

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**



**CARRERA DE INGENIERÍA EN
AGRONEGOCIOS, AVALÚOS Y CATASTROS**

**Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Agronegocios
Avalúos y Catastros**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LOS EQUIPOS
GPS Y GNSS CON CORRECCIÓN DIFERENCIAL RTK Y NTRIP CON FINES
CATASTRALES EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE URCUQUÍ”**

AUTOR:

EDWIN JAVIER TERÁN LIMAICO

DIRECTOR:

ING. MIGUEL VINICIO ARAGÓN ESPARZA MSC.

Ibarra – Ecuador

2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN
AGRONEGOCIOS, AVALÚOS Y CATASTROS

“ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LOS EQUIPOS GPS Y GNSS CON CORRECCIÓN DIFERENCIAL RTK Y NTRIP CON FINES CATASTRALES EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE URCUQUÍ”.

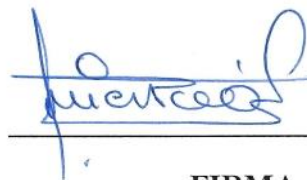
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO EN AGRONEGOCIOS AVALÚOS Y CATASTROS

APROBADO:

Ing. Miguel Vinicio Aragón MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Marcelo Albuja MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL




FIRMA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **EDWIN JAVIER TERÁN LIMAICO**, bajo mi supervisión.

Ibarra, julio del 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Miguel Vinicio Aragón", is written over a horizontal dashed line.

Ing. Miguel Vinicio Aragón MSc.

Director de Trabajo de Tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004038640		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Terán Limaico Edwin Javier		
DIRECCIÓN:	Barrio Bellavista - San Antonio /Calle San Miguel Arcángel		
EMAIL:	javierteranlimaico@hotmail.com / ejteranl@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2533-529	TELÉFONO MÓVIL:	0997529335

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LOS EQUIPOS GPS Y GNSS CON CORRECCIÓN DIFERENCIAL RTK Y NTRIP CON FINES CATASTRALES EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE URCUQUÍ
AUTOR (ES):	Terán Limaico Edwin Javier
FECHA: DD/MM/AAAA	15 de Julio del 2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Agronegocios Avalúos y Catastros
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Miguel Vinicio Aragón MsC.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de julio de 2022

EL AUTOR:

Terán Limaico Edwin Javier

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por su bendición y permitirme prepararme como profesional.

A la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales por haberme brindado la oportunidad de una formación académica, a mis profesores docentes que han compartido sus conmigo.

A mi Director de Tesis el Ingeniero Miguel Vinicio Aragón y a mis asesores, quienes depositaron su confianza en mí, dedicando su tiempo para para poder desarrollar este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres quienes me brindaron su amor, paciencia y apoyo incondicional, para poder cumplir un logro más en mi vida. A mis hermanos que me han impulsado a ser un ejemplo de superación. A mis amigos con quienes compartimos experiencias y dificultades en momentos cruciales, dándome consejos y palabras de alimento, motivándome a la culminación de mi formación académica.

Con mucho cariño.

Edwin Javier Terán Limaico

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de la investigación.....	1
1.2. Preguntas directrices	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Global Positioning System GPS.....	7
2.2.1. Funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global.....	7
2.2.2. Segmento Espacial	8
2.2.3. Segmento de Control.....	8
2.2.4. Segmento de Usuario.....	8
2.3. Sistemas de Navegación Global por Satélite GNSS	8
2.3.1. Receptores GNSS.....	9
2.3.2. Correcciones Diferenciales GNSS	9
2.4. Mediciones GNSS en Tiempo Real	10
2.4.1. Sistemas de aumentación, WAAS o EGNOS	10
2.4.2. Sistemas de suscripción, Omnistar.	11
2.4.3. Sistemas de radio como VHF o UHF, RTK	11
2.4.4. Internet y Telefonía celular	11
2.5. Estaciones de Referencia CORS	12
2.6. Formato de transmisión RCTM.....	12
2.6.1. RTCM 2.0	12
2.6.2. RTCM 2.1	13
2.6.3. RTCM 2.2	13

