedio de este error para todas las diferencias estimadas, de la siguiente manera:

LECTURAS																			
ESTACION	PTO OBS	DIRECTO			INVERSO			ANG DIRECTO			ANG INVERSO			DIFERENCIA (D-I)			(DIR+INV)/2		
		°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"
G1	G2	0	0	0	180	0	55	180	19	50	180	19	45	0	0	5	180	19	47
	F4	180	19	50	0	20	40												
G1	G2	90	0	0	269	59	55	180	19	45	180	19	50	0	0	-5	180	19	47
	F4	270	19	45	90	19	45												

G1	G2	180 0 0	0 1 0	180 19 50	180 19 45	0 0 5	180 19 47
	F4	0 19 50	180 20 45				
G1	G2	270 0 0	89 59 50	180 19 40	180 19 45	0 0 -5	180 19 42
	F4	90 19 40	270 19 35				
ANGULO PROMEDIO							180 19 46
ANGULO CONOCIDO							180 20 46
DIF ANG							0 -1 0

Tabla 7. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F4, cálculo de la diferencia angular. Fuente: Elaboración propia.

LECTURAS											
ESTACION	PTO OBS	DIRECTO			INVERSO			ANG DIRECTO	ANG INVERSO	DIFERENCIA (D-I)	(DIR+INV)/2
		°	'	"	°	'	"	°	'	"	°
G1	G2	0	0	0	180	0	55	217 19 20	217 19 25	0 0 -5	217 19 23
	F1	217	19	20	37	20	20				
G1	G2	90	0	0	269	59	55	217 19 20	217 19 25	0 0 -5	217 19 22
	F1	307	19	20	127	19	20				
G1	G2	180	0	0	0	1	0	217 19 20	217 19 30	0 0 10	217 19 25
	F1	37	19	20	217	20	30				
G1	G2	270	0	0	89	59	50	217 19 30	217 19 40	0 0 10	217 19 35
	F1	127	19	30	307	19	30				
ANGULO PROMEDIO										217 19 26	
ANGULO CONOCIDO										217 20 25	
DIF ANG										0 0 -59	

Tabla 8. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F1, cálculo de la diferencia angular. Fuente: Elaboración propia.

LECTURAS											
ESTACION	PTO OBS	DIRECTO			INVERSO			ANG DIRECTO	ANG INVERSO	DIFERENCIA (D-I)	(DIR+INV)/2
		°	'	"	°	'	"	°	'	"	°
G1	G2	0	0	0	180	0	55	337 57 10	337 57 20	0 0 -10	337 57 15
	F2	337	57	10	157	58	15				
G1	G2	90	0	0	269	59	55	337 57 15	337 57 20	0 0 -5	337 57 17
	F2	67	57	15	247	57	15				
G1	G2	180	0	0	0	1	0	337 57 10	337 57 10	0 0 0	337 57 10
	F2	157	57	10	337	58	10				
G1	G2	270	0	0	89	59	50	337 57 15	337 57 20	0 0 -5	337 57 17
	F2	247	57	15	67	57	10				

ANGULO PROMEDIO	337	57	15
ANGULO CONOCIDO	337	58	27
DIF ANG	0	-1	-12

DIFERENCIA ANGULAR TOTAL	0	-1	-4
--------------------------	---	----	----

Tabla 9. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F2, cálculo de la diferencia angular. Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento antes descrito, se aplicó de manera similar para la medición de los ángulos verticales, realizándose igualmente 4 series, en ambas posiciones del anteojo; y estimándose el error de índice en cada uno de los vértices.

LECTURAS														
ESTACION	PTO OBS	DIRECTO			INVERSO			ANG DIREC + ANG INVER	360-ANG G2	360-ANG F4	360-ANG F1	360-ANG F2		
		'	"		o	'	"	o	'	"	o	'	"	o
G1	G2	89	22	30	270	36	50	359 59 20	0 0 40	0 0 40	0 0 45	0 0 40		
	F4	89	37	40	270	21	40	359 59 20						
	F1	89	7	20	270	51	55	359 59 15						
	F2	89	20	30	270	38	50	359 59 20						
G1	G2	89	23	0	270	36	25	359 59 25	0 0 35	0 0 40	0 0 25	0 0 35		
	F4	89	38	0	270	21	20	359 59 20						
	F1	89	7	30	270	52	5	359 59 35						
	F2	89	21	0	270	38	25	359 59 25						
G1	G2	89	22	55	270	36	20	359 59 15	0 0 45	0 0 40	0 0 35	0 0 55		
	F4	89	37	50	270	21	30	359 59 20						
	F1	89	7	30	270	51	55	359 59 25						
	F2	89	20	55	270	38	10	359 59 5						
G1	G2	89	23	5	270	36	10	359 59 15	0 0 45	0 0 35	0 0 40	0 0 45		
	F4	89	38	0	270	21	25	359 59 25						
	F1	89	7	20	270	52	0	359 59 20						
	F2	89	21	0	270	38	15	359 59 15						
<b>ERROR DE INDICE</b>								0 0 41	0 0 39	0 0 36	0 0 44			
<b>ERROR INDICE PROMEDIO</b>								0 0 40						

Tabla 10. Lecturas en serie, ángulo entre los vértices G1, G2 y F2, cálculo de la diferencia angular. Fuente: Elaboración propia.

### 3.10.1.3 Verificación de la medición de desniveles

Esta verificación se realizó de manera similar a las verificaciones de distancia; para este ensayo se utilizó la misma línea de calibración formada por los vértices G2, G1 y F4, (Figura 24), se tomaron los datos de desniveles (Prince, A. pág. 17) desde el punto extremo G2, hasta cada uno de los vértices, y se repitió el procedimiento localizando ahora la estación sobre el punto medio.

COMPARADOR	$\Delta H$ G2G1 (m)	$\Delta H$ G1F4 (m)	$\Delta H$ G2F4 (m)
DESNIVEL MEDIDO	0,3326	0,2682	0,2362
	0,3322	0,2681	0,2362
	0,3322	0,2682	0,2365
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,332</b>	<b>0,268</b>	<b>0,236</b>

Altura Inst hG2 =	1,59	Presión	1012
Altura de Prisma (hp)	2		
Altura Inst hG1 =	1,63	Temperatura	26°C

Tabla 11. Desniveles y valores de campo. Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó la fórmula dada por el manual de la Estación Total Topcon, para el cálculo de los desniveles verdaderos, utilizando las alturas de prisma e instrumento.

$$Z_1 = Z_0 + \text{INS} \cdot \text{HT} + z - R \cdot \text{HT} \quad (14)$$

Y por último, se estimó el cierre vertical, o el error en cota, como la desviación entre el desnivel total (G2-F4) fijo, menos el desnivel total medido.

COMPARADOR	$\Delta H$ G2G1 (m)	$\Delta H$ G1F4 (m)	TOTAL
DESNIVEL CONOCIDO	-0,076	-0,1080	-0,184
DESNIVEL MEDIDO	-0,0774	-0,1018	
	-0,0778	-0,1019	

	-0,0778	-0,102	
<b>PROMEDIO</b>	<b>-0,078</b>	<b>-0,102</b>	-0,180
<b>DIFERENCIA</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,006</b>	
<b>CIERRE VERTICAL</b>			<b>-0,004</b>

Tabla 12. Resultados del cierre vertical, error en la medición de los desniveles. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se obtuvo la hoja de vida de la Estación Total que se utilizaría para las mediciones a efectuar, con todas las constantes previamente calculadas.

#### HOJA DE VIDA ESTACION TOTAL

FECHA	MODELO/SERIAL	CONST.ADIT "a"(m)	ERROR CICLICO "c" (m)
02/09/2015	GTS 239 W	-0,037	-0,027
CIERRE VERTICAL(m)	DIF.ANG HORIZONTAL	DIF ANG VERTICAL	OBSERVADOR
0,004	(-) 1' 4"	40 "	ARLEIDYS INFANTE

Tabla 13.Hoja de vida de la Estación Total. Fuente: Elaboración propia.

### 3.10.2 Medición de los detalles con Estación Total

El levantamiento parcelario por el método convencional mediante el uso de la Estación Total fue llevado a cabo en dos fases, la primera corresponde a la densificación de los puntos de control o la medición de las poligonales envolventes, sobre las cuales se apoyaría la adquisición de los puntos de detalle; y una segunda fase, donde se realizó la mensura de los puntos de interés para el estudio, es decir, la adquisición de los puntos de detalle, parcelas, servicios, vialidad, etc. Para todos los levantamientos aquí señalados se utilizó como referencia para las coordenadas el sistema local Loma Quintana.

Para todos los procedimientos realizados fueron tomados en cuenta, los valores de presión y temperatura.

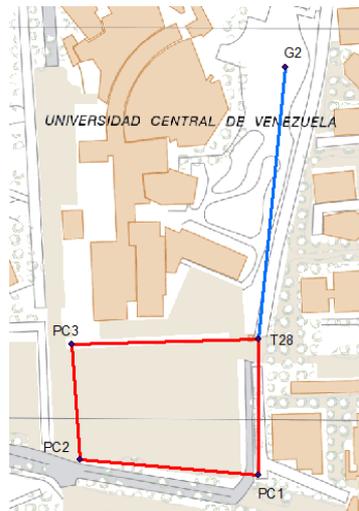
### **Detalles técnicos de las Mediciones**

- Estación total
- Marca: Topcom
- Modelo: GTS 239 W
- Precisión angular : 9"
- Exactitud en distancia (a + b PPM): 3+ 3 PPM

#### 3.10.2.1 Medición las poligonales envolventes.

Una vez conocidas las coordenadas de los 6 vértices de control (G2, ICU 118, T28, UCV1, UCV 2 Y UCV 3) en el sistema geodésico, y después de haber realizado la transformación de sus coordenadas al sistema local Loma Quintana; se procedió al levantamiento de cada uno de los vértices o cambios de dirección que formarían las poligonales envolventes, o las estructuras bases para el levantamiento de los detalle.

En primer lugar, se midieron las poligonales de la zona 2: una poligonal cerrada, partiendo del eje operativo T28 (base) y G2 (referencia), colocando 3 puntos de cambio, para culminar nuevamente en el vértice T28, a fin de poder realizar el cierre respectivo de la poligonal; pudiéndose levantar a partir de esta estructura, los puntos que definen el estacionamiento de la Biblioteca UCV, la Biblioteca UCV, algunos puntos de vialidad y servicios.



*Fig. 30. Trazado de la poligonal cerrada del vértice T28-G2 al vértice T28. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia.*

Adicionalmente, se midieron 2 puntos de apoyo para el levantamiento de parte de la zona 2, en el sector “Tierra de Nadie”, a través del método de radiación, usando como eje operativo el formado por los puntos G2, en el cual se colocó la estación, y la referencia el vértice T28; a partir de esta estructura se adquirieron los puntos correspondientes a la Plaza Cubierta, Rectorado, Aula Magna, esquinas de la Biblioteca de Ingeniería y Facultad de Humanidades UCV.

De igual manera, se levantó una poligonal abierta con control, con el eje operativo anterior G2-T28, y en la cual se colocaron 2 puntos de cambio hasta hacer estación en el vértice ICU118, para efectuar el cierre respectivo.

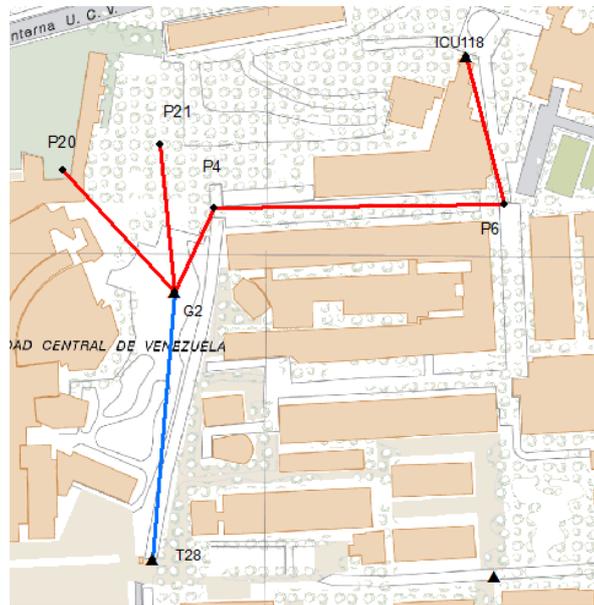


Fig. 31. Trazado de la poligonal abierta sin control desde el vértice G2-T28 al vértice ICU118, y Radiación. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia.

De igual manera, se incluye el levantamiento de una poligonal abierta, que partió del vértice ICU118, con referencia al punto de cambio P6, previamente levantado en la poligonal anterior, y donde se colocaron 3 puntos de cambio hasta llegar al punto “BIO”, permitiendo efectuar el levantamiento de los puntos que definen el contorno del comer UCV.

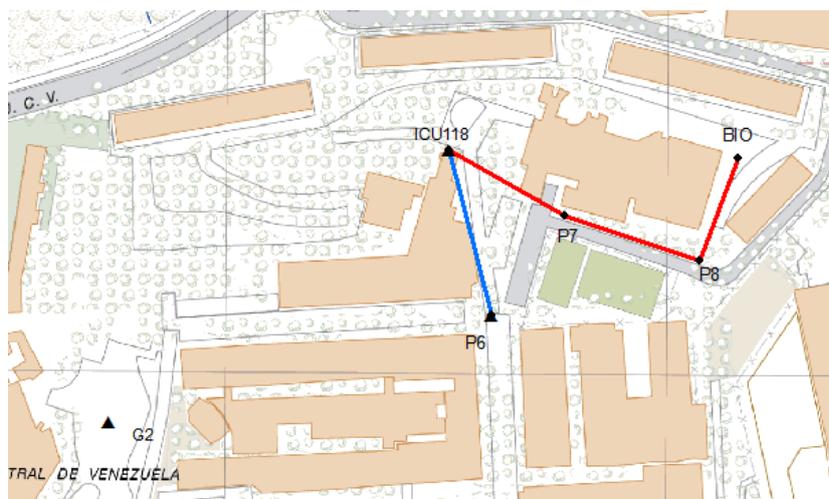
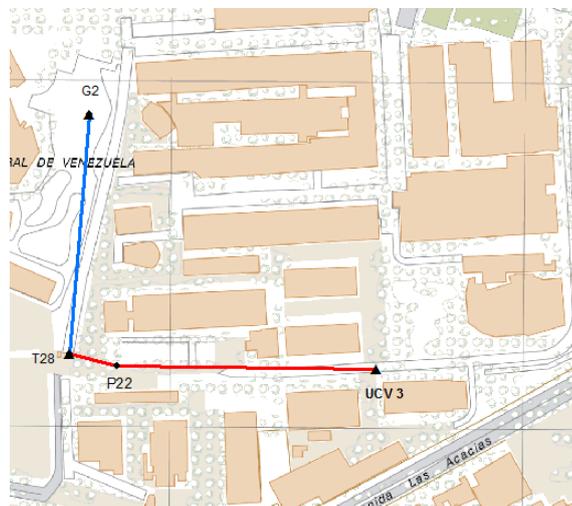


Fig. 32. Poligonal abierta desde ICU118-P6 al punto BIO. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia.

Por último, para la zona de estudio 2, se llevó a cabo el levantamiento de la poligonal abierta desde el eje operativo en cuyos extremos estaban los puntos T28 (Punto base) y G2 (punto Referencia); hasta llegar al vértice UCV3, colocando un punto de cambio; ésta poligonal, permitió la medición de los puntos localizados en las inmediaciones de la Facultad de Ingeniería, como por ejemplo, las esquinas de los edificios de Ing. Eléctrica, y edificio de Física, puntos de vialidad, etc.



*Fig. 33. Trazado de la poligonal del vértice T28-G2 al vértice UCV3. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVS. Imagen temática de elaboración propia.*

En la segunda parte del proceso de medición, se realizó el levantamiento de las poligonales que abarcaban la zona 1, estableciéndose: una poligonal cerrada, que partió desde eje operativo UCV2 (punto base) y UCV1 (punto referencia), donde se hicieron 8 estaciones para establecer 8 puntos de cambio y se realizó una última medición sobre el punto de inicio UCV 1 para efectuar el control respectivo de la poligonal.

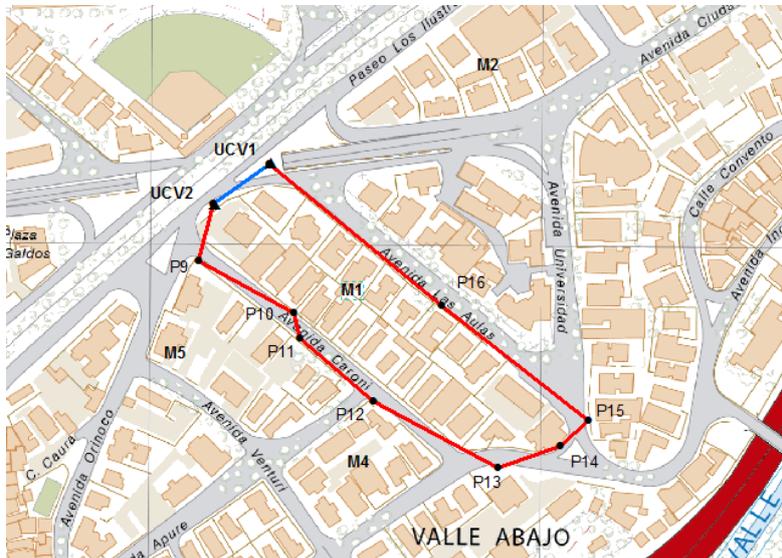


Fig. 34. Trazado de la poligonal envolvente del vértice UCV2-UCV1 al vértice UCV1 Utilizando Mapa base a escala 1:5000 (IGVSB). Imagen temática de elaboración propia.

Igualmente, se levantó una poligonal abierta, partiendo del eje operativo anterior, puntos UCV2 Y UCV1, y trazando 3 puntos de cambio hasta llegar al punto P19, en virtud de poder levantar los detalles de las manzanas aledañas. A partir de estas estructuras de control, pudieron levantarse los puntos correspondientes a la zona 1, Parroquia San Pedro.

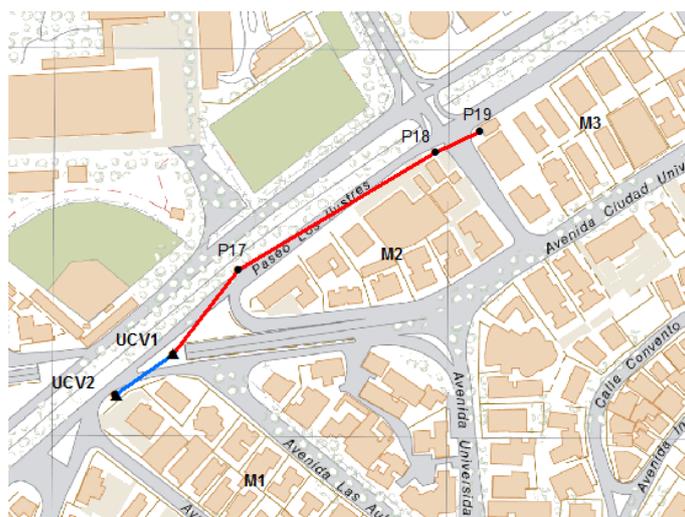


Fig. 35. Poligonal abierta desde el eje operativo UCV1-UCV2 hasta el punto de cambio P19. Utilizando Mapa base a escala 1:5000 del IGVSB. Imagen temática de elaboración propia

Para todas las poligonales anteriores, se colocó la Estación Total en el primer punto de control, y el bastón con el prisma en el segundo punto conocido, el cual se usó como punto de referencia para poder colimar la Estación Total; seguidamente tras partir del eje operativo, se colocaba el bastón con el Prisma en el punto de cambio a medir, y se determinaban sus coordenadas. Luego se trasladaba la Estación Total al nuevo punto medido, y se repetía el proceso anterior (visar y hacer referencia al punto anterior, cuyas coordenadas ya eran conocidas, y se visaba ahora el otro punto de cambio nuevo para medir sus coordenadas); hasta llegar al último cambio de dirección de la poligonal.

#### 3.10.2.2 Medición de los puntos de detalle

Después de haber determinado las coordenadas de los puntos de control topográficos, como resultado de la compensación aproximada de las poligonales de control establecidas; a partir de estas estructuras de control, se realizó entonces el levantamiento parcelario con la Estación Total TOPCON GTS 239W de todos los detalles de interés para el estudio; es decir, de los puntos que ya habían sido determinados por la metodología GNSS NTRIP; en los que se incluyen, frente de algunas parcelas, locales comerciales, puntos de vialidad, servicios, esquina de edificios de interés, etc.; para lo cual se utilizó el método de radiación topográfica apoyada en los controles ya mencionados.

Para lo anterior, se colocaba la Estación Total en un punto de control y trazando una visual a un segundo punto de control, se establecían los ejes operativos, es decir, los ejes bases (lados de las poligonales), a partir de los cuales entonces se empezaba el procedimiento de detallado o adquisición de las coordenadas de los nuevos puntos. Esta fase fue llevada a cabo en 4 días, midiéndose en primer lugar los puntos localizados en la zona 1, y por último los puntos ubicados en la zona 2.



Fig. 36. Medición de los puntos de detalle con la Estación Total. Fuente: Elaboración propia.

### 3.11 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ADQUIRIDOS

#### 3.11.1 Procesamiento de los datos GNSS en la modalidad Estático

##### 3.11.1.1 Esquema metodológico para el procesamiento de los puntos.

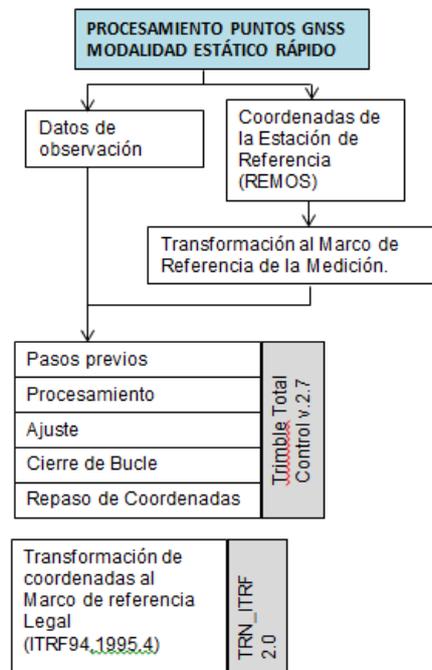


Fig. 37. Esquema para el procesamiento de los datos GNSS Estático Rápido. Fuente: Elaboración propia.

### 3.11.1.2 Postprocesamiento de los datos

Una vez descargados los datos de observación de los receptores GNSS al computador, estos fueron tratados para determinar la relación diferencial entre los vértices ocupados y la estación de control seleccionada para el caso de estudio. El procesamiento fue llevado a cabo utilizando el software Trimble Total Control v 2.7; debido a la robustez del mismo, y experiencias previas con el IGVSB.

Los archivos fueron procesados en dos redes de triangulación independientes, utilizando como estación base, el vértice CCS 1, de la Red de Estaciones de Monitoreo Satelital Continuo (REMOS), junto con los archivos de los vértices cuyas coordenadas se querían determinar. La primera red de triangulación está formada por los puntos G2, ICU, UCV3, T28 y la estación CCS 1 (primer procesamiento); mientras que en la segunda red se ajustaron los puntos UCV1, UCV2 Y CCS1 (segundo procesamiento).

Pasos previos al procesamiento:

- Conversión a formato RINEX de la data cruda GNSS generada por los receptores utilizando el software STHO.RINEX, de la compañía fabricante de los equipos.
- Descarga de los registros diarios de observación de la estación REMOS CCS 1, directamente desde la página web del IGVSB.
- Transformación de las Coordenadas de la estación base CCS1, al marco de referencia actual ITRF08 y a la época establecida para la medición: (2015.6), empleando el software TernITRF\_v2.0 publicado por el Laboratorio de Geodesia Física y Satelital (LGFS) de La Universidad del Zulia Y por recomendación del IGVSB.

```

[18] ITRF05 <-> ITRF96
[19] ITRF05 <-> ITRF94
[20] ITRF05 <-> ITRF93
[21] ITRF05 <-> ITRF92
[22] ITRF05 <-> ITRF91
[23] ITRF05 <-> ITRF90
[24] ITRF05 <-> ITRF89
[25] ITRF05 <-> ITRF88

... OBSERVACIÓN: LAS REALIZACIONES IGS00, IGS00, WGS84(G1150) Y PZ-90.02
SE CONSIDERAN ALINEADAS CON LA SOLUCIÓN ITRF00 (ITRF2000,
1997.0), POR TANTO, LOS PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN QUE
LAS RELACIONAN SON TRATADOS COMO NULOS; SITUACIÓN SIMILAR
OCURRE ENTRE LAS REALIZACIONES ITRF08 E IGS08.

Transformación ITRF/TRF a realizar [1...39]: 30
Tipo [0=directa/1=inversa]: 1
Época inicial [año] <p.ej., ####.####>: 1995.4
Época final [año] <p.ej., ####.####>: 2015.6
Número de estaciones a transformar? [max. 999]: 1
Estación No.: 1
Nombre [máx. 8 caracteres]: REMOSCCS2
Coordenadas XYZ ó PLH? [0=XYZ <recomendado> / 1=PLH]: 1
Solución ITRF/TRF, época inicial / elipsoide: ITRF94, 1995.4000 / GRS80
LATITUD [gms] <p.ej., ## ## ##.####>: 10 30 09.08471
LONGITUD [gms] <p.ej., -## ## ##.####>: -66 54 48.58438
ALT.ELIP [m] <p.ej., ####.####> : 911.979
Conoce las velocidades UX UY UZ de la estación? [0=no/1=sí]:

```

Fig. 38. Transformación de las coordenadas del vértice CCS1 por ITRF y Época, con el software TernITRF\_v2.0. Fuente: Elaboración propia.

- **Configuraciones Iniciales:** se cargaron los archivos de datos al proyecto, registrándose y comparándose los datos de cada vértice ocupado y observaciones; tales como, identificación del punto, parámetros y altura de la antena, etc. y se estableció la información sobre los puntos de control, para el caso la estación CCS1, ingresando sus coordenadas fijas. Los pasos mencionados se describen a continuación:
  - Se abre el software a través de su ubicación en el directorio y en la pestaña llamada proyecto a la izquierda de la pantalla, se selecciona un “nuevo proyecto”, y de inmediato surge una pestaña, en la cual se visualiza una opción llamada por defecto, se elige y se pulsa la pestaña aceptar

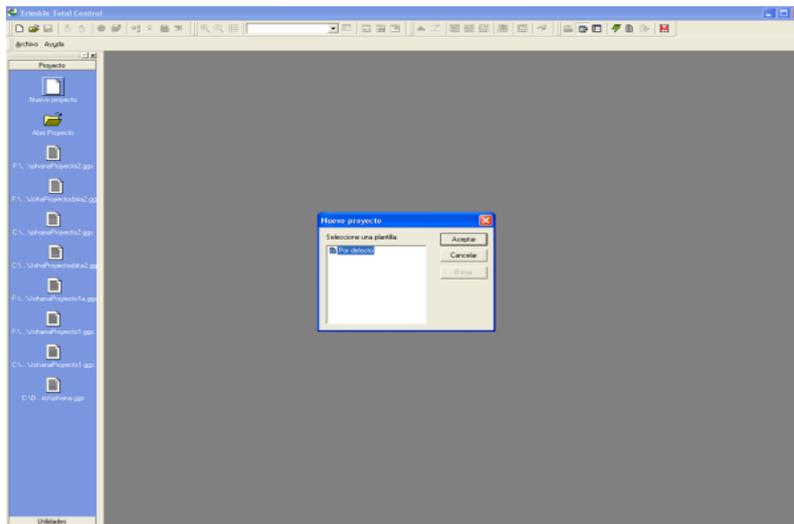


Fig. 39. Ventana principal software Trimble Total Control V. 2.7. Fuente: Elaboración propia.

- Seguidamente en la barra principal se selecciona la pestaña denominada proyecto y se pulsa la opción “sistema” y automáticamente se configura “sistema de coordenada y zona.”

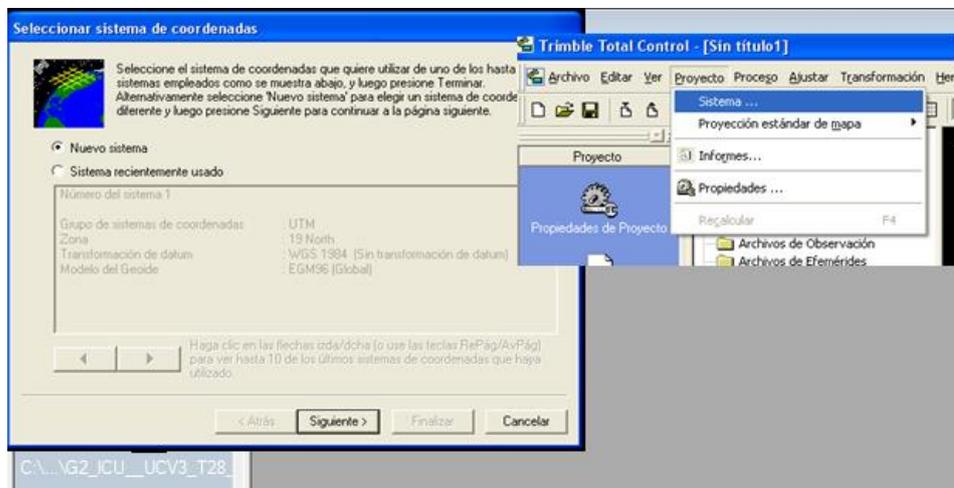


Fig. 40. Configuración del sistema de coordenadas, software Trimble Total Control V. 2.7. Fuente: Elaboración propia.

- Hasta el paso anterior se ha configurado el sistema de coordenadas. A partir de entonces se importa la data de medición. Debajo de la pestaña de proyecto antes seleccionada, se encuentra un icono con la opción de

importar “datos de medidas del receptor. De inmediato, se abre una ventana en la cual se buscan los archivos de observación en su respectiva carpeta, y se cargan los datos en formato RINEX

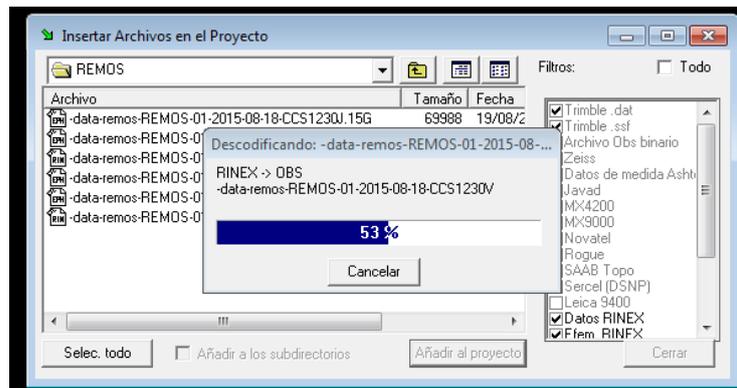


Fig.41. Carga de los datos al software Trimble Total Control V. 2.7. Fuente: Elaboración propia.

- Seguidamente se abre una ventana donde aparecen los datos de la medición, aquí se puede modificar el nombre de ser necesario, y de igual forma indicar la marca del equipo usado (Trimble), el tipo de antena, el lugar desde donde se midió la altura, etc.

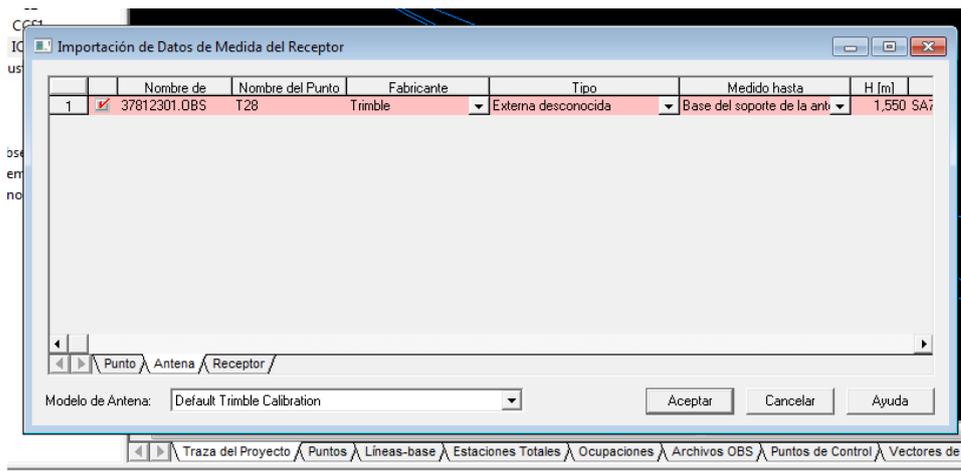


Fig. 42. Configuración de los parámetros de la antena, software Trimble Total Control V. 2.7. Fuente: Elaboración propia.

- Automáticamente aparecen los datos cargados al software, se visualizan los puntos y se verifica la distribución de los puntos y las líneas.

De igual manera, se configuraron los parámetros del proyecto como, Datúm WGS 84, sistema de coordenadas Geodésicas, huso horario -4.5, modelo Geoidal EGM96 y modelo troposférico; utilizando la opción “opciones de proceso” localizada en la pestaña “proceso” del programa Total Control.

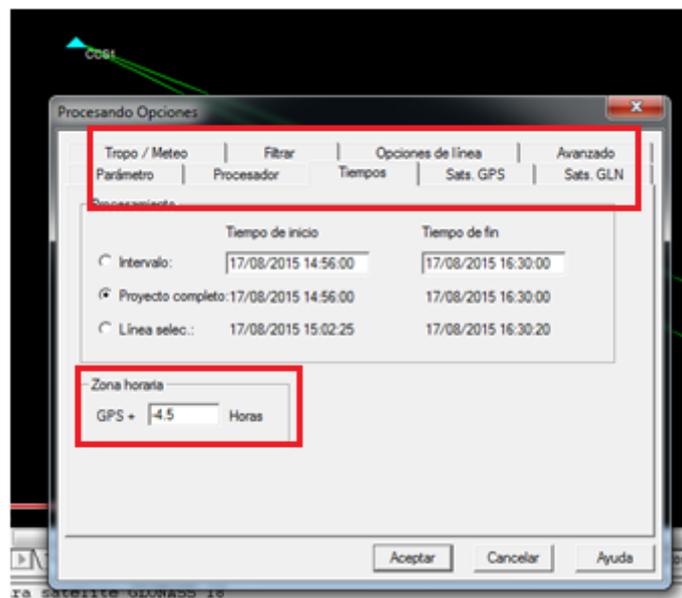


Fig. 43. Configuración de los parámetros generales del proyecto, software Trimble Total Control V. 2.7. Fuente: Elaboración propia.

- **Procesamiento:** en esta fase, se generaron los vectores GPS de los datos tomados a través de la pestaña de “Proceso” del software. Todos los datos fueron procesados como una red de triangulación, utilizando como vértice fijo (y común) la estación CCS1. Este proceso se realizó de manera independiente para ambas redes, en la primera de ellas se procesaron los vértices G2, ICU, T28, UCV3 y CCS1, que forman la primera red; y en el segundo proceso, representado por la segunda red, se procesaron los vértices UCV1, UCV2 y CCS1.

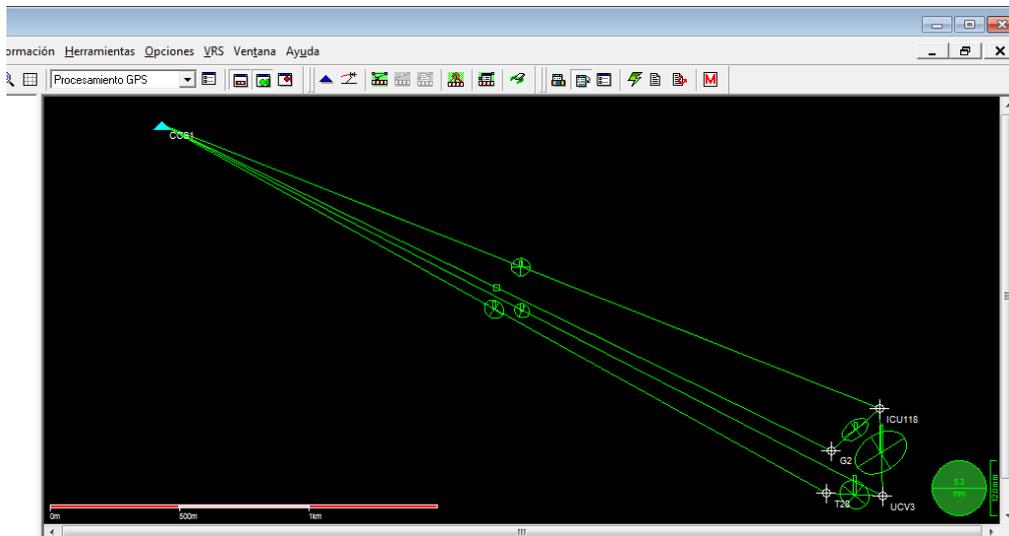


Fig. 44. Procesamiento de la red 1 (G2, ICU 118, UCV 3, T28, CCS1). Fuente: Elaboración propia.

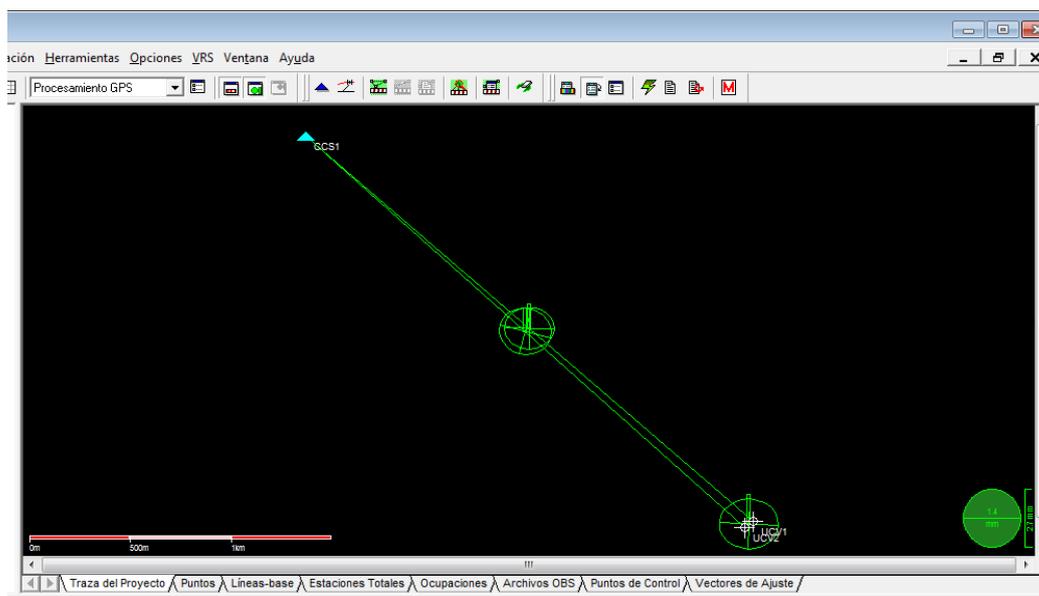


Fig. 45. Procesamiento de la red 2 (UCV1, UCV2, CCS1). Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, se realizó el escrutinio o limpieza de cada vector, por medio de las herramientas del software; eso es quitando las interferencias en las señales recibidas y activando desactivando satélites.

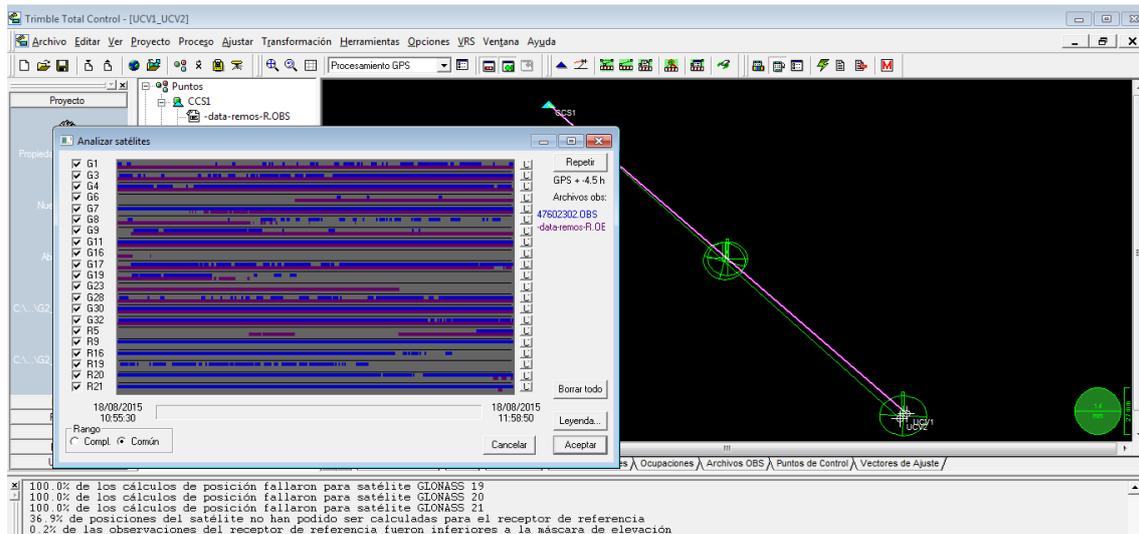


Fig. 46. Limpieza de la data: Escrutinio del vector CCS1\_UCV1. Fuente: Elaboración propia.

Luego de hacer el escrutinio de los datos, se procesaron nuevamente los vectores a través de la pestaña “proceso” para apreciar las elipses de error generadas por el programa y verificar que se cumplan con las tolerancias establecidas.

- **Ajuste:** después de haber procesado los vectores GPS y de haber comprobado la no existencia de errores notables en las observaciones procesadas, se ajustaron las redes de medición a través del módulo de ajuste del software Trimble Total Control, realizando un Ajuste en 2D y 3D con tendencia.

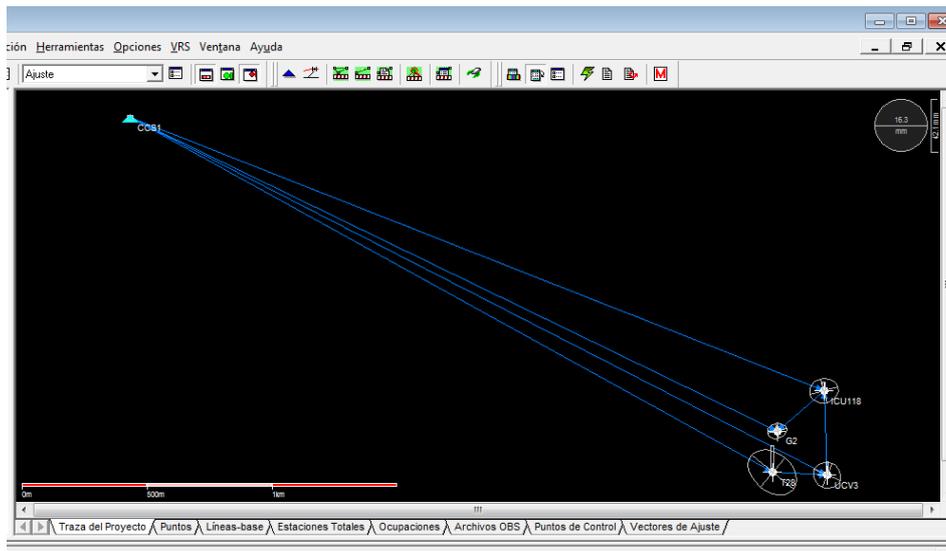


Fig. 47. Vectores ajustados de la red 1. Fuente: Elaboración propia.

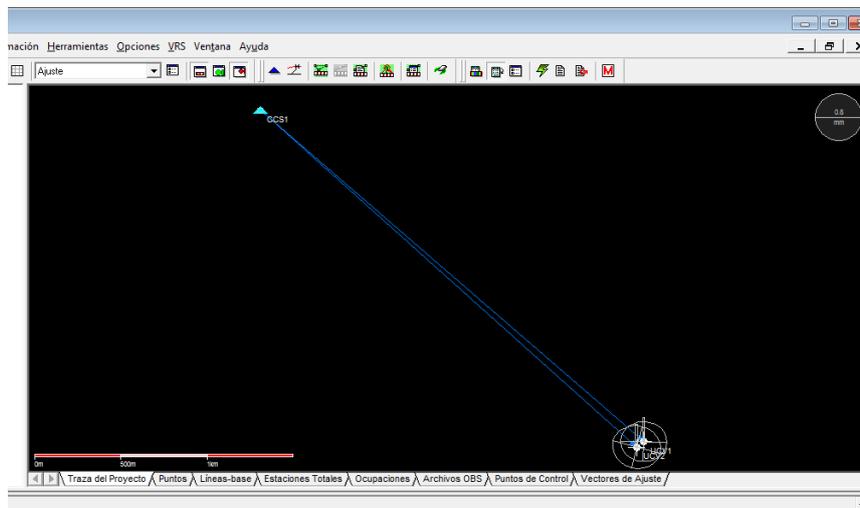


Fig. 48. Vectores ajustados de la red 2. Fuente: Elaboración propia.

- Cierre de Bucle y análisis de los datos:** Una vez asegurado la no presencia de errores, se procedió a realizar el análisis de la red de medición a través del módulo de cierre de Bucle, en la opción “Herramientas, Cierre de Bucle” de la barra principal del software; éste proceso se realizó para ambas redes, examinando los márgenes de error de la red en posición horizontal y vertical, así como las precisiones

obtenidas. Estos cierres proveyeron un indicador del número de errores en el grupo de observaciones y permitieron apreciar la calidad de los resultados para obtener las coordenadas finales de los puntos ocupados. Las posiciones y las precisiones asociadas a ellas, obtenidas fueron aceptadas como válidas, en función de la tolerancia establecida para puntos de control de redes geodésicas municipales, por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, de  $\pm 5$  cm para ambas posiciones (IGVSB, 2000).

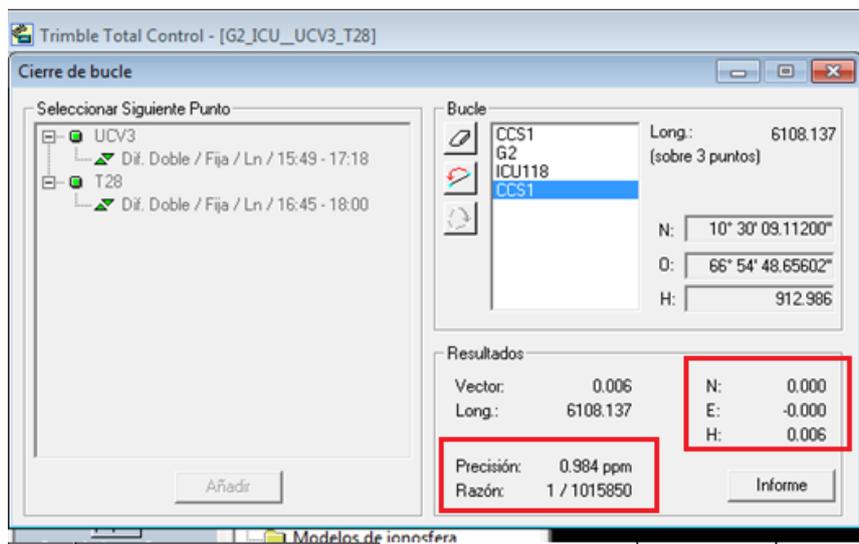


Fig. 49. Cierre de Bucle, Red 1, triángulo 1, Vértices G2, ICU y CCS1, mostrándose los residuales en Norte, Este y la Altura elipsoidal. Fuente: Elaboración propia

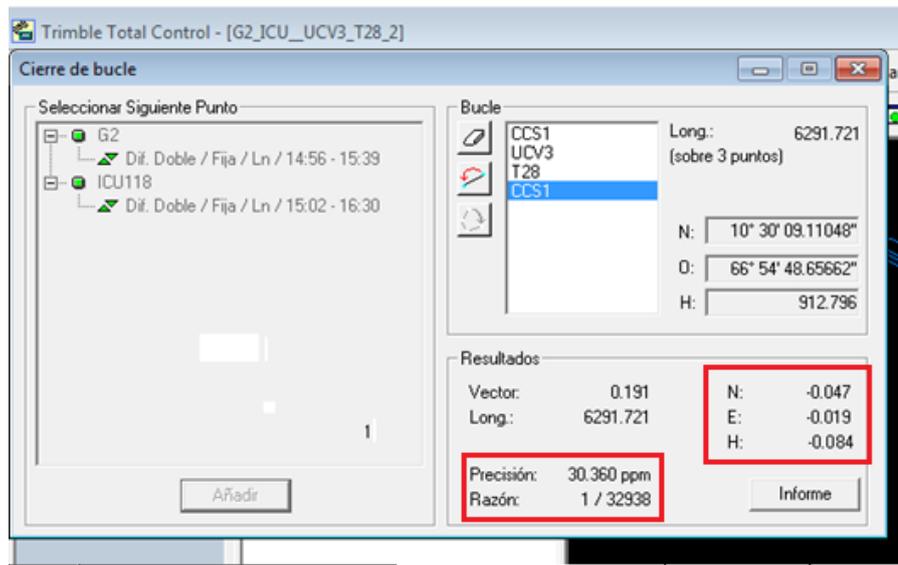


Fig. 50. Cierre de Bucle Red 1, triángulo 3, Vértices T28, UCV3 y CCS1, mostrándose los residuales en Norte, Este y la Altura elipsoidal. Fuente: Elaboración propia.

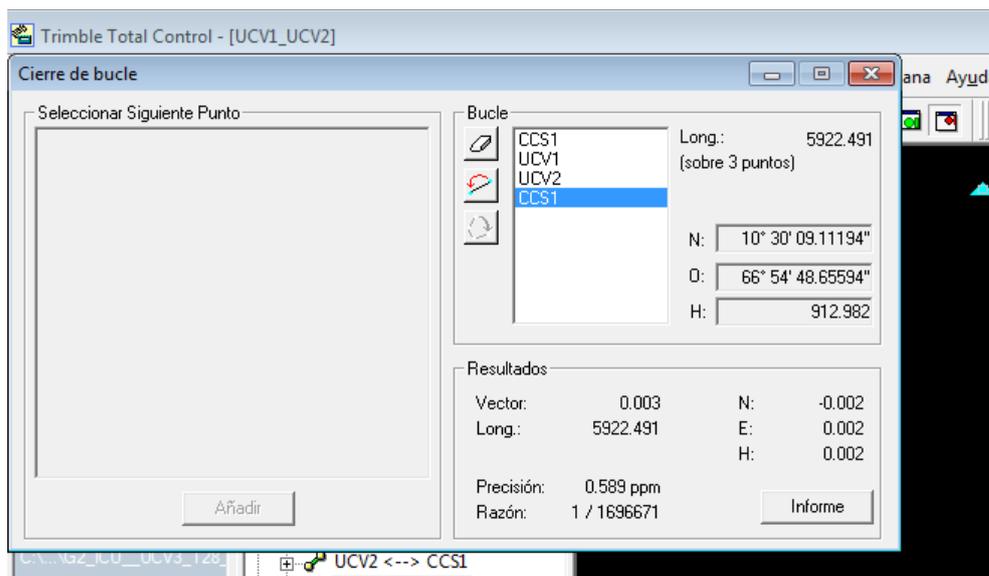


Fig. 51. Cierre de Bucle Red 1, único triángulo, Vértices UCV1, UCV2 y CCS1. Fuente: Elaboración propia.

### 3.11.1.3 Transformación de las Coordenadas de los vértices medidos en GPS Estático al Marco Legal IRTF94, época 1995.4.

Para tener la data estandarizada, las coordenadas geodésicas de los 6 vértices bases fueron transformadas del Marco de Referencia de la medición

efectuado, es decir, ITRF 2008, época 1015.6, al Marco de Referencia Legal para Venezuela, según decreto de la ley de Geografía, Cartografía y Catastro (2000), ITRF94, época 1995.4 utilizando el software TernITRF\_v2.0 .

A través de la herramienta se introdujeron los datos de latitud, longitud y altura elipsoidal de cada uno de los vértices medidos con GPS, en la modalidad estático rápido, y se obtuvieron los valores de coordenadas geodésicas expresados directamente en el marco de referencia legal para Venezuela, ITRF94, época 1995.4. Como las velocidades de la estaciones no eran conocidas, y es un parámetro exigido por el software; dentro de la herramienta que ofrece, se seleccionó el modelo de velocidades VEMOS2009.

```

Transformación ITRF/TRF a realizar [1...39]: 30
Tipo [0=directa/1=inversa]: 0
Época inicial [año] (p.ej., ####.####): 2015.6
Época final [año] (p.ej., ####.####): 1995.4
Número de estaciones a transformar? [max. 999]: 1
Estación No.: 1
Nombre [máx. 8 caracteres]: G2
Coordenadas XYZ ó PLH? [0=XYZ (recomendado) / 1=PLH]: 1
Solución ITRF/TRF, época inicial / elipsoide: ITRF08, 2015.6000 / GRS80
LATITUD [gms] (p.ej., ## ## ##.####): 10 29 27.45504
LONGITUD [gms] (p.ej., -## ## ##.####): -66 53 23.93592
ALT.ELIP [m] (p.ej., ####.####) : 845.8349
Conoce las velocidades UX UY UZ de la estación? [0=no/1=sil: 0
Modelos de velocidad de placas tectónicas disponibles:
-----
[1] VEMOS+APKIM2005
[2] NNR-NUUELIA
[3] PB2002
[4] APKIM2005
[5] CUS07 (modelo experimental)
[6] VEMOS2009 (modelo recomendado)
Modelo a utilizar [1...6]: 6
... LAS VELOCIDADES SERÁN ESTIMADAS USANDO EL MODELO GEODÉSICO
VEMOS2009 TANTO EN ÁREAS CONTINENTALES COMO MARINAS DE LA
REGIÓN [0-15°N ; 285-305°E].
EL PROGRAMA GRDTRACK.EXE DEL PAQUETE GMT v3.4.1 ES UTILIZADO
PARA LA INTERPOLACIÓN DE VELOCIDADES VEMOS2009 EN GRIDS
RESPECTIVOS MEDIANTE AKIMA'S SPLINES.
Solución ITRF/TRF y época final (1era. transformación): ITRF94,1995.4000
Requiere una segunda y secuencial transformación ITRF/TRF? [0=no/1=sil: 0
Esquema de transformación ITRF/TRF a realizar:
ITRF08,2015.6000 -> ITRF94,1995.4000
Es lo anterior correcto? [0=no/1=sil: 1
Desea realizar la transformación de coordenadas? [0=no/1=sil: 1

```

Fig. 52. Transformación de coordenadas al marco legal del vértice G2, software TernITRF\_v2.0. Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de las coordenadas UTM expresadas en el marco de referencia legal; a partir de las coordenadas geodésicas obtenidas en el

programa anterior, se realizó la transformación de coordenadas, utilizando la herramienta “Coordinate Converter” proporcionada por el software GLOBAL MAPPER, Versión 2016. Se ingresaron las coordenadas geodésicas (latitud y longitud) expresadas en el marco legal y se obtuvieron las correspondientes coordenadas UTM (Norte y Este).

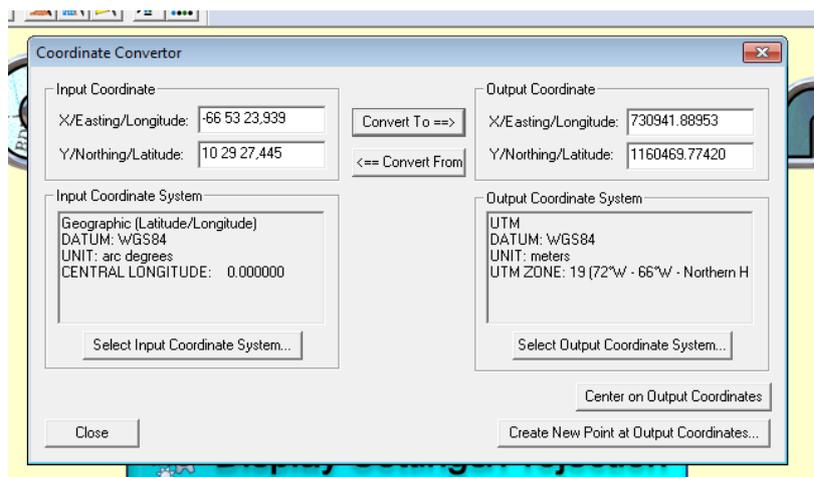


fig. 53. Transformación de la coordenadas geodésicas (ITRF94, 1995.4) del vértice G2, a coordenadas UTM, software Global Mapper V. 2016. Fuente: Elaboración propia.

### 3.11.2 Procesamiento de los datos GNSS NTRIP.

Como resultados de las mediciones NTRIP, dado la naturaleza relativa-tiempo real de las mismas, los receptores GNSS, arrojan como resultado archivos en formato con extensión (.txt) que contienen las posiciones de los puntos expresados en el marco al cual está referida la estación base, y en el sistema de coordenada elegido por el operador; para el caso de estudio, dichos archivos fueron descargados bajo el formato de coordenadas geodésicas, expresadas en el elipsoide GRS80, Y coordenadas UTM, en el siguiente esquema: Id del punto, Latitud, Longitud, Altura elipsoidal, Norte UTM, Este UTM.

Todas las mediciones fueron compiladas en un mismo archivo y las coordenadas geodésicas de cada punto fueron transformadas en coordenadas planas en proyección UTM con el programa UTM<sup>®</sup>, a modo de verificar la transformación interna que hace el receptor GNSS y obtener valores de convergencia de meridiano y factor de escala (ver apéndice 2).

### **3.11.3 Transformación de las Coordenadas al sistema local Loma Quintana.**

Para objeto de este trabajo, se hace necesaria la transformación de las coordenadas adquiridas con la Metodología GNSS NTRIP y estático rápido, del sistema global WGS84 al sistema local Loma Quintana, con el objetivo de obtener la data estandarizada que permita efectuar las correlaciones.

Debido a que los parámetros necesarios para efectuar dicha transformación no estaban definidos; para su cálculo, se aplicó el modelo matemático lineal de Helmert, es decir, una transformación lineal conforme en 2 dimensiones. La coordenada de cada punto en el sistema origen 1, es representada por las coordenadas cartográficas UTM (Norte UTM, Este UTM), y las coordenadas en el sistema 2, sistema de destino, son las coordenadas referidas al sistema local Loma Quintana (Norte, Este).

Los parámetros de transformación entre ambos sistemas, fueron estimados de un grupo de puntos cuyas posiciones en ambos sistemas de coordenadas eran conocidas; estos puntos son vértices de la red de Triangulación de la Universidad Central de Venezuela, materializados sobre los techos de edificios específicos del recinto universitario. Las posiciones de dichos vértices en el datum Loma Quintana fueron medidas directamente al establecerse dicha red, la cual fue compensada y ajustada rigurosamente; mientras que las posiciones en el sistema global (WGS 84), con proyección UTM, fueron determinadas con mediciones GNSS estáticas sobre dichos

puntos, en el trabajo practico realizado por los estudiantes de la asignatura Geodesia IV (UCV) en el año 2011.

Los vértices a los cuales se hacen mención son los siguientes:

PUNTO	LOMA QUINTANA		UTM (WGS84)	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Clínico	5332,313	-1279,158	731292,060	1160591,130
Hidrometeorología	4512,211	-1452,393	730473,030	1160412,050
Estacionamiento	5510,249	-1586,284	731472,120	1160285,310
Bioanálisis	5279,329	-1019,058	731237,110	1160850,910

Tabla 14. Puntos usados para la transformación, pertenecientes a la Red de Triangulateracion de la UCV. Fuente: Elaboración propia.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de las coordenadas fueron las generadas a partir del modelo lineal conforme de cuatro parámetros.

$$\begin{aligned} x &= a\xi - b\eta + x_0 \\ y &= b\xi + a\eta + y_0 \quad (15) \end{aligned}$$

El cálculo de dichos parámetros de transformación entre ambos sistemas fue realizado programando las ecuaciones en la herramienta Microsoft Excel 2010, donde partiendo de las coordenadas de los puntos comunes se obtuvieron como resultado los valores de los parámetros buscados.

PUNTO	SISTEMA 1		SISTEMA 2	
	X (m)	Y (m)	E (m)	N (m)
Clínico	731292,06	1160591,13	5332,313	-1279,158
Hidrometeorología	730473,03	1160412,05	4512,211	-1452,393
Estacionamiento	731472,12	1160285,31	5510,249	-1586,284
Bioanálisis	731237,11	1160850,91	5279,329	-1019,058

Tabla 15. Puntos comunes para en ambos sistemas, para la trasformación. Fuente: Elaboración propia

Eg	Ng	Xg	Yg
5158,526	-1334,223	731118,58	1160534,85
I	Numerad I	Numerad II	Denom III
Clínico	1823049,735	580871,6712	33262,749
Hidrometeorología	-6228432,702	-1263850,924	431814,642
Estacionamiento	3834737,776	-2573172,431	187260,743
Bioanálisis	1336810,023	3261631,756	113943,285
s	766164,8321	5480,071915	766281,419

Tabla 16. Baricentros y constantes involucradas en el cálculo de los parámetros de transformación. Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros deducidos fueron los siguientes:

$$\begin{aligned}
 a &= 0,999848 & C_X &= -734148,39 \\
 b &= 0,007152 & C_Y &= -1156463,9 \\
 l &= 0,99987343
 \end{aligned}$$

$$\theta = \left\{ \begin{array}{ccc} 0,4098069 & 360,41 & '' \\ \circ & ' & '' \end{array} \right.$$

360	24	35,3
-----	----	------

24,5884

Tabla 17. Parámetros de Transformación del Sistema Cartográfico UTM al Sistema local Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia.

Con los parámetros estimados, y tomando los puntos comunes como puntos nuevos, se realizó la transformación de los mismos del sistema UTM al sistema Loma Quintana, a fin de cuantificar la exactitud del modelo; de esta manera, se estimaron las variaciones entre la coordenada conocida en el sistema destino Loma Quintana y la coordenada transformada, para cada vértice, lo cual puede apreciarse en la tabla 20:

PUNTO	Coordenadas dadas (Sistema 2)		Coordenadas transformadas (Sistema 2)	
	E (m)	N (m)	ET (m)	NT (m)
Clínico	5332,313	-1279,158	5332,382	-1279,192
Hidrometeorología	4512,211	-1452,393	4512,196	-1452,388
Estacionamiento	5510,249	-1586,284	5510,227	-1586,254
Bioanálisis	5279,329	-1019,058	5279,298	-1019,059

Tabla 18. Coordenadas conocidas en el sistema destino Loma Quintana vs la coordenadas estimadas en el mismo sistema de referencia. Fuente: Elaboración propia

PUNTO	VE	VN		
Clínico	0,069	-0,034		
Hidrometeorología	-0,015	0,005	$\sigma =$	<b>0,0349</b>
Estacionamiento	-0,022	0,03		
Bioanálisis	-0,031	-0,001		
	0,046	0,027	0,0138	0,0533

Tabla 19. Exactitud ( $\sigma$ ) del modelo matemático de la transformación de coordenadas del sistema cartográfico UTM al sistema local Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, con los parámetros de transformación calculados y bajo el conocimiento de la exactitud del modelo matemático asociado, se realizó la transformación de cada uno de los puntos medidos con la metodología GNSS NTRIP, (utilizando sus coordenadas UTM), al sistema local Loma Quintana. De manera similar se repitió el procedimiento para los 6 vértices de control medidos en la modalidad GNSS estático rápido.

### 3.11.4 Procesamiento de los datos de la Estación Total.

Para la gestión de los datos de la Estación Total, fueron descargados los archivos de puntos desde el instrumento al computador a través de la

herramienta, Topcon Link Ver. 8.2.3. El procesamiento de la data adquirida fue realizado en dos fases:

La primera de ellas, consistió en efectuar la compensación aproximada de las poligonales cerradas y abiertas con control, para obtener las coordenadas ajustadas de los puntos de cambio o vértices de dichas estructuras (ver apéndice 3). El proceso mencionado fue realizado de manera manual utilizando la herramienta Microsoft office Excel 2010.

Seguidamente, conocidas las coordenadas de los puntos de control y puntos de cambio en el sistema local, se descargaron los archivos con los puntos de detalle, o puntos de interés para la investigación; nuevamente a través del software Topcon Link Ver. 8.2.3 y se procesaron los puntos de detalle. Para lo anterior:

- se abre el programa compatible con la Estación Total, y en la pestaña de importar, “Import From Device”, se incorpora el archivo con los puntos

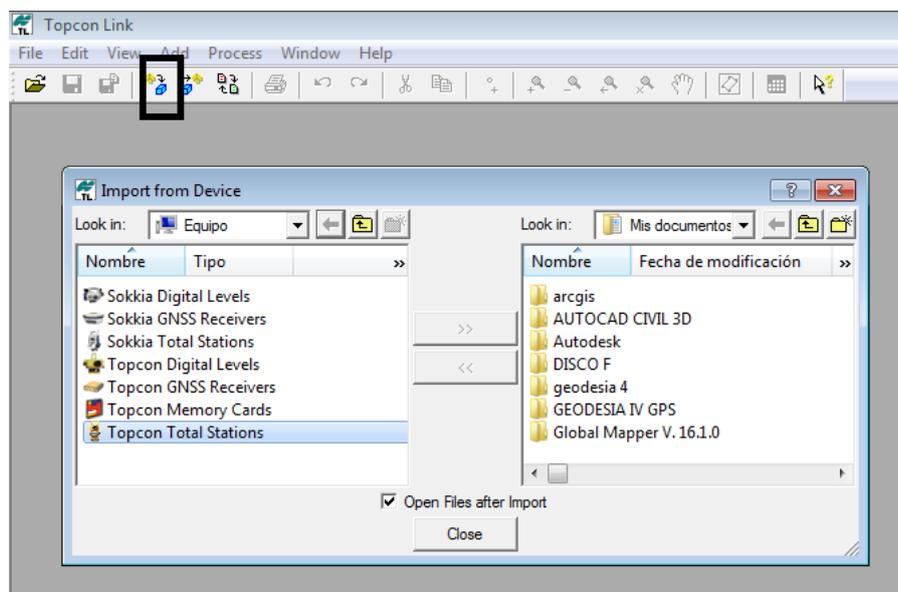


Fig. 54. Carga de los archivos de puntos de la Estación Total, Software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

Name	Ground Northi...	Ground Eastin...	Elevation (m)	Code	Control	Source	Note
UCV2	-2091,630	4571,868	868,166	BASE,REF	None		
UCV1	-2046,787	4545,707	867,227	REF,BASE	None		
PC7	-2101,308	4602,926	868,717	BASE,REF	None		
LM1	-2094,491	4580,593	868,331		None		
LM2	-2074,003	4565,288	867,876		None		
LM3	-2076,429	4561,709	867,756		None		
LM4	-2061,172	4553,161	867,425		None		
LM5	-2044,610	4538,376	867,041		None		
LM6	-2040,339	4542,153	867,069		None		
LM7	-2023,957	4524,419	866,619		None		
LM8	-2008,901	4514,514	866,251		None		
LM9	-2112,699	4595,297	868,586		None		
LM10	-2098,163	4575,403	870,274		None		
LM11	-2080,164	4566,700	870,431		None		
LM12	-2067,564	4557,921	870,868		None		
LM13	-2067,540	4557,906	870,861		None		
LM14	-2062,811	4552,843	871,182		None		
LM15	-2073,499	4575,846	870,310		None		
PC8.	-2062,823	4552,857	871,194	BASE,REF	None		
LM16	-2052,731	4559,245	871,197		None		

Fig. 55. Archivo de puntos de detalle, software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

- Luego, se designan los puntos de control, para lo cual, se hace clic con el cursor derecho sobre cada punto de control, y se va a la opción de “propiedades”

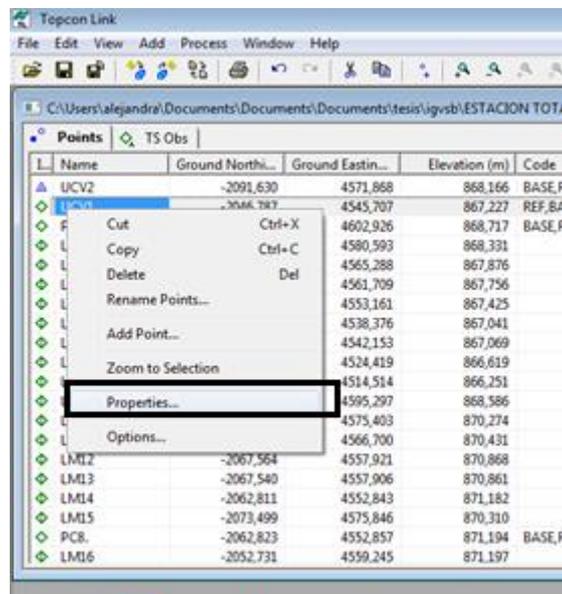


Fig. 56. Propiedades de los puntos de control, Software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

- En la pestaña “General” se indica que es un punto de control tanto para posición horizontal como en posición vertical, es decir, se escoge la opción “both”

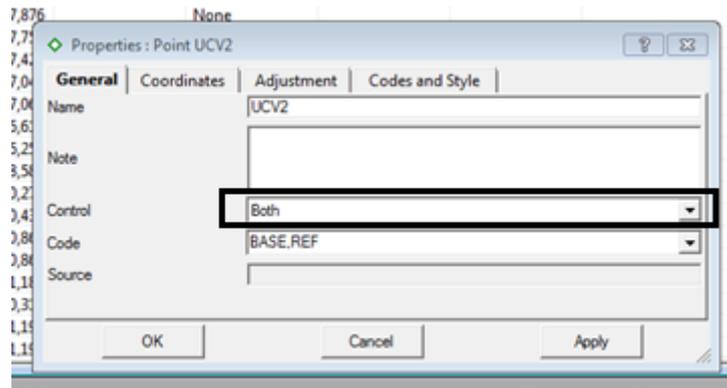


Fig. 57. Configuración de los puntos de cambio, software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

- De igual manera, en la misma ventana, en la pestaña “coordinates” se debe verificar que sus coordenadas correspondan con las ingresadas durante la adquisición, es decir, con las coordenadas resultantes de la compensación aproximada realizada en la primera fase, para cada punto de cambio o control; de no ser así, se le aginan las coordenadas que verdaderamente le corresponde. Y se pulsa “Aceptar”

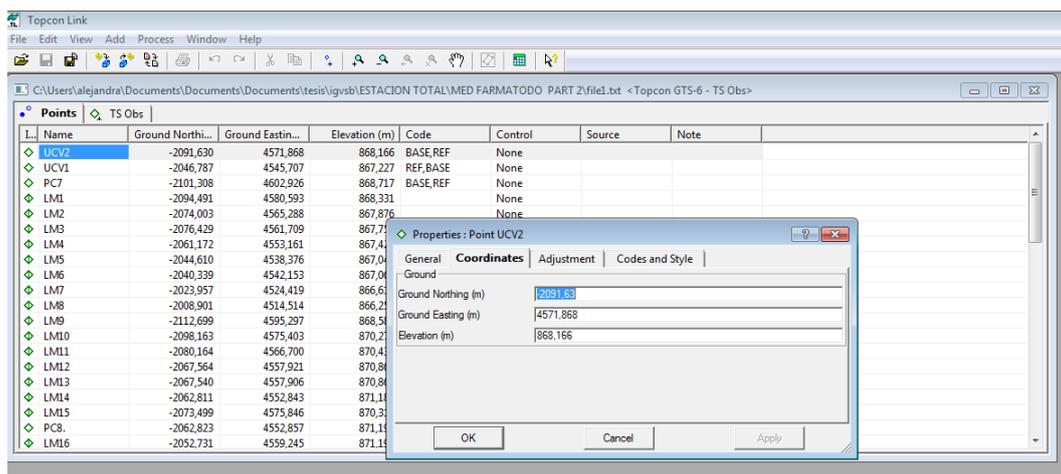


Fig. 58. Asignar coordenadas a puntos de control, software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

- Adicionalmente, se puede verificar las alturas de instrumento y prisma, en la pestaña “TS Obs”

Icon	#	Point Name	Instrument Hei...	Instrument Ce...	Instrument Hei...	Reflector Heig...	I...	#	Point From	Point To	Reflector Heig...
	1	UCV2	1,518	0,000	0,000	0,002	1	UCV2	UCV1	2,000	
	2	UCV2	1,527	0,000	0,000	0,002	2	UCV2	PC7	2,000	
	3	PC7	1,512	0,000	0,000	0,002	3	UCV2	LM1	2,000	
	4	PC8	1,484	0,000	0,000	0,002	4	UCV2	LM2	2,000	
	5	PC9	1,410	0,000	0,000	0,002	5	UCV2	LM3	2,000	
	6	PC10	1,472	0,000	0,000	0,002	6	UCV2	LM4	2,000	
	7	UCV1	1,500	0,000	0,000	0,002	7	UCV2	LM5	2,000	
	8	PC11	1,330	0,000	0,000	0,002	8	UCV2	LM6	2,000	
	9	PC13	1,343	0,000	0,000	0,002	9	UCV2	LM7	2,000	
							10	UCV2	LM8	2,000	

Fig. 59. Revisión de las alturas de Instrumento y Prisma, software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

- Por último, asignados los puntos de control, se procesan y ajustan todos los puntos de detalle a estas coordenadas, utilizando la herramienta de “Process, Compute Coordinates”

I...	Name	Ground Northi...	Ground Eastin...	Elevation (m)	Code
▲	UCV2	-2091,125	4569,597	869,334	BASE,REF
▲	UCV1	-2060,169	4611,247	88,349	REF,BASE
◆	PC13	-1862,368	4432,615	863,356	BASE
◆	PC12	-1834,938	4477,951	862,770	RFF

Fig. 60. Procesamiento final de los puntos de detalle, software Topcon Link. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se exportaron los archivos de puntos, y se organizaron en la herramienta Excel bajo el mismo nombre, y código congruente con los datos NTRIP.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Este capítulo contempla la presentación y análisis de los resultados, derivados de todo el proceso realizado en capítulos anteriores, y tiene por objeto resumir y describir los hechos que han proporcionado la información aquí señalada en formas de tablas, gráficos, cuadros e índices:

Ander (2001) dice al respecto que:

Al obtener los datos no basta con redactarlos ni cuantificarlos adecuadamente. Una simple colección de datos no constituye una investigación, es necesario analizarlos, compararlos, presentarlos de manera que realmente lleven a la conformación o el rechazo de la hipótesis formulada por el investigador". (pág. 66).

Esto indica, que los datos deben de ser procesados, de forma matemática y estadística, y además deben ser analizados y comparados para llegar a conclusiones. En atención al hecho de que ninguna medida puede ser considerada como absoluta, y teniendo en cuenta que las variaciones entre las coordenadas obtenidas obedecen entre otras cosas a la naturaleza y exigencias de cada uno de los métodos empleados, se presentan a continuación los resultados y análisis sobre ellos realizados, a fin de hacer las conclusiones que correspondan.

#### **4.1 DATOS**

##### **4.1.1 Mediciones resultantes de la metodología GNSS NTRIP**

Como resultado de las mediciones realizadas con la metodología objeto de estudio, en las áreas seleccionadas, se obtuvieron los siguientes valores de coordenadas para puntos que representan, hitos y contornos de propiedades,

secciones de vialidad, y elementos de los servicios públicos; los valores aquí presentados de manera puntual, están expresados en el Marco de Referencia ITRF94, Época 1995.4, Elipsoide GRS80.