2.6.4.	RTCM 2.3	13
2.6.5.	RTCM 3.0	13
2.6.6.	RTCM 3.1	13
2.7.	Protocolo IP / NTRIP	14
2.7.1.	Componentes de NTRIP	14
2.7.2.	NtripSource	15
2.7.3.	NtripServer.....	15
2.7.4.	NtripCaster.....	16
2.7.5.	NtripClient o NtripUser	16
2.7.6.	Redes móviles vía IP aplicables al NTRIP	17
2.7.7.	Factores que afectan las mediciones NTRIP (limitantes).....	18
2.7.8.	Ancho de Banda.....	18
2.7.9.	Cobertura Celular.....	18
2.7.10.	Errores Observacionales.	19
2.7.11.	Errores Medio Cuadratico (RMS).....	19
2.8.	Equipo de precisión GNSS emlid Rs2 para levantamiento catastral	19
2.8.1.	Características del equipo emlid Rs2.....	20
2.8.2.	Precio del equipo emlid Rs2	20
2.9.	Equipo de precisión GNSS NTRIP T300 PLUS para levantamiento topográfico 20	
2.9.1.	Características de medición del equipo T300 PLUSS	21
2.9.2.	Precio del equipo T300 PLUSS	21
2.10.	Levantamiento catastral con drone.....	22
2.11.	Aplicación de NTRIP en Catastros Urbano y Rural.	22
2.11.1.	Catastro	22
2.11.2.	Información de un Catastro.....	23
2.11.3.	Catastro por el ámbito de Ubicación.....	23
2.11.4.	Catastro urbano	24
2.11.5.	Catastro rural.....	24
2.11.6.	Proceso de generar un catastro con equipos topográficos	24
2.11.7.	Costo de catastros urbanos y rurales.....	25
2.12.	Marco Legal	26
2.12.1.	Constitución Política de la República del Ecuador.....	26
2.12.2.	Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización.....	26
CAPÍTULO III.....		27

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.	Descripción del área de estudio.....	27
3.2.	Ubicación	28
3.3.	Delimitación del área de estudio	28
3.4.	Materiales, equipos y herramientas	29
3.5.	Tipo de Investigación.....	29
3.6.	Procedimientos de la investigación	29
3.6.1.	Revisión bibliográfica.....	29
3.6.2.	Nivel descriptivo.....	30
3.6.3.	Método hipotético-inductivo.....	30
3.6.4.	Trabajo de campo.....	30
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7.1.	Observación directa	30
3.7.2.	Entrevista	31
3.8.	Diseño de la investigación.....	31
3.8.1.	Fase I. Efectuar mediciones catastrales con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, en el sector la Recolecta del casco urbano de la ciudad de Urcuquí	31
3.8.2.	Fase II. Determinar el costo de aplicación de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, con fines catastrales.....	43
3.8.3.	Fase III. Realizar la comparación técnica de los datos obtenidos con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP.....	44
	CAPÍTULO IV.....	48
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1.	Fase I: Efectuación mediciones catastrales con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, en el sector la Recolecta del casco urbano de la ciudad de Urcuquí	48
4.1.1.	Información obtenida entre NTRIP y RTK	49
4.2.	Fase II: Determinación el costo de la aplicación de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, con fines catastrales	54
4.2.1.	Precio del equipo NTRIP	54
4.2.2.	Precio del equipo RTK.....	55
4.2.3.	Análisis del precio entre los equipos NTRIP y RTK.....	56
4.2.4.	Depreciación de equipos NTRIP y RTK	57
4.2.5.	Precios unitarios de los equipos por hectárea	61