ID	LATITUD (N)			LONGITUD (W)			Altura (h) (m)	UTM		
	°	'	"	°	'	"		NORTE (m)	ESTE (m)	HUSO
1	10	29	3,3380	66	53	36,3925	853,626	1159726,3662	730568,0665	19
2	10	29	3,8769	66	53	36,7613	853,519	1159742,8518	730556,7405	19
3	10	29	4,5923	66	53	37,5308	851,560	1159764,6821	730533,1856	19
UCV2	10	29	4,8837	66	53	37,4698	851,429	1159773,6494	730534,9826	19
4	10	29	5,2680	66	53	37,0103	851,024	1159785,5533	730548,8792	19
5	10	29	5,4251	66	53	35,7138	850,473	1159790,6475	730588,2821	19
6	10	29	4,6356	66	53	34,6095	852,252	1159766,6086	730622,0341	19
7	10	28	59,6566	66	53	30,5129	856,073	1159614,4242	730747,6607	19
8	10	28	59,6920	66	53	30,5096	856,049	1159615,5130	730747,7555	19
9	10	28	59,7095	66	53	32,1393	857,409	1159615,7189	730698,1805	19
10	10	28	59,4085	66	53	32,5843	857,253	1159606,3772	730684,7064	19
11	10	28	59,0653	66	53	32,9655	856,683	1159595,7520	730673,1842	19
12	10	29	1,0807	66	53	33,7868	856,437	1159657,5233	730647,7875	19
13	10	29	1,0633	66	53	34,4225	856,163	1159656,8604	730628,4543	19
14	10	29	1,4199	66	53	34,7620	855,763	1159667,7498	730618,0558	19
15	10	29	1,5349	66	53	34,8950	855,604	1159671,2559	730613,9871	19
16	10	29	1,8819	66	53	35,2359	855,194	1159681,8515	730603,5471	19
17	10	29	2,4928	66	53	36,0137	853,895	1159700,4670	730579,7635	19
18	10	29	2,9739	66	53	36,0517	854,075	1159715,2445	730578,5096	19
19	10	29	3,0799	66	53	36,6593	853,003	1159718,3805	730560,0064	19
20	10	29	5,6003	66	53	36,5390	850,126	1159795,8633	730563,1450	19
UCV1	10	29	5,8884	66	53	36,1043	849,967	1159804,8046	730576,3091	19
21	10	29	6,1366	66	53	36,0537	849,768	1159812,4427	730577,7954	19
22	10	29	6,6591	66	53	35,4532	850,208	1159828,6230	730595,9550	19
23	10	29	7,2122	66	53	34,8182	853,030	1159845,7507	730615,1544	19
24	10	29	6,8556	66	53	34,6976	849,083	1159834,8173	730618,8954	19
25	10	29	9,7044	66	53	31,2804	846,421	1159923,0639	730722,2474	19
26	10	29	10,2510	66	53	30,4971	845,992	1159940,0217	730745,9599	19
27	10	29	9,0640	66	53	29,7019	848,719	1159903,7020	730770,3930	19
28	10	29	8,7191	66	53	29,4294	849,945	1159893,1599	730778,7508	19
29	10	29	8,2268	66	53	29,0815	851,887	1159878,0999	730789,4345	19
30	10	29	10,3176	66	53	30,0816	845,768	1159942,1524	730758,5861	19
31	10	29	10,9131	66	53	29,5433	845,369	1159960,5648	730774,8363	19
32	10	29	11,6701	66	53	28,3711	844,595	1159984,0665	730810,3346	19

ID	LATITUD (N)			LONGITUD (W)			Altura (h) (m)	UTM		
	°	'	"	°	'	"		NORTE (m)	ESTE (m)	HUSO
33	10	29	11,9289	66	53	27,7475	844,331	1159992,1482	730829,2481	19
34	10	29	12,2779	66	53	27,1915	844,071	1160002,9859	730846,0859	19
35	10	29	12,6587	66	53	26,6042	843,778	1160014,8103	730863,8736	19
36	10	29	4,2472	66	53	37,4838	851,656	1159754,087	730534,6865	19
37	10	29	5,1603	66	53	36,9177	851,013	1159782,262	730551,7168	19
38	10	28	59,7518	66	53	32,1117	857,898	1159617,024	730699,0123	19
39	10	29	0,1814	66	53	33,2021	857,135	1159630,004	730665,758	19
40	10	29	0,1823	66	53	33,1991	857,120	1159630,033	730665,8495	19
41	10	29	5,7249	66	53	35,4311	850,716	1159799,918	730596,8189	19
42	10	29	5,6738	66	53	35,8553	850,532	1159798,261	730583,9275	19
43	10	29	28,4656	66	53	25,5018	851,000	1160500,822	730894,1447	19
44	10	29	28,5353	66	53	25,5017	851,093	1160502,964	730894,1347	19
45	10	29	28,7736	66	53	25,6321	850,982	1160510,259	730890,1186	19
46	10	29	28,9695	66	53	25,7164	851,028	1160516,262	730887,5156	19
47	10	29	29,1981	66	53	25,7921	850,880	1160523,273	730885,1644	19
48	10	29	29,2301	66	53	25,8396	850,959	1160524,247	730883,7143	19
49	10	29	29,5395	66	53	25,8833	850,913	1160533,747	730882,3207	19
50	10	29	32,6521	66	53	25,4610	849,922	1160629,492	730894,5236	19
51	10	29	32,6956	66	53	25,7348	849,925	1160630,772	730886,1858	19
52	10	29	30,6084	66	53	26,0867	849,898	1160566,555	730875,9134	19
53	10	29	30,4932	66	53	26,6875	850,092	1160562,894	730857,664	19
54	10	29	30,5929	66	53	27,1318	850,364	1160565,867	730844,1305	19
55	10	29	30,7577	66	53	27,9638	851,429	1160570,761	730818,7882	19
56	10	29	32,9587	66	53	25,2262	849,866	1160638,961	730901,602	19
57	10	29	21,6181	66	53	17,3670	844,045	1160292,04	731142,9836	19
58	10	29	21,6420	66	53	17,2647	844,098	1160292,796	731146,0898	19
59	10	29	21,7296	66	53	15,6908	844,180	1160295,807	731193,9446	19
60	10	29	21,9495	66	53	16,3108	844,154	1160302,44	731175,0428	19
61	10	29	21,8072	66	53	14,2409	843,940	1160298,488	731238,0272	19
62	10	29	21,9844	66	53	15,6288	844,132	1160303,652	731195,7792	19
63	10	29	22,0111	66	53	28,8259	849,220	1160301,778	730794,3691	19
64	10	29	24,0400	66	53	28,9340	849,777	1160364,112	730790,6655	19
65	10	29	21,6509	66	53	25,1042	845,500	1160291,4695	730907,6430	19
66	10	29	19,0690	66	53	24,9629	846,301	1160212,1486	730912,4731	19
67	10	29	18,9798	66	53	24,9891	846,212	1160209,4029	730911,6957	19
68	10	29	18,6167	66	53	24,4590	846,214	1160198,3519	730927,8946	19
69	10	29	19,3512	66	53	26,8036	847,154	1160220,4469	730856,4284	19
70	10	29	19,6228	66	53	28,3418	848,053	1160228,4788	730809,5867	19
71	10	29	19,5271	66	53	28,1324	848,052	1160225,5805	730815,9749	19

ID	LATITUD (N)			LONGITUD (W)			Altura (h) (m)	UTM		
	°	'	"	°	'	"		NORTE (m)	ESTE (m)	HUSO
72	10	29	20,5753	66	53	28,4693	848,547	1160257,7271	730805,5112	19
73	10	29	21,5351	66	53	28,2694	849,131	1160287,2651	730811,3963	19
74	10	29	21,6382	66	53	26,4222	847,266	1160290,8086	730867,5586	19
75	10	29	21,4444	66	53	26,7789	847,690	1160284,7820	730856,7486	19
T28	10	29	22,0284	66	53	24,5950	845,060	1160303,1746	730923,0534	19
F4	10	29	24,2174	66	53	24,4848	845,715	1160370,4718	730925,9528	19
F1	10	29	24,5634	66	53	25,6218	846,310	1160380,8723	730891,2998	19
F2	10	29	27,6660	66	53	24,6015	845,936	1160476,4316	730921,6931	19
G2	10	29	27,4449	66	53	23,9396	845,867	1160469,7706	730941,8713	19
F3	10	29	27,2957	66	53	23,5859	845,859	1160465,2590	730952,6608	19
BIO	10	29	32,5750	66	53	12,0636	843,710	1160629,8582	731302,0294	19
76	10	29	28,1530	66	53	22,8659	844,857	1160491,753	730974,3833	19
77	10	29	25,4870	66	53	22,5460	845,327	1160409,885	730984,6611	19
78	10	29	25,3146	66	53	25,7540	846,549	1160403,933	730887,1233	19
79	10	29	24,8307	66	53	25,8104	846,525	1160389,048	730885,5077	19
80	10	29	23,2025	66	53	24,9285	846,145	1160339,189	730912,6662	19
81	10	29	22,5145	66	53	26,4193	846,563	1160317,742	730867,4651	19
82	10	29	22,4738	66	53	27,2452	846,711	1160316,321	730842,3543	19
83	10	29	22,4816	66	53	27,0192	846,806	1160316,607	730849,2259	19
84	10	29	23,4362	66	53	17,7322	844,425	1160347,84	731131,5005	19
85	10	29	24,0901	66	53	17,7627	844,394	1160367,93	731130,438	19
86	10	29	31,4804	66	53	15,4412	844,441	1160595,528	731199,5229	19
87	10	29	31,0935	66	53	13,7650	844,259	1160583,979	731250,5871	19
88	10	29	31,2274	66	53	14,2243	844,128	1160588,001	731236,5904	19
89	10	29	32,4786	66	53	12,6205	844,617	1160626,783	731285,1119	19
90	10	29	31,0835	66	53	13,0399	844,656	1160583,819	731272,6441	19
91	10	29	32,7195	66	53	12,7516	844,664	1160634,157	731281,075	19
92	10	29	32,9980	66	53	13,6935	844,634	1160642,524	731252,3674	19
93	10	29	22,7322	66	53	17,6905	844,130	1160326,212	731132,9148	19
94	10	29	22,0465	66	53	17,6539	844,072	1160305,148	731134,169	19
95	10	29	21,6810	66	53	19,2864	844,272	1160293,58	731084,5917	19
96	10	29	21,7960	66	53	17,6486	844,126	1160297,451	731134,3813	19
97	10	29	21,5071	66	53	17,8157	844,104	1160288,536	731129,3608	19
98	10	29	21,4305	66	53	19,2949	844,207	1160285,882	731084,385	19
99	10	29	21,3090	66	53	21,2428	844,344	1160281,749	731025,1609	19
100	10	29	23,6486	66	53	28,6415	849,774	1160352,143	730799,641	19
101	10	29	22,6446	66	53	28,5861	849,549	1160321,297	730801,5341	19
102	10	29	22,3790	66	53	28,8454	849,530	1160313,082	730793,7024	19
103	10	29	0,7899	66	53	33,9527	856,364	1159648,553	730642,801	19

ID	LATITUD (N)			LONGITUD (W)			Altura (h) (m)	UTM		
	°	'	"	°	'	"		NORTE (m)	ESTE (m)	HUSO
104	10	29	3,8459	66	53	37,6700	851,397	1159741,715	730529,105	19
105	10	29	0,8104	66	53	29,5359	856,634	1159650,082	730777,138	19
106	10	28	59,8106	66	53	30,0497	855,283	1159619,252	730761,718	19

Tabla 20. Resultados de la mediciones NTRIP, puntos de detalles, en el sistema REGVEN.  
Fuente: Elaboración propia.

En general, los puntos aquí mostrados fueron los resultantes de la obtención de posiciones FIJAS durante la medición, la precisión de los mismos estuvo por debajo de los 6 cm de RMS en posición horizontal y vertical (HRMS, VRMS), con tiempo de latencia para este estado FIJO, en promedio de 5 a 10 segundos. La distribución de puntos aquí señalada, en lo que respecta a la zona 1, responde a las restricciones y limitaciones propias de la técnica en estudio para alcanzar posiciones FIJAS en lugares densamente cargados de vegetación, edificaciones, etc.

Para efectos de las correlaciones aquí realizadas, los valores utilizados, en referencia a las mediciones con la metodología GNSS NTRIP, fueron los adquiridos en el proceso de mensura bajo el sistema global, elipsoide GRS80, (ver tabla 21) y transformados al sistema local Loma Quintana, los cuales se señalan en la siguiente tabla:

ID	NTRIP		OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)	
1	-2138,647	4602,314	FONDO FARMATODO
2	-2122,083	4591,107	FRENTE FARMATODO
3	-2100,088	4567,712	FRENTE FARMATODO
4	-2079,332	4583,553	FRENTE FARMATODO
5	-2074,520	4622,986	FRENTE
6	-2098,797	4656,561	FRENTE
7	-2251,856	4781,080	FRENTE
8	-2250,768	4781,183	FRENTE
9	-2250,208	4731,617	FRENTE
10	-2259,452	4718,078	FRENTE

ID	NTRIP		OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)	
11	-2269,993	4706,481	FRENTE
12	-2208,050	4681,530	FRENTE
13	-2208,574	4662,195	TANQUILLA
14	-2197,612	4651,876	FRENTE
15	-2194,077	4647,833	
16	-2183,409	4637,471	
17	-2164,626	4613,824	GAS
18	-2149,842	4612,676	
19	-2146,574	4594,198	
20	-2069,125	4597,890	VIA
21	-2052,653	4612,657	VIA
22	-2036,605	4630,929	VIA
23	-2019,617	4650,248	VIA
24	-2030,576	4653,911	
25	-1943,082	4757,878	EST. SERVICIO
26	-1926,296	4781,708	EST. SERVICIO
27	-1962,785	4805,878	EST. SERVICIO
28	-1973,385	4814,159	LOCA COMERCIAL
29	-1988,520	4824,733	TANQUILLA
30	-1924,256	4794,348	
31	-1905,963	4810,727	FRENTE
32	-1882,719	4846,388	FRENTE
33	-1874,773	4865,356	FRENTE
34	-1864,058	4882,269	FRENTE
35	-1852,362	4900,139	FRENTE
36	-2110,692	4569,137	FARMATODO
37	-2082,643	4586,366	FARMATODO
38	-2248,909	4732,458	
39	-2235,693	4699,301	
40	-2235,665	4699,393	
41	-2065,312	4631,588	PUENTE
42	-2066,877	4618,687	PUENTE
43	-1366,641	4933,881	PLAZA CUBIERTA
44	-1364,499	4933,886	PLAZA CUBIERTA
45	-1357,176	4929,923	PLAZA CUBIERTA
46	-1351,156	4927,363	PLAZA CUBIERTA
47	-1344,129	4925,063	PLAZA CUBIERTA
48	-1343,145	4923,620	PLAZA CUBIERTA
49	-1333,636	4922,294	RECTOR

ID	NTRIP		OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)	
50	-1237,994	4935,180	RECTOR
51	-1236,654	4926,853	RECTOR
52	-1300,786	4916,123	RECTOR
53	-1304,318	4897,849	RECTOR
54	-1301,249	4884,339	RECTOR
55	-1296,174	4859,036	RECTOR
56	-1228,577	4942,325	RELOJ UCV
57	-1577,170	5181,189	BROCAL
58	-1576,437	5184,300	BROCAL
59	-1573,768	5232,169	BROCAL
60	-1567,002	5213,318	BROCAL
61	-1571,403	5276,264	BROCAL
62	-1565,938	5234,060	BROCAL
63	-1564,941	4832,697	BROCAL
64	-1502,590	4829,440	BROCAL
65	-1576,058	4945,880	UCV ESTACIONAMIENTO
66	-1655,402	4950,142	UCV ESTACIONAMIENTO
67	-1658,141	4949,345	UCV ESTACIONAMIENTO
68	-1669,306	4965,463	UCV ESTACIONAMIENTO
69	-1646,704	4894,165	UCV ESTACIONAMIENTO
70	-1638,338	4847,388	UCV ESTACIONAMIENTO
71	-1641,282	4853,755	UCV ESTACIONAMIENTO
72	-1609,065	4843,522	UCV ESTACIONAMIENTO
73	-1579,574	4849,618	UCV ESTACIONAMIENTO
74	-1576,432	4905,797	UCV ESTACIONAMIENTO
75	-1582,381	4894,946	UCV ESTACIONAMIENTO
F4	-1497,199	4964,752	UCV F4
F1	-1486,552	4930,179	UCV F1
F2	-1391,225	4961,251	UCV F2
F3	-1402,617	4992,134	UCV F3
BIO	-1240,541	5342,626	BIOANALISIS
76	-1376,283	5014,043	HUMANIDADES
77	-1458,212	5023,733	BIBLIOTECA ING
78	-1463,466	4926,168	SALA DE CONCIERTO 1
79	-1478,336	4924,446	SALA DE CONCIERTO 2
80	-1528,382	4951,244	BIBLIOTECA CENTRAL 1
81	-1549,502	4905,896	BIBLIOTECA CENTRAL 2
82	-1550,744	4880,779	BIBLIOTECA CENTRAL 3
83	-1550,507	4887,652	BIBLIOTECA CENTRAL 4

ID	NTRIP		OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)	
84	-1521,297	5170,107	EDIF FISICA 1
85	-1501,203	5169,188	EDIF FISICA 2
86	-1274,134	5239,890	COM001
87	-1286,045	5290,864	COM002
88	-1281,924	5276,898	COM004
89	-1243,496	5325,690	COM006
90	-1286,363	5312,916	COM007
91	-1236,094	5321,706	COM008
92	-1227,523	5293,063	COM009
93	-1542,932	5171,366	ELECTRICA 1
94	-1564,001	5172,469	ELECTRICA 2
95	-1575,214	5122,817	BROCAL
96	-1571,700	5172,627	BROCAL
97	-1580,577	5167,543	BROCAL
98	-1582,909	5122,555	BROCAL
99	-1586,617	5063,311	BROCAL
100	-1514,621	4838,328	VIA
101	-1545,476	4840,001	VIA
102	-1553,635	4832,111	VIA
103	-2216,983	4676,480	FRENTE
104	-2123,022	4563,469	
105	-2216,415	4810,808	
106	-2247,130	4795,170	FRENTE

Tabla 21. Coordenadas de los puntos de detalle levantados con la metodología GNSS NTRIP expresadas en el sistema Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia.

En relación a las mediciones sobre los puntos de control, se tiene:

ID	NTRIP		CODIGO
	NORTE (m)	ESTE (m)	
G2	-1398,029	4981,378	PUNTO G2, UCV
T28	-1564,465	4961,372	PUNTO T28, UCV
ICU118	-1237,256	5169,245	PUNTO ICU118, UCV
UCV1	-2060,280	4611,116	PUNTO UCV1, ZONA 1
UCV2	-2091,134	4569,573	PUNTO UCV2, ZONA 1

Tabla 22. Coordenadas de los puntos de control levantados con la metodología GNSS NTRIP expresadas en el sistema Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Resultados de las mediciones GNSS en la modalidad Estático Rápido.

Como apoyo a la mensura de los detalles por el método de recolección clásico, se realizaron mediciones en la modalidad estático rápido sobre los 6 vértices de control establecidos para las zonas de estudio; los resultados de estas mediciones se presentan a continuación en el sistema nacional REGVEN, elipsoide asociado el GRS80, con proyección cartográfica UTM y referidos al marco ITRF 2008, época 2015.6 (correspondiente al día de la medición)

ID	LATITUD (N)			LONGITUD (W)			h (m)	H EGM96	UTM		
	°	'	"	°	'	"			NORTE	ESTE	huso
G2	10	29	27,45504	66	53	23,93592	845,8349	863,7597	1160470,083	730941,981	19
ICU118	10	29	32,6903	66	53	17,76094	844,9336	862,8732	1160632,237	731128,718	19
UCV3	10	29	21,60186	66	53	17,43895	844,2106	862,1283	1160291,526	731140,799	19
T28	10	29	22,0439	66	53	24,59061	844,7625	862,6761	1160303,652	730923,184	19
UCV1	10	29	5,90237	66	53	36,09723	850,3102	868,1841	1159805,236	730576,521	19
UCV2	10	29	4,89402	66	53	37,46588	851,336	869,2069	1159773,968	730535,099	19
<b>ESTACION BASE : CCS1</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>9,112</b>	<b>66</b>	<b>54</b>	<b>48,656</b>	<b>912,980</b>	<b>930,937</b>	<b>1161733,102</b>	<b>728356,676</b>	<b>19</b>

Tabla 23. Vértices de control levantados mediante el posicionamiento GNSS en modo estático rápido, REGVEN, ITRF 08, época 2015.6. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el proceso de transformación de las coordenadas anteriormente señaladas al Marco legal para Venezuela, se obtuvieron las posiciones de dichos puntos de control expresadas en el marco ITRF 94, época 1995.4, sistema nacional REGEVEN, elipsoide asociado GRS80. Estas posiciones fueron las que se emplearon para efectuar los cálculos que sobre las mediciones en esta modalidad se señalan.

ID	LATITUD (N)			LONGITUD (W)			h (m)	H EGM96	UTM		
	°	'	"	°	'	"			NORTE (m)	ESTE (m)	huso
G2	10	29	27,445	66	53	23,939	845,85	863,783	1160469,774	730941,890	19
ICU118	10	29	32,68	66	53	17,764	844,95	862,88	1160631,920	731128,627	19
UCV3	10	29	21,602	66	53	17,439	844,21	862,182	1160291,222	731140,709	19
T28	10	29	22,034	66	53	24,593	844,78	862,757	1160303,347	730923,113	19
UCV1	10	29	5,892	66	53	36,1	850,33	868,329	1159804,917	730576,439	19
UCV2	10	29	4,884	66	53	37,469	851,35	869,334	1159773,659	730535,006	19

*Tabla 24. Vértices de control levantados mediante el posicionamiento GNSS en modo estático rápido, expresados en marco legal REGVEN, ITRF94, época 1995.4. Fuente: Elaboración propia.*

### **4.1.3 Resultados obtenidos a través de las mediciones convencionales con Estación Total.**

#### **4.1.3.1 Puntos de control:**

Las coordenadas de los puntos de control utilizados para apoyar los levantamientos convencionales, fueron aquellas adquiridas con la técnica GNSS en posicionamiento estático rápido (ver tabla 23) y transformadas al sistema Local Loma Quintana, como se señala en capítulos anteriores, a través de la transformación lineal conforme (ver tabla 17); esto en vista de la poca confiabilidad sobre las coordenadas que se conocían de dicho puntos en el sistema local Loma Quintana y del desconocimiento sobre el origen de las mismas en dicho sistema dado que no hay documento, o publicación que las certifique o haga mención sobre su levantamiento.

En este sentido, y en atención a la exactitud del modelo matemático de la transformación del sistema global en proyección UTM, al sistema local Loma Quintana, la cual, con base a los parámetros estadísticos aplicados (ver tabla 20) se encuentra en el orden de los  $\pm 3,5$  centímetros para ambas

proyecciones Norte Y Este; se evidencia que el proceso de transformación en sí, puede considerarse valido para la presente investigación, asegurándose la transformación conforme de los 6 vértices de control en GNSS estático, así como de las coordenadas NTRIP, en ese mismo orden de exactitud.

Por consiguiente, en la tabla 25 se presentan las coordenadas de los vértices de control medidos con GNSS en modalidad estático rápido y transformadas al sistema Loma Quintana.

**SISTEMA LOMA QUINTANA (Vértices GPS estáticos)**

ID	NORTE (m)	ESTE (m)	H (m)	CODIGO
G2	-1398,026	4981,397	863,783	PUNTO G2, UCV
ICU118	-1237,240	5169,265	862,88	PUNTO ICU118, UCV
UCV3	-1577,972	5178,908	862,182	PUNTO UCV3 ,ZONA 2
T28	-1564,293	4961,433	862,757	PUNTO T28, UCV
UCV1	-2060,169	4611,247	868,329	PUNTO UCV1, ZONA 1
UCV2	-2091,125	4569,597	869,334	PUNTO UCV2, ZONA 1

*Tabla 25. Coordenadas de los puntos de control (utilizados para apoyar el levantamiento convencional), medidos con GPS en modo estático y transformados al sistema Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.1.3.2 Puntos de detalle

Una vez realizado el proceso de medición con Topografía Convencional de los puntos sobre los cuales ya se habían capturado coordenadas bajo la modalidad GNSS NTRIP, los archivos con los datos, se procesaron usando el software Topcon Link ver 8.2.3, y tomando como valores de coordenadas para los puntos de control, las obtenidas por método estático ya transformadas al sistema local (ver tabla 25), los resultados obtenidos se presentan bajo el siguiente esquema, expresados o referidos al sistema local Loma Quintana:

ID	ESTACION TOTAL		H(m)	OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)		
1	-2138,638	4602,384	871,619	FONDO FARMATODO
2	-2122,114	4591,129	871,462	FRENTE FARMATODO
3	-2100,102	4567,738	869,519	FRENTE FARMATODO
4	-2079,330	4583,594	868,945	FRENTE FARMATODO
5	-2074,497	4623,001	874,581	FRENTE
6	-2098,741	4656,582	874,732	FRENTE
7	-2251,728	4781,120	874,59	FRENTE
8	-2250,686	4781,257	874,631	FRENTE
9	-2250,127	4731,617	875,903	FRENTE
10	-2259,272	4718,086	875,688	FRENTE
11	-2269,868	4706,583	875,194	FRENTE
12	-2208,044	4681,689	874,802	FRENTE
13	-2208,542	4662,262	874,639	TANQUILLA
14	-2197,693	4651,959	874,25	FRENTE
15	-2194,052	4647,855	873,98	
16	-2183,314	4637,635	873,495	
17	-2164,674	4613,792	872,385	GAS
18	-2149,809	4612,920	872,056	
19	-2146,575	4594,318	871,499	
20	-2069,142	4597,808	868,614	VIA
21	-2052,611	4612,627	868,23	VIA
22	-2036,449	4631,605	867,809	VIA
23	-2019,634	4650,240	867,142	VIA
24	-2030,622	4653,853	867,563	
25	-1943,108	4757,919	864,892	EST. SERVICIO
26	-1926,309	4781,732	864,477	EST. SERVICIO
27	-1962,834	4805,930	867,182	EST. SERVICIO
28	-1973,492	4814,252	868,423	LOCA COMERCIAL
29	-1988,519	4824,885	870,319	TANQUILLA
30	-1924,346	4794,570	864,264	
31	-1905,944	4810,746	863,823	FRENTE
32	-1882,704	4846,409	862,471	FRENTE
33	-1874,762	4865,379	862,832	FRENTE
34	-1864,030	4882,251	862,51	FRENTE
35	-1852,371	4900,228	862,246	FRENTE
36	-2110,663	4569,313	869,774	FARMATODO
37	-2082,618	4586,402	869,065	FARMATODO
38	-2248,717	4732,480	875,904	

ID	ESTACION TOTAL		H(m)	OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)		
39	-2235,628	4699,385	875,125	
40	-2235,628	4699,385	875,125	
41	-2065,297	4631,529	868,625	PUENTE
42	-2066,859	4618,741	868,499	PUENTE
43	-1366,611	4933,787	868,833	PLAZA CUBIERTA
44	-1365,432	4933,683	868,376	PLAZA CUBIERTA
45	-1357,143	4929,842	868,81	PLAZA CUBIERTA
46	-1351,133	4927,233	868,803	PLAZA CUBIERTA
47	-1344,143	4925,044	868,808	PLAZA CUBIERTA
48	-1343,118	4923,588	868,818	PLAZA CUBIERTA
49	-1333,596	4922,263	868,719	RECTOR
50	-1237,994	4935,190	867,749	RECTOR
51	-1236,597	4926,688	867,791	RECTOR
52	-1300,765	4916,124	867,74	RECTOR
53	-1304,269	4897,835	868,055	RECTOR
54	-1301,200	4884,245	868,261	RECTOR
55	-1296,228	4859,044	869,309	RECTOR
56	-1228,552	4942,320	867,783	RELOJ UCV
57	-1577,084	5181,242	862,188	BROCAL
58	-1576,331	5184,356	862,177	BROCAL
59	-1573,719	5232,184	862,289	BROCAL
60	-1566,951	5213,365	862,266	BROCAL
61	-1571,336	5276,308	862,112	BROCAL
62	-1565,836	5234,103	862,229	BROCAL
63	-1564,894	4832,773	867,158	BROCAL
64	-1502,561	4829,573	867,494	BROCAL
65	-1575,981	4945,932	863,719	UCV ESTACIONAMIENTO
66	-1655,258	4950,226	864,499	UCV ESTACIONAMIENTO
67	-1658,182	4949,479	864,461	UCV ESTACIONAMIENTO
68	-1669,259	4965,557	864,415	UCV ESTACIONAMIENTO
69	-1646,693	4894,216	865,382	UCV ESTACIONAMIENTO
70	-1638,327	4847,516	866,364	UCV ESTACIONAMIENTO
71	-1641,276	4853,756	866,237	UCV ESTACIONAMIENTO
72	-1609,001	4843,469	866,801	UCV ESTACIONAMIENTO
73	-1579,436	4849,690	866,88	UCV ESTACIONAMIENTO
74	-1576,463	4905,787	865,039	UCV ESTACIONAMIENTO
75	-1582,212	4894,902	865,459	UCV ESTACIONAMIENTO
F4	-1497,136	4964,680	863,475	UCV F4
F1	-1486,560	4930,204	864,179	UCV F1

ID	ESTACION TOTAL		H(m)	OBSERVACIÓN
	NORTE (m)	ESTE (m)		
F2	-1391,222	4961,226	863,894	UCV F2
F3	-1402,594	4992,174	863,766	UCV F3
BIO	-1240,658	5342,667	861,567	BIOANALISIS
76	-1376,247	5014,035	862,775	HUMANIDADES
77	-1458,248	5023,782	863,045	BIBLIOTECA ING
78	-1463,432	4926,205	864,426	SALA DE CONCIERTO 1
79	-1478,285	4924,530	864,428	SALA DE CONCIERTO 2
80	-1528,301	4951,240	863,896	BIBLIOTECA CENTRAL 1
81	-1549,628	4905,846	864,088	BIBLIOTECA CENTRAL 2
82	-1550,726	4880,791	864,481	BIBLIOTECA CENTRAL 3
83	-1550,458	4887,789	864,461	BIBLIOTECA CENTRAL 4
84	-1521,233	5170,200	862,535	EDIF FISICA 1
85	-1501,094	5169,127	862,483	EDIF FISICA 2
86	-1274,112	5239,800	862,286	COM001
87	-1286,174	5290,887	862,026	COM002
88	-1282,031	5276,920	861,863	COM004
89	-1243,574	5325,739	862,467	COM006
90	-1286,455	5312,930	862,448	COM007
91	-1236,165	5321,710	862,474	COM008
92	-1227,690	5293,050	862,463	COM009
93	-1542,923	5171,408	862,211	ELECTRICA 1
94	-1563,960	5172,529	862,14	ELECTRICA 2
95	-1575,154	5122,838	862,355	BROCAL
96	-1571,652	5172,656	862,168	BROCAL
97	-1580,523	5167,579	862,257	BROCAL
98	-1582,872	5122,590	862,306	BROCAL
99	-1586,577	5063,357	862,409	BROCAL
100	-1514,603	4838,392	867,503	VIA
101	-1545,453	4840,071	867,257	VIA
102	-1553,637	4832,182	867,248	VIA
103	-2216,944	4676,558	874,858	FRENTE
104	-2123,001	4563,484	869,517	
105	-2216,362	4810,840	874,167	
106	-2247,084	4795,183	873,991	FRENTE

Tabla 26. Coordenadas de los puntos de detalle obtenidas a partir de la Estación Total en el sistema Loma Quintana, tomando como puntos base las posiciones obtenidas con GPS estático y transformadas. Fuente: Elaboración propia.

## **4.2 METODOLOGÍA A EMPLEAR PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS Y LA EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES TERRESTRES.**

A fin de cumplir con los objetivos planteados, una vez efectuadas las labores de campo y organización de la data recopilada, se estableció la metodología más eficiente para llevar a cabo la correlación entre los diferentes datos adquiridos, así como la correspondiente evaluación de las exactitudes posicionales obtenidas a partir de ellos, estableciéndose el siguiente proceso:

- Análisis comparativo entre las posiciones obtenidas mediante el levantamiento convencional con Estación Total (tomando esta como patrón) y las posiciones obtenidas con la metodología GNSS NTRIP, estimando las diferenciales puntuales para cada valor de coordenada, a través del uso de la herramienta Microsoft Excel y examinando las exactitudes exigidas por la normativa nacional y los reglamentos sobre el Catastro en Venezuela.
- Cálculo de las variaciones entre las distancias obtenidas por ambos métodos de levantamiento, GNSS NTRIP y Levantamiento con Estación Total, utilizando las distancias planas en el sistema Local seleccionado, y las distancias calculadas sobre el elipsoide de referencia; para lo cual se ha de emplear el programa INVERSE 3D V 2.0.
- Estimación de las diferencias en el cálculo de superficie entre los 2 métodos mencionados, determinando las áreas planas a partir de las coordenadas en el sistema Loma Quintana para ambos métodos y comparándolas; e igualmente realizando el cálculo del área sobre el elipsoide para ambos métodos y correlacionándolas para evidenciar las diferencias.

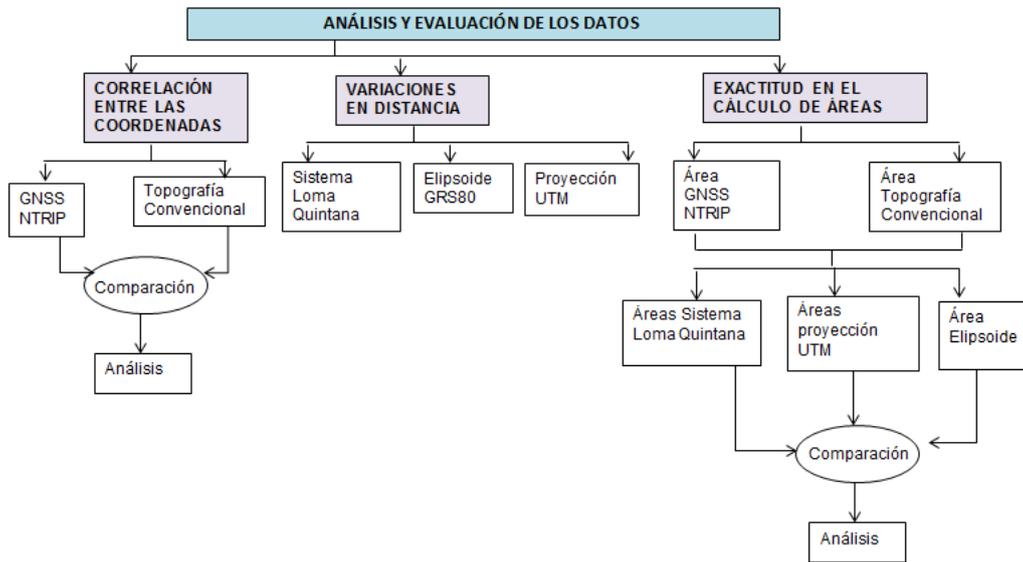


Fig. 61. Esquema metodológico para efectuar el análisis y la evaluación de la metodología GNSS NTRIP en levantamientos catastrales de espacios urbanos. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS POSICIONES OBTENIDAS MEDIANTE EL LEVANTAMIENTO CONVENCIONAL CON ESTACIÓN TOTAL Y LAS POSICIONES OBTENIDAS CON LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP.