4.3. Fase III: Comparación técnica de los datos obtenidos con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP	66
4.3.1. Comparaciones de puntos de campo entre el RTK y NTRIP	68
4.3.2. Comparaciones del RMS entre NTRIP y RTK.....	72
CAPITULO V	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
Conclusiones	74
Recomendaciones.....	75
Referencias bibliográficas	76
ANEXOS:	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características del equipo emlid Rs2</i>	20
Tabla 2 <i>Características del equipo T300 PLUSS</i>	21
Tabla 3 <i>Materiales, equipos y herramientas</i>	29
Tabla 4 <i>Características técnicas del equipo GNSS</i>	32
Tabla 5 <i>Características técnicas del equipo GPS</i>	33
Tabla 6 <i>Configuración del equipo del sistema NTRIP</i>	37
Tabla 7 <i>Puntos de control geodésico</i>	40
Tabla 6 <i>Configuración del equipo del sistema RTK</i>	41
Tabla 9 <i>Datos recolectados de los equipos RTK y NTRIP</i>	50
Tabla 10 <i>Puntos base Auxiliares</i>	53
Tabla 11 <i>Precio del equipo NTRIP</i>	54
Tabla 12 <i>Precio del equipo RTK</i>	55
Tabla 13 <i>Depreciación del equipo Trimble R8 Model-2</i>	58
Tabla 14 <i>Depreciación del equipo Slagen T9-H1</i>	59
Tabla 15 <i>Tiempos y rendimiento del levantamiento</i>	61
Tabla 16 <i>Costo del NTRIP en una hectárea</i>	61
Tabla 17 <i>Costo del RTK en una hectárea</i>	62
Tabla 18 <i>Análisis de costos totales del levantamiento catastral entre el RTK y NTRIP</i> .	65
Tabla 19 <i>Datos de precisión y alcance del RTK</i>	70
Tabla 20 <i>Datos de precisión y alcance del NTRIP</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Segmentos por lo que está compuesto el GPS.....	7
Figura 2 Componentes de NTRIP	15
Figura 3 Mapa de ubicación del cantón San Miguel de Urququí	27
Figura 4 Mapa de ubicación de la zona de estudio	28
Figura 5 Toma de fotografías aéreas con drone	31
Figura 6 Registro de usuarios para el acceso al servicio NTRIP	34
Figura 7 Activación al servicio NTRIP-IGM	35
Figura 8 Ficha técnica de la estación permanente REGME(IBEC).....	36
Figura 9 Estación espacial de la estación(IBEC).....	36
Figura 10 Cobertura de claro	38
Figura 11 Toma de datos con receptor NTRIP	39
Figura 12 Puntos de control geodésico GAD San Miguel de Urququí.....	40
Figura 13 Recepción de satélites	43
Figura 14 Descarga de datos en el software.....	45
Figura 14 Importación de datos en el software	46
Figura 15 Georreferenciación de datos	46
Figura 16 Exportación de datos.....	47
Figura 17 Extensión del área de estudio.....	48
Figura 18 Levantamiento predial con NTRIP.....	49
Figura 19 Levantamiento predial con RTK.....	50
Figura 20 Radio Cobertura de Base Cors NTRIP-IGM IBEC.....	51
Figura 21 Radio cobertura de receptor base RTK.....	52
Figura 22 Análisis económico entre el RTK y NTRIP	56
Figura 23 Vida Útil de bienes de larga duración	60
Figura 24 Comparación económica entre RTK y NTRIP	65
Figura 25 Datos NTRIP implantados en ortofoto	66
Figura 26 Datos RTK implantados en ortofoto.....	67
Figura 27 Construcción obstaculizando señal al receptor	68
Figura 28 Datos erróneos RTK Y NTRIP.....	68

Figura 29 <i>Precisión del equipo RTK Y NTRIP</i>	69
Figura 30 <i>Análisis del RMS y Distancia de alcance del RTK</i>	72
Figura 31 <i>Análisis del RMS y Distancia de alcance del NTRIP</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Autorización para realizar estudio de tesis	81
Anexo 2. Matriz de variables de evaluación de costo de levantamiento catastral.....	82
Anexo 3. Lista de puntos del levantamiento catastral.	83
Anexo 4. Registro fotográfico.	112