En este sentido, siguiendo con la investigación, se efectuó la correlación entre las posiciones adquiridas de la forma tradicional, caso Estación Total, respecto a las posiciones obtenidas con la metodología objeto de estudio: para lo cual, se comparó punto a punto cada coordenada resultantes del proceso de mensura, utilizándose como patrón conocido las coordenadas capturadas con el uso de la Estación Total, y como sistema de referencia el sistema local Loma Quintana; el comportamiento de los datos fue el siguiente:

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE(m)	ESTE (m)	NORTE(m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
1	-2138,638	4602,384	-2138,647	4602,314	0,009	0,070
2	-2122,114	4591,129	-2122,083	4591,107	-0,031	0,022

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE(m)	ESTE (m)	NORTE(m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
3	-2100,102	4567,738	-2100,088	4567,712	-0,014	0,026
4	-2079,330	4583,594	-2079,332	4583,553	0,002	0,041
5	-2074,497	4623,001	-2074,520	4622,986	0,023	0,015
6	-2098,741	4656,582	-2098,797	4656,561	0,056	0,021
7	-2251,728	4781,120	-2251,856	4781,080	0,128	0,040
8	-2250,686	4781,257	-2250,768	4781,183	0,082	0,074
9	-2250,127	4731,617	-2250,208	4731,617	0,081	0,000
10	-2259,272	4718,086	-2259,452	4718,078	0,180	0,008
11	-2269,868	4706,583	-2269,993	4706,481	0,125	0,102
12	-2208,044	4681,689	-2208,050	4681,530	0,006	0,159
13	-2208,542	4662,262	-2208,574	4662,195	0,032	0,067
14	-2197,693	4651,959	-2197,612	4651,876	-0,081	0,083
15	-2194,052	4647,855	-2194,077	4647,833	0,025	0,022
16	-2183,314	4637,635	-2183,409	4637,471	0,095	0,164
17	-2164,674	4613,792	-2164,626	4613,824	-0,048	-0,032
18	-2149,809	4612,920	-2149,842	4612,676	0,033	0,244
19	-2146,575	4594,318	-2146,574	4594,198	-0,001	0,120
20	-2069,142	4597,808	-2069,125	4597,890	-0,017	-0,082
21	-2052,611	4612,627	-2052,653	4612,657	0,042	-0,030
22	-2036,449	4631,605	-2036,605	4630,929	0,156	0,676
23	-2019,634	4650,240	-2019,617	4650,248	-0,017	-0,008
24	-2030,622	4653,853	-2030,576	4653,911	-0,046	-0,058
25	-1943,108	4757,919	-1943,082	4757,878	-0,026	0,041
26	-1926,309	4781,732	-1926,296	4781,708	-0,013	0,024
27	-1962,834	4805,930	-1962,785	4805,878	-0,049	0,052
28	-1973,492	4814,252	-1973,385	4814,159	-0,107	0,093
29	-1988,519	4824,885	-1988,520	4824,733	0,001	0,152
30	-1924,346	4794,570	-1924,256	4794,348	-0,090	0,222
31	-1905,944	4810,746	-1905,963	4810,727	0,019	0,019
32	-1882,704	4846,409	-1882,719	4846,388	0,015	0,021
33	-1874,762	4865,379	-1874,773	4865,356	0,011	0,023
34	-1864,030	4882,251	-1864,058	4882,269	0,028	-0,018
35	-1852,371	4900,228	-1852,362	4900,139	-0,009	0,089
36	-2110,663	4569,313	-2110,692	4569,137	0,029	0,176
37	-2082,618	4586,402	-2082,643	4586,366	0,025	0,036
38	-2248,717	4732,480	-2248,909	4732,458	0,192	0,022
39	-2235,628	4699,385	-2235,693	4699,301	0,065	0,084
40	-2235,628	4699,385	-2235,665	4699,393	0,037	-0,008
41	-2065,297	4631,529	-2065,312	4631,588	0,015	-0,059

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE(m)	ESTE (m)	NORTE(m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
42	-2066,859	4618,741	-2066,877	4618,687	0,018	0,054
43	-1366,611	4933,787	-1366,641	4933,881	0,030	-0,094
44	-1365,432	4933,683	-1364,499	4933,886	-0,933	-0,203
45	-1357,143	4929,842	-1357,176	4929,923	0,033	-0,081
46	-1351,133	4927,233	-1351,156	4927,363	0,023	-0,130
47	-1344,143	4925,044	-1344,130	4925,063	-0,013	-0,019
48	-1343,118	4923,588	-1343,145	4923,620	0,027	-0,032
49	-1333,596	4922,263	-1333,636	4922,294	0,040	-0,031
50	-1237,994	4935,190	-1237,994	4935,180	0,000	0,010
51	-1236,597	4926,688	-1236,654	4926,853	0,057	-0,165
52	-1300,765	4916,124	-1300,788	4916,123	0,023	0,001
53	-1304,269	4897,835	-1304,318	4897,850	0,049	-0,015
54	-1301,200	4884,245	-1301,249	4884,340	0,049	-0,095
55	-1296,228	4859,044	-1296,173	4859,036	-0,055	0,008
56	-1228,552	4942,320	-1228,577	4942,325	0,025	-0,005
57	-1577,084	5181,242	-1577,170	5181,189	0,086	0,053
58	-1576,331	5184,356	-1576,437	5184,300	0,106	0,056
59	-1573,719	5232,184	-1573,768	5232,169	0,049	0,015
60	-1566,951	5213,365	-1567,002	5213,318	0,051	0,047
61	-1571,336	5276,308	-1571,403	5276,264	0,067	0,044
62	-1565,836	5234,103	-1565,938	5234,060	0,102	0,043
63	-1564,894	4832,773	-1564,941	4832,697	0,047	0,076
64	-1502,561	4829,573	-1502,590	4829,440	0,029	0,133
65	-1575,981	4945,932	-1576,058	4945,880	0,077	0,052
66	-1655,258	4950,226	-1655,402	4950,142	0,144	0,084
67	-1658,182	4949,479	-1658,141	4949,345	-0,041	0,134
68	-1669,259	4965,557	-1669,306	4965,463	0,047	0,094
69	-1646,693	4894,216	-1646,704	4894,165	0,011	0,051
70	-1638,327	4847,516	-1638,338	4847,388	0,011	0,128
71	-1641,276	4853,756	-1641,282	4853,755	0,006	0,001
72	-1609,001	4843,469	-1609,065	4843,522	0,064	-0,053
73	-1579,436	4849,690	-1579,574	4849,618	0,138	0,072
74	-1576,463	4905,787	-1576,432	4905,797	-0,031	-0,010
75	-1582,212	4894,902	-1582,381	4894,946	0,169	-0,044
F4	-1497,136	4964,680	-1497,199	4964,752	0,063	-0,072
F1	-1486,560	4930,204	-1486,552	4930,179	-0,008	0,025
F2	-1391,222	4961,226	-1391,225	4961,251	0,003	-0,025
F3	-1402,594	4992,174	-1402,617	4992,134	0,023	0,040
BIO	-1240,658	5342,667	-1240,541	5342,626	-0,117	0,041

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE(m)	ESTE (m)	NORTE(m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
76	-1376,247	5014,035	-1376,283	5014,043	0,036	-0,008
77	-1458,248	5023,782	-1458,212	5023,733	-0,036	0,049
78	-1463,432	4926,205	-1463,466	4926,168	0,034	0,037
79	-1478,285	4924,530	-1478,336	4924,446	0,051	0,084
80	-1528,301	4951,240	-1528,382	4951,244	0,081	-0,004
81	-1549,628	4905,846	-1549,502	4905,896	-0,126	-0,050
82	-1550,726	4880,791	-1550,744	4880,779	0,018	0,012
83	-1550,458	4887,789	-1550,507	4887,652	0,049	0,137
84	-1521,233	5170,200	-1521,297	5170,107	0,064	0,093
85	-1501,094	5169,127	-1501,203	5169,188	0,109	-0,061
86	-1274,112	5239,800	-1274,134	5239,890	0,022	-0,090
87	-1286,174	5290,887	-1286,045	5290,864	-0,129	0,023
88	-1282,031	5276,920	-1281,924	5276,898	-0,107	0,022
89	-1243,574	5325,739	-1243,496	5325,690	-0,078	0,049
90	-1286,455	5312,930	-1286,363	5312,916	-0,092	0,014
91	-1236,165	5321,710	-1236,094	5321,706	-0,071	0,004
92	-1227,690	5293,050	-1227,523	5293,063	-0,167	-0,013
93	-1542,923	5171,408	-1542,932	5171,366	0,009	0,042
94	-1563,960	5172,529	-1564,001	5172,469	0,041	0,060
95	-1575,154	5122,838	-1575,214	5122,817	0,060	0,021
96	-1571,652	5172,656	-1571,700	5172,627	0,048	0,029
97	-1580,523	5167,579	-1580,577	5167,543	0,054	0,036
98	-1582,872	5122,590	-1582,909	5122,555	0,037	0,035
99	-1586,577	5063,357	-1586,617	5063,311	0,040	0,046
100	-1514,603	4838,392	-1514,621	4838,328	0,018	0,064
101	-1545,453	4840,071	-1545,476	4840,001	0,023	0,070
102	-1553,637	4832,182	-1553,635	4832,111	-0,002	0,071
103	-2216,944	4676,558	-2216,983	4676,480	0,078	0,078
104	-2123,001	4563,484	-2123,022	4563,469	0,021	0,015
105	-2216,362	4810,840	-2216,415	4810,808	0,053	0,032
106	-2247,084	4795,183	-2247,130	4795,170	0,046	0,012

*Tabla 27. Comparación punto a punto entre las coordenadas de los puntos de detalle levantados con la metodología GNSS NTRIP, expresadas en el sistema Loma Quintana, y sus correspondientes coordenadas capturadas por métodos convencionales. Fuente: Elaboración propia.*

	DIF NORTE (m)	DIF ESTE (m)		
<b>Valor MAX</b>	0,192	0,676	<b>TOTAL DE PUNTOS EVALUADOS</b>	106
<b>valor MIN</b>	-0,933	-0,203	<b>VALORES DENTRO DE LA TOLERANCIA</b>	104
<b>MEDIA</b>	0,015	0,034	<b>VALORES QUE EXCEDEN LA TOLERANCIA</b>	2
<b>DESV. EST</b>	± 0,112 m	± 0,099 m		
<b>TOLEREANCIA (3s)</b>	± 0,336 m	± 0,298 m		

Tabla 28. Resultados estadísticos de la comparación de las coordenadas de los puntos de detalle GNSS NTRIP vs coordenadas obtenidas por Topografía Convencional. Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a las mediciones sobre los puntos de control se tiene:

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
G2	-1398,026	4981,397	-1398,029	4981,378	0,003	0,019
ICU 118	-1237,24	5169,265	-1237,2558	5169,2447	0,0158	0,0203
T28	-1564,293	4961,433	-1564,465	4961,372	0,172	0,061
UCV1	-2060,169	4611,247	-2060,28	4611,116	0,111	0,131
UCV2	-2091,125	4569,597	-2091,134	4569,573	0,009	0,024

Tabla 29. Correlación entre las coordenadas capturadas con Estación Total vs coordenadas NTRIP de los puntos de control expresadas en el sistema Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia.

	DIF NORTE (m)	DIF ESTE (m)
<b>MEDIA</b>	0,062	0,051
<b>DESV. EST</b>	± 0,103 m	± 0,075 m
<b>TOLEREANCIA (3s)</b>	± 0,308 m	± 0,224 m

Tabla 30. Análisis estadístico de las coordenadas de los puntos de control GNSS NTRIP vs coordenadas por Topografía Convencional. Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la tabla 28, se evidencian diferenciales puntuales entre las metodologías ensayadas, en el margen de  $\pm 11,2$  centímetros en coordenada Norte y  $\pm 9,9$  centímetros en coordenada Este para los puntos de detalle. Por su parte, el comportamiento de las coordenadas adquiridas con metodología GNSS NTRIP en relación a los vértices de control, presento una diferencia respecto al método tradicional (se considera éste como el conocido) en el orden de  $\pm 10,3$  m en coordenada Norte y  $\pm 7,4$  centímetros en coordenada Este.

A modo de discriminar aquellos residuales que pueden estar afectando el comportamiento estadístico de los resultados aquí señalados, se aplicó la tolerancia de tres veces la desviación estándar ( $\pm 3\sigma$ ) para ambas proyecciones, en toda la muestra, excluyendo de ella, los residuales que estuvieran fuera de dicho rango, los cuales fueron los puntos 22 y 44 (ver tabla 27); por consiguiente, se realizó nuevamente la correlación estimando el comportamiento de las diferencias en coordenada entre el levantamiento convencional con Estación Total y la metodología GNSS NTRIP.

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
1	-2138,638	4602,384	-2138,647	4602,314	0,009	0,070
2	-2122,114	4591,129	-2122,083	4591,107	-0,031	0,022
3	-2100,102	4567,738	-2100,088	4567,712	-0,014	0,026
4	-2079,330	4583,594	-2079,332	4583,553	0,002	0,041
5	-2074,497	4623,001	-2074,520	4622,986	0,023	0,015
6	-2098,741	4656,582	-2098,797	4656,561	0,056	0,021
7	-2251,728	4781,120	-2251,856	4781,080	0,128	0,040
8	-2250,686	4781,257	-2250,768	4781,183	0,082	0,074
9	-2250,127	4731,617	-2250,208	4731,617	0,081	0,000
10	-2259,272	4718,086	-2259,452	4718,078	0,180	0,008
11	-2269,868	4706,583	-2269,993	4706,481	0,125	0,102
12	-2208,044	4681,689	-2208,050	4681,530	0,006	0,159
13	-2208,542	4662,262	-2208,574	4662,195	0,032	0,067
14	-2197,693	4651,959	-2197,612	4651,876	-0,081	0,083
15	-2194,052	4647,855	-2194,077	4647,833	0,025	0,022

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
16	-2183,314	4637,635	-2183,409	4637,471	0,095	0,164
17	-2164,674	4613,792	-2164,626	4613,824	-0,048	-0,032
18	-2149,809	4612,920	-2149,842	4612,676	0,033	0,244
19	-2146,575	4594,318	-2146,574	4594,198	-0,001	0,120
20	-2069,142	4597,808	-2069,125	4597,890	-0,017	-0,082
21	-2052,611	4612,627	-2052,653	4612,657	0,042	-0,030
23	-2019,634	4650,240	-2019,617	4650,248	-0,017	-0,008
24	-2030,622	4653,853	-2030,576	4653,911	-0,046	-0,058
25	-1943,108	4757,919	-1943,082	4757,878	-0,026	0,041
26	-1926,309	4781,732	-1926,296	4781,708	-0,013	0,024
27	-1962,834	4805,930	-1962,785	4805,878	-0,049	0,052
28	-1973,492	4814,252	-1973,385	4814,159	-0,107	0,093
29	-1988,519	4824,885	-1988,520	4824,733	0,001	0,152
30	-1924,346	4794,570	-1924,256	4794,348	-0,090	0,222
31	-1905,944	4810,746	-1905,963	4810,727	0,019	0,019
32	-1882,704	4846,409	-1882,719	4846,388	0,015	0,021
33	-1874,762	4865,379	-1874,773	4865,356	0,011	0,023
34	-1864,030	4882,251	-1864,058	4882,269	0,028	-0,018
35	-1852,371	4900,228	-1852,362	4900,139	-0,009	0,089
36	-2110,663	4569,313	-2110,692	4569,137	0,029	0,176
37	-2082,618	4586,402	-2082,643	4586,366	0,025	0,036
38	-2248,717	4732,480	-2248,909	4732,458	0,192	0,022
39	-2235,628	4699,385	-2235,693	4699,301	0,065	0,084
40	-2235,628	4699,385	-2235,665	4699,393	0,037	-0,008
41	-2065,297	4631,529	-2065,312	4631,588	0,015	-0,059
42	-2066,859	4618,741	-2066,877	4618,687	0,018	0,054
43	-1366,611	4933,787	-1366,641	4933,881	0,030	-0,094
45	-1357,143	4929,842	-1357,176	4929,923	0,033	-0,081
46	-1351,133	4927,233	-1351,156	4927,363	0,023	-0,130
47	-1344,143	4925,044	-1344,130	4925,063	-0,013	-0,019
48	-1343,118	4923,588	-1343,145	4923,620	0,027	-0,032
49	-1333,596	4922,263	-1333,636	4922,294	0,040	-0,031
50	-1237,994	4935,190	-1237,994	4935,180	0,000	0,010
51	-1236,597	4926,688	-1236,654	4926,853	0,057	-0,165
52	-1300,765	4916,124	-1300,788	4916,123	0,023	0,001
53	-1304,269	4897,835	-1304,318	4897,850	0,049	-0,015
54	-1301,200	4884,245	-1301,249	4884,340	0,049	-0,095
55	-1296,228	4859,044	-1296,173	4859,036	-0,055	0,008
56	-1228,552	4942,320	-1228,577	4942,325	0,025	-0,005

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
57	-1577,084	5181,242	-1577,170	5181,189	0,086	0,053
58	-1576,331	5184,356	-1576,437	5184,300	0,106	0,056
59	-1573,719	5232,184	-1573,768	5232,169	0,049	0,015
60	-1566,951	5213,365	-1567,002	5213,318	0,051	0,047
61	-1571,336	5276,308	-1571,403	5276,264	0,067	0,044
62	-1565,836	5234,103	-1565,938	5234,060	0,102	0,043
63	-1564,894	4832,773	-1564,941	4832,697	0,047	0,076
64	-1502,561	4829,573	-1502,590	4829,440	0,029	0,133
65	-1575,981	4945,932	-1576,058	4945,880	0,077	0,052
66	-1655,258	4950,226	-1655,402	4950,142	0,144	0,084
67	-1658,182	4949,479	-1658,141	4949,345	-0,041	0,134
68	-1669,259	4965,557	-1669,306	4965,463	0,047	0,094
69	-1646,693	4894,216	-1646,704	4894,165	0,011	0,051
70	-1638,327	4847,516	-1638,338	4847,388	0,011	0,128
71	-1641,276	4853,756	-1641,282	4853,755	0,006	0,001
72	-1609,001	4843,469	-1609,065	4843,522	0,064	-0,053
73	-1579,436	4849,690	-1579,574	4849,618	0,138	0,072
74	-1576,463	4905,787	-1576,432	4905,797	-0,031	-0,010
75	-1582,212	4894,902	-1582,381	4894,946	0,169	-0,044
F4	-1497,136	4964,680	-1497,199	4964,752	0,063	-0,072
F1	-1486,560	4930,204	-1486,552	4930,179	-0,008	0,025
F2	-1391,222	4961,226	-1391,225	4961,251	0,003	-0,025
F3	-1402,594	4992,174	-1402,617	4992,134	0,023	0,040
BIO	-1240,658	5342,667	-1240,541	5342,626	-0,117	0,041
76	-1376,247	5014,035	-1376,283	5014,043	0,036	-0,008
77	-1458,248	5023,782	-1458,212	5023,733	-0,036	0,049
78	-1463,432	4926,205	-1463,466	4926,168	0,034	0,037
79	-1478,285	4924,530	-1478,336	4924,446	0,051	0,084
80	-1528,301	4951,240	-1528,382	4951,244	0,081	-0,004
81	-1549,628	4905,846	-1549,502	4905,896	-0,126	-0,050
82	-1550,726	4880,791	-1550,744	4880,779	0,018	0,012
83	-1550,458	4887,789	-1550,507	4887,652	0,049	0,137
84	-1521,233	5170,200	-1521,297	5170,107	0,064	0,093
85	-1501,094	5169,127	-1501,203	5169,188	0,109	-0,061
86	-1274,112	5239,800	-1274,134	5239,890	0,022	-0,090
87	-1286,174	5290,887	-1286,045	5290,864	-0,129	0,023
88	-1282,031	5276,920	-1281,924	5276,898	-0,107	0,022
89	-1243,574	5325,739	-1243,496	5325,690	-0,078	0,049
90	-1286,455	5312,930	-1286,363	5312,916	-0,092	0,014

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		DIFERENCIAS (m)	
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	DIF NORTE	DIF ESTE
91	-1236,165	5321,710	-1236,094	5321,706	-0,071	0,004
92	-1227,690	5293,050	-1227,523	5293,063	-0,167	-0,013
93	-1542,923	5171,408	-1542,932	5171,366	0,009	0,042
94	-1563,960	5172,529	-1564,001	5172,469	0,041	0,060
95	-1575,154	5122,838	-1575,214	5122,817	0,060	0,021
96	-1571,652	5172,656	-1571,700	5172,627	0,048	0,029
97	-1580,523	5167,579	-1580,577	5167,543	0,054	0,036
98	-1582,872	5122,590	-1582,909	5122,555	0,037	0,035
99	-1586,577	5063,357	-1586,617	5063,311	0,040	0,046
100	-1514,603	4838,392	-1514,621	4838,328	0,018	0,064
101	-1545,453	4840,071	-1545,476	4840,001	0,023	0,070
102	-1553,637	4832,182	-1553,635	4832,111	-0,002	0,071
103	-2216,944	4676,558	-2216,983	4676,480	0,078	0,078
104	-2123,001	4563,484	-2123,022	4563,469	0,021	0,015
105	-2216,362	4810,840	-2216,415	4810,808	0,053	0,032
106	-2247,084	4795,183	-2247,130	4795,170	0,046	0,012

Tabla 31. Diferencias de coordenadas entre Levantamiento NTRIP, vs levantamiento convencional con Estación Total. Fuente: Elaboración propia.

	DIF NORTE (m)	DIF ESTE (m)
Valor MAX	0,192	0,676
valor MIN	-0,933	-0,203
MEDIA	0,022 m	0,031 m
DESV. EST	± 0,067 m	± 0,074 m
TOLERANCIA (3σ)	± 0,201 m	± 0,222 m

TOTAL DE PUNTOS EVALUADOS	104
---------------------------	-----

Tabla 32. Análisis estadístico final de la correlación entre las coordenadas GNSS NTRIP y las coordenadas dadas por la Estación Total, excluyendo los residuales que exceden la tolerancia. Fuente: Elaboración propia.

En los resultados presentados en la tabla 32, se evidencia que las desviaciones entre las coordenadas capturadas con NTRIP, y los valores medidos con Estación Total, de los puntos de detalle, en el sistema local, se

encuentran en el orden de los  $\pm 6,7$  cm en coordenada Norte y  $\pm 7,4$  cm en coordenada Este.

En este sentido, en función de las diferencias anteriormente señaladas, y atendiendo a las especificaciones establecidas por el ente rector en materia de Catastro, Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, en cuando a la exactitud posicional para la mensura de los inmuebles (IGVSB, Título II.3.1, pág. 76); donde se tiene que la exactitud de los puntos que definen el polígono de los linderos de las propiedades y parcelamientos para sectores urbanos, debe estar en el margen de los  $\pm 20$  cm; se observa que las diferencias de la metodología en estudio, con respecto a las técnica convencional con Estación Total (tomada como patrón), parecieran indicar que la metodología GNSS NTRIP presenta buenos resultados respecto a los patrones esperados, y puede satisfacer las exactitudes requeridas para levantamientos de este orden.

#### **4.4 CÁLCULO DE LAS VARIACIONES ENTRE LAS DISTANCIAS OBTENIDAS POR LOS MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ENSAYADOS.**

Para esta fase del proceso investigativo, se calcularon distancias correspondientes a frentes de algunos predios, lados de algunas edificaciones, segmentos de longitud de vialidad, lados de algunos polígonos seleccionados, y longitudes entre puntos escogidos a criterio de la investigadora; en el sistema local y sobre el elipsoide de referencia.

El cálculo de las distancias sobre el plano local, fue hecho a través de la ecuación de distancia entre dos puntos, programa en la herramienta Microsoft Excel 2010 para ambos métodos de levantamiento. Los resultados de la correlación entre las distancia estimadas con la Estación Total (tomando esta como patrón) y la técnica objeto de estudio fueron los siguientes:

**DISTANCIA SOBRE EL PLANO LOCAL (m)**

<b>ZONAS</b>	<b>PUNTOS</b>	<b>ESTACION TOTAL</b>	<b>NTRIP</b>	<b>DIFERENCIA (m)</b>
<b>ZONA 2</b>	75 74	12,3099	12,3749	-0,065
	78 79	14,9471	14,9702	-0,023
	93 94	21,0668	21,0986	-0,032
	91 92	29,8868	29,8983	-0,011
	63 64	62,4151	62,4359	-0,021
	65 66	79,3932	79,4578	-0,065
	F3 F4	98,4587	98,4656	-0,007
	97 99	104,3977	104,4075	-0,010
	95 101	284,3226	284,3754	-0,053
	96 100	339,0973	339,1360	-0,039
	G2 BIO	394,0567	394,0847	-0,028
	T28 BIO	500,0790	500,2813	-0,202
	G2 UCV1	758,5805	758,7294	-0,149
	<b>ZONA 1</b>	7 106	14,8096	14,8617
4 UCV2		18,3040	18,2956	0,008
33 34		19,9960	20,0216	-0,026
25 26		29,1422	29,1485	-0,006
5 4		39,7024	39,7258	-0,023
6 5		41,4178	41,4323	-0,014
36		43,3162	43,3840	-0,068

	1			
	19	56,7989	56,8273	-0,028
	16			
	18	90,1138	90,1616	-0,048
	12			
	13	91,9581	92,0201	-0,062
	19			
	36	213,9925	214,1595	-0,167
	9			

Tabla 33. Comparación entre las distancias calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP, en el sistema Loma Quintana. Fuente: Elaboración propia.

	DIFERENCIA (m)		
Valor MAX	0,008	TOTAL DE DISTANCIAS EVALUADAS	24
valor MIN	-0,202	VALORES DENTRO DE LA TOLERANCIA	24
MEDIA	-0,05	VALORES QUE EXCEDEN LA TOLERANCIA	0
DESV. EST	± 0,073 m		
TOLEREANCIA <sub>(3s)</sub>	± 0,233 m		

Tabla 34. Análisis estadístico para las distancias estimadas con la metodología GNSS NTRIP en el sistema local. Fuente: Elaboración propia.

Los valores señalados en la tabla 34 evidencian una desviación para la distancia calculada a partir de las coordenadas obtenidas por NTRIP, en el orden de los  $\pm 7,3$  cm, con respecto a la distancia patrón sobre el plano local; siendo ésta menor a la estimada con NTRIP.

En este mismo orden de ideas, se realizó la correlación entre las distancias en el sistema de referencia cartográfico (UTM), para los métodos de levantamiento ensayados; el cálculo de la distancia fue realizado a partir de las coordenadas cartográficas de los puntos (Norte y Este), utilizando la ecuación de distancia entre dos puntos sobre el plano, y multiplicando cada distancia por

sus correspondientes factores de escala. Lo anterior, fue realizado con ayuda de la herramienta Microsoft Excel 2010, para la programación de las ecuaciones y el programa UTM.Exe, para la estimación de los factores de escala. Los resultados fueron los que señalan en la tabla 31:

DISTANCIA UTM (m)				
ZONAS	PUNTOS	ESTACION TOTAL	NTRIP	DIFERENCIA (m)
<b>ZONA 2</b>	75 74	12,3147	12,3796	-0,065
	78 79	14,9529	14,9760	-0,023
	93 94	21,0750	21,1068	-0,032
	91 92	29,8984	29,9099	-0,011
	63 64	62,4391	62,4599	-0,021
	65 66	79,4239	79,4885	-0,065
	F3 F4	98,4965	98,5035	-0,007
	97 99	104,4382	104,4479	-0,010
	95 101	284,4319	284,4848	-0,053
	96 100	339,2288	339,2675	-0,039
	G2 BIO	394,2091	394,2368	-0,028
	T28 BIO	500,2733	500,4760	-0,203
	G2 UCV1	758,8738	759,0224	-0,149
	<b>ZONA 1</b>	7 106	14,8153	14,8674
4 UCV2		18,3111	18,3028	0,008
33 34		20,0037	20,0293	-0,026
25		29,1534	29,1597	-0,006

	26			
	5	39,7176	39,7411	-0,023
	4			
	6	41,4337	41,4482	-0,014
	5			
	36	43,3328	43,4006	-0,068
	1			
	19	56,8207	56,8492	-0,028
	16			
	18	90,1484	90,1962	-0,048
	12			
	13	91,9935	92,0555	-0,062
19				
36	214,0747	214,2418	-0,167	
9				

Tabla 35. Comparación entre las distancias calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP, en el sistema cartográfico UTM. Fuente: Elaboración propia.

	DIFERENCIA (m)		
Valor MAX	0,008	TOTAL DE DISTANCIAS EVALUADAS	24
valor MIN	-0,203	VALORES DENTRO DE LA TOLERANCIA	24
MEDIA	-0,05	VALORES QUE EXCEDEN LA TOLERANCIA	0
DESV. EST	± 0,073 m		
TOLERANCIA <sub>(3s)</sub>	± 0,233 m		

Tabla 36. Análisis estadístico para las distancias obtenidas a partir de las coordenadas GNSS NTRIP en el sistema cartográfico UTM. Fuente: Elaboración propia.

De manera similar, puede apreciarse que las distancias calculadas a partir de la metodología GNSS NTRIP, en relación a las calculadas por métodos convencionales, sobre el plano cartográfico UTM son mayores con una diferencia de alrededor  $\pm 7,3$  cm.

Por otra parte, para el cálculo de las distancias sobre el elipsoide de los puntos medidos por el método convencional, las distancias geométricas fueron

reducidas al arco sobre el elipsoide a través de los procesos convencionales (reducción al horizonte y reducción a la cuerda del elipsoide) a fin de poder efectuar la comparación sobre la superficie elipsoidal. Para el cálculo de la distancia sobre el elipsoide entre los puntos NTRIP, se utilizó el programa INVERSE 3D v 2.0, donde a partir de la introducción de las coordenadas geodésicas, se obtuvieron valores como distancias sobre el elipsoide, distancias punto a punto, ángulo cenital y acimuts. Los resultados del proceso señalado fueron los siguientes:

<b>DISTANCIA ELIPSOIDE (m)</b>					
<b>ZONAS</b>	<b>PUNTOS</b>	<b>ESTACION TOTAL</b>	<b>NTRIP</b>	<b>DIFERENCIA (m)</b>	
<b>ZONA 2</b>	75 74	12,3248	12,3732	-0,048	
	78 79	14,9490	14,9682	-0,019	
	93 94	21,0695	21,0958	-0,026	
	91 92	29,8905	29,8942	-0,004	
	63 64	62,4253	62,4252	0,000	
	65 66	79,4070	79,4472	-0,040	
	F3 F4	98,4709	98,4523	0,019	
	97 99	104,4108	104,3935	0,017	
	95 101	284,4064	284,3374	0,069	
	96 100	339,1391	339,0913	0,048	
	G2 BIO	394,1111	394,0314	0,080	
	T28 BIO	500,1423	500,2143	-0,072	
	G2 UCV1	758,6849	758,6286	0,056	
	<b>ZONA 1</b>	7	14,8323	14,8598	-0,027

	106			
	4	18,3108	18,2933	0,017
	UCV2			
	33	20,0001	20,0211	-0,021
	34			
	25	29,1489	29,1448	0,004
	26			
	5	39,7111	39,7206	-0,010
	4			
	6	41,4611	41,4269	0,034
	5			
	36	43,3661	43,3782	-0,012
1				
19	56,8481	56,8199	0,028	
16				
18	90,1559	90,1497	0,006	
12				
13	92,0237	92,0080	0,016	
19				
36	214,0962	214,1314	-0,035	
9				

Tabla 37. Comparación de las distancias sobre el elipsoide calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

	DIFERENCIA (m)		
Valor MAX	0,080	TOTAL DE DISTANCIAS EVALUADAS	24
valor MIN	-0,072	VALORES DENTRO DE LA TOLERANCIA	24
MEDIA	0,03	VALORES QUE EXCEDEN LA TOLERANCIA	0
DESV. EST	± 0,038 m		
TOLEREANCIA <sub>(3s)</sub>	± 0,113 m		

Tabla 38. Análisis estadístico para las distancias obtenidas a partir de coordenadas GNSS NTRIP en el elipsoide GRS80. Fuente: Elaboración propia.

En función de los resultados presentados en la tabla 38, proyectando las distancias sobre el elipsoide de referencia, puede apreciarse que las desviaciones para las distancias obtenidas por la metodología GNSS NTRIP, en función de la distancia patrón obtenida por Estación Total se presentan en el orden de los  $\pm 3,8$  cm, una desviación mucho menor a la presentada sobre el plano local y sobre el plano cartográfico UTM; sin embargo, es notorio que no hay un comportamiento similar para toda la muestra en relación a si las distancias NTRIP son mayores o menores respecto al patrón, (dado que la distancia realmente delimitada, para algunos lados resulta mayor, y para otros más pequeña) lo cual se infiere puede estar asociado a errores en el proceso de reducción de las distancias al arco y a los residuales propios de la medición.

#### **4.5 ESTIMACIÓN DE LAS EXACTITUDES EN EL CÁLCULO DE SUPERFICIE CON LA METODOLOGÍA GNSS NTRIP.**

Como objeto de la presente investigación, se efectuaron cálculos para obtener valores de área de ciertos polígonos seleccionados a criterio de la investigadora, a fin de poder estimar las variaciones en la determinación de superficie entre el método convencional con Estación Total y el método satelital NTRIP; para lo cual fueron seleccionadas 3 áreas específicas en las zonas de estudio, en virtud de la facilidad para identificar sus vértices y por el carácter representativo de la realidad existente en el terreno.

##### **4.6.1 Cálculos de las áreas en el sistema Loma Quintana**

Para el cálculo de las áreas en el sistema Loma Quintana se empleó el método de coordenadas, el cual fue programado en una hoja de la herramienta Microsoft Excel, y donde se introdujeron los valores en coordenada Norte y Este de cada uno de los puntos que formaban los polígonos, obtenidas por

ambos métodos a comparar, obteniéndose de esta manera el valor del área sobre el plano local de cada polígono seleccionado. En la tabla 39 se muestran los valores obtenidos.

#### Área 1: estacionamiento de la biblioteca central UCV

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		AREA ESTACION TOTAL		AREA NTRIP	
	ESTE(m)	NORTE(m)	ESTE(m)	NORTE(m)	(Ni*Ej)	(Ei*Nj)	(Ni*Ej)	(Ei*Nj)
65	4945,932	-1575,981	4945,880	-1576,058				
66	4950,226	-1655,258	4950,142	-1655,402	-7801462,12	-8186793,51	-7801712,14	-8187417,64
69	4894,216	-1646,693	4894,165	-1646,704	-8101190,19	-8151502,50	-8101809,00	-8151417,57
71	4853,756	-1641,276	4853,755	-1641,282	-7992646,19	-8032757,36	-7992695,98	-8032703,55
70	4847,516	-1638,327	4847,388	-1638,338	-7956109,79	-7952039,66	-7955929,11	-7952091,09
73	4849,69	-1579,436	4849,618	-1579,574	-7945378,07	-7656341,28	-7945313,67	-7656806,68
74	4905,787	-1576,463	4905,797	-1576,432	-7748376,60	-7645356,85	-7749067,73	-7645094,53
65	4945,932	-1575,981	4945,880	-1576,058	-7797078,80	-7731427,10	-7796845,25	-7731821,64
SUMA					-55342241,74	-55356218,26	-55343372,87	-55357352,69
2*								
AREA					13976,5174		13979,8172	
<b>AREA SISTEMA</b>					6988,2587	m <sup>2</sup>	6989,9086	m <sup>2</sup>
<b>LOCAL</b>					0,0069883	Km <sup>2</sup>	0,0069899	Km <sup>2</sup>

Tabla 39. Comparación de las distancias sobre el elipsoide calculadas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las distancias obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Área 2: polígono formado por los vértices G2; F1, F4 y F2, ubicados en el sector tierra de nadie.

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		AREA ESTACION TOTAL		AREA NTRIP	
	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	(Ni*Ej)	(Ei*Nj)	(Ni*Ej)	(Ei*Nj)
G2	4981,397	-1398,026	4981,378	-1398,029				
F4	4964,68	-1497,136	4964,752	-1497,199	-6940751,72	-7457828,78	-6940867,42	-7458113,89
F1	4930,204	-1486,56	4930,179	-1486,552	-7381185,90	-7380294,70	-7381457,96	-7380362,72
F2	4961,226	-1391,222	4961,251	-1391,225	-7375160,12	-6859008,27	-7375157,89	-6858986,50
G2	4981,397	-1398,026	4981,378	-1398,029	-6930229,10	-6935922,94	-6930216,60	-6935972,53

SUMA	-28627326,84	-28633054,69	-28627699,86	-28633435,64
2* AREA	5727,8519		5735,7739	
<b>AREA SISTEMA LOCAL</b>	2863,9259 m <sup>2</sup>		2867,8869 m <sup>2</sup>	
	0,0028639 Km <sup>2</sup>		0,0028679 Km <sup>2</sup>	

Tabla 40. Cálculo del área del polígono 2, en el sistema Loma Quintana, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Área 3: área aproximada de la manzana 1, zona de estudio 1.

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		AREA ESTACION TOTAL		AREA NTRIP	
	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	(Ni*Ej)	(Ei*Nj)	(Ni*Ej)	(Ei*Nj)
UCV2	4569,597	-2091,125	4569,573	-2091,134				
4	4583,594	-2079,330	4583,553	-2079,332	-9584868,003	-9501700,13	-9584825,021	-9501658,429
5	4623,001	-2074,497	4622,986	-2074,520	-9612744,895	-9508652,413	-9612721,677	-9508672,309
6	4656,582	-2098,741	4656,561	-2098,797	-9660065,929	-9702480,63	-9660129,466	-9702708,036
106	4795,183	-2247,084	4795,170	-2247,130	-10063844,9	-10463730,32	-10064087,62	-10463897,33
7	4781,120	-2251,728	4781,080	-2251,856	-10743577,51	-10797446,89	-10743708	-10798034,78
9	4731,617	-2250,127	4731,617	-2250,208	-10654314,48	-10758127,2	-10654921,42	-10758424,98
18	4612,920	-2149,809	4612,676	-2149,842	-10379655,84	-10172072,81	-10379480,17	-10172227,21
1	4602,384	-2138,638	4602,314	-2138,647	-9894246,545	-9865366,003	-9894246,421	-9864885,541
36	4569,313	-2110,663	4569,137	-2110,692	-9772106,416	-9714081,621	-9771771,73	-9714067,712
3	4567,738	-2100,102	4567,712	-2100,088	-9640955,59	-9596023,37	-9641034,437	-9595587,986
UCV2	4569,597	-2091,125	4569,573	-2091,134	-9596619,799	-9551711,125	-9596503,537	-9551700,462
SUMA					-109602999,9	-109631392,5	-109603429,5	-109631864,8
2* AREA					28392,59545		28435,27305	
<b>AREA SISTEMA LOCAL</b>					14196,298 m <sup>2</sup>		14217,637 m <sup>2</sup>	
					0,0141962 Km <sup>2</sup>		0,0142176 Km <sup>2</sup>	

Tabla 41. Cálculo del área del polígono 3, en el sistema Loma Quintana, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.2 Cálculos de las áreas sobre el elipsoide.

En esta parte de la investigación, se utilizó el software Global Mapper ver. 2016 como herramienta para la estimación de las áreas. Para tales efectos

las coordenadas de los vértices capturadas en la metodología GNSS NTRIP, dada la naturaleza de su adquisición, fueron cargadas directamente de los datos de campo, es decir en coordenadas geodésicas.

Sin embargo, por la naturaleza de las mediciones con Estación Total, las coordenadas en el sistema Loma Quintana, tuvieron que ser transformadas al sistema global en proyección UTM, utilizando los parámetros de transformación entre ambos sistemas, (previamente estimados) y programados en la herramienta Excel; para luego transformar las posiciones UTM, a coordenadas geodésicas.

En este sentido, para lo anterior, se introdujeron los valores de los vértices transformados en proyección UTM (Norte y Este), y el huso, en la herramienta UTM. exe y se obtuvieron las coordenadas directamente en el sistema global WGS84 (latitud y longitud), las cuales fueron cargadas al programa GLOBAL MAPPER v-16.0

```

C:\Users\ALEJAN-1\DOCUMENTOS\DOCUMENTO-1\DOCUMENTO-1\tesis\TEG201-1\UTM\UTM.EXE
INPUT TITLE - MAXIMUM OF 60 CHARACTERS
TEG
COORDINATE CONVERSIONS ON THE UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) GRID

SELECT
ELLIPSOID

SELECT CODE
METRIC ELLIPSOIDS

1 = INTERNATIONAL          11 = AIRY
2 = BESSEL                 12 = MODIFIED AIRY
3 = CLARKE 1866            13 = HELMERT 1906
4 = CLARKE 1880            14 = MODIFIED EVEREST (MALAWA)
5 = EVEREST                15 = MODIFIED EVEREST (BOHNEO)
6 = AUSTRALIAN NATIONAL    16 = FISCHER 1968 (MERCURY)
7 = GRS-67 (SAD 69)       17 = FISCHER 1968 (SOUTH ASIA)
8 = WGS-72                 18 = FISCHER 1968 (MERCURY)
9 = WGS-84                 19 = HOUGH
10 = GRS-80                20 = WGS-66

21 = ADDITIONAL TO INCLUDE USER LOADED VIA 2ND MENU
10

          ELLIPSOID DATA
          I/P      NAME          UNITS
6378137.000  298.257222101  GRS-80  METERS

INPUT METHOD CODE
1 = GEOGRAPHIC TO GRID COORDINATES
2 = GRID TO GEOGRAPHIC COORDINATES

INPUT CONVERGENCE/SCALE FACTOR COMPUTATION CODE
0 = DO *NOT* COMPUTE
1 = COMPUTE & PRINT VALUES

INPUT CODE THAT CONTROLS UTM ZONE NUMBER
0 = DO *NOT* FIX ZONE NUMBER - NORMAL CONDITION
  <ZONE NUMBER DERIVED OR INPUT FOR EACH COMPUTATION>
1 = FIX ZONE NUMBER <FOR ZONES NOT 6 DEGREES WIDE>
  <ZONE NUMBER INPUT ONCE FOR ANY SET OF COMPUTATIONS>

INPUT ZONE NUMBER TO BE HELD FIXED
19

ZONE, NORTHING AND EASTING TO LATITUDE AND LONGITUDE

SIGN CONVENTION - SOUTHERN HEMISPHERE NORTHINGS INPUT MINUS (-)
  
```

Fig. 62. Transformación de la coordenadas geodésicas (ITRF94, 1995.4) a coordenadas UTM, software "UTM. exe". Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de las áreas en el programa GLOBAL MAPPER v-16.0 se realizaron los siguientes procesos:

- Se cargan los datos al proyecto, seleccionando el archivo con los datos, y de inmediato, aparece una ventana donde se han de especificar parámetros sobre el origen de los datos; se le dice plotear solo puntos “Point only”, el orden de las columnas “X/ Easting / Longitud.”, y se presiona aceptar.

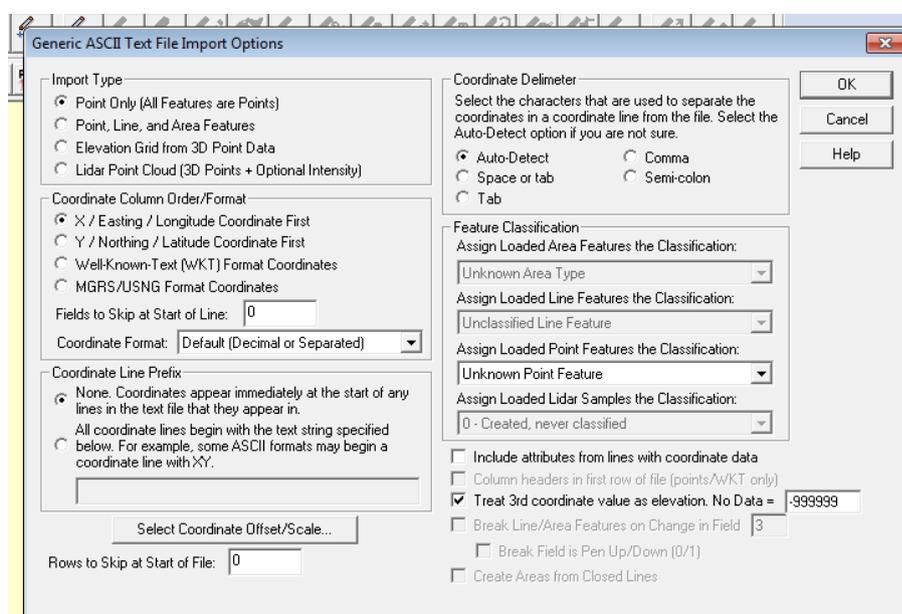


Fig. 63. Configuración del archivo de puntos en el software GLOBAL MAPPER v-16.0 Fuente: Elaboración propia.

- Se selecciona el sistema de coordenadas:

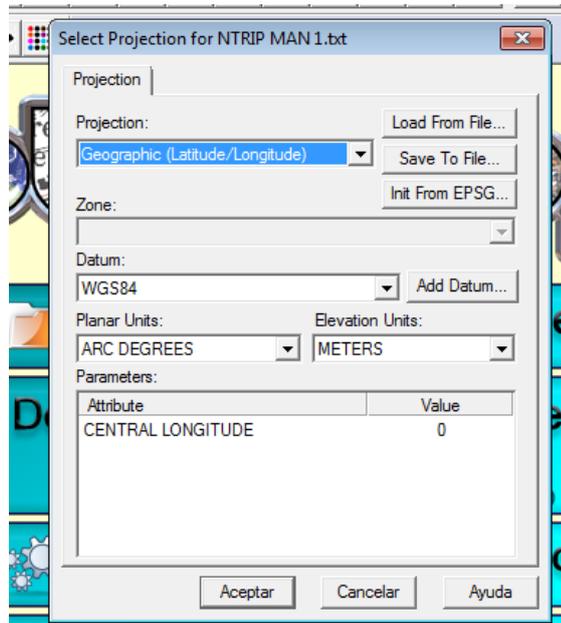


Fig. 64. Configuración del sistema de coordenadas de un archivo de puntos con el software GLOBAL MAPPER v-16.0 Fuente: Elaboración propia.

- De inmediato se dibujan los puntos en el área de trabajo, y en la opción “Create Area Future” de la barra de herramientas, se forman los polígonos.

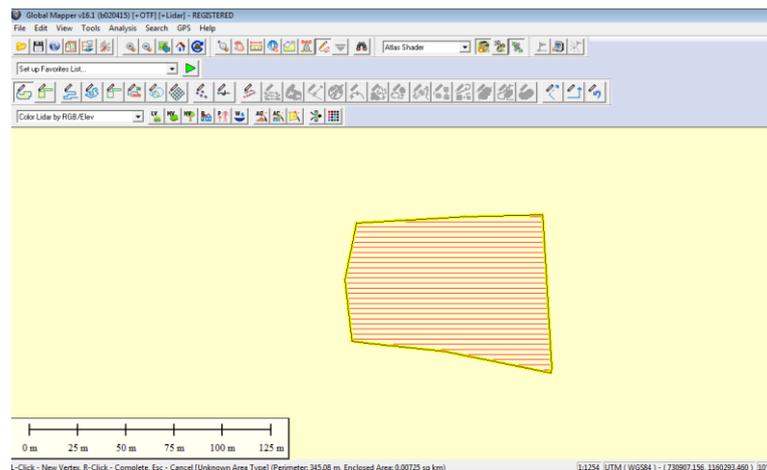


Fig. 65. Dibujo de los polígonos para el cálculo de área sobre el elipsoide, en el software GLOBAL MAPPER v-16.0 Fuente: Elaboración propia.

- De esta manera, el programa muestra el polígono ya formado con coordenadas en el sistema WGS84, y de inmediato hace el cálculo de la superficie del polígono



Fig. 66. Polígono del área 1, estacionamiento UCV, con puntos NTRIP, software GLOBAL MAPPER v-16.0 Fuente: Elaboración propia.

- Por último haciendo clic en el icono de información, aparecerá el valor sobre el área determinada.

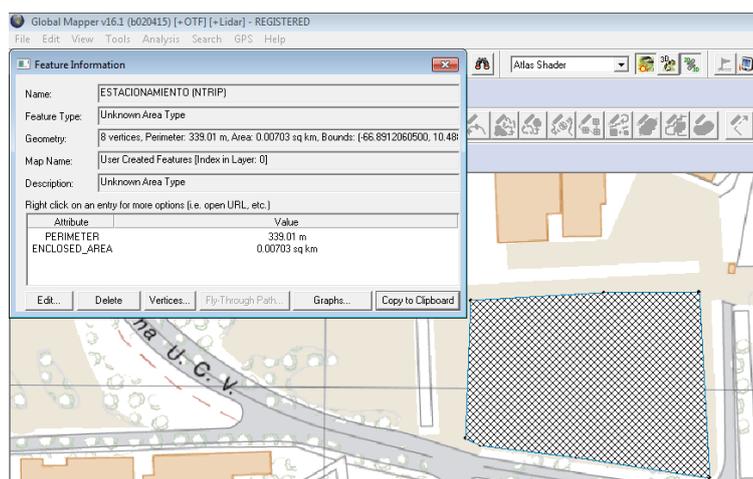


Fig. 67. Área en el elipsoide del polígono 1, estacionamiento UCV, con puntos NTRIP, software GLOBAL MAPPER v-16.0 Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento antes descrito fue realizado para los puntos capturados por ambos métodos, Estación Total, y NTRIP; los resultados se presentan a continuación:

Área 1: estacionamiento de la biblioteca central UCV

ID	ESTACION TOTAL UTM		NTRIP UTM		ESTACION TOTAL WGS84		NTRIP WGS84	
	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD N	LONGITUD W	LATITUD N	LONGITUD W
65	730907,694	1160291,547	730907,643	1160291,47	10,48937	-66,89030	10,48935	-66,89031
66	730912,556	1160212,293	730912,473	1160212,149	10,48865	-66,89026	10,48863	-66,89027
69	730856,479	1160220,458	730856,428	1160220,447	10,48873	-66,89077	10,48871	-66,89078
71	730815,976	1160225,587	730815,975	1160225,581	10,48878	-66,89114	10,48878	-66,89121
70	730809,714	1160228,491	730809,587	1160228,479	10,48881	-66,89120	10,48876	-66,89115
73	730811,467	1160287,403	730811,396	1160287,265	10,48934	-66,89118	10,48932	-66,89119
74	730867,549	1160290,778	730867,559	1160290,809	10,48937	-66,89067	10,48934	-66,89067
65	730907,694	1160291,547	730907,643	1160291,47	10,48937	-66,89030	10,48935	-66,89031
					<b>AREA</b>		7030 m <sup>2</sup>	
					<b>ELIPSOIDE</b>		0,00703 Km <sup>2</sup>	

Tabla 42. Cálculo del área sobre el elipsoide, del polígono 1, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología a NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Área 2: polígono formado por los vértices G2; F1, F4 y F2, ubicados en el sector tierra de nadie.

ID	ESTACION TOTAL		NTRIP		ESTACION TOTAL WGS84		NTRIP WGS84	
	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD N	LONGITUD W	LATITUD N	LONGITUD W
G2	730941,890	1160469,774	730941,871	1160469,771				
F4	730925,880	1160370,534	730925,953	1160370,472	10,49096	-66,88998	10,49006	-66,89013
F1	730891,325	1160380,865	730891,300	1160380,872	10,49006	-66,89014	10,49016	-66,89045
F2	730921,668	1160476,434	730921,693	1160476,432	10,49016	-66,89045	10,49102	-66,89017
G2	730941,890	1160469,774	730941,871	1160469,771	10,49102	-66,89017	10,49096	-66,88998
					<b>AREA</b>		2881,000 m <sup>2</sup>	
					<b>ELIPSOIDE</b>		0,002881 Km <sup>2</sup>	

Tabla 43. Cálculo del área sobre el elipsoide, del polígono 2, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Área 3: área aproximada de la manzana 1, zona de estudio 1.

ID	ESTACION TOTAL UTM		NTRIP UTM		ESTACION TOTAL UTM		NTRIP UTM	
	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD	LONGITU D	LATITUD	LONGIT UD
UCV2	730535,006	1159773,659	730534,983	1159773,649	10,48469	-66,89374	10,48469	-66,89374
4	730548,920	1159785,555	730548,879	1159785,553	10,48480	-66,89361	10,48480	-66,89361
5	730588,297	1159790,671	730588,282	1159790,648	10,48484	-66,89325	10,48484	-66,89325
6	730622,055	1159766,665	730622,034	1159766,609	10,48462	-66,89295	10,48462	-66,89295
106	730761,730	1159619,298	730761,718	1159619,252	10,48328	-66,89168	10,48328	-66,89168
7	730747,700	1159614,553	730747,661	1159614,424	10,48324	-66,89181	10,48324	-66,89181
9	730698,180	1159615,800	730698,181	1159615,719	10,48325	-66,89226	10,48325	-66,89226
18	730578,754	1159715,279	730578,510	1159715,245	10,48416	-66,89335	10,48416	-66,89335
1	730568,137	1159726,376	730568,067	1159726,366	10,48426	-66,89344	10,48426	-66,89344
36	730534,862	1159754,117	730534,687	1159754,087	10,48451	-66,89374	10,48451	-66,89375
3	730533,211	1159764,668	730533,186	1159764,682	10,48461	-66,89376	10,48461	-66,89376
UCV2	730535,006	1159773,659	730534,983	1159773,649	10,48469	-66,89374	10,48469	-66,89374
					<b>AREA</b>		14280 m <sup>2</sup>	
					<b>ELIPSOIDE</b>		0,01428 Km <sup>2</sup>	
							14300 m <sup>2</sup>	
							0,0143 Km <sup>2</sup>	

Tabla 44. Cálculo del área sobre el elipsoide, del polígono 3, a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.3 Correlación entre las áreas obtenidas

Las diferencias en la estimación de las áreas sobre el plano local, entre las técnicas ensayadas, es la siguiente:

POLIGONO	AREA SISTEMA LOCAL (m <sup>2</sup> )		DIFERENCIA (m <sup>2</sup> )	TOLERANCIA 5% (AREA ET) (m <sup>2</sup> )
	ESTACION TOTAL	NTRIP		
1	6988,2587	6989,9086	-1,6499	± 34,9413
2	2863,9259	2867,8869	-3,9610	± 14,3196
3	14196,2977	14217,6365	-21,3388	± 70,9815
<b>DESV. EST</b>			± 15,390 m <sup>2</sup>	

Tabla 45. Comparación en el sistema Loma Quintana, de las áreas obtenidas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentados en la tabla 45, señalan que las áreas estimadas a partir de coordenadas provenientes del levantamiento convencional (considerado este como patrón), respecto a las coordenadas provenientes del método satelital GNSS NTRIP, en el sistema Loma Quintana son menores, en 1,65 m<sup>2</sup> para un predio con una superficie como la del polígono 1; 3,96 m<sup>2</sup> para áreas como las del polígono 2, y 21,34 m<sup>2</sup> para manzanas urbanas como las representadas por el polígono 3, éstas diferencias se manifiestan muy por debajo de las tolerancias derivadas para cada polígono, y en general la desviación estándar para la técnica objeto de estudio en cuanto a la determinación del área estuvo alrededor de ± 15, 39 m<sup>2</sup> tomando el sistema local como referencia.

En cuanto a las áreas sobre el elipsoide de referencia utilizado (GSR80), se tiene:

POLIGONO	AREA ELIPSOIDE (m <sup>2</sup> )		DIFERENCIAS (m <sup>2</sup> )	TOLERANCIAS 5% (AREA ET) (m <sup>2</sup> )
	ESTACION TOTAL	NTRIP		
1	7030,0000	7030,0000	0,0000	± 35,1500
2	2881,0000	2885,0000	-4,0000	± 14,4050
3	14280,0000	14300,0000	-20,0000	± 71,4000
<b>DESV. EST</b>			± 14,422 m <sup>2</sup>	

Tabla 46. Comparación de las áreas en el elipsoide de referencia, obtenidas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.

Por su parte las áreas proyectadas sobre el elipsoide (ver tabla 46), para ambos métodos son mayores a las áreas en el sistema local, y el comportamiento de las diferencias entre ambas técnicas es similar; es decir, sigue siendo mayor el área, en el elipsoide de referencia (GRS80) obtenida a partir de la técnica satelital GNSS NTRIP con respecto a la obtenida a partir de las coordenadas de Estación Total; la diferencia antes mencionada se presenta en el margen de 0 m<sup>2</sup> para una parcela como el polígono 1, 1, 4 m<sup>2</sup> para el polígono 2 y -20 m<sup>2</sup> para el polígono 3.

Adicionalmente se calcularon las áreas en proyección UTM para los polígonos mencionados, dando como resultado:

POLIGONO	AREA UTM (m <sup>2</sup> )		DIFERENCIAS (m <sup>2</sup> )	TOLERANCIAS 5% (AREA ET) (m <sup>2</sup> )
	ESTACION TOTAL	NTRIP		
1	6990,0273	6991,6787	-1,6514	34,9501
2	2864,6509	2868,6135	-3,9626	14,3233
3	14199,8916	14221,2363	-21,3447	70,9995
		<b>DESV. EST</b>	± 15,395 m <sup>2</sup>	

*Tabla 47. Comparación en el sistema cartográfico UTM, de las áreas obtenidas a partir de coordenadas dadas por la Estación Total vs las obtenidas a partir de la metodología GNSS NTRIP. Fuente: Elaboración propia.*

Como ha de apreciarse en la tabla 47, utilizando como referencia el sistema cartográfico UTM, el área calculada a partir del levantamiento convencional con Estación Total, es menor al área estimada a partir del método de posicionamiento GNSS NTRIP en -1,65 m<sup>2</sup> para un área de 6990 m<sup>2</sup>; en -3,96 m<sup>2</sup> para el polígono 2 y -21,34 m<sup>2</sup> para un área de 14199,89 m<sup>2</sup>, igualmente, utilizando este sistema cartográfico UTM como referencia, las desviaciones manifestadas por la metodología en estudio respecto a los valores asumidos como conocidos, son menores a las tolerancias derivadas para las áreas de los polígonos involucrados.

En relación a lo establecido por el régimen dispositivo legal en materia de bienes inmuebles (Código Civil Venezolano, 1982, artículo 1497), las tolerancias establecidas normalmente a las variaciones entre las áreas descritas en los documentos de propiedad y el valor real de superficie delimitada sobre el terreno, conceden un margen de desviación al área medida del 5% respecto a lo que sobre los documentos se menciona; por consiguiente y en atención a lo señalado en las tablas 45, 46 y 47, se observa que tomando como área conocida la estimada por los métodos convencionales, las superficies obtenidas por la técnica objeto de estudio en el plano local, el sistema cartográfico UTM, y la superficie elipsoidal, presentan diferencias mucho menores a las tolerancias calculadas para cada polígono; para una parcela con una superficie como la del polígono 2 por ejemplo, sobre el plano local (ver tabla 45) en función del área de la Estación total, el error máximo permisible calculado es de  $\pm 14,319 \text{ m}^2$  y la variación para el método NTRIP se encontró en un margen de  $-3,96 \text{ m}^2$ ; lo que pareciera indicar que el método en estudio podría ser útil para levantamientos con fines catastrales.

#### **4.6.4 Comportamiento de las áreas en el sistema local Loma Quintana, con respecto al sistema cartográfico UTM, y la superficie estimada sobre el elipsoide.**

Cabe señalar que como complemento a la investigación aquí señalada, y en vista de lo establecido por la Ley de Geografía Cartografía y Catastro (2000), sobre el sistema de referencia en el cual deben estar expresadas las coordenadas de los hitos, el cual debe ser REGVEN en proyección UTM; se realizó una última comparación entre las áreas calculadas sobre el plano local y las áreas calculadas en proyección UTM, e igualmente se contrastaron las áreas calculadas sobre el elipsoide de referencia utilizado (GRS80) y las superficies en el sistema local Loma Quintana, a fin de mostrar las diferencias

que acarrearía utilizar diferentes sistemas de referencia en los levantamientos prediales.

Las diferencias entre las áreas sobre el plano local, y las áreas en proyección UTM, son las siguientes:

POLIGONO	AREA PLANA (m <sup>2</sup> )		AREA UTM (m <sup>2</sup> )		DIFERENCIAS (m <sup>2</sup> )	
	ESTACION TOTAL	NTRIP	ESTACION TOTAL	NTRIP	ESTACION TOTAL	NTRIP
1	6988,2587	6989,9086	6990,0273	6991,6787	-1,7686	-1,7701
2	2863,9259	2867,8869	2864,6509	2868,6135	-0,7250	-0,7266
3	14196,2977	14217,6365	14199,8916	14221,2363	-3,5939	-3,5998
				<b>MEDIA</b>	-2,03 m <sup>2</sup>	-2,03 m <sup>2</sup>

Tabla 48. Comparación entre las áreas en el sistema Loma Quintana, vs las superficies en el plano UTM, para los dos métodos ensayados. Fuente: Elaboración propia.

Para este estudio, con las técnicas de levantamiento aquí ensayadas, y bajo las condiciones de la zonas escogidas, el área en proyección UTM, resulto mayor al área sobre el plano local con cualquiera de los métodos de levantamiento ensayados, manifestando en promedio una diferencia de 2,03 m<sup>2</sup>, la cual tiende a aumentar conforme se hace más grande la extensión de terreno involucrado.

El comportamiento entre las áreas en el sistema Loma Quintana, y las áreas sobre el elipsoide (GRS80), es el siguiente:

POLIGONO	AREA PLANA (m <sup>2</sup> )		AREA ELIPSOIDE (m <sup>2</sup> )		DIFERENCIAS (m <sup>2</sup> )	
	ESTACION TOTAL	NTRIP	ESTACION TOTAL	NTRIP	ESTACION TOTAL	NTRIP
1	6988,2587	6989,9086	7030,0000	7030,0000	-41,7413	-40,0914
2	2863,9259	2867,8869	2881,0000	2885,0000	-17,0741	-17,1131
3	14196,2977	14217,6365	14280,0000	14300,0000	-83,7023	-82,3635
				<b>MEDIA</b>	-47,51 m <sup>2</sup>	-46,52 m <sup>2</sup>
					<b>-47,01 m<sup>2</sup></b>	

Tabla 49. Comparación entre las áreas en el sistema Loma Quintana, vs las superficies sobre el elipsoide de referencia, para los dos métodos ensayados. Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que el área en el sistema geodésico de referencia, varía considerablemente con respecto a la superficie que verdaderamente se tiene delimitada sobre el Plano de Mensura, presentando una diferencia promedio de 47,01 m<sup>2</sup> por encima del área sobre el plano local tanto para el método convencional como para la metodología GNSS NTRIP

Ante los resultados anteriormente expuestos, se concluye el tratamiento estadístico matemático que conlleva a la evaluación de la técnica planteada.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

El aplicar 3 diferentes métodos de levantamiento de información catastral, ha permitido encontrar además de las destrezas necesarias para las labores de campo, las dificultades propias del ejercicio y en consecuencia desarrollar alternativas de soluciones técnicas para dichas dificultades y fundamentalmente asomar experiencias que pueden ocurrir en el ejercicio de esta hermosa profesión.

El análisis de información generada y las consideraciones expuestas en el capítulo anterior, han permitido estimar las características generales y los parámetros estándares geoespaciales de la aplicación de la metodología GNSS NTRIP a levantamientos topográficos con fines de mensura y deslinde catastral, en áreas urbanas específicas, ante lo que se concluye:

- En primer lugar, es importante destacar que las consideraciones aquí señaladas no pretenden dar superioridad a la metodología satelital GNSS NTRIP respecto al método tradicional de levantamiento con Estación Total, sino por el contrario, encontrar el lugar donde la metodología objeto de estudio sea útil para aplicaciones catastrales, bien sea como método de mensura y deslinde o como complemento a las técnicas convencionales establecidas en relación a la normativa nacional de Catastro.
- La metodología GNSS NTRIP, presenta limitaciones cuando se desea usar en levantamientos de áreas urbanas densamente pobladas, debido a la pérdida constante de la corrección recibida por la altura de

edificaciones, la presencia de árboles y la dependencia a la señal telefónica usada, para el caso de estudio, DIGITEL, la cual resulta deficiente en las áreas de estudio seleccionadas, siendo la única con la cual se pudo establecer la conexión GRPS/RTK.

- Se complica su uso también, por las deficiencias propias de las señales emitidas desde la estación base REMOS CCS 1, y por la poca disponibilidad de estaciones de monitoreo continuo a las cuales conectarse; sin embargo, es evidente durante su aplicación la reducción de los tiempos para adquirir la información catastral.
- Se observó que se debe contar con datos confiables para apoyar el levantamiento parcelario por métodos tradicionales; es decir, disponer de un sistema de referencia local y una red local rigurosamente ajustada y compensada que garantice el enlace a los puntos de control de manera confiable y con ello la exactitud de los levantamientos prediales.
- La metodología objeto de estudio GNSS NTRIP, logra satisfacer las exactitudes y estándares (IGVSB, Título II.3.1, pág. 76) requeridas para los levantamientos parcelarios, en lo que respecta a la mensura de hitos de inmuebles, en áreas urbanas, presentando exactitudes, según la tablas nro. 30 y 32, en el orden de los  $\pm 6,7$  cm en coordenada Norte y  $\pm 7,4$  cm en coordenada Este.
- Las distancias calculadas a partir de la metodología GNSS NTRIP, en el sistema local Loma Quintana y sobre el plano cartográfico UTM, (en función de las tablas 34 y 36) son mayores respecto a las distancias patrones calculadas por métodos convencionales; presentando una exactitud en el orden de  $\pm 7,3$  cm para dichas determinaciones.

- La metodología objeto de estudio, en la estimación de áreas parcelarias, cumple con las tolerancias derivadas de lo establecido en el Código Civil Venezolano (1892), (artículo 1487) que indican un 5 % de variación entre el área documental y el área física; presentando la metodología NTRIP diferencias respecto a las superficies estimadas por métodos convencionales (tomadas como patrón) inferiores a los errores máximos permisibles derivados.
- De acuerdo a las tolerancias y especificaciones técnicas señaladas en la normativa de catastro en relación a los levantamientos prediales, en lo que respecta a las coordenadas de los hitos y las áreas de los parcelamientos, la Metodología GNSS NTRIP es válida para efectuar levantamientos de información para actualización catastral en espacios urbanos.
- El área sobre el elipsoide de referencia (GRS80), para ambos métodos ensayados, es considerablemente mayor al área sobre el sistema local. Así mismo, el área calculada en el sistema cartográfico oficial UTM, es mayor al área calculada en el sistema local Loma Quintana, para los dos métodos ensayados, en 3,59 m<sup>2</sup> para la superficie máxima estimada; lo cual hace inferir que es necesario reconsiderar la utilización de la proyección Cartográfica UTM, para efectos catastrales, y la utilización de sistemas locales para efectuar los levantamientos de información para actualización.
- Para zonas urbanas como las seleccionadas en el estudio desarrollado, dada las características que presentan en la actualidad, (alta densidad de edificaciones, debilidad de las señales telefónicas) y las condiciones actuales del sistema geodésico nacional, las Redes Geodésicas Municipales, y la Red de Estaciones de Monitoreo Continuo

(correcciones emitidas); utilizar un sistema de referencia local y métodos topográficos convencionales para efectuar de levantamientos catastrales; disminuye los errores o variaciones que presenta la utilización de los sistemas geodésicos globales de captura, en lo que respecta a la determinación de coordenadas de hitos, la medición de longitudes de linderos y las áreas de los parcelamientos involucrados, dado que se evidencia una mayor correspondencia con la realidad, y se disminuye la presencia de errores por utilización de modelos de transformación de coordenadas y/o reducción de distancias (ver tabla 37), etc..

- Se precisa de normas técnicas claras, detalladas y explícitas que regulen los levantamientos catastrales; que especifiquen las exactitudes para el cálculo de las áreas y las tolerancias en la determinación de las distancias con parámetros que verdaderamente consideren la necesidad de la exactitud entre los elementos geográficos objeto del levantamiento y lo expresado en los documentos y que permitan evaluar y certificar los nuevos métodos de levantamiento de información catastral complementarios o alternativos a los tradicionales.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda densificar y controlar la Red de Estaciones de Monitoreo Continuo, a fin de que puedan recibirse correcciones desde otras estaciones de la red sin importar su ubicación geográfica y se disminuyan los efectos y limitaciones por la longitud de la línea base.
- A medida que el sistema de redes de internet y telefonía en Venezuela y en la ciudad capital sea más eficiente, la Metodología GNSS NTRIP podrá ser aplicada ampliamente en áreas urbanas, aprovechando su potencial para reducir los tiempos de adquisición de información.
- Se recomienda densificar los sistemas locales, y ajustar rigurosamente las redes locales, para poder establecer un sistema base de puntos de control con posiciones exactas y confiables.
- Realizar estudios cartográficos que permitan evaluar las diferentes proyecciones cartográficas establecidas para Venezuela, y su aplicación al ámbito del Catastro, para encontrar una proyección cartográfica que se ajuste mejor a los requerimientos en esta área.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Briceño, L. Mass I Rubí, V. Cioce, G. Royero, L. Bacaicoa, E. Wildermann, M. Hoyer y M. Barrios (2009). *GPS NTRIP observations: A new alternative for precise positioning in Venezuela*. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. Vol. 32, N° 3, 200 – 209. [Consulta: 2015, Julio 17]
- Agencia Federal de Cartografía y Geodesia (BKG) (2003). *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol NTRIP, Version 1.0 Design Protocol Software Part I & II*. Frankfurt, Alemania: Harald G. y Weber G. Networked. Harald G. y Weber G. Disponible en: [http://www.wsrn3.org/CONTENT/Reference/Reference\\_NTRIP-V1-Tech-paper.pdf](http://www.wsrn3.org/CONTENT/Reference/Reference_NTRIP-V1-Tech-paper.pdf) [Consulta: 2015, Junio 27]
- Ander – Egg (2001) *Introducción a las Técnicas de Investigación Social*. Buenas Aries: Humanitas.
- Arias (2006). *Proyecto de Investigación. Venezuela*: Editorial Mc. Graw Hill
- Arias, F.G. (2004). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. (4ta. Ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.
- Benítez, R. (2013). *Notas de clase Curso de Geodesia 1, Sistemas de Coordenadas*. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Berné, J. Ribera C. y Santana J (2005). *La actualidad catastral en Venezuela*. Universidad Politécnica de Valencia. España, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Artículo en línea, Disponible en: [http://www.Catastro.minhap.gob.es/documentos/publicaciones/ct/ct55/03-CATASTRO\\_55.pdf](http://www.Catastro.minhap.gob.es/documentos/publicaciones/ct/ct55/03-CATASTRO_55.pdf) [Consulta: 2015, Agosto 26]
- Blanco, J (2014). *Apoyo, realización y coordinación de actividades diversas de la Coordinación Técnica de Geodesia de la Gerencia General de Cartografía*. Informe de Pasantías, no publicado. Universidad Central de Venezuela.
- Bolívar, L (2013). *Notas de Clase, Tema 4 Posicionamiento*. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Brandetti, A. kemerer S (2011). *Posicionamiento GPS en tiempo real utilizando NTRIP*. Proyecto, Escuela de Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad nacional de Rosario, Argentina. Disponible en: <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HAS Hac4d.dir/doc.pdf> [Consulta: 2015, Agosto 26]

Código Civil Venezolano (1982). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 2.990, Julio 26, 1982. Disponible en: <http://photos.state.gov/libraries/venezuela/325692/fleitasmd/Codigo%20Civil%20Venezolano.pdf> [Consulta: 2015, Octubre 4]

Defense Mapping Agency (1989). *The Universal Grids: Universal Transverse Mercator (UTM) and Universal Polar Stereographic (UPS)*. Technical Manual, 8358.2.

El Catastro en Francia. Disponible en: <http://www.oicrf.org/pdf.asp?ID=12920> [Consulta: 2015, Agosto 28]

Furones, A (2011). Sistema y Marco de Referencia Terrestre, Sistemas de Coordenadas. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia. España. Disponible en: <http://www.upv.es/unigeo/index/docencia/etsigct/astrologia/teoria/astrologiaT2.pdf> [Consulta: 2015, Julio 17]

Godoy, M y Maita, J (2009). *Análisis de precisión en la medición de superficies, mediante la aplicación de varias técnicas de levantamiento superficial, orientados al ordenamiento territorial*. Trabajo Especial de Grado, pregrado, no publicado. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Disponible en:

Gorri, A y Barragán, G (2011). *Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la Dirección de Catastro de la Alcaldía del Municipio Bolivariano Libertador*. Trabajo Especial de Grado, pregrado, no publicado. Universidad Central de Venezuela Caracas. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/7637/1/Tesis%20Gorri-Barrag%C3%A1n.pdf> [Consulta: 2015, Julio 19]

Hernández y otros (1998). *Metodología de la Investigación*. México: Mc.Graw-Hill Interamericana, S.A.

Hernández, J, N (2002). *Evolución y estado actual del sistema de referencia geocéntrico en Venezuela*. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.

Hoyer M, (2002) .*GPS: Conceptos Básicos y Fundamentos. Notas de clase de la cátedra Geodesia por Satélites*. Escuela de Ingeniería Geodésica de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Disponible: <http://www.scielo.org.ve/pdf/rtfiuz/v32n3/art03.pdf> [Consulta: 2015, Junio 26]

Hoyer, M. Cioce, V. Royero, G. Márquez, A. Brito, J (2010). *Utilización del NTRIP en Venezuela: avances y aplicaciones*. Ponencia presentada en la

Reunión SIRGAS 2010. Perú: Lima. Artículo en línea Disponible en: [http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol15/21\\_Hoyer\\_et\\_al\\_NTRIP\\_en\\_Venezuela.pdf](http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol15/21_Hoyer_et_al_NTRIP_en_Venezuela.pdf) [Consulta: 2015, Julio 8]

Hoyer, M. *Conceptos básicos del posicionamiento GNSS en tiempo real. NTRIP y tópicos relacionados con el tema.* Disponible en: [ftp://dgfi.tum.de/pub/gps/SIRGASRT/03\\_Hoyer\\_GNSS\\_en\\_Tiempo\\_Real.pdf](ftp://dgfi.tum.de/pub/gps/SIRGASRT/03_Hoyer_GNSS_en_Tiempo_Real.pdf) [Consulta: 2015, Julio 8]

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2004). *Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como Datum oficial de Colombia.* Bogotá, D.C. Disponible en: <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/4b831c00469f7616afeebf923ecdf8fe/adopcion.pdf?MOD=AJPERES> [Consulta: 2015, Agosto 13]

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) (2000). *Normas Para Referir Los Levantamientos Geodésicos y Topográficos al Sistema Geodésico Nacional.* Disponible en: [www.igvsb.gob.ve/documentos/NORMAS\\_REFERIR2000.doc](http://www.igvsb.gob.ve/documentos/NORMAS_REFERIR2000.doc) [Consulta: 2015, Septiembre 5]

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB). *Procedimientos, Especificaciones Técnicas, Instructivos e Instrumentos para la Formación y Conservación del Catastro Nacional.*

Krakiwsky & Wells (1973). *Sistema de Coordenadas en Geodesia.* Traducción. Dirección General de Geografía México. México, D. F. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/geodesia/sis\\_coord/231316.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/geodesia/sis_coord/231316.pdf).

Ley de Geografía Cartografía y Catastro Nacional. (2000). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 37.002. Julio 28, 2000. [Consulta: 2015, Agosto 15]

Manual Estación Total Topcon GTS 230 W series.

Manual software Carlson SurveCE Ver 2.5. Disponible en: [http://files.carlsonsw.com/mirror/manuals/Spanish\\_SurvCEV2\\_5\\_Manual.pdf](http://files.carlsonsw.com/mirror/manuals/Spanish_SurvCEV2_5_Manual.pdf) [Consulta: 2015, Agosto 2]

Márquez, A. (2007). *NTRIP Herramienta Indispensable para la Cartografía y el Catastro.* II Jornadas Nacionales de Geomática. Mediciones Científicas e Industriales C.A. MECINCA. Caracas. Venezuela. Disponible en: <http://www.mecinca.com> [Consulta: 2015, Agosto 16]

- Méndez, A. Flores, E y Pacheco, C (2008). *Catastro Rural Multiutilitario y Ordenación del Territorio*. Revista Forestal Latinoamericana, Vol. 23(2) ,133-154. [Revista en línea], Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33379/1/articulo7.pdf> [Consulta: 2015, Agosto 26]
- Miranda, J. El Catastro en España. Disponible en: <http://www.oicrf.org/pdf.asp?ID=12326> [Consulta: 2015, Agosto 28]
- Mirta, M. Matej, P y Pogarčić, I (2014). *Helmert Transformation of Reference Coordinating Systems for Geodesic Purposes in Local Frames*. REVISTA Procedia Engineering (Revista en Línea), Vol. 69, 168 – 176 .Disponible en: [http://www.daaam.info/Downloads/Pdfs/proceedings/proceedings\\_2013/022.pdf](http://www.daaam.info/Downloads/Pdfs/proceedings/proceedings_2013/022.pdf) [Consulta: 2015, Septiembre 14]
- Mugnier, C (2000). *The Bolivarian Republic of Venezuela*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing (Revista en línea), Grid and Datums. Disponible en: <http://www.asprs.org/a/resources/grids/12-2000-venezuela.pdf> [Consulta: 2015, Julio 23]
- Normas Técnicas Para la Formación y Conservación del Catastro Nacional (2002). (Resolución N° 54). (Caracas, Mayo 28, 2002). Publicado en Gaceta Oficial N° 5.590, Junio 10, 2002.
- Organización De Aviación Civil Internacional (OACI) (2013). *Guía para la Implementación de sistemas de aumentación basados en tierra*. Mayo 2013. Disponible en: <http://www.icao.int/SAM/eDocuments/GuiaGBAS.pdf> [Consulta: 2015, Agosto 29]
- Organización Internacional de Hidrografía (OIH) (1994). *Hydrographic dictionary*. Publicación Especial. 5ta Edición, nro. 32, Volumen I, parte I: Mónaco. Disponible en: [http://www.iho.int/iho\\_pubs/standard/S-32/S-32-eng.pdf](http://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-32/S-32-eng.pdf) [Consulta: 2015, Septiembre 5]
- Pachas, R (2009). *El levantamiento Topográfico: uso del GPS y Estación Total*. ISSN 1690-3226, Vol. VIII, N° 16, 29 – 45.Venezuela. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30397/1/articulo3.pdf> [Consulta: 2015, Julio 23]
- Palella y Martins (2003) *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Venezuela. Editorial FEDUPEL.
- Pazmiño, I (2008). *Lineamientos para mejorar el nuevo Catastro de los Predios Urbanos y Rurales del Canton Chambo*. Trabajo Especial de Grado, pregrado, no publicado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en:

<http://www.repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/index.php/record/view/117832> [Consulta: 2015, Septiembre 15]

Prince, A. *Metodología para la verificación de Estaciones Totales usadas en proyectos de adquisición sísmica terrestre.*

Sabino (2012). *El Proceso de Investigación.* Caracas: Panapo.

Seeber, G (2003). *Satellite Geodesy, 2nd completely revised and extended edition.* 2da Edición. Berlín: Walter de Gruyter. Disponible en: [https://uqu.edu.sa/files2/tiny\\_mce/plugins/filemanager/files/4260086/8/Satellite%20Geodesy.pdf](https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/plugins/filemanager/files/4260086/8/Satellite%20Geodesy.pdf) [Consulta: 2015, Septiembre 6]

Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial (SNCP). *Manual de Levantamiento Catastral Urbano.* Perú. Disponible en: [http://www.sncp.gob.pe/pdf/NORMATIVA%20DEL%20SNCP/MANUALES%20CATASTRALES%20FINALES/Manual\\_Levantamiento\\_Catastral\\_Urbano.pdf](http://www.sncp.gob.pe/pdf/NORMATIVA%20DEL%20SNCP/MANUALES%20CATASTRALES%20FINALES/Manual_Levantamiento_Catastral_Urbano.pdf) [Consulta: 2015, Septiembre 15]

Swanston, G (2006). *Mensaje Gráfico Geoespacial.* Universidad Central de Venezuela: Consejo Científico y Humanístico.

Swanston, G (2015). *Catastro Inmobiliario Urbano y Rural. Un punto de vista cartográfico socio cultural, económico y fiscal de la ciudad y vecindarios.* Universidad Central de Venezuela. No publicado.

Tamayo y Tamayo (2012). *El Proceso de la Investigación Científica (Fundamentos de Investigación).* México: Limusa.

Tapia, M y Ramírez, J L (2008). *Evaluación de la alteración superficial por influencia de la altura y localización en una proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).* Trabajo Especial de Grado, pregrado no publicado, Santiago de Chile.