LISTA DE ACRÓNIMOS

CORS	Estaciones de Referencia de Operación Continua.
DGPS	Sistema Diferencial de Posicionamiento Global.
EDGE	Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM.
GLONASS	Sistema Global de Navegación por Satélite Unión Soviética.
GNSS	Sistema Global de Navegación por Satélite.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global.
GPRS	Servicio General de Paquetes Vía Radio.
GSM	Sistema Global para las Comunicaciones Móviles.
HTML	Lenguaje de Marcas de Hipertexto.
BKG	Agencia Federal Alemana de Cartografía.
Bps	Bits por Segundo.
Código-M	Código Militar.
RTCM	Comisión Técnica de Radio para Servicios Marítimos.
RTK	Posicionamiento Cinemático en Tiempo Real.
SPS	Servicio de Posicionamiento Estándar.
TRANSIT	Sistema de Navegación por Satélite Marina.
VRS	Estación de Referencia Virtual.
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto.
IGS	Servicio Internacional de GNSS.
IP	Puerto de Instrumentación.
ITRF	Marco Internacional de Referencia Terrestre.
L1	GPS Frecuencia de la Portadora, 1575.42 MHz.
L2	GPS Frecuencia de la Portadora, 1227,6 MHz.
NAVSTAR	Navegación Satelital por Tiempo y Distancia.
NTRIP	Red para Transporte de RTCM. Protocolo de Internet.
PDOP	Posición Dilución de Precisión.
PPP	Punto por Posicionamiento Preciso.
PPS	Servicio de Posicionamiento Preciso.
RMS	Error Medio Cuadrático.
Rover	GPS de Precisión en un Punto Circundante al GPS Base.

“ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LOS EQUIPOS
GPS Y GNSS CON CORRECCIÓN DIFERENCIAL RTK Y NTRIP CON FINES
CATASTRALES EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE URCUQUÍ”

Autor: Javier Terán

Director: Ing. Miguel Aragón

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los aspectos técnicos y económicos de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, con fines catastrales, en el casco urbano de la ciudad de Urcuquí. En la metodología se empleó una investigación de campo y bibliográfica de tipo cuantitativo cuyas variables fueron exactitud, rendimiento y posicionamiento del RTK y NTRIP, al momento de realizar mediciones. Así mismo, se evaluó los costos operativos de los equipos dentro del margen de los catastros. Los resultados por parte de investigación fueron 474 puntos recolectados con el RTK, mientras con el NTRIP se obtuvo mayor cantidad de datos recolectados 638 puntos. En cuanto al costo de aplicación de los equipos en un levantamiento catastral de 11 hectáreas superficie de la zona de estudio, la tecnología NTRIP resulta ser una técnica de medición más factible su costo fue de 1083,06 \$ un valor mucho menor en lo que respecta al aplicar mediciones con RTK que fue de 2132,66 \$. Las precisiones de los equipos prácticamente son similares, pero varían de acuerdo a las condiciones de trabajo, ambos equipos tienen problemas de recepción señal en lugares con edificaciones. De igual manera se realizó ensayos de alcance desde la base hasta el móvil, el RTK tuvo un alcance de 7km con error medio cuadrático de $\pm 0,15$ y $0,24$, mientras del NTRIP fue 21 km y con error medio cuadrático de $\pm 0,009$ y $0,019$. Por lo tanto, se concluye que las mediciones con NTRIP permiten realizar de una manera más económica y eficiente un levantamiento catastral.

Palabras claves: Corrección Diferencial, Costo, Catastro, Precisión, Error Medio Cuadrático

" ANALYSIS OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF GPS AND GNSS EQUIPMENT WITH RTK AND NTRIP DIFFERENTIAL CORRECTION FOR CATASTRAL PURPOSES IN THE URBAN CENTER OF THE CITY OF URUCUQUÍ "

Author: Javier Terán

Director: Ing. Miguel Aragón

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the technical and economic aspects of GPS and GNSS equipment with RTK and NTRIP differential correction, for cadastral purposes, in Urcuqui city urban area. In the methodology, a quantitative field and bibliographical investigation was used whose variables were accuracy, performance and positioning of the RTK and NTRIP equipment, at the time of making measurements. Likewise, the operating costs of the equipment were evaluated within the margin of the cadastres. The results of the investigation were 474 points collected with the RTK, while with the NTRIP the largest amount of data collected was 638 points. Regarding the cost of applying the equipment in a cadastral survey of 11 hectares of the study area, the NTRIP technology turns out to be a more feasible measurement technique, its cost was \$1083,06 a much lower value in regards to when applying RTK measurements was of \$2132,66 The accuracy of the equipment is practically similar, but varies according to the working conditions, both equipment have signal reception problems in places with buildings. In the same way, range tests were carried out from the base to the mobile, the RTK had a range of 7km with a root mean square of $\pm 0,15$ and $0,24$ while the NTRIP was 21 km and with a root mean square of $\pm 0,009$ and $0,019$. Therefore, the measurements with NTRIP allow a cadastral survey to be carried out in a more economical and efficient way.