Tierra, A. Álvarez, C (2011). *Implementación de mediciones GNSS para la realización de correcciones diferenciales en tiempo real mediante el uso de NTRIP.* Revista Geoespacial (Revista en línea), N° 8: 49-61. Ecuador. Disponible en: <http://latingeo.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/08/RevistaGeoespacial81.pdf> [Consulta: 2015, Agosto 8]

Tolosa, M (2012). *Algoritmos y técnicas de tiempo real para el incremento de la precisión posicional relativa usando receptores GPS estándar.* Trabajo Especial de Grado de doctorado. Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26276/Documento\\_complet](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26276/Documento_complet)

o.pdf?sequence=3 [Consulta: 2015, Agosto 12]

Weber, G. Gebard, H. Dettmering, D (2005). *Red de Transporte de RTCM a través del protocolo de Internet (NTRIP)*. Actas de la Asociación Internacional de Geodesia. IAG Asamblea General, Sapporo, Japón. Serie 2003: Asociación Internacional de Geodesia Simposios, vol. 128, Sanso, F. (Ed.) Disponible en: <ftp://77.234.201.131/Support/Navis/RTCM%20SC-104/NtripPaper.pdf> [Consulta: 2015, Agosto 8]

## **APÉNDICE 1**

“Mediciones GNSS modalidad Estático Rápido”

## RED G2\_ICU\_\_UCV3\_T28

Nombre del usuario	alejandra	Fecha y hora	19:53:12 22/9/2015
Sistema de coordenadas	UTM	Zona	19 North
Datum del proyecto	WGS 1984	Modelo de geoide	EGM96 (Global)
Unidades de coordenadas	Metro		
Unidades de distancia	Metro		
Unidades de altitud	Metro		
Unidades de ángulo	Grados		

---

Número de Puntos 5

---

### 1. Información de Punto

Nombre de Punto	Código de Punto	Info. del punto	Cálculo	Ajustado	Local	Control
<a href="#">CCS1</a>			Si	Si	No	Si
<a href="#">G2</a>			No	Si	No	No
<a href="#">ICU118</a>			No	Si	No	No
<a href="#">UCV3</a>			No	Si	No	No
<a href="#">T28</a>			No	Si	No	No

### 2. WGS84 - Coordenadas Cartesianas Geocéntricas

Nombre de Punto	X	Y	Z
<a href="#">CCS1</a>	2459721.8816m	-5770508.7883m	1155112.1717m
<a href="#">G2</a>	2462157.4420m	-5769651.7794m	1153841.2605m
<a href="#">ICU118</a>	2462318.3211m	-5769550.3084m	1153999.2833m
<a href="#">UCV3</a>	2462351.4017m	-5769602.8731m	1153664.1062m
<a href="#">T28</a>	2462150.5974m	-5769686.4695m	1153677.5634m

### 3. WGS84 - Coordenadas Geográficas

Nombre de Punto	Latitud	Longitud	Altitud
<a href="#">CCS1</a>	N 10° 30' 09.11200"	O 66° 54' 48.65600"	912.9800m
<a href="#">G2</a>	N 10° 29' 27.45504"	O 66° 53' 23.93592"	845.8349m
<a href="#">ICU118</a>	N 10° 29' 32.69030"	O 66° 53' 17.76094"	844.9336m
<a href="#">UCV3</a>	N 10° 29' 21.60186"	O 66° 53' 17.43895"	844.2106m
<a href="#">T28</a>	N 10° 29' 22.04390"	O 66° 53' 24.59061"	844.7625m

### 4. Coordenadas de Cuadrícula Nacionales

Nombre de Punto	Direc. norte	Direc. este	Altitud	Elevación
<a href="#">CCS1</a>	1161733.1023m	728356.6757m	912.9800m	930.9374m
<a href="#">G2</a>	1160470.0834m	730941.9813m	845.8349m	863.7597m
<a href="#">ICU118</a>	1160632.2373m	731128.7179m	844.9336m	862.8732m
<a href="#">UCV3</a>	1160291.5259m	731140.7995m	844.2106m	862.1283m
<a href="#">T28</a>	1160303.6515m	730923.1837m	844.7625m	862.6761m

---

## RED UCV1\_UCV2

<b>Nombre del usuario</b>	alejandra	<b>Fecha y hora</b>	21:14:24 22/9/2015
<b>Sistema de coordenadas</b>	UTM	<b>Zona</b>	19 North
<b>Datum del proyecto</b>	WGS 1984	<b>Modelo de geoide</b>	EGM96 (Global)
<b>Unidades de coordenadas</b>	Metro		
<b>Unidades de distancia</b>	Metro		
<b>Unidades de altitud</b>	Metro		
<b>Unidades de ángulo</b>	Grados		

---

Número de Puntos 3

---

### 1. Información de Punto

Nombre de Punto	Código de Punto	Info. del punto	Cálculo	Ajustado	Local	Control
<a href="#">CCS1</a>			Si	Si	No	Si
<a href="#">UCV1</a>			No	Si	No	No
<a href="#">UCV2</a>			No	Si	No	No

### 2. WGS84 - Coordenadas Cartesianas Geocéntricas

Nombre de Punto	X	Y	Z
<a href="#">CCS1</a>	2459721.8816m	-5770508.7883m	1155112.1717m
<a href="#">UCV1</a>	2461866.2999m	-5769911.8713m	1153190.8394m
<a href="#">UCV2</a>	2461830.6228m	-5769934.3208m	1153160.5572m

### 3. WGS84 - Coordenadas Geográficas

Nombre de Punto	Latitud	Longitud	Altitud
<a href="#">CCS1</a>	N 10° 30' 09.11200"	O 66° 54' 48.65600"	912.9800m
<a href="#">UCV1</a>	N 10° 29' 05.90237"	O 66° 53' 36.09723"	850.3102m
<a href="#">UCV2</a>	N 10° 29' 04.89402"	O 66° 53' 37.46588"	851.3360m

### 4. Coordenadas de Cuadrícula Nacionales

Nombre de Punto	Direc. norte	Direc. este	Altitud	Elevación
<a href="#">CCS1</a>	1161733.1023m	728356.6757m	912.9800m	930.9374m
<a href="#">UCV1</a>	1159805.2359m	730576.5211m	850.3102m	868.1841m
<a href="#">UCV2</a>	1159773.9679m	730535.0992m	851.3360m	869.2069m

## CAMBIOS DE MARCO Y ÉPOCA DE REFERENCIA

### Estación base: CCS 1

```
*****
****          Autor del programa:          ****
****                      ****
****          Trn_ITRF.yab/.exe, v2.0      ****
****                      ****
****          Prof. Gustavo Acuña, MSc-Ing. ****
****                      ****
****          Cátedra: Geodesia Geométrica ****
****          Laboratorio de Geodesia Física y Satelital (LGFS) ****
****          Departamento de Geodesia Superior ****
****          Escuela de Ingeniería Geodésica ****
****          Facultad de Ingeniería ****
****          La Universidad del Zulia (LUZ) ****
****          Tel.: +58-261-4128818 ****
****          Fax.: +58-261-4128870 ****
****          E-mail: gacuna@fing.luz.edu.ve ****
****                      ****
****          © Gustavo Acuña 2011, Derechos Reservados ****
*****
```

Modo operativo del programa : DEMO  
Archivo de control : CCS1.ctf  
Archivo de resultados : CCS1.out  
Título del cálculo : CCS1  
Transformación ITRF/TRF a realizar : ITRF94,1995.4000 -> ITRF08,2015.6000  
Número de estaciones a transformar : 1

Coordenadas ITRF/TRF iniciales [solución, época/elipsoide]: ITRF94,1995.4000/GRS80

-----  
Estación: CCS1

X [m] = 2459721.82\*\* LATITUD [gms] = 10 30 9.102\*\* N  
Y [m] = -5770508.90\*\* LONGITUD [gms] = 66 54 48.659\*\* W  
Z [m] = 1155111.87\*\* ALT.ELIP. [m] = 913.00\*\*

Velocidades en XYZ / LAT,LON,ALT:

-----  
Estación: CCS1

Modelo : VEMOS2009  
VX [m/a] = 0.00\*\*  
VY [m/a] = 0.00\*\*  
VZ [m/a] = 0.01\*\*  
VLAT [m/a] = 0.01\*\*  
VLON [m/a] = 0.00\*\*  
VALT [m/a] = 0.00\*\*

Parámetros de transformación ITRF/IERS: ITRF94 -> ITRF08

-----  
Época = 2000.0

T1 [m] = -0.00\*\* dT1 [m/a] = -0.00\*\*  
T2 [m] = -0.00\*\* dT2 [m/a] = 0.00\*\*

T3 [m] = 0.03\*\* dT3 [m/a] = 0.00\*\*  
R1 [mas] = 0.00\*\* dR1 [mas/a] = 0.00\*\*  
R2 [mas] = 0.00\*\* dR2 [mas/a] = 0.00\*\*  
R3 [mas] = -0.06\*\* dR3 [mas/a] = -0.02\*\*  
DM [ppb] = -2.92\*\* dDM [ppb/a] = -0.09\*\*

Coordenadas ITRF/TRF transformadas [solución,época/elipsoide]: ITRF08,2015.6000/GRS80

Estación: CCS1

X [m] = 2459721.87\*\* LATITUD [gms] = 10 30 9.112\*\* N dLAT [m] = 0.31\*\*  
Y [m] = -5770508.80\*\* LONGITUD [gms] = 66 54 48.656\*\* W dLON [m] = 0.09\*\*  
Z [m] = 1155112.17\*\* ALT.ELIP. [m] = 912.98\*\* dALT [m] = -0.02\*\*

### Puntos de control

```
*****
*****      Autor del programa:      *****
*****                               *****
*****      Trn_ITRF.yab/.exe, v2.0      *****
*****                               *****
*****      Prof. Gustavo Acuña, MSc-Ing.      *****
*****                               *****
*****      Cátedra: Geodesia Geométrica      *****
*****      Laboratorio de Geodesia Física y Satelital (LGFS) *****
*****      Departamento de Geodesia Superior      *****
*****      Escuela de Ingeniería Geodésica      *****
*****      Facultad de Ingeniería      *****
*****      La Universidad del Zulia (LUZ)      *****
*****      Tel.: +58-261-4128818      *****
*****      Fax.: +58-261-4128870      *****
*****      E-mail: gacuna@fing.luz.edu.ve      *****
*****                               *****
*****      © Gustavo Acuña 2011, Derechos Reservados      *****
*****
```

Parámetros de transformación ITRF/IERS: ITRF08 -> ITRF94

Época = 2000.0  
T1 [m] = 0.00\*\* dT1 [m/a] = 0.00\*\*  
T2 [m] = 0.00\*\* dT2 [m/a] = -0.00\*\*  
T3 [m] = -0.03\*\* dT3 [m/a] = -0.00\*\*  
R1 [mas] = 0.00\*\* dR1 [mas/a] = 0.00\*\*  
R2 [mas] = 0.00\*\* dR2 [mas/a] = 0.00\*\*  
R3 [mas] = 0.06\*\* dR3 [mas/a] = 0.02\*\*  
DM [ppb] = 2.92\*\* dDM [ppb/a] = 0.09\*\*

Coordenadas ITRF/TRF transformadas [solución,época/elipsoide]: ITRF94,1995.4000/GRS80

Estación: G2

X [m] = 2462157.39\*\* LATITUD [gms] = 10 29 27.445\*\* N dLAT [m] = -0.31\*\*  
Y [m] = -5769651.88\*\* LONGITUD [gms] = 66 53 23.939\*\* W dLON [m] = -0.08\*\*

Z [m] = 1153840.96\*\* ALT.ELIP. [m] = 845.85\*\* dALT [m] = 0.02\*\*

Estación: ICU

X [m] = 2462318.27\*\* LATITUD [gms] = 10 29 32.680\*\* N dLAT [m] = -0.31\*\*  
Y [m] = -5769550.41\*\* LONGITUD [gms] = 66 53 17.764\*\* W dLON [m] = -0.09\*\*  
Z [m] = 1153998.98\*\* ALT.ELIP. [m] = 844.95\*\* dALT [m] = 0.02\*\*

Estación: T28

X [m] = 2462150.55\*\* LATITUD [gms] = 10 29 22.034\*\* N dLAT [m] = -0.31\*\*  
Y [m] = -5769686.57\*\* LONGITUD [gms] = 66 53 24.593\*\* W dLON [m] = -0.08\*\*  
Z [m] = 1153677.26\*\* ALT.ELIP. [m] = 844.78\*\* dALT [m] = 0.02\*\*

Estación: UCV1

X [m] = 2461866.25\*\* LATITUD [gms] = 10 29 5.892\*\* N dLAT [m] = -0.31\*\*  
Y [m] = -5769911.97\*\* LONGITUD [gms] = 66 53 36.100\*\* W dLON [m] = -0.08\*\*  
Z [m] = 1153190.54\*\* ALT.ELIP. [m] = 850.33\*\* dALT [m] = 0.02\*\*

Estación: UCV2

X [m] = 2461830.57\*\* LATITUD [gms] = 10 29 4.884\*\* N dLAT [m] = -0.31\*\*  
Y [m] = -5769934.42\*\* LONGITUD [gms] = 66 53 37.469\*\* W dLON [m] = -0.08\*\*  
Z [m] = 1153160.25\*\* ALT.ELIP. [m] = 851.35\*\* dALT [m] = 0.02\*\*

Estación: UCV3

X [m] = 2462351.35\*\* LATITUD [gms] = 10 29 21.592\*\* N dLAT [m] = -0.31\*\*  
Y [m] = -5769602.98\*\* LONGITUD [gms] = 66 53 17.442\*\* W dLON [m] = -0.08\*\*  
Z [m] = 1153663.80\*\* ALT.ELIP. [m] = 844.23\*\* dALT [m] = 0.02\*\*

## PLANILLAS DE OBSERVACIÓN EN CAMPO

OBSERVACIÓN GPS	CONTROL GEODESIA												
<p>Nº. PÁG. <u>1</u></p> <p>Estación: <u>G2 (2da Med)</u></p> <p>Nombre completo: <u>G2 (2da Med)</u></p> <p>Inscripción en el monumento: _____</p> <p>Identificación (4 signos): <u>G2</u></p> <p>Fecha: _____</p> <p>Coordenadas aproximadas:                      Latitud: _____ Longitud: _____ Altura: _____ (Metros)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Receptor/ Antena</th> <th>Tipo</th> <th>Modelo</th> <th>Nº. Serial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Receptor: _____</td> <td>_____</td> <td><u>S9</u></td> <td><u>4760</u></td> </tr> <tr> <td>Antena: _____</td> <td><u>S9</u></td> <td>_____</td> <td><u>4760</u></td> </tr> </tbody> </table> <p>Altura de la antena: <u>1,499 (m)</u> Sobre el monumento</p> <p>Punto de referencia en la antena: _____</p> <p>Tipo de monumento: <u>Chapa TRANARG.</u></p> <p>Medición: <input type="checkbox"/> Vertical <input checked="" type="checkbox"/> Inclinada</p> <p>Antes de las observaciones: _____ (m)</p> <p>Después de las observaciones: _____ (m)</p> <p>Escrito en los datos al receptor: _____ (m)</p> <p><b>Observación</b></p> <p>Nº. de la sesión del mismo día: _____</p> <p>Intervalo de medición: <u>5 segundos</u> (sec)</p> <p>Elevación mínima: <u>15 sat.</u> (°)</p> <p>Tiempo del comienzo: <u>1:00 pm</u> (H/LV)</p> <p>Tiempo del término: <u>1:33 pm</u> (H/LV)</p> <p>Operador / Institución: <u>María P.</u></p>	Receptor/ Antena	Tipo	Modelo	Nº. Serial	Receptor: _____	_____	<u>S9</u>	<u>4760</u>	Antena: _____	<u>S9</u>	_____	<u>4760</u>	<p>Nº. PÁG. _____</p> <p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN</b></p> <p style="text-align: center;"></p> <p><u>último Punto medido. Vertice de tierra de Nadie.</u></p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>CROQUIS</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;"><u>17/08/15</u></p>
Receptor/ Antena	Tipo	Modelo	Nº. Serial										
Receptor: _____	_____	<u>S9</u>	<u>4760</u>										
Antena: _____	<u>S9</u>	_____	<u>4760</u>										

Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN GPS

### CONTROL GEODESIA

Estación

Nombre completo: 6-2 Identificación (4 signos): 6-2  
Inscripción en el monumento: \_\_\_\_\_

Fecha: 17-08-15

Coordenadas aproximadas:

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ (Metros)

Receptor/ Antena	Tipo	Modelo	Nº. Serial
Receptor:		<u>S96NSS</u>	<u>4760</u>
Antena:		<u>SA7224-V3.0</u>	<u>4760</u>

Altura de la antena: 1,669 m Sobre el monumento

Punto de referencia en la antena: \_\_\_\_\_

Tipo de monumento: chapa

Medición:  Vertical  Inclinada

Antes de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Después de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Escrito en los datos al receptor: \_\_\_\_\_ (m)

#### Observación

Nº. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de medición: 5 seg (sec)

Elevación mínima: \_\_\_\_\_ (°)

Tiempo del comienzo: 10:30am (HLV)

Tiempo del termino: 11:15am (HLV)

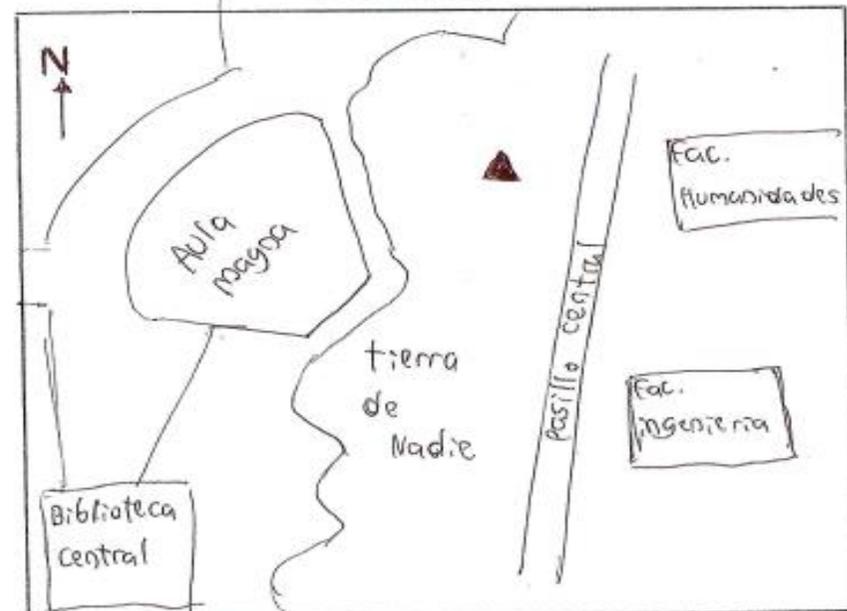
Operador / Institución: Jorge Uzcatesu

Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN



### CROQUIS



Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN GPS

### CONTROL GEODESIA

Estación

Nombre completo: ICU 118 Identificación (4 signos): ICU118  
Inscripción en el monumento: \_\_\_\_\_

Fecha: 17/08/15

Coordenadas aproximadas:

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ (Metros)

Receptor/ Antena	Tipo	Modelo	Nº. Serial
Receptor:		<u>S96NSS</u>	<u>3781</u>
Antena:		<u>SA7224V30</u>	<u>3781</u>

Altura de la antena: 1.493 m. Sobre el monumento

Punto de referencia en la antena: \_\_\_\_\_

Tipo de monumento: Clavo PK

Medición:  Vertical  Inclinada

Antes de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Después de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Escrito en los datos al receptor: \_\_\_\_\_ (m)

### Observación

Nº. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de medición: 5 sg (sec)

Elevación mínima: \_\_\_\_\_ (°)

Tiempo del comienzo: 10:30 am (HLV)

Tiempo del término: \_\_\_\_\_ (HLV)

Operador / Institución: Arleidy Infante

Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN




---



---



---



---

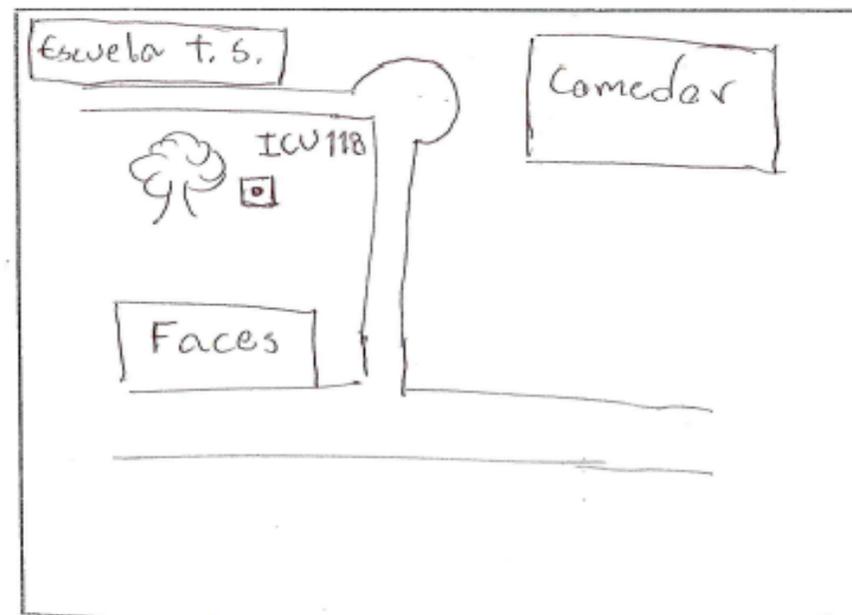


---



---

### CROQUIS



Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN GPS

### CONTROL GEODESIA

Estación

Nombre completo: UCV 3 Identificación (4 signos): UCV 3  
Inscripción en el monumento: \_\_\_\_\_

Fecha: 17/08/15

Coordenadas aproximadas:

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ (Metros)

Receptor/ Antena	Tipo	Modelo	Nº. Serial
Receptor:		<u>69GNSS</u>	<u>4760</u>
Antena:		<u>SA7224-V3.0</u>	<u>4760</u>

Altura de la antena: 1,492 m Sobre el monumento

Punto de referencia en la antena: \_\_\_\_\_

Tipo de monumento: Clavo

Medición:  Vertical  Inclinada

Antes de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Después de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Escrito en los datos al receptor: \_\_\_\_\_ (m)

#### Observación

Nº. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de medición: 5 seg (sec)

Elevación mínima: \_\_\_\_\_ (°)

Tiempo del comienzo: 11:25 am (HLV)

Tiempo del término: \_\_\_\_\_ (HLV)

Operador / Institución: Jorge Uzcategui

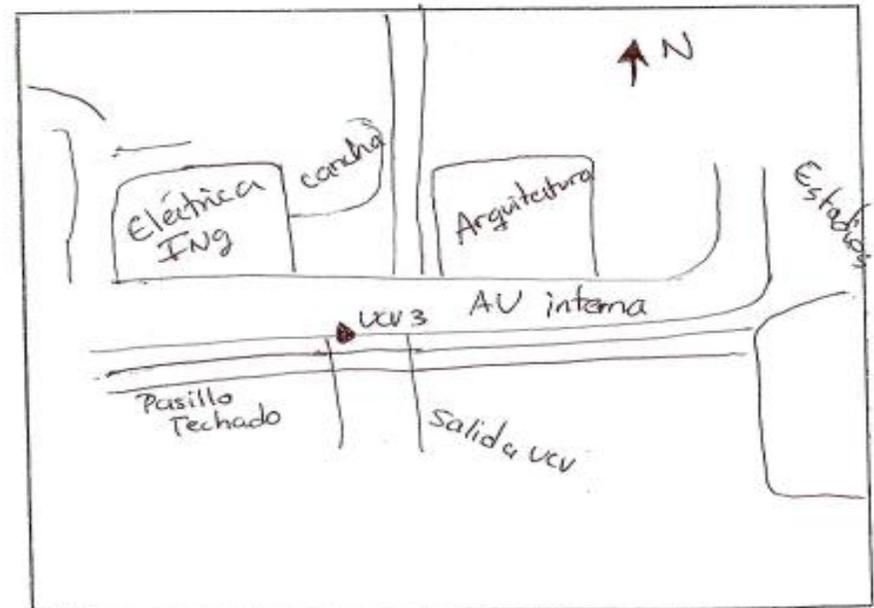
Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### CROQUIS



*R*

1 N°.  
Pág.

### OBSERVACIÓN GPS

### CONTROL GEODESIA

Estación

Nombre completo:  
Inscripción en  
el monumento:

T28

Identificación  
(4 dígitos): T28

Fecha:

Coordenadas aproximadas:

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ (Metros)

Receptor/ Antena	Tipo	Modelo	N°. Serial
Receptor: _____	←	←	3781
Antena: _____	←	←	3781

Altura de la antena

Sobre el monumento

Punto de referencia en la antena: Centro de fase

Tipo de monumento: Chapa pequeña con clavo

Medición:  Vertical  Inclinada

Antes de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Después de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Escrito en los datos al receptor: \_\_\_\_\_ (m)

#### Observación

N°. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de medición: 5 segundos (sec)

Elevación mínima: 13 sat (\*)

Tiempo del comienzo: 12:20 am (HLV)

Tiempo del término: \_\_\_\_\_ (HLV)

Operador / Institución: Maria P.

N°.  
Pág.

### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN



Altura Antena 1,550 m. Comienzo del  
Pasillo techado.

### CROQUIS



17/08/15

Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN GPS

### CONTROL GEODESIA

Estación

Nombre completo: UCV 2 Identificación (4 signos): UCV1  
Inscripción en el monumento: \_\_\_\_\_

Fecha: 18/08/15

Coordenadas aproximadas:

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ (Metros)

Receptor/ Antena Tipo Modelo Nº. Serial

Receptor: \_\_\_\_\_ 696N55 4760

Antena: \_\_\_\_\_ 5A7224-V30 4760

Altura de la antena 1,481 m Sobre el monumento

Punto de referencia en la antena: \_\_\_\_\_

Tipo de monumento: Clavo PK

Medición:  Vertical  Inclinada

Antes de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Después de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Escrito en los datos al receptor: \_\_\_\_\_ (m)

#### Observación

Nº. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de medición: 5 seg (sec)

Elevación mínima: \_\_\_\_\_ (°)

Tiempo del comienzo: 10:55 am (HLV)

Tiempo del término: 11:55 am (HLV)

Operador / Institución: Arleidy Infante

Nº.  
PÁG.

### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### CROQUIS



Nº. PÁG. \_\_\_\_\_

### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN



Nº. PÁG. \_\_\_\_\_

### OBSERVACIÓN GPS

### CONTROL GEODESIA

Estación  
 Nombre completo: UCV 2 (Farmatodo) Identificación (4 signos): UCV2  
 Inscripción en el monumento: \_\_\_\_\_  
 Fecha: 18-08-75

Coordenadas aproximadas:  
 Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ (Metros)  
 Receptor/ Antena Tipo Modelo Nº. Serial  
 Receptor: \_\_\_\_\_ S96N55 3787  
 Antena: \_\_\_\_\_ SA7224-V30 8787

Altura de la antena 1.524m Sobre el monumento

Punto de referencia en la antena: \_\_\_\_\_

Tipo de monumento: Clavo PK

Medición:  Vertical  Inclinada

Antes de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Después de las observaciones: \_\_\_\_\_ (m)

Escrito en los datos al receptor: \_\_\_\_\_ (m)

#### Observación

Nº. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de medición: 5 seg (sec)

Elevación mínima: \_\_\_\_\_ (°)

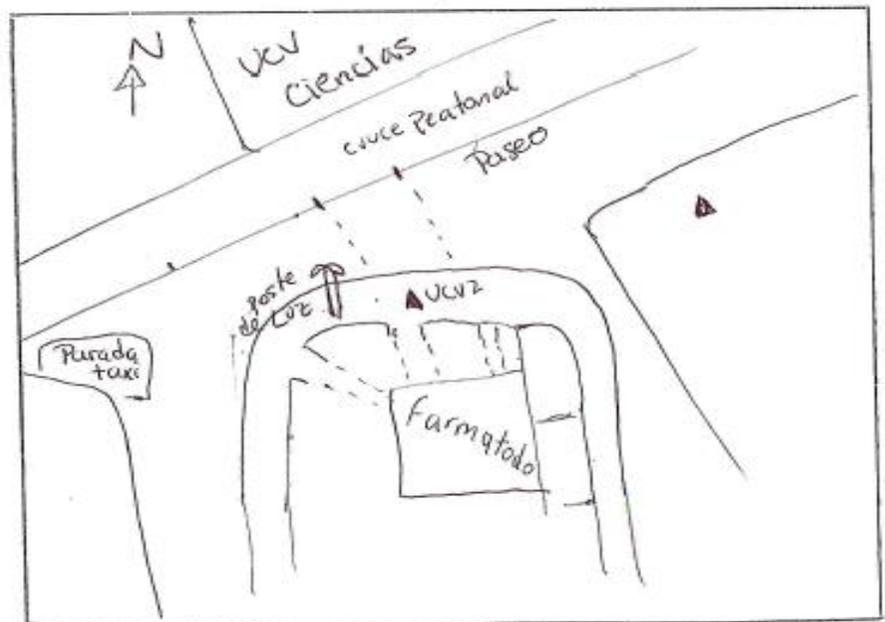
Tiempo del comienzo: 10:50am (HLV)

Tiempo del término: 11:55 am (HLV)

Operador / Institución: Jorge Uzcategui

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### CROQUIS



## MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

<b>VÉRTICE</b>	<b>Nuevo</b>	<b>x</b>	<b>Existente</b>
----------------	--------------	----------	------------------

Nombre: UCV1	Numero: 1
--------------	-----------

Sistema de Referencia	
Elipsoide de Referencia:	GRS80
Datum:	SIRGAS REGVEN
Datum Altimétrico:	EGM96
ITRF: 1994	Época:1995.4

COORDENADAS			
Geodésicas		Proyección: UTM	ZONA: 19
Latitud	10° 29' 5,892" N	Norte	1159804,9165
Longitud	66° 53' 36,100" W	Este	730576,4389
Altura Elipsoidal (h)	850,33 m	Altura Elipsoidal (h)	850,33 m
Cota (H) EGM96	868,329	Cota (H) EGM96	868,329 m

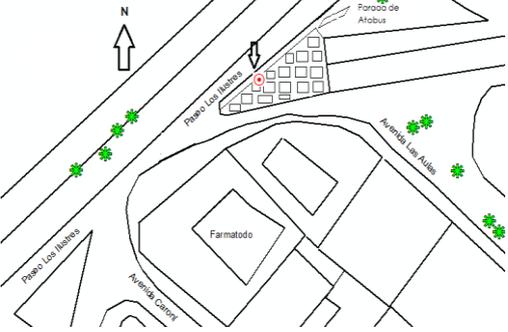
**Señal**

El vértice es un clavo de tipo PK incrustado al piso señalado con spray de color rojo, y con la identificación en color blanco a los laterales de la señal.

**Ubicación**

El vértice se encuentra en el cruce de la Avenida las Aulas con la Avenida Paseo los Ilustres de la parroquia San Pedro, sector Los Símbolos, Municipio Libertador, Distrito Capital. Es un clavo de tipología PK que se encuentra incrustado al piso entre dos juntas de la acera lateral izquierda que conduce desde el local Farmatodo hasta la UCV cercano a la parada de autobuses sentido Plaza Venezuela.

**Observaciones**

Foto	Croquis
	

## MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

<b>VÉRTICE</b>		<b>Nuevo</b>	<b>x</b>	<b>Existente</b>
<b>Nombre:</b> UCV2	<b>Numero:</b> 1			
<b>Sistema de Referencia</b>				
<b>Elipsoide de Referencia:</b>	GRS80			
<b>Datum:</b>	SIRGAS REGVEN			
<b>Datum Altimétrico:</b>	EGM96			
<b>ITRF:1994</b>	<b>Época:</b> 1995.4			
<b>COORDENADAS</b>				
<b>Geodésicas</b>		<b>Proyección: UTM</b>		<b>ZONA:19</b>
<b>Latitud</b>	10° 29' 4,884" N	<b>Norte</b>	1159773,65941	
<b>Longitud</b>	66° 53' 37,469" W	<b>Este</b>	730535,00632	
<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	851,35 m	<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	851,35 m	
<b>Cota (H)EGM96</b>	869,334 m	<b>Cota (H) EGM96</b>	869,334 m	

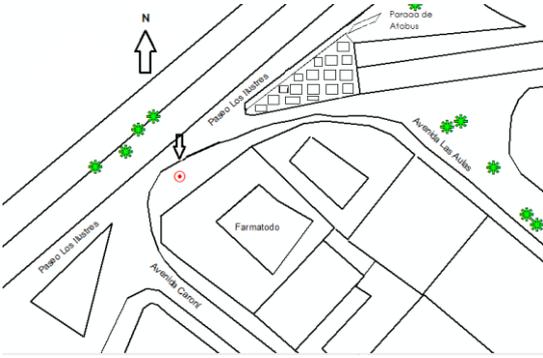
### Señal

El vértice es un clavo PK incrustado al piso entre dos juntas de cerámica, señalizado con spray de color rojo, e identificado en color blanco.

### Ubicación

El vértice se encuentra en la acera frente al local Farmatodo localizado entre la avenida las Aulas y La Avenida Caroní del sector Los símbolos, atravesando la Avenida Paseo Los Ilustres, parroquia San Pedro, Municipio Libertador, Distrito Capital. Es un clavo de tipología PK incrustado al piso entre dos juntas de cerámica de la acera a 70 centímetros de una taquilla rectangular y 1,20 metros de la entrada del local mencionado.

### Observaciones

Foto	Croquis
	

## MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

<b>VÉRTICE</b>		<b>Nuevo</b>	<b>x</b>	<b>Existente</b>
<b>Nombre:</b> ICU118	<b>Numero:</b> 1			
<b>Sistema de Referencia</b>				
<b>Elipsoide de Referencia:</b>	GRS80			
<b>Datum:</b>	SIRGAS REGVEN			
<b>Datum Altimétrico:</b>	EGM96			
<b>ITRF:1994</b>	<b>Época:</b> 1995.4			
<b>COORDENADAS</b>				
<b>Geodésicas</b>		<b>Proyección: UTM</b>		<b>ZONA 19</b>
<b>Latitud</b>	10° 29' 32,680" N	<b>Norte</b>	1160631,92003	
<b>Longitud</b>	66° 53' 17,764" W	<b>Este</b>	731128,62677	
<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	844,95 m	<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	844,95 m	
<b>Cota (H) EGM96</b>	862,880 m	<b>Cota (H) EGM96</b>	862,880 m	

### Señal

La señal es una chapa de bronce de aproximadamente 5cm de radio ubicada sobre una estructura cuadrada de concreto de 20x 20 cm y la misma se encuentra identificada como punto de control de la Red Geodésica de la Universidad Central, en cuya inscripción aparece la denominación ICU118.

### Ubicación

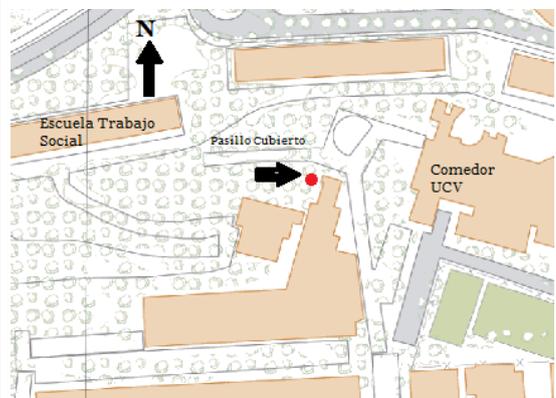
La respectiva señal se encuentra en los jardines frente a la entrada del comedor de la Universidad Central de Venezuela, en los laterales del pasillo cubierto que se dirige desde el comedor Universitario UCV al cafetín de la escuela de Trabajo Social. La señal es fácil de localizar pues se encuentra justo a los pies de un árbol.

### Observaciones

#### Foto



#### Croquis



## MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

VÉRTICE			
	<b>Nuevo</b>	<b>x</b>	<b>Existente</b>
<b>Nombre:</b> G2	<b>Numero:</b> 1		
Sistema de Referencia			
<b>Elipsoide de Referencia:</b>	GRS80		
<b>Datum:</b>	SIRGAS REGVEN		
<b>Datum Altimétrico:</b>	EGM96		
<b>ITRF: 1994</b>	<b>Época:</b> 1995.4		
COORDENADAS			
<b>Geodésicas</b>		<b>Proyección: UTM</b>	<b>ZONA 19</b>
<b>Latitud</b>	10° 29' 27,445" N	<b>Norte</b>	1160469,7742
<b>Longitud</b>	66° 53' 23,939" W	<b>Este</b>	730941,88953
<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	845,85 m	<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	845,85 m
<b>Cota (H) EGM96</b>	863,783 m	<b>Cota (H) EGM96</b>	863,783 m
Señal			

El Vértice es una chapa de bronce de aproximadamente 5cm de radio, incrustada al suelo y en cuya inscripción se encuentra el nombre de la empresa TRANARG, y la identificación del punto como G-2 a los laterales de la misma.

### Ubicación

La señal se encuentra en el jardín conocido como "Tierra de Nadie" ubicado entre la Plaza cubierta del Rectorado y la facultad de Humanidades de la Universidad central de Venezuela. La misma es una chapa de bronce, localizada al ras del suelo en los laterales de una jardinera frente a la Facultad de humanidades UCV. Para acceder a él, se sale del metro de Ciudad Universitaria, se entra a la UCV y se toma el pasillo cubierto que recorre dicho jardín y pasa por las Facultades de Ingeniería y Humanidades UCV.

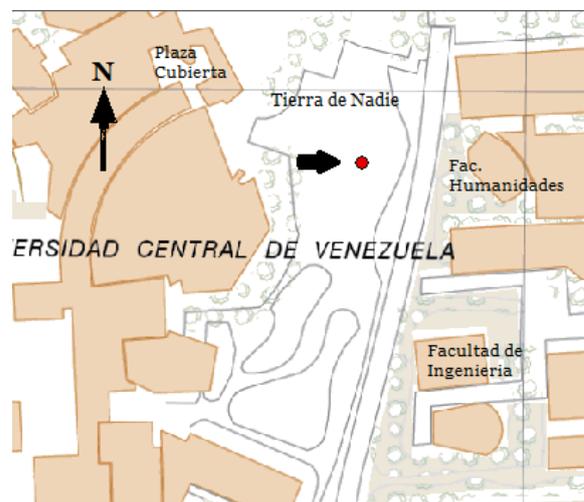
### Observaciones

Es de Fácil Acceso y ofrece una buena ventana para la medición GPS.

### Foto



### Croquis



## MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

<b>VÉRTICE</b>		<b>Nuevo</b>	<b>x</b>	<b>Existente</b>
<b>Nombre:</b> T-28	<b>Numero:</b> 1			
<b>Sistema de Referencia</b>				
<b>Elipsoide de Referencia:</b>	GRS80			
<b>Datum:</b>	SIRGAS REGVEN			
<b>Datum Altimétrico:</b>	EGM96			
<b>ITRF: 1994</b>	<b>Época:</b> 1995.4			
<b>COORDENADAS</b>				
<b>Geodésicas</b>		<b>Proyección: UTM</b>		<b>ZONA 19</b>
<b>Latitud</b>	10° 29' 22,034" N	<b>Norte</b>	1160303,34668	
<b>Longitud</b>	66° 53' 24,593" W	<b>Este</b>	730923,11303	
<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	844,78 m	<b>Altura Elipsoidal (h)</b>	844,78 m	
<b>Cota (H) EGM9</b>	862,757 m	<b>Cota (H) EGM96</b>	862,757 m	

### Señal

El Vértice es una chapa pequeña de aproximadamente 2cm de radio, incrustada al suelo, con un clavo en el medio como señal principal.

### Ubicación

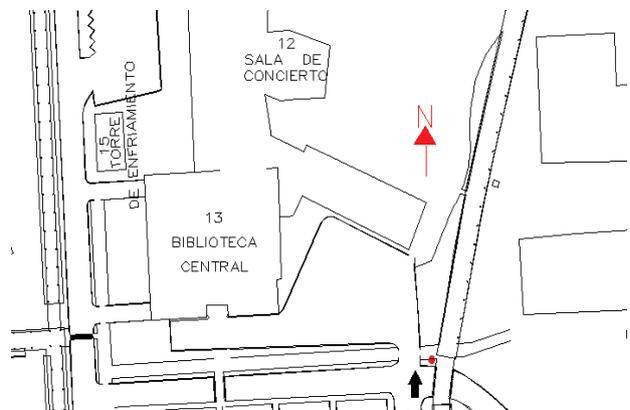
La señal se encuentra al comienzo del pasillo techado de la Universidad Central de Venezuela que conduce desde la Facultad de Ingeniería hasta la Facultad de Humanidades, justo entre el cruce o intersección de dicho pasillo con la cominería que viene desde la Biblioteca central. El mismo, se haya a los laterales de un depósito de basura cercano a la caseta de vigilancia del estacionamiento lateral de la Biblioteca central UCV y aproximadamente a 50 cm de un cruce peatonal.

### Observaciones

#### Foto



#### Croquis



# MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

VÉRTICE		Nuevo	x	Existente
Nombre: UCV3	Numero: 1			
Sistema de Referencia				
Elipsoide de Referencia:	GRS80			
Datum:	SIRGAS REGVEN			
Datum Altimétrico:	EGM96			
ITRF:1994	Época:1995.4			
COORDENADAS				
Geodésicas		Proyección: UTM		ZONA 19
Latitud	10° 29' 21,602 " N	Norte	1160291,22234	
Longitud	66° 53' 17,439" W	Este	731140,70857	
Altura Elipsoidal (h)	844,21 m	Altura Elipsoidal (h)	844,21 m	
Cota (H) EGM96	862,182 m	Cota (H) EGM96	862,18293 m	

### Señal

El vértice es un clavo de tipo PK, Incrustado al suelo.

### Ubicación

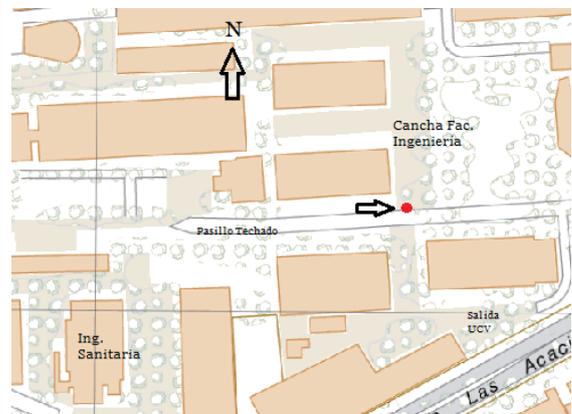
La señal se localiza en el pasillo cubierto que conduce desde el edificio de Ingeniería Sanitaria, hasta el edificio de Ingeniería estructural, Facultad de ingeniería UCV, justo en la sección del pasillo que da hacia la salida que se dirige a la parroquia universitaria UCV. Es un clavo de tipología PK que se encuentra incrustado al piso en el brocal a más antes del cruce peatonal que va desde el pasillo cubierto ya mencionado a la la escuela de Ingeniería Eléctrica y la cancha de ingeniería.

### Observaciones

#### Foto



#### Croquis



## **APÉNDICE 2**

“Mediciones NTRIP”

# CONVERSION DE COORDENADAS UTM

## PUNTOS NTRIP

COORDINATE CONVERSIONS ON THE UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) GRID

ELLIPSOID DATA  
 A 1/F NAME UNITS  
 6378137.000 298.257222101 GRS-80 METERS  
 B E\*\*2 EB\*\*2  
 6356752.31414 .006694380023 .006739496775

ZONE 19 HELD FIXED

LATITUDE AND LONGITUDE TO ZONE, NORTHING AND EASTING

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTOR
1	10 29 03.338N	66 53 36.393W	19	1159726.37	730568.07	0 23 0.57 E	1.00025785
2	10 29 03.877N	66 53 36.761W	19	1159742.85	730556.74	0 23 0.52 E	1.00025779
3	10 29 04.592N	66 53 37.531W	19	1159764.68	730533.19	0 23 0.41 E	1.00025765
UCV2	10 29 04.884N	66 53 37.470W	19	1159773.65	730534.98	0 23 0.43 E	1.00025766
4	10 29 05.268N	66 53 37.010W	19	1159785.55	730548.88	0 23 0.52 E	1.00025774
5	10 29 05.425N	66 53 35.714W	19	1159790.65	730588.28	0 23 0.77 E	1.00025797
6	10 29 04.636N	66 53 34.610W	19	1159766.61	730622.03	0 23 0.94 E	1.00025816
7	10 28 59.657N	66 53 30.000W	19	1159614.53	730763.26	0 23 1.60 E	1.00025897
8	10 28 59.692N	66 53 30.510W	19	1159615.51	730747.75	0 23 1.51 E	1.00025888
9	10 28 59.710N	66 53 32.139W	19	1159615.72	730698.18	0 23 1.21 E	1.00025859
10	10 28 59.409N	66 53 32.584W	19	1159606.38	730684.71	0 23 1.12 E	1.00025852
11	10 28 59.065N	66 53 32.966W	19	1159595.75	730673.18	0 23 1.04 E	1.00025845
12	10 29 01.081N	66 53 33.787W	19	1159657.52	730647.79	0 23 0.96 E	1.00025831
13	10 29 01.063N	66 53 34.423W	19	1159656.86	730628.46	0 23 0.84 E	1.00025820
14	10 29 01.420N	66 53 34.762W	19	1159667.75	730618.06	0 23 0.80 E	1.00025814
15	10 29 01.535N	66 53 34.895W	19	1159671.26	730613.99	0 23 0.78 E	1.00025811

ELLIPSOID  
 A 1/F NAME UNITS PAGE  
 6378137.00000 298.257222101 GRS-80 METERS 2

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTOR
16	10 29 01.882N	66 53 35.236W	19	1159681.85	730603.55	0 23 0.73 E	1.00025805
17	10 29 02.493N	66 53 36.014W	19	1159700.47	730579.76	0 23 0.61 E	1.00025792
18	10 29 02.974N	66 53 36.052W	19	1159715.25	730578.51	0 23 0.62 E	1.00025791
19	10 29 03.080N	66 53 36.659W	19	1159718.38	730560.01	0 23 0.51 E	1.00025781
20	10 29 05.600N	66 53 36.539W	19	1159795.86	730563.15	0 23 0.62 E	1.00025782
UCV1	10 29 05.888N	66 53 36.104W	19	1159804.80	730576.31	0 23 0.71 E	1.00025790

21	10 29 06.127N	66 53 36.054W	19	1159812.14	730577.80	0 23 0.73 E	1.00025791
22	10 29 06.659N	66 53 35.453W	19	1159828.62	730595.95	0 23 0.86 E	1.00025801
23	10 29 07.212N	66 53 34.818W	19	1159845.75	730615.15	0 23 0.99 E	1.00025812
24	10 29 06.867N	66 53 34.698W	19	1159835.15	730618.89	0 23 1.00 E	1.00025814
25	10 29 09.704N	66 53 31.280W	19	1159923.06	730722.25	0 23 1.73 E	1.00025873
26	10 29 10.251N	66 53 30.497W	19	1159940.02	730745.96	0 23 1.89 E	1.00025887
27	10 29 09.064N	66 53 29.702W	19	1159903.70	730770.39	0 23 1.99 E	1.00025901
28	10 29 08.719N	66 53 29.429W	19	1159893.16	730778.75	0 23 2.03 E	1.00025905
29	10 29 08.227N	66 53 29.082W	19	1159878.10	730789.44	0 23 2.08 E	1.00025911
30	10 29 10.318N	66 53 30.082W	19	1159942.15	730758.59	0 23 1.97 E	1.00025894
31	10 29 10.913N	66 53 29.543W	19	1159960.56	730774.84	0 23 2.09 E	1.00025903
32	10 29 11.670N	66 53 28.371W	19	1159984.07	730810.33	0 23 2.33 E	1.00025923
33	10 29 11.929N	66 53 27.748W	19	1159992.15	730829.25	0 23 2.45 E	1.00025934
34	10 29 12.278N	66 53 27.192W	19	1160002.99	730846.09	0 23 2.57 E	1.00025944
35	10 29 12.659N	66 53 26.604W	19	1160014.81	730863.87	0 23 2.69 E	1.00025954
36	10 29 04.247N	66 53 37.484W	19	1159754.09	730534.69	0 23 0.40 E	1.00025766

ELLIPSOID							
A	1/F	NAME		UNITS	PAG		
6378137.00000	298.257222101	GRS-80			METERS		3
ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTOR
37	10 29 05.160N	66 53 36.918W	19	1159782.26	730551.72	0 23 0.54 E	1.00025776
38	10 28 59.752N	66 53 32.112W	19	1159617.02	730699.01	0 23 1.22 E	1.00025860
39	10 29 00.142N	66 53 33.202W	19	1159628.79	730665.77	0 23 1.03 E	1.00025841
40	10 29 00.182N	66 53 33.199W	19	1159630.03	730665.85	0 23 1.04 E	1.00025841
41	10 29 05.725N	66 53 35.431W	19	1159799.92	730596.82	0 23 0.83 E	1.00025802
42	10 29 05.674N	66 53 35.855W	19	1159798.26	730583.93	0 23 0.75 E	1.00025794
43	10 29 28.466N	66 53 25.502W	19	1160500.82	730894.15	0 23 3.46 E	1.00025971
44	10 29 28.535N	66 53 25.502W	19	1160502.96	730894.13	0 23 3.46 E	1.00025971
45	10 29 28.774N	66 53 25.632W	19	1160510.26	730890.12	0 23 3.45 E	1.00025969
46	10 29 28.970N	66 53 25.716W	19	1160516.26	730887.51	0 23 3.44 E	1.00025967
47	10 29 29.198N	66 53 25.792W	19	1160523.27	730885.16	0 23 3.44 E	1.00025966
48	10 29 29.230N	66 53 25.840W	19	1160524.25	730883.71	0 23 3.43 E	1.00025965
49	10 29 29.540N	66 53 25.883W	19	1160533.75	730882.32	0 23 3.43 E	1.00025965
50	10 29 32.652N	66 53 25.461W	19	1160629.49	730894.52	0 23 3.62 E	1.00025971
51	10 29 32.696N	66 53 25.735W	19	1160630.77	730886.19	0 23 3.57 E	1.00025967
52	10 29 30.608N	66 53 26.087W	19	1160566.56	730875.91	0 23 3.43 E	1.00025961
53	10 29 30.493N	66 53 26.688W	19	1160562.89	730857.66	0 23 3.32 E	1.00025950
54	10 29 30.593N	66 53 27.132W	19	1160565.87	730844.13	0 23 3.24 E	1.00025943
55	10 29 30.758N	66 53 27.964W	19	1160570.76	730818.79	0 23 3.10 E	1.00025928

56	10 29 32.959N	66 53 25.226W	19	1160638.96	730901.60	0 23 3.68 E	1.00025976
57	10 29 21.618N	66 53 17.367W	19	1160292.04	731142.98	0 23 4.70 E	1.00026114
58	10 29 21.642N	66 53 17.265W	19	1160292.80	731146.09	0 23 4.72 E	1.00026115

ELLIPSOID

A 1/F NAME UNITS PAGE  
6378137.00000 298.257222101 GRS-80 METERS 4

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTO
59	10 29 21.730N	66 53 15.691W	19	1160295.81	731193.94	0 23 5.01 E	1.00026143
60	10 29 21.950N	66 53 16.311W	19	1160302.44	731175.04	0 23 4.90 E	1.00026132
61	10 29 21.807N	66 53 14.241W	19	1160298.49	731238.03	0 23 5.27 E	1.00026168
62	10 29 21.984N	66 53 15.629W	19	1160303.65	731195.78	0 23 5.03 E	1.00026144
63	10 29 22.011N	66 53 28.826W	19	1160301.78	730794.37	0 23 2.62 E	1.00025914
64	10 29 24.040N	66 53 28.934W	19	1160364.11	730790.66	0 23 2.68 E	1.00025912
65	10 29 21.651N	66 53 25.104W	19	1160291.47	730907.64	0 23 3.29 E	1.00025979
66	10 29 19.000N	66 53 24.963W	19	1160210.03	730912.49	0 23 3.22 E	1.00025982
67	10 29 18.980N	66 53 24.989W	19	1160209.40	730911.69	0 23 3.21 E	1.00025981
68	10 29 18.617N	66 53 24.459W	19	1160198.35	730927.89	0 23 3.30 E	1.00025991
69	10 29 19.351N	66 53 26.804W	19	1160220.45	730856.43	0 23 2.89 E	1.00025950
70	10 29 19.623N	66 53 28.342W	19	1160228.48	730809.59	0 23 2.62 E	1.00025923
71	10 29 19.527N	66 53 28.132W	19	1160225.58	730815.98	0 23 2.66 E	1.00025927
72	10 29 20.575N	66 53 28.469W	19	1160257.73	730805.51	0 23 2.64 E	1.00025921
73	10 29 21.535N	66 53 28.269W	19	1160287.26	730811.39	0 23 2.71 E	1.00025924
74	10 29 21.638N	66 53 26.422W	19	1160290.81	730867.56	0 23 3.05 E	1.00025956
75	10 29 21.444N	66 53 26.779W	19	1160284.78	730856.75	0 23 2.97 E	1.00025950
T28	10 29 22.028N	66 53 24.595W	19	1160303.17	730923.05	0 23 3.39 E	1.00025988
F4	10 29 24.217N	66 53 24.485W	19	1160370.47	730925.95	0 23 3.49 E	1.00025989
F1	10 29 24.563N	66 53 25.622W	19	1160380.87	730891.30	0 23 3.30 E	1.00025970
F2	10 29 27.666N	66 53 24.602W	19	1160476.43	730921.69	0 23 3.60 E	1.00025987
G2	10 29 27.445N	66 53 23.940W	19	1160469.77	730941.87	0 23 3.71 E	1.00025999

ELLIPSOID

A 1/F NAME UNITS PAG  
6378137.00000 298.257222101 GRS-80 METERS 5

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACT
F3	10 29 27.296N	66 53 23.586W	19	1160465.26	730952.66	0 23 3.77 E	1.00026005
BIO	10 29 32.575N	66 53 12.064W	19	1160629.86	731302.03	0 23 6.06 E	1.00026205
G2	10 29 27.445N	66 53 23.940W	19	1160469.79	730941.85	0 23 3.71 E	1.00025999
76	10 29 28.153N	66 53 22.866W	19	1160491.75	730974.38	0 23 3.93 E	1.00026017
77	10 29 25.487N	66 53 22.546W	19	1160409.88	730984.66	0 23 3.89 E	1.00026023
78	10 29 25.315N	66 53 25.754W	19	1160403.93	730887.12	0 23 3.30 E	1.00025967

79	10 29 24.831N	66 53 25.810W	19	1160389.05	730885.51	0 23	3.27 E	1.00025966
80	10 29 23.203N	66 53 24.929W	19	1160339.19	730912.67	0 23	3.38 E	1.00025982
81	10 29 22.515N	66 53 26.419W	19	1160317.74	730867.47	0 23	3.08 E	1.00025956
82	10 29 22.474N	66 53 27.245W	19	1160316.32	730842.35	0 23	2.93 E	1.00025942
83	10 29 22.482N	66 53 27.019W	19	1160316.61	730849.23	0 23	2.97 E	1.00025946
84	10 29 23.436N	66 53 17.732W	19	1160347.84	731131.50	0 23	4.70 E	1.00026107
85	10 29 24.090N	66 53 17.763W	19	1160367.93	731130.44	0 23	4.71 E	1.00026106
86	10 29 31.480N	66 53 15.441W	19	1160595.53	731199.52	0 23	5.41 E	1.00026146
87	10 29 31.094N	66 53 13.765W	19	1160583.98	731250.59	0 23	5.70 E	1.00026175
88	10 29 31.227N	66 53 14.224W	19	1160588.00	731236.59	0 23	5.62 E	1.00026167
89	10 29 32.479N	66 53 12.621W	19	1160626.78	731285.11	0 23	5.96 E	1.00026195
90	10 29 31.084N	66 53 13.040W	19	1160583.82	731272.64	0 23	5.83 E	1.00026188
91	10 29 32.720N	66 53 12.752W	19	1160634.16	731281.07	0 23	5.94 E	1.00026193
92	10 29 32.998N	66 53 13.694W	19	1160642.52	731252.37	0 23	5.78 E	1.00026176
93	10 29 22.732N	66 53 17.691W	19	1160326.21	731132.91	0 23	4.68 E	1.00026108
94	10 29 22.047N	66 53 17.654W	19	1160305.15	731134.17	0 23	4.66 E	1.00026109

ELLIPSOID								
A	1/F	NAME		UNITS	PAGE			
6378137.00000	298.257222101	GRS-80			METERS			6
D	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTO	
95	10 29 21.681N	66 53 19.286W	19	1160293.58	731084.59	0 23	4.35 E	1.00026080
96	10 29 21.796N	66 53 17.649W	19	1160297.45	731134.38	0 23	4.65 E	1.00026109
97	10 29 21.507N	66 53 17.816W	19	1160288.54	731129.36	0 23	4.61 E	1.00026106
98	10 29 21.431N	66 53 19.295W	19	1160285.88	731084.38	0 23	4.34 E	1.00026080
99	10 29 21.309N	66 53 21.243W	19	1160281.75	731025.16	0 23	3.98 E	1.00026046
100	10 29 23.649N	66 53 28.642W	19	1160352.14	730799.64	0 23	2.72 E	1.00025917
101	10 29 22.645N	66 53 28.586W	19	1160321.30	730801.53	0 23	2.69 E	1.00025918
102	10 29 22.379N	66 53 28.845W	19	1160313.08	730793.70	0 23	2.63 E	1.00025914
103	10 29 .790N	66 53 33.952W	19	1159648.55	730642.81	0 23	.92 E	1.00025828
104	10 29 3.846N	66 53 37.670W	19	1159741.71	730529.11	0 23	.35 E	1.00025763
105	10 29 .810N	66 53 29.536W	19	1159650.08	730777.14	0 23	1.73 E	1.00025904
106	10 28 59.811N	66 53 30.050W	19	1159619.25	730761.72	0 23	1.60 E	1.00025896



## **APÉNDICE 3**

“Mediciones Estación Total”

**POLIGONALES DE CONTROL CON PUNTOS BASE MEDIDOS CON GPS Y TRANSFORMADOS AL SISTEMA LOMA QUINTANA (PUNTOS UTILIZADOS PARA EL ANALISIS Y EVALUACION)**

- Poligonales para los puntos de detalle

PUNTOS DE CONTROL POR RADIACION G2-T28

DATOS DE CAMPO				
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	CODIGO
<b>T28</b>	-1564,293	4961,433	862,757	<b>REFERENCIA</b>
<b>G2</b>	-1398,026	4981,397	863,783	<b>BASE</b>
20	-1300,578	4914,788	867,764	
21	-1286,544	4952,069	866,52	

POLIGONAL ABIERTA ICU118-BIO

DATOS DE CAMPO				
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	CODIGO
<b>P6</b>	<b>-1326,228</b>	<b>5184,274</b>	<b>862,612</b>	<b>REF</b>
<b>ICU</b>	<b>-1237,24</b>	<b>5169,265</b>	<b>862,88</b>	<b>BASE</b>
P7	-1282,462	5243,251	862,091	BASE
P8	-1291,85	5316,386	861,559	BASE
BIO	-1240,658	5342,667	861,567	BASE

POLIGONAL ABIERTA UCV1-UCV2 A P19

PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA
<b>UCV2</b>	<b>-2088,802</b>	<b>4570,808</b>	<b>869,034</b>
<b>UCV1</b>	<b>-2057,843</b>	<b>4612,426</b>	<b>868,618</b>
P17	-2004,718	4658,041	867,264
P18	-1921,918	4794,976	864,18
P19	-1924,569	4788,433	864,333

- Poligonales para los puntos de detalle

COMPENSACION APROXIMADA POLIGONAL (UCV2-UCV1) A (UCV1)

DATOS DE CAMPO													
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTURA (m)	CODIGO	Δ NORTE	Δ ESTE	Δ H	Δ NORTE COMP	Δ ESTE COMP	Δ H COMP	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTURA (m)
UCV1	-2060,169	4611,247	868,329								-2060,169	4611,247	868,329
UCV2	-2091,125	4569,597	869,334								-2091,125	4569,597	869,334
P9	-2123,042	4563,423	869,889		-31,917	-6,174	0,555	-31,922	-6,178	0,545	-2123,047	4563,419	869,879
P10	-2153,774	4618,611	872,375		-30,732	55,188	2,486	-30,737	55,184	2,476	-2153,784	4618,603	872,356
P11	-2171,248	4621,34	872,768		-17,474	2,729	0,393	-17,479	2,725	0,383	-2171,264	4621,327	872,739
P12	-2217,019	4676,445	874,85		-45,771	55,105	2,082	-45,776	55,101	2,072	-2217,040	4676,428	874,811
P13	-2259,247	4745,99	876,048		-42,228	69,545	1,198	-42,233	69,541	1,188	-2259,273	4745,969	876,000
P14	-2249,475	4791,879	873,655		9,772	45,889	-2,393	9,767	45,885	-2,403	-2249,506	4791,854	873,597
P15	-2233,351	4813,765	874,241		16,124	21,886	0,586	16,119	21,882	0,576	-2233,388	4813,735	874,173
P16	-2151,837	4716,216	873,776		81,514	-97,549	-0,465	81,509	-97,553	-0,475	-2151,879	4716,182	873,699
UCV1	-2060,122	4611,285	868,416		91,715	-104,931	-5,360	91,710	-104,935	-5,370	-2060,169	4611,247	868,329
UCV1	<b>-2060,169</b>	<b>4611,247</b>	<b>868,329</b>	Σ	31,003	41,688	-0,918				<b>-2060,169</b>	<b>4611,247</b>	<b>868,329</b>
				Δ (ICU118-G2)	30,956	41,650	-1,005						
				e	0,047	0,038	0,087						
				c	-0,00522222	-0,00422222	-0,00966667						

COMPENSACION APROXIMADA POLIGONAL (T28-G2) A (ICU 118)

DATOS DE CAMPO													
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	CODIGO	Δ NORTE	Δ ESTE	Δ H	Δ NORTE COMP	Δ ESTE COMP	Δ H COMP	NORTE	ESTE	ALTURA
T28	-1564,293	4961,433	862,757	REFERENCIA							-1564,293	4961,433	862,757
G2	-1398,026	4981,397	863,783	BASE							-1398,026	4981,397	863,783
P4	-1336,364	5003,828	864,043		61,662	22,431	0,26	61,79275	22,36075	0,37775	-1336,23325	5003,75775	864,16075
P5	-1325,852	5185,292	862,251		10,512	181,464	-1,792	10,64275	181,39375	-1,67425	-1325,5905	5185,1515	862,4865
P6	-1326,619	5184,485	862,259		-0,767	-0,807	0,008	-0,63625	-0,87725	0,12575	-1326,22675	5184,27425	862,61225
ICU 118	-1237,763	5169,546	862,409		88,856	-14,939	0,15	88,98675	-15,00925	0,26775	-1237,24	5169,265	862,88
ICU 118	-1237,24	5169,265	862,88	Σ	160,263	188,149	-1,374				-1237,24	5169,265	862,88
				Δ (ICU118-G2)	160,786	187,868	-0,903						
				e	-0,523	0,281	-0,471						
				c	0,13075	-0,07025	0,11775						

COMPENSACION APROXIMADA POLIGONAL (T28-G2) A (T28)

DATOS DE CAMPO													
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	CODIGO	Δ NORTE	Δ ESTE	Δ H	Δ NORTE COMP	Δ ESTE COMP	Δ H COMP	NORTE	ESTE	ALTURA
G2	-1398,026	4981,397	863,783	REF							-1398,026	4981,397	863,783
T28	-1564,293	4961,433	862,757	BASE							-1564,293	4961,433	862,757
P1	-1658,725	4962,956	864,28		-94,432	1,523	1,523	-94,438	1,528	1,511	-1.658,731	4.962,961	864,268
P2	-1638,327	4847,516	866,364		20,398	-115,440	2,084	20,392	-115,435	2,072	-1.638,340	4.847,526	866,340
P3	-1568,432	4846,658	867,045		69,895	-0,858	0,681	69,889	-0,853	0,669	-1.568,451	4.846,672	867,008
T28	-1564,268	4961,414	862,806		4,164	114,756	-4,239	4,158	114,761	-4,251	-1.564,293	4.961,433	862,757
T28	-1564,293	4961,433	862,757	€	0,025	-0,019	0,049	0,000	0,000	0,000	-1564,293	4961,433	862,757
				c	-0,00625	0,00475	-0,01225						

COMPENSACION APROXIMADA POLIGONAL (T28-G2) A (UCV3)

DATOS DE CAMPO													
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA H	CODIGO	Δ NORTE	Δ ESTE	Δ H	Δ NORTE COMP	Δ ESTE COMP	Δ H COMP	NORTE	ESTE	ALTURA
G2	-1398,026	4981,397	863,783	REFERENCIA							-1398,026	4981,397	863,783
T28	-1564,293	4961,433	862,757	BASE							-1564,293	4961,433	862,757
P22	-1582,624	4998,966	862,387		-18,331	37,533	-0,37	-18,3705	37,531	-0,1925	-1582,6635	4998,964	862,5645
UCV3	-1577,893	5178,912	861,827		4,731	179,946	-0,56	4,6915	179,944	-0,3825	-1577,972	5178,908	862,182
UCV3	<b>-1577,972</b>	<b>5178,908</b>	<b>862,182</b>	Σ	<b>-13,6</b>	<b>217,479</b>	<b>-0,93</b>				<b>-1577,972</b>	<b>5178,908</b>	<b>862,182</b>
				Δ (UCV3-T28)	-13,679	217,475	-0,575						
				e	0,079	0,004	-0,355						
				c	-0,0395	-0,002	0,1775						

## VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN TOTAL

- Mediciones angulares

Estación	∠ Horizontal						∠ Vertical					
	Directa			Inverso			Directo			Inverso		
G1	G2	0° 0' 0"			180° 0' 55"		89° 22' 30"			270° 36' 50"		
	F4	180° 19' 50"			0° 20' 40"		89° 37' 40"			270° 21' 40"		
	F1	217° 19' 20"			37° 20' 20"		89° 7' 20"			270° 51' 55"		
	F2	337° 57' 10"			157° 58' 15"		89° 20' 30"			270° 38' 50"		
G1	G2	90° 0' 0"			269° 59' 55"		89° 23' 0"			270° 36' 25"		
	F4	270° 19' 45"			90° 19' 45"		89° 38' 0"			270° 21' 20"		
	F1	307° 19' 20"			127° 19' 20"		89° 7' 30"			270° 52' 5"		
	F2	67° 57' 15"			247° 57' 15"		89° 21' 0"			270° 38' 25"		
G1	G2	180° 0' 0"			0° 1' 0"		89° 22' 55"			270° 36' 20"		
	F4	0° 19' 50"			180° 20' 45"		89° 37' 50"			270° 21' 30"		
	F1	37° 19' 20"			217° 20' 30"		89° 7' 30"			270° 51' 55"		
	F2	157° 57' 10"			337° 58' 10"		89° 20' 55"			270° 38' 10"		
	G2	270° 0' 0"			89° 59' 50"		89° 23' 5"			270° 36' 10"		
	F4	90° 19' 40"			270° 19' 35"		89° 38' 0"			270° 21' 25"		
	F1	127° 19' 30"			307° 19' 30"		89° 7' 20"			270° 52' 0"		
	F2	247° 57' 15"			67° 57' 10"		89° 21' 0"			270° 38' 15"		

hi = G1 = 1,585  
 P = 1012  
 T = 26 °C  
 hora : 9:30 Am

observador: Johana Infante.

- Mediciones de distancia y desnivel.

Estación	Plots	Distancia	$\Delta$ Cota		
G2	G1	48,488	0,3326	$h_i G_2 = 1,59$ $h_o G_1 = 1,63$ $T = 26^\circ C$ $P = 1012$	
		48,488	0,3322		
		48,5	0,3322		
	F4	100,5270	0,2362		
		100,5268	0,2362		
		100,5300	0,2365		
		<del>100,5270</del>	<del>0,2371</del>		
		167,4900	-0,399		
		T28	167,4900		-0,401
		167,4910	-0,401		
G1	F4	52,0766	0,2682		
		52,0768	0,2681		
		52,0764	0,2682		
	<del>52,0766</del>	<del>0,2680</del>			
	F2	55,9688	0,645		
		55,9592	0,6454		
		55,9594	0,6456		





## **APÉNDICE 4**

“Resultados generales de los Software utilizados”

**PUNTOS UTILIZADOS PARA LAS TRANSFORMACIONES ENTRE LOS SISTEMAS  
UTM Y LOCAL**

VERT	EST.	N(PT)	E(PT)	CORR.M	CORR.E	N(COMP)	ERR.MED	E(COMP)	ERR.MED
1	Ing	-1476.852	5163.832	0.0008	-0.0003	-1476.851	0.003	5163.832	0.001
2	Cl	-1452.388	4312.210	-0.0047	0.0007	-1452.393	0.003	4312.211	0.001
3	Hid	-1019.064	5279.336	0.0057	-0.0019	-1019.058	0.003	5279.329	0.003
4	Est	-1586.289	5510.247	0.0052	0.0021	-1586.284	0.004	5510.249	0.003
5	Far	-1722.749	4783.180	-0.0004	0.0019	-1722.749	0.002	4783.182	0.002
6	Eca	-1311.626	5126.694	0.0038	-0.0023	-1311.622	0.002	5126.692	0.002
7	Rec	-1323.129	4879.334	0.0020	-0.0027	-1323.126	0.002	4879.331	0.002
8	Nut	-1180.722	5218.042	0.0017	0.0046	-1180.720	0.003	5218.047	0.002
9	Bla	-1279.158	5332.313	-0.0003	0.0000	-1279.158	0.002	5332.313	0.004

ERROR MEDIO 0.004 M  
 ERRORES MEDIOS DE PESO UNITARIO TOTAL 2.88 UNIDADES  
 DISTANCIAS 3.04 UNIDADES \* 0.0030 M  
 DIRECCIONES 2.85 SEGUNDOS  
 ACIMUTES 0.00 SEGUNDOS  
 COORDENADAS 0.00 UNIDADES \* 0.0000 M

NGS-84

$$a = 6378137,0 \text{ m.}$$

$$b = 6356752,3142$$

$$f = 1/298,257223563$$

## CÁLCULO DE LAS ÁREAS GLOBAL MAPPER V.2016

Name=ESTACIONAMIENTO (NTRIP)  
Feature Type=Unknown Area Type  
Geometry=8 vertices, Perimeter: 339.01 m, Area: 0.00703 sq km, Bounds: (-66.8912060500, 10.4886302700, -66.8902674700, 10.4893474800)  
Index in Layer=0  
Map Name=User Created Features  
PERIMETER=339.01 m  
ENCLOSED\_AREA=0.00703 sq km

Name=ESTACIONAMIENTO (ET)  
Feature Type=Unknown Area Type  
Geometry=8 vertices, Perimeter: 338.98 m, Area: 0.00703 sq km, Bounds: (-66.8912050000, 10.4886316700, -66.8902666700, 10.4893480600)  
Index in Layer=0  
Map Name=User Created Features  
PERIMETER=338.98 m  
ENCLOSED\_AREA=0.00703 sq km

Name=AREA 2 (ET)  
Feature Type=Unknown Area Type  
Geometry=5 vertices, Perimeter: 258.1 m, Area: 0.002881 sq km, Bounds: (-66.8904502800, 10.4900608300, -66.8899830600, 10.4910183300)  
Index in Layer=0  
Map Name=User Created Features  
PERIMETER=258.1 m  
ENCLOSED\_AREA=0.002881 sq km

Name=AREA 2 (NTRIP)  
Feature Type=Unknown Area Type  
Geometry=6 vertices, Perimeter: 258.21 m, Area: 0.002885 sq km, Bounds: (-66.8904505000, 10.4900604000, -66.8899832200, 10.4910183400)  
Index in Layer=0  
Map Name=User Created Features  
PERIMETER=258.21 m  
ENCLOSED\_AREA=0.002885 sq km

Name=AREA 3 (ET)

Feature Type=Unknown Area Type

Geometry=13 vertices, Perimeter: 600.65 m, Area: 0.01428 sq km, Bounds: (-66.8937583300, 10.4832391700, -66.8916802800, 10.4848405600)

Index in Layer=0

Map Name=User Created Features

PERIMETER=600.65 m

ENCLOSED\_AREA=0.01428 sq km

Name=AREA 3 MANZANA 1 (NTRIP)

Feature Type=Unknown Area Type

Geometry=13 vertices, Perimeter: 600.86 m, Area: 0.0143 sq km, Bounds: (-66.8937585600, 10.4832379400, -66.8916804700, 10.4848403200)

Index in Layer=0

Map Name=User Created Features

PERIMETER=600.86 m

ENCLOSED\_AREA=0.0143 sq km

## CAMBIO A UTM PARA LAS ÁREAS

### ÁREA 1

COORDINATE CONVERSIONS ON THE UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) GRID

ELLIPSOID DATA  
A 1/F NAME UNITS  
6378137.000 298.257222101 GRS-80 METERS  
  
B E\*\*2 EB\*\*2  
6356752.31414 .006694380023 .006739496775

ZONE 19 HELD FIXED

ZONE, NORTHING AND EASTING TO LATITUDE AND LONGITUDE

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTOR
65	10 29 21.653N	66 53 25.103W	19	1160291.55	730907.69	0 23 3.29 E	1.00025979
66	10 29 19.074N	66 53 24.960W	19	1160212.29	730912.56	0 23 3.22 E	1.00025982
69	10 29 19.352N	66 53 26.802W	19	1160220.46	730856.48	0 23 2.89 E	1.00025950
71	10 29 19.527N	66 53 28.132W	19	1160225.59	730815.98	0 23 2.66 E	1.00025927
70	10 29 19.623N	66 53 28.338W	19	1160228.49	730809.71	0 23 2.62 E	1.00025923
73	10 29 21.540N	66 53 28.267W	19	1160287.40	730811.47	0 23 2.71 E	1.00025924
74	10 29 21.637N	66 53 26.422W	19	1160290.78	730867.55	0 23 3.05 E	1.00025956

### ÁREA 2

COORDINATE CONVERSIONS ON THE UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) GRID

ELLIPSOID DATA  
A 1/F NAME UNITS  
6378137.000 298.257222101 GRS-80 METERS  
  
B E\*\*2 EB\*\*2  
6356752.31414 .006694380023 .006739496775

ZONE 19 HELD FIXED

ZONE, NORTHING AND EASTING TO LATITUDE AND LONGITUDE

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTOR
G2	10 29 27.445N	66 53 23.939W	19	1160469.77	730941.89	0 23 3.71 E	1.00025999
F4	10 29 24.219N	66 53 24.487W	19	1160370.53	730925.88	0 23 3.49 E	1.00025989
F1	10 29 24.563N	66 53 25.621W	19	1160380.87	730891.33	0 23 3.30 E	1.00025970

F2 10 29 27.666N 66 53 24.602W 19 1160476.43 730921.67 0 23 3.60 E 1.00025987

### AREA 3

COORDINATE CONVERSIONS ON THE UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) GRID

ELLIPSOID DATA  
A 1/F NAME UNITS  
6378137.000 298.257222101 GRS-80 METERS  
B E\*\*2 EB\*\*2  
6356752.31414 .006694380023 .006739496775

ZONE 19 HELD FIXED

ZONE, NORTHING AND EASTING TO LATITUDE AND LONGITUDE

ID	LATITUDE	LONGITUDE	ZONE	NORTHING	EASTING	CONVERGENCE	SCALE FACTOR
UCV2	10 29 4.884N	66 53 37.469W	19	1159773.66	730535.01	0 23 .43 E	1.00025766
4	10 29 5.268N	66 53 37.009W	19	1159785.56	730548.92	0 23 .53 E	1.00025774
5	10 29 5.426N	66 53 35.713W	19	1159790.67	730588.30	0 23 .77 E	1.00025797
6	10 29 4.637N	66 53 34.609W	19	1159766.67	730622.06	0 23 .94 E	1.00025816
106	10 28 59.812N	66 53 30.049W	19	1159619.30	730761.73	0 23 1.60 E	1.00025896
7	10 28 59.661N	66 53 30.512W	19	1159614.55	730747.70	0 23 1.51 E	1.00025888
9	10 28 59.712N	66 53 32.139W	19	1159615.80	730698.18	0 23 1.21 E	1.00025859
18	10 29 2.975N	66 53 36.044W	19	1159715.28	730578.75	0 23 .62 E	1.00025791
1	10 29 3.338N	66 53 36.390W	19	1159726.38	730568.14	0 23 .57 E	1.00025785
36	10 29 4.248N	66 53 37.478W	19	1159754.12	730534.86	0 23 .40 E	1.00025766
3	10 29 4.592N	66 53 37.530W	19	1159764.67	730533.21	0 23 .41 E	1.00025765

## CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS EN EL ELIPSOIDE

### Zona 2

#### LADO 75\_74 (ESTACIONAMIENTO)

First Station : 75

-----

X = 2462091.8322 m LAT = 10 29 21.44444 North  
Y = -5769718.3225 m LON = 66 53 26.77889 West  
Z = 1153659.9831 m EHT = 847.6900 Meters

Second Station : 74

-----

X = 2462101.2215 m LAT = 10 29 21.63817 North  
Y = -5769712.6842 m LON = 66 53 26.42217 West  
Z = 1153665.7596 m EHT = 847.2660 Meters

Forward azimuth FAZ = 61 14 40.1493 From North

Back azimuth BAZ = 241 14 40.2143 From North

Ellipsoidal distance S = 12.3732 m

Delta height dh = -0.4240 m

Mark-to-mark distance D = 12.3821 m

DX = 9.3892 m DN = 5.9532 m

DY = 5.6383 m DE = 10.8488 m

DZ = 5.7765 m DU = -0.4240 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 91 57 44.72

Apparent zenith distance = 91 57 44.69

#### LADO 78\_79 (FACHADA SALA DE CONCIERTOS)

First Station : 78

-----

X = 2462111.5616 m LAT = 10 29 25.31464 North  
Y = -5769685.1422 m LON = 66 53 25.75402 West  
Z = 1153776.7168 m EHT = 846.5490 Meters

Second Station : 79

-----

X = 2462111.0375 m LAT = 10 29 24.83069 North  
Y = -5769688.2841 m LON = 66 53 25.81042 West  
Z = 1153762.0894 m EHT = 846.5250 Meters

Forward azimuth FAZ = 186 34 45.1092 From North  
Back azimuth BAZ = 6 34 45.0990 From North  
Ellipsoidal distance S = 14.9682 m  
Delta height dh = -0.0240 m  
Mark-to-mark distance D = 14.9702 m

DX = -0.5241 m DN = -14.8716 m  
DY = -3.1419 m DE = -1.7152 m  
DZ = -14.6274 m DU = -0.0240 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 5 30.92  
Apparent zenith distance = 90 5 30.89

#### LADO 93\_94 (EDIFICIO ELECTRICA)

First Station : 93

-----

X = 2462341.8518 m LAT = 10 29 22.73218 North  
Y = -5769599.9873 m LON = 66 53 17.69051 West  
Z = 1153698.2452 m EHT = 844.1300 Meters

Second Station : 94

-----

X = 2462344.3584 m LAT = 10 29 22.04654 North  
Y = -5769603.0260 m LON = 66 53 17.65392 West  
Z = 1153677.5174 m EHT = 844.0720 Meters

Forward azimuth FAZ = 176 58 37.6272 From North  
Back azimuth BAZ = 356 58 37.6338 From North  
Ellipsoidal distance S = 21.0958 m  
Delta height dh = -0.0580 m  
Mark-to-mark distance D = 21.0987 m