Keywords: Differential Correction, Cost, Cadastre, Accuracy, Root Mean Square

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de la investigación

El Banco del Estado por medio de su gerente general indicó que, hasta el primer semestre del 2014, de los 221 municipios que tiene el país, solo 99 han actualizado su información catastral urbana y rural. El registro catastral de predios urbanos y rurales es una herramienta que no solo sirve como referencia sobre los predios, sino que es considerado una importante fuente de financiamiento de los cabildos para obras [Telégrafo, E. (17 de junio del 2014)].

Según Benavides (2015) menciona que, el desafío más importante para Ecuador es el poder responder con procedimientos y alternativas eficaces con el fin de mejorar la gestión de la información predial nacional y seccional ante los problemas socio espaciales, que giran en torno a un acelerado crecimiento urbano, este fenómeno urbanístico a su vez acarrea consigo otras problemáticas como el uso y ocupación indebido del territorio el cual encuentra descuidado en la mayoría de ciudades de nuestro país.

En el cantón Urcuquí un desmesurado crecimiento urbano está latente, en muchas ocasiones se desconocen de las actividades que se llevan a cabo dentro de su jurisdicción, es decir existen lugares o asentamientos donde no hubo un control previo por parte de las autoridades municipales, según datos proporcionados en el último censo de población y vivienda realizado en el año 2010, el cantón Urcuquí presenta un incremento en la población esto debido a que existe migración del sector rural a la cabecera cantonal según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de San Miguel de Urcuquí (PDOTU, 2014).

Debido a la migración interna dentro del cantón Urcuquí existen asentamientos urbanos sin previa planificación territorial, estos muchas veces no se encuentran catastrados, esta falta de actualización catastral acarrea consigo problemas como: propiedades sin información, y representación gráfica, errores en las mediciones catastrales de los predios, aspectos importantes sobre los cuales se debe basar todo catastro.

Además, Merino (2014) indica que, la medición catastral no refleja la realidad física de nuestra parcela. Es decir, los linderos de la parcela en el terreno, no coinciden con los reflejados en el plano en el catastro, alterando la superficie real. En estos casos siempre es conveniente solucionar esta situación, ya que, a la larga nos puede ocasionar muchos problemas y disputas de propiedad entre colindantes, errores en futuras expropiaciones o reparcelaciones urbanísticas, problemas a la hora de vender la parcela, etc.

Para el levantamiento de información en un catastro existen equipos topográficos como la estación total, cinta métrica, distanciómetros, laser y equipos geodésicos con la precisión y rapidez necesaria para facilitar las mediciones catastrales, los equipos GPS RTK y GNSS son los más idóneos, los datos se obtienen directamente en campo con resultados óptimos, precisiones de centímetros (cm) o milímetros (mm), pero son muy costosos, el alto precio de estos equipos es porque tienen incorporado una computadora, y un sistema de radio comunicación. También están los GPS Navegadores que son equipos de un costo menor, que cualquier municipio o persona puede adquirirlo.

Las correcciones de las medidas de GPS mejoran la precisión posicional mediante la comparación entre las posiciones obtenidas y la posición de un punto de coordenada conocido, esto debido a que los servicios de posicionamiento autónomo de los GPS no brindan precisión necesaria estos pueden tener un error de metros, pero al realizar las correcciones diferenciales este error puede bajar a centímetros o milímetros. Según Zabala (2018), para alcanzar datos precisos es necesario la corrección de las medidas de GPS de los receptores aplicando técnicas de diferenciación de GPS desarrolladas en campo y por post proceso, lo cual demanda actividades y equipamiento adicionales.

El uso de correcciones diferenciales puede ayudar a otros equipos de medición a obtener mejores resultados si bien una estación total no es capaz de recibir dichas correcciones al tratarse de un instrumento electro-óptico este necesita de dos puntos con coordenadas conocidas o en su defecto asumidas, y que mejor si las coordenadas son proporcionadas por un equipo GPS o GNSS con correcciones diferenciales, la combinación de estos equipos forma un método de alta precisión.

1.2. Preguntas directrices

- ¿Cuáles serán las mediciones catastrales con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK Y NTRIP, en el casco urbano de la ciudad de Urcuquí?
- ¿Cuál es el costo de aplicación de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK Y NTRIP?
- ¿Cuál será la comparación técnica de los datos obtenidos con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP?

1.3. Justificación

El artículo 55 literal i) del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) señala que: “los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; Elaborar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales;” por ende como parte de su administración el municipio está en obligación de los de mantener la información catastral actualizada.

Scarramuza (2014), la alta precisión RTK con equipos GPS tiene muchas veces la limitación de cubrir un radio de muy poca superficie, para ello hace un tiempo se viene tratando de formar redes de RTK que aumentarían la cobertura disminuyendo los costos. Sería la telefonía celular quien podría bajar los costos como una de las ventajas, ya que mediante la misma se podría estar aumentando la cobertura entre las bases.

En mundo globalizado, que está en constante cambio es indispensable estar a la par con el avance de la tecnología, con la presente investigación se determinara si el sistema de corrección diferencial NTRIP ofrece calidades que cumplen con las normas técnicas para la elaboración de catastros, en áreas donde el servicio de Internet sea óptima, proporcionando así la generación de información que permita una correcta identificación, delimitación y ubicación de los predios urbanos del municipio, permitiendo una mejor planificación y ordenación del territorio.

Carranza y Reyes (2017), expresaron que a través de NTRIP se suprime el post-proceso y se obtiene la corrección en tiempo real, basándose en el transmisor sobre el receptor que utiliza un chip GSM y aplicando el modelo TCP/IP enviando datos RTCM para GNSS, permitiendo de esta manera la corrección a través de internet.

El estudio permitirá identificar los equipos de medición y georreferenciación de alta precisión que optimicen recursos, es decir métodos de medición rápidos y que garanticen una alta productividad en la determinación de posición precisa, evitando los errores, acercándose con las exactitudes exigidas por el GAD Municipal de Urcuquí.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar los aspectos técnicos y económicos de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK Y NTRIP con fines catastrales en el casco urbano de la ciudad de Urcuquí.

1.4.2. Objetivos específicos

- Efectuar mediciones catastrales con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK Y NTRIP, en el sector la Recoleta del casco urbano de la ciudad de Urcuquí.
- Determinar el costo de aplicación de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK Y NTRIP, con fines catastrales.
- Realizar la comparación técnica de los datos obtenidos con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Las Fuerzas Armadas Norteamericanas comenzaron a desarrollar el sistema de posicionamiento global GPS (Global Position System). Este sistema actualmente brinda una cobertura mundial. Básicamente su funcionamiento se basa en la medición de las distancias desde un receptor con respecto a un conjunto de satélites cuya posición se conoce en todo momento de manera exacta y precisa. Dado que los satélites son los puntos de referencia, el cálculo de las distancias se efectúa tras medir el tiempo que tardan en llegar a la tierra las señales radioeléctricas que emiten los satélites.

En la actualidad, los sistemas de mediciones y monitoreo en tiempo real están a la vanguardia, siendo éstas las principales alternativas para obtener coordenadas de calidad de pronta respuesta, demostrando que las precisiones alcanzadas con este tipo de posicionamiento y metodología llegan a satisfacer las necesidades de los usuarios, en los diferentes campos de aplicación, proporcionando datos con errores de centímetros, dependiendo del tipo de GPS que se utiliza (Silva, 2014).

El NTRIP fue creado en Alemania en el año 2002 con colaboración de la universidad de Dortmund y la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia, este presenta el mismo principio que un RTK con sistemas de radio como VHF o UHF, a diferencia del antes indicado, NTRIP transmite las correcciones diferenciales, en formato RCTM, a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) las cuales son calculadas a través de una estación de referencia o base CORS ofrecidas a los usuarios vía internet.