DX = 2.5066 m DN = -21.0693 m  
DY = -3.0387 m DE = 1.1126 m  
DZ = -20.7277 m DU = -0.0580 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 9 27.36  
Apparent zenith distance = 90 9 27.31

#### LADO 91\_92 (COMEDOR UCV)

First Station : 91

-----

X = 2462458.2720 m LAT = 10 29 32.71945 North  
Y = -5769490.1128 m LON = 66 53 12.75157 West  
Z = 1154000.1149 m EHT = 844.6640 Meters

Second Station : 92

-----

X = 2462431.3010 m LAT = 10 29 32.99797 North  
Y = -5769499.8975 m LON = 66 53 13.69352 West  
Z = 1154008.5249 m EHT = 844.6340 Meters

Forward azimuth FAZ = 286 38 2.5197 From North

Back azimuth BAZ = 106 38 2.3481 From North

Ellipsoidal distance S = 29.8942 m

Delta height dh = -0.0300 m

Mark-to-mark distance D = 29.8982 m

DX = -26.9710 m DN = 8.5586 m

DY = -9.7847 m DE = -28.6470 m

DZ = 8.4100 m DU = -0.0301 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 3 27.45

Apparent zenith distance = 90 3 27.38

LADO 63\_64

First Station : 63

-----

X = 2462033.9187 m LAT = 10 29 22.01110 North  
Y = -5769741.2244 m LON = 66 53 28.82590 West  
Z = 1153677.3838 m EHT = 849.2200 Meters

Second Station : 64

-----

X = 2462026.6549 m LAT = 10 29 24.04000 North  
Y = -5769732.5784 m LON = 66 53 28.93400 West  
Z = 1153738.7901 m EHT = 849.7770 Meters

Forward azimuth FAZ = 356 58 53.5169 From North

Back azimuth BAZ = 176 58 53.4972 From North

Ellipsoidal distance S = 62.4252 m

Delta height dh = 0.5570 m

Mark-to-mark distance D = 62.4360 m

DX = -7.2638 m DN = 62.3469 m  
DY = 8.6460 m DE = -3.2876 m  
DZ = 61.4064 m DU = 0.5567 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 89 29 20.88  
Apparent zenith distance = 89 29 20.73

#### LADO 65\_66 (ESTACIONAMIENTO)

First Station : 65

-----

X = 2462137.3783 m LAT = 10 29 21.65093 North  
Y = -5769695.2893 m LON = 66 53 25.10421 West  
Z = 1153665.8235 m EHT = 845.5000 Meters

Second Station : 66

-----

X = 2462147.3093 m LAT = 10 29 19.06898 North  
Y = -5769707.6118 m LON = 66 53 24.96291 West  
Z = 1153587.9537 m EHT = 846.3010 Meters

Forward azimuth FAZ = 176 53 58.4384 From North  
Back azimuth BAZ = 356 53 58.4641 From North  
Ellipsoidal distance S = 79.4472 m  
Delta height dh = 0.8010 m  
Mark-to-mark distance D = 79.4618 m

DX = 9.9310 m DN = -79.3415 m  
DY = -12.3224 m DE = 4.2976 m  
DZ = -77.8699 m DU = 0.8005 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 89 25 22.04  
Apparent zenith distance = 89 25 21.86

#### LADO F3\_F4

First Station : F3

-----

X = 2462167.5918 m LAT = 10 29 27.29570 North  
Y = -5769648.4431 m LON = 66 53 23.58590 West  
Z = 1153836.4503 m EHT = 845.8590 Meters

Second Station : F4

-----

X = 2462149.1521 m LAT = 10 29 24.21740 North  
Y = -5769674.8838 m LON = 66 53 24.48480 West  
Z = 1153743.4109 m EHT = 845.7150 Meters

Forward azimuth FAZ = 196 7 9.8935 From North  
Back azimuth BAZ = 16 7 9.7299 From North  
Ellipsoidal distance S = 98.4523 m  
Delta height dh = -0.1440 m  
Mark-to-mark distance D = 98.4656 m

DX = -18.4397 m DN = -94.5943 m  
DY = -26.4407 m DE = -27.3379 m  
DZ = -93.0394 m DU = -0.1448 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 5 3.25  
Apparent zenith distance = 90 5 3.02

LADO 97\_99 (BROCAL)

First Station : 97

-----

X = 2462245.6941 m LAT = 10 29 21.30901 North  
Y = -5769649.9097 m LON = 66 53 21.24284 West  
Z = 1153655.2818 m EHT = 844.3440 Meters

Second Station : 99

-----

X = 2462341.0312 m LAT = 10 29 21.50707 North  
Y = -5769607.7616 m LON = 66 53 17.81566 West  
Z = 1153661.2228 m EHT = 844.1040 Meters

Forward azimuth FAZ = 86 39 28.6669 From North  
Back azimuth BAZ = 266 39 29.2908 From North  
Ellipsoidal distance S = 104.3935 m  
Delta height dh = -0.2400 m  
Mark-to-mark distance D = 104.4075 m

DX = 95.3371 m DN = 6.0866 m  
DY = 42.1482 m DE = 104.2297 m  
DZ = 5.9410 m DU = -0.2409 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 7 55.83  
Apparent zenith distance = 90 7 55.58

LADO 95\_101

First Station : 95

-----  
X = 2462299.5748 m LAT = 10 29 21.68100 North  
Y = -5769624.5758 m LON = 66 53 19.28640 West  
Z = 1153666.5087 m EHT = 844.2720 Meters

Second Station : 101

-----  
X = 2462039.3625 m LAT = 10 29 22.64460 North  
Y = -5769735.3999 m LON = 66 53 28.58610 West  
Z = 1153696.5854 m EHT = 849.5490 Meters

Forward azimuth FAZ = 275 58 37.3689 From North  
Back azimuth BAZ = 95 58 35.6759 From North  
Ellipsoidal distance S = 284.3374 m  
Delta height dh = 5.2770 m  
Mark-to-mark distance D = 284.4241 m

DX = -260.2123 m DN = 29.6120 m  
DY = -110.8241 m DE = -282.8293 m  
DZ = 30.0767 m DU = 5.2707 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 88 56 17.49  
Apparent zenith distance = 88 56 16.83

LADO 96\_100 (BROCAL )

First Station : 96

-----  
X = 2462345.0783 m LAT = 10 29 21.79600 North  
Y = -5769604.3005 m LON = 66 53 17.64860 West  
Z = 1153669.9570 m EHT = 844.1260 Meters

Second Station : 100

-----  
X = 2462035.6951 m LAT = 10 29 23.64860 North  
Y = -5769731.0984 m LON = 66 53 28.64150 West

Z = 1153726.9631 m EHT = 849.7740 Meters

Forward azimuth FAZ = 279 39 50.4347 From North

Back azimuth BAZ = 99 39 48.4333 From North

Ellipsoidal distance S = 339.0913 m

Delta height dh = 5.6480 m

Mark-to-mark distance D = 339.1834 m

DX = -309.3832 m DN = 56.9309 m

DY = -126.7979 m DE = -334.3238 m

DZ = 57.0062 m DU = 5.6390 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 89 2 50.65

Apparent zenith distance = 89 2 49.87

#### LADO G2\_BIO

First Station : G2

-----

X = 2462157.3736 m LAT = 10 29 27.44489 North

Y = -5769651.9046 m LON = 66 53 23.93960 West

Z = 1153840.9596 m EHT = 845.8670 Meters

Second Station : BIO

-----

X = 2462477.4640 m LAT = 10 29 32.57501 North

Y = -5769481.7804 m LON = 66 53 12.06362 West

Z = 1153995.5769 m EHT = 843.7100 Meters

Forward azimuth FAZ = 66 25 10.5764 From North

Back azimuth BAZ = 246 25 12.7389 From North

Ellipsoidal distance S = 394.0314 m

Delta height dh = -2.1570 m

Mark-to-mark distance D = 394.0896 m

DX = 320.0904 m DN = 157.6475 m

DY = 170.1242 m DE = 361.1775 m

DZ = 154.6173 m DU = -2.1692 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 18 55.35

Apparent zenith distance = 90 18 54.44

LADO T28\_BIO

First Station : T28

-----

X = 2462150.6235 m LAT = 10 29 22.02842 North  
Y = -5769686.8706 m LON = 66 53 24.59500 West  
Z = 1153677.1496 m EHT = 845.0600 Meters

Second Station : BIO

-----

X = 2462477.4640 m LAT = 10 29 32.57501 North  
Y = -5769481.7804 m LON = 66 53 12.06362 West  
Z = 1153995.5769 m EHT = 843.7100 Meters

Forward azimuth FAZ = 49 37 20.8211 From North

Back azimuth BAZ = 229 37 23.1028 From North

Ellipsoidal distance S = 500.2143 m

Delta height dh = -1.3500 m

Mark-to-mark distance D = 500.2825 m

DX = 326.8405 m DN = 324.0927 m

DY = 205.0902 m DE = 381.1098 m

DZ = 318.4273 m DU = -1.3697 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 9 24.71

Apparent zenith distance = 90 9 23.55

LADO G2\_UCV1

First Station : G2

-----

X = 2462157.3736 m LAT = 10 29 27.44489 North  
Y = -5769651.9046 m LON = 66 53 23.93960 West  
Z = 1153840.9596 m EHT = 845.8670 Meters

Second Station : UCV1

-----

X = 2461866.0005 m LAT = 10 29 5.88839 North  
Y = -5769911.7171 m LON = 66 53 36.10429 West  
Z = 1153190.3543 m EHT = 849.9670 Meters

Forward azimuth FAZ = 209 11 1.9028 From North

Back azimuth      BAZ = 29 10 59.6885 From North  
Ellipsoidal distance   S =    758.6286 m  
Delta height        dh =    4.1000 m  
Mark-to-mark distance   D =    758.7411 m

DX =   -291.3731 m   DN =   -662.4167 m  
DY =   -259.8125 m   DE =   -369.9671 m  
DZ =   -650.6053 m   DU =     4.0547 m

Zenith (mk-to-mk)    ZD = 89 41 37.73  
Apparent zenith distance = 89 41 35.97

## ZONA 1

LADO 07\_106 (MANZANA1 )

First Station : 07

-----

X = 2462038.4410 m   LAT = 10 28 59.65658 North  
Y = -5769882.5518 m   LON = 66 53 30.51293 West  
Z = 1153003.1626 m   EHT =    856.0730 Meters

Second Station : 106

-----

X = 2462050.7556 m   LAT = 10 28 59.81060 North  
Y = -5769875.5157 m   LON = 66 53 30.04971 West  
Z = 1153007.6727 m   EHT =    855.2826 Meters

Forward azimuth      FAZ = 71 25 47.6934 From North  
Back azimuth        BAZ = 251 25 47.7777 From North  
Ellipsoidal distance   S =    14.8598 m  
Delta height        dh =   -0.7904 m  
Mark-to-mark distance   D =    14.8828 m

DX =    12.3146 m   DN =     4.7329 m  
DY =     7.0360 m   DE =    14.0880 m  
DZ =     4.5101 m   DU =   -0.7904 m

Zenith (mk-to-mk)    ZD = 93 2 39.80  
Apparent zenith distance = 93 2 39.77

LADO 04\_UCV 2 (MANZANA1 )

First Station : 4

-----

X = 2461842.4257 m LAT = 10 29 5.26798 North  
Y = -5769926.6777 m LON = 66 53 37.01030 West  
Z = 1153171.8000 m EHT = 851.0240 Meters

Second Station : UCV2

-----

X = 2461830.5722 m LAT = 10 29 4.88368 North  
Y = -5769934.5046 m LON = 66 53 37.46978 West  
Z = 1153160.2617 m EHT = 851.4290 Meters

Forward azimuth FAZ = 229 47 59.8532 From North

Back azimuth BAZ = 49 47 59.7696 From North

Ellipsoidal distance S = 18.2933 m

Delta height dh = 0.4050 m

Mark-to-mark distance D = 18.3003 m

DX = -11.8536 m DN = -11.8092 m

DY = -7.8269 m DE = -13.9742 m

DZ = -11.5383 m DU = 0.4050 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 88 43 55.11

Apparent zenith distance = 88 43 55.07

LADO 33\_34

First Station : 33

-----

X = 2462084.3320 m LAT = 10 29 11.92890 North  
Y = -5769775.8020 m LON = 66 53 27.74750 West  
Z = 1153371.8500 m EHT = 844.3310 Meters

Second Station : 34

-----

X = 2462099.0184 m LAT = 10 29 12.27790 North  
Y = -5769767.1349 m LON = 66 53 27.19150 West  
Z = 1153382.3481 m EHT = 844.0710 Meters

Forward azimuth FAZ = 57 36 57.5758 From North

Back azimuth BAZ = 237 36 57.6770 From North

Ellipsoidal distance S = 20.0211 m  
Delta height dh = -0.2600 m  
Mark-to-mark distance D = 20.0255 m

DX = 14.6863 m DN = 10.7246 m  
DY = 8.6672 m DE = 16.9096 m  
DZ = 10.4981 m DU = -0.2600 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 44 38.43  
Apparent zenith distance = 90 44 38.39

#### LADO 25\_26

First Station : 25

-----

X = 2461991.1963 m LAT = 10 29 9.70440 North  
Y = -5769831.3049 m LON = 66 53 31.28040 West  
Z = 1153305.0146 m EHT = 846.4210 Meters

Second Station : 26

-----

X = 2462011.7422 m LAT = 10 29 10.25100 North  
Y = -5769818.7557 m LON = 66 53 30.49710 West  
Z = 1153321.4526 m EHT = 845.9920 Meters

Forward azimuth FAZ = 54 48 47.8377 From North

Back azimuth BAZ = 234 48 47.9803 From North

Ellipsoidal distance S = 29.1448 m

Delta height dh = -0.4290 m

Mark-to-mark distance D = 29.1518 m

DX = 20.5459 m DN = 16.7967 m  
DY = 12.5492 m DE = 23.8225 m  
DZ = 16.4381 m DU = -0.4291 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 90 50 35.99  
Apparent zenith distance = 90 50 35.92

#### LADO 5\_4 (MANZANA1 )

First Station : 5

-----

X = 2461878.1361 m LAT = 10 29 5.42515 North

Y = -5769909.8965 m LON = 66 53 35.71379 West  
Z = 1153176.4489 m EHT = 850.4730 Meters

Second Station : 4

-----

X = 2461842.4257 m LAT = 10 29 5.26798 North  
Y = -5769926.6777 m LON = 66 53 37.01030 West  
Z = 1153171.8000 m EHT = 851.0240 Meters

Forward azimuth FAZ = 263 1 0.6277 From North  
Back azimuth BAZ = 83 1 0.3917 From North  
Ellipsoidal distance S = 39.7206 m  
Delta height dh = 0.5510 m  
Mark-to-mark distance D = 39.7297 m

DX = -35.7103 m DN = -4.8298 m  
DY = -16.7812 m DE = -39.4312 m  
DZ = -4.6489 m DU = 0.5509 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 89 12 19.92  
Apparent zenith distance = 89 12 19.83

LADO 6\_5 (MANZANA1)

First Station : 6

-----

X = 2461911.4469 m LAT = 10 29 4.63563 North  
Y = -5769902.3854 m LON = 66 53 34.60946 West  
Z = 1153152.9164 m EHT = 852.2520 Meters

Second Station : 5

-----

X = 2461878.1361 m LAT = 10 29 5.42515 North  
Y = -5769909.8965 m LON = 66 53 35.71379 West  
Z = 1153176.4489 m EHT = 850.4730 Meters

Forward azimuth FAZ = 305 50 34.5164 From North  
Back azimuth BAZ = 125 50 34.3155 From North  
Ellipsoidal distance S = 41.4269 m  
Delta height dh = -1.7790 m  
Mark-to-mark distance D = 41.4706 m

DX = -33.3108 m DN = 24.2614 m  
DY = -7.5111 m DE = -33.5861 m

DZ = 23.5325 m DU = -1.7791 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 92 27 31.71  
Apparent zenith distance = 92 27 31.62

LADO 36\_1 (MANZANA1 )

First Station : 36

-----

X = 2461831.6638 m LAT = 10 29 4.24722 North  
Y = -5769938.1509 m LON = 66 53 37.48382 West  
Z = 1153141.0717 m EHT = 851.6560 Meters

Second Station : 1

-----

X = 2461864.9462 m LAT = 10 29 3.33801 North  
Y = -5769931.5840 m LON = 66 53 36.39253 West  
Z = 1153113.9569 m EHT = 853.6260 Meters

Forward azimuth FAZ = 130 5 29.2187 From North  
Back azimuth BAZ = 310 5 29.4173 From North  
Ellipsoidal distance S = 43.3782 m  
Delta height dh = 1.9700 m  
Mark-to-mark distance D = 43.4288 m

DX = 33.2824 m DN = -27.9398 m  
DY = 6.5669 m DE = 33.1896 m  
DZ = -27.1148 m DU = 1.9699 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 87 24 0.98  
Apparent zenith distance = 87 24 0.88

LADO 19\_16 (MANZANA 4)

First Station : 19

-----

X = 2461857.8106 m LAT = 10 29 3.07993 North  
Y = -5769935.5315 m LON = 66 53 36.65927 West  
Z = 1153106.0453 m EHT = 853.0030 Meters

Second Station : 16

-----  
X = 2461901.1020 m LAT = 10 29 1.88189 North  
Y = -5769926.6857 m LON = 66 53 35.23588 West  
Z = 1153070.2435 m EHT = 855.1940 Meters

Forward azimuth FAZ = 130 22 43.8411 From North  
Back azimuth BAZ = 310 22 44.1001 From North  
Ellipsoidal distance S = 56.8199 m  
Delta height dh = 2.1910 m  
Mark-to-mark distance D = 56.8697 m

DX = 43.2914 m DN = -36.8151 m  
DY = 8.8458 m DE = 43.2899 m  
DZ = -35.8018 m DU = 2.1907 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 87 47 32.26  
Apparent zenith distance = 87 47 32.13

#### LADO 18\_12 (MANZANA 1)

First Station : 18

-----  
X = 2461875.4540 m LAT = 10 29 2.97386 North  
Y = -5769929.7944 m LON = 66 53 36.05166 West  
Z = 1153103.0354 m EHT = 854.0750 Meters

Second Station : 12

-----  
X = 2461943.8752 m LAT = 10 29 1.08067 North  
Y = -5769914.6347 m LON = 66 53 33.78681 West  
Z = 1153046.2598 m EHT = 856.4370 Meters

Forward azimuth FAZ = 130 11 2.5437 From North  
Back azimuth BAZ = 310 11 2.9558 From North  
Ellipsoidal distance S = 90.1497 m  
Delta height dh = 2.3620 m  
Mark-to-mark distance D = 90.1928 m

DX = 68.4211 m DN = -58.1765 m  
DY = 15.1597 m DE = 68.8814 m  
DZ = -56.7756 m DU = 2.3614 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 88 29 59.11

Apparent zenith distance = 88 29 58.90

LADO 13\_19 (MANZANA 4)

First Station : 13

-----

X = 2461926.0239 m LAT = 10 29 1.06332 North  
Y = -5769922.0642 m LON = 66 53 34.42255 West  
Z = 1153045.6856 m EHT = 856.1630 Meters

Second Station : 19

-----

X = 2461857.8106 m LAT = 10 29 3.07993 North  
Y = -5769935.5315 m LON = 66 53 36.65927 West  
Z = 1153106.0453 m EHT = 853.0030 Meters

Forward azimuth FAZ = 312 19 56.6426 From North

Back azimuth BAZ = 132 19 56.2356 From North

Ellipsoidal distance S = 92.0080 m

Delta height dh = -3.1600 m

Mark-to-mark distance D = 92.0746 m

DX = -68.2133 m DN = 61.9693 m

DY = -13.4673 m DE = -68.0260 m

DZ = 60.3598 m DU = -3.1607 m

Zenith (mk-to-mk) ZD = 91 58 1.89

Apparent zenith distance = 91 58 1.68

LADO 22\_25

First Station : 22

-----

X = 2461882.6153 m LAT = 10 29 6.65910 North  
Y = -5769900.1998 m LON = 66 53 35.45320 West  
Z = 1153213.6862 m EHT = 850.2080 Meters

Second Station : 25

-----

X = 2461991.1963 m LAT = 10 29 9.70440 North  
Y = -5769831.3049 m LON = 66 53 31.28040 West  
Z = 1153305.0146 m EHT = 846.4210 Meters

Forward azimuth    FAZ = 53 35 43.1521 From North  
Back azimuth        BAZ = 233 35 43.9115 From North  
Ellipsoidal distance    S =    157.6586 m  
Delta height          dh =    -3.7870 m  
Mark-to-mark distance   D =    157.7251 m

DX =    108.5810 m    DN =    93.5805 m  
DY =    68.8949 m    DE =    126.9076 m  
DZ =    91.3283 m    DU =    -3.7890 m

Zenith (mk-to-mk)    ZD = 91 22 35.47  
Apparent zenith distance = 91 22 35.11

#### LADO 36\_09 (MANZANA1)

First Station : 36

-----

X = 2461831.6638 m    LAT = 10 29 4.24722 North  
Y = -5769938.1509 m    LON = 66 53 37.48382 West  
Z = 1153141.0717 m    EHT =    851.6560 Meters

Second Station : 09

-----

X = 2461993.3449 m    LAT = 10 28 59.70949 North  
Y = -5769902.9010 m    LON = 66 53 32.13932 West  
Z = 1153005.0043 m    EHT =    857.4090 Meters

Forward azimuth    FAZ = 130 37 30.8533 From North  
Back azimuth        BAZ = 310 37 31.8258 From North  
Ellipsoidal distance    S =    214.1314 m  
Delta height          dh =    5.7530 m  
Mark-to-mark distance   D =    214.2374 m

DX =    161.6811 m    DN =   -139.4417 m  
DY =    35.2500 m    DE =    162.5443 m  
DZ =   -136.0673 m    DU =    5.7494 m

Zenith (mk-to-mk)    ZD = 88 27 43.90  
Apparent zenith distance = 88 27 43.40

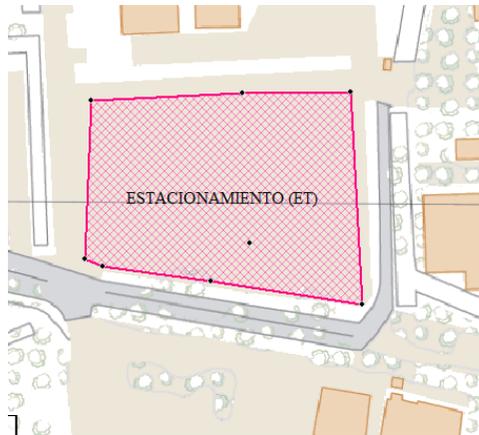
## **APÉNDICE 5**

“Gráficos de áreas y distancias”

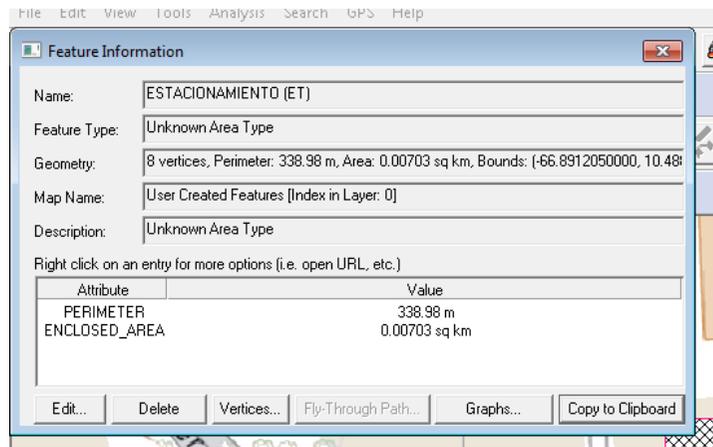
## ÁREAS ESTIMADAS

### Área 1

Método convencional (Estación Total)



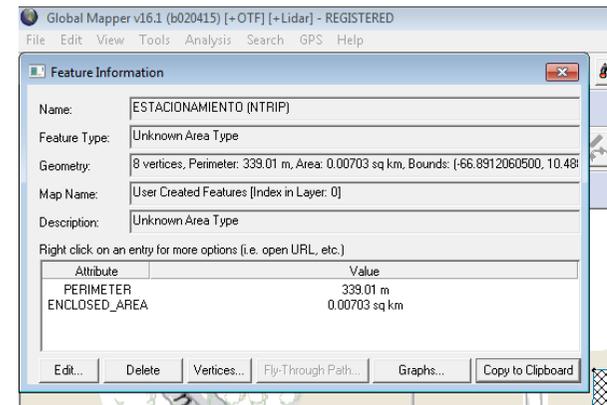
(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVSB)



NTRIP

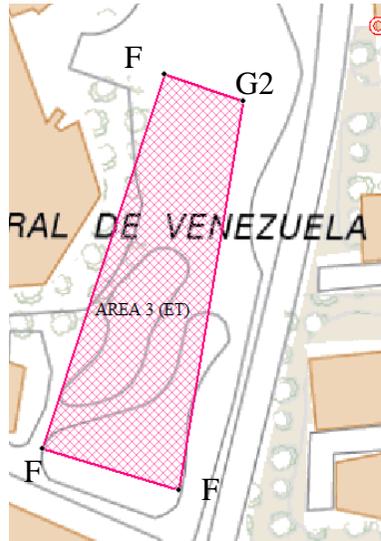


(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVSB)

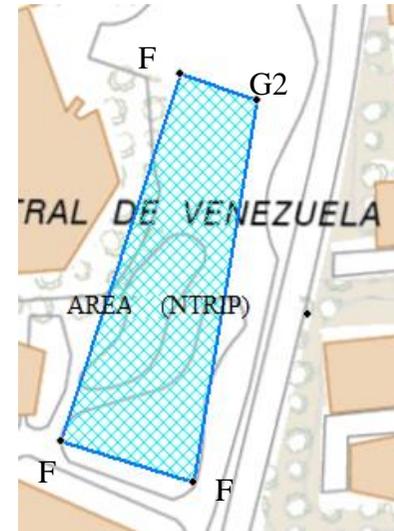
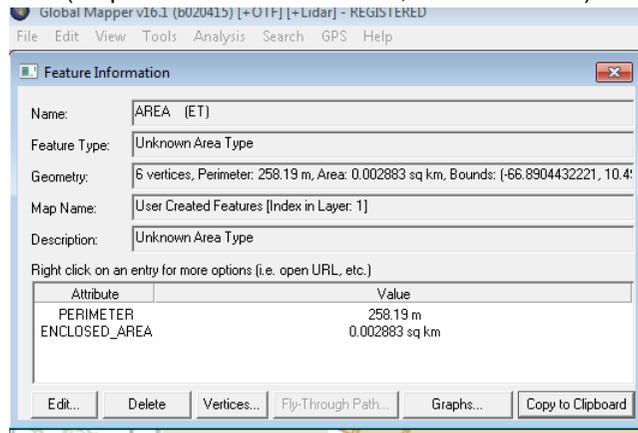


## Área 2

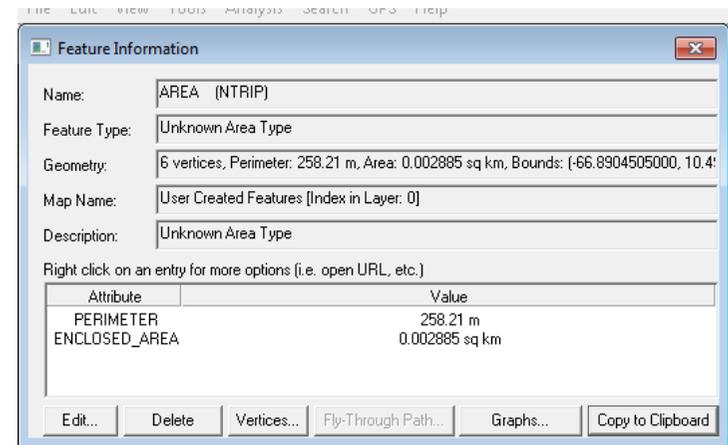
Método convencional (Estación Total)



(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVS)



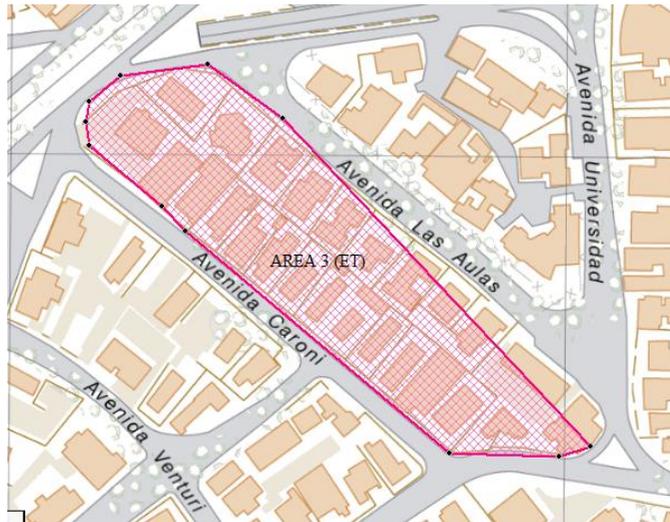
(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVS)



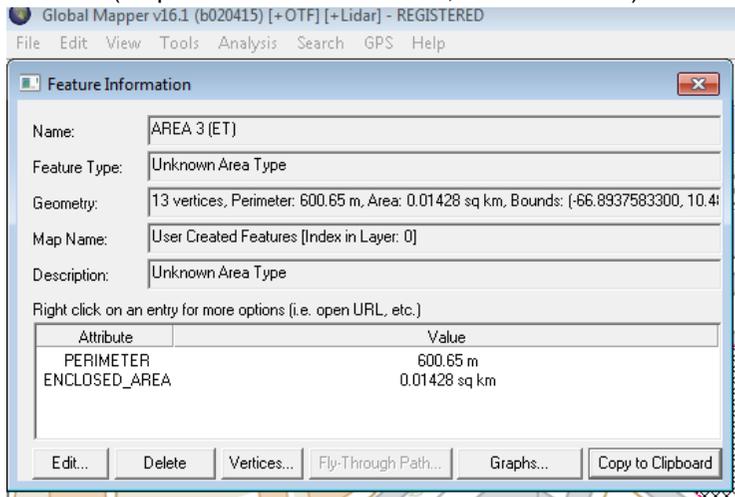
NTRIP

## Área 3

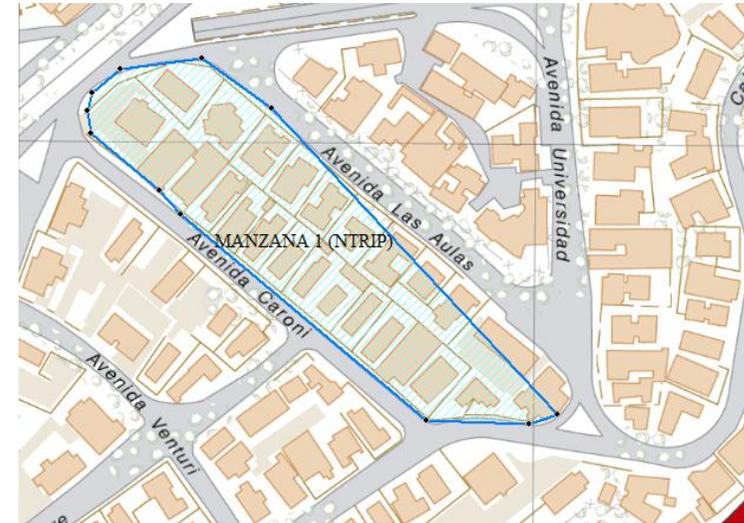
Método convencional (Estación Total)



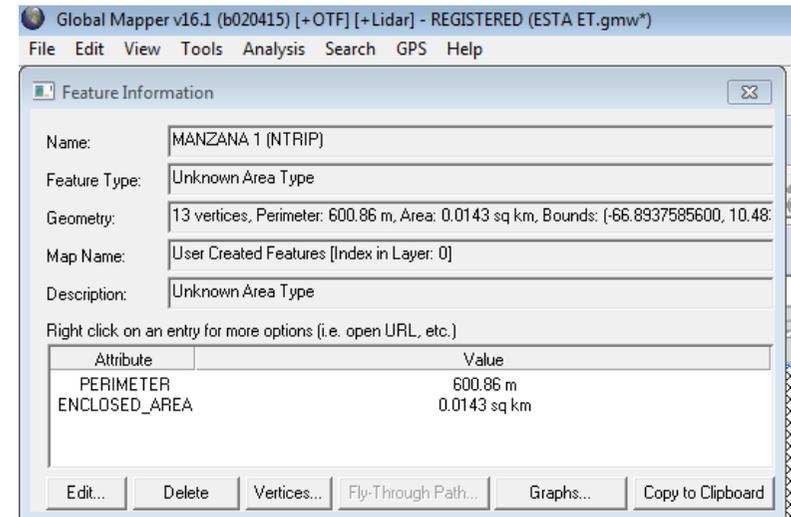
(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVSB)



NTRIP

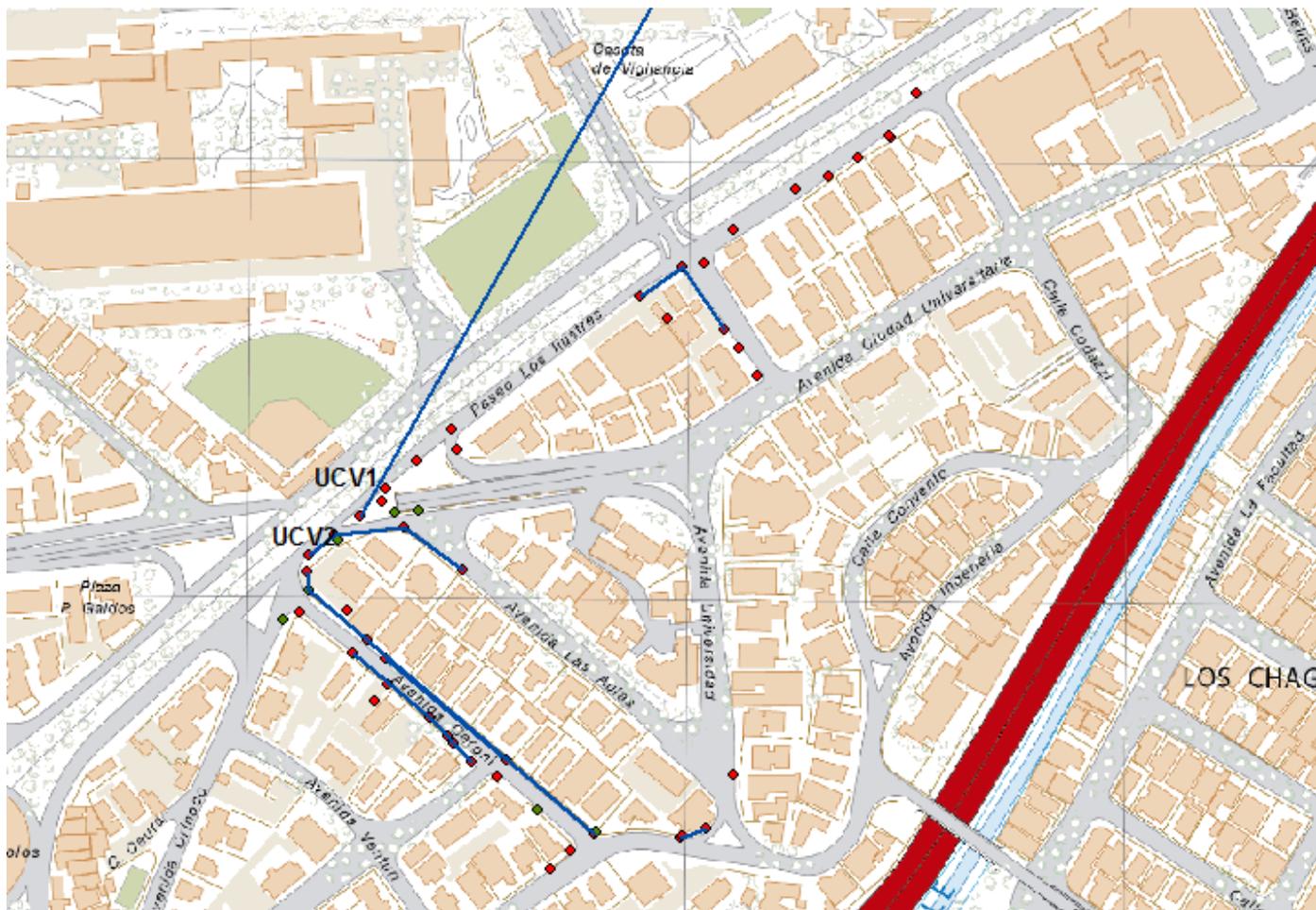


(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVSB)



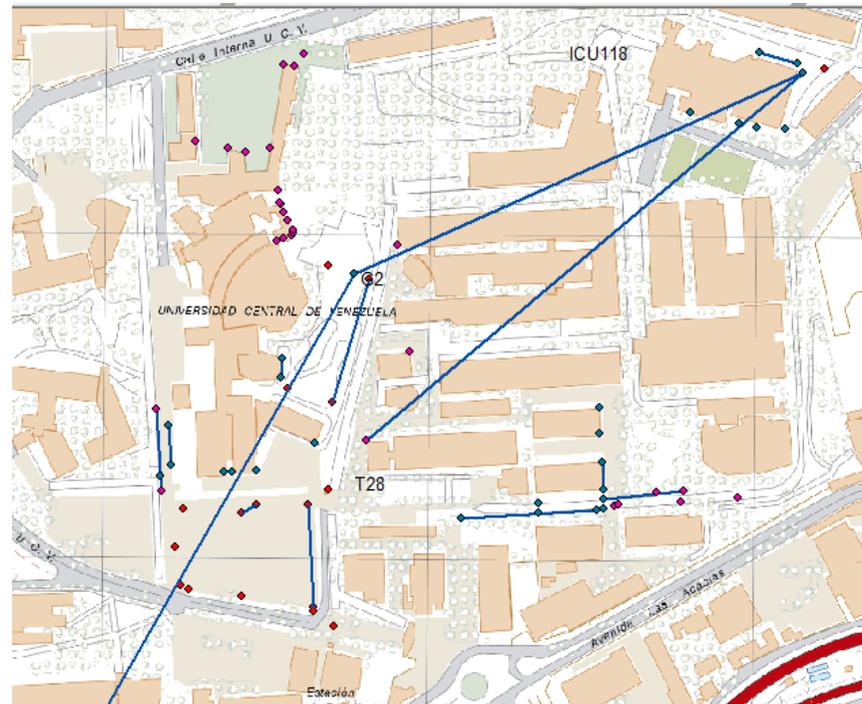
## DISTANCIAS CALCULADAS

Zona 1



(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVS)

## Zona 2



(Mapa base a escala 1:5000, fuente: IGVS)