Dentro de Latinoamérica, Brasil fue el pionero al realizar pruebas con NTRIP al operar su propio CASTER en la Universidad de Sao Paulo, más tarde instituciones públicas y privadas en Venezuela como la Universidad del Zulia, PDVSA, MECINCA utilizaron el NTRIP como una tecnología eficaz para obtener posiciones en tiempo real mediante GNSS para diversos fines.

Dentro de los alcances que ha tenido esta tecnología resaltan las pruebas realizadas por MECINCA, empresa privada venezolana que se dedica a la comercialización y servicio técnico de instrumentos topográficos y geodésicos, quienes realizaron experimentos en el año 2007 con la finalidad principal de mostrar la fiabilidad del NTRIP a diferentes distancias entre la estación de referencia y el rover, obteniendo coordenadas absolutas y relativas en tiempo real para luego comparar los resultados, evaluarlos y dictar un criterio que en base a los estándares actuales de catastro y topografía, permitan emplearlo como una herramienta adecuada para distintas aplicaciones (Márquez, 2007).

En el año 2008, SIRGAS inició el proyecto piloto “SIRGAS – RT”, con el objetivo de investigar los fundamentos y aplicaciones asociadas con la distribución del continente, en cuanto a observaciones y correcciones a las mediciones GNSS en tiempo real, mediante NTRIP o cualquier otro medio de largo alcance (Hoyer, 2009).

En Ecuador se han realizado investigaciones con este tipo tecnología obteniendo buenos resultados de precisión en tiempo real, su aplicación ha sido especialmente en dispositivos móviles debido a que los equipos profesionales son más costosos. La empresa eléctrica Riobamba S.A. (EERSA) se ayudó de esta herramienta para mantener actualizada su información como una alternativa para optimizar recursos. La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en cooperación con estudiantes de la carrera de ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes desarrolló un caster experimental para la distribución de medidas de GNSS/GPS en tiempo real.

Zabala (2018), menciona que, la implementación del caster local experimental para la distribución de correcciones de GPS en tiempo real a través de la tecnología NTRIP es un avance importante para los procesos de georreferenciación en orden de minimizar el error en el posicionamiento de las observaciones realizadas. BKG provee la versión estándar del software del caster la misma que es distribuida bajo la licencia GNU con ciertas restricciones que incluye 100 clientes conectados por source registrado en el caster. Ecuador cuenta con 33 estaciones GNSS que conforma REGME que al asociarlos al caster la disponibilidad de conexión al servicio será de 330 usuarios.

2.2. Global Positioning System GPS

Conocido por sus siglas en español como Sistema de Posicionamiento Global, es, como su nombre lo indica, un sistema de ubicación geográfica basado en tecnología satelital. La técnica fundamental del GPS es la medición de las distancias entre el receptor y algunos satélites que tengan visión directa a éste. Las posiciones de los satélites son transmitidas junto con la señal GPS al usuario. A través de unas posiciones conocidas (de los satélites) y medidas entre el satélite y el receptor, la posición del receptor puede ser determinada. El cambio de posición, el cual también puede ser determinado, se traduce en la velocidad instantánea a la que está viajando el receptor (Xu, 2007).

El GPS es un servicio del gobierno de los Estados Unidos, en el año 1983 puso este sistema a disposición del público, pero el gobierno siguió manteniendo el control del mismo. A partir del año 2000 las empresas y el público en general obtuvieron un acceso completo al uso del GPS, abriendo camino un mayor avance del GPS.

2.2.1. *Funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global.*

El funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global se da mediante una red de satélites en órbita sobre la tierra, con trayectorias adaptadas para abarcar toda la superficie. En el cálculo de la posición, un receptor recibe información en señales indicando la identificación, la hora del reloj de cada uno de los satélites e información técnica más detallada. El sistema consta de tres segmentos detallados a continuación:

Figura 1

Segmentos por lo que está compuesto el GPS



Fuente: Topografía, 2016

2.2.2. Segmento Espacial

El segmento espacial GPS consiste en una constelación de satélites que transmiten señales de radio a los usuarios. Los Estados Unidos están comprometidos a mantener la disponibilidad de al menos 24 satélites GPS operativos, el 95% del tiempo. Para asegurar este compromiso, la Fuerza Aérea ha estado volando 31 satélites de GPS operativos durante los últimos años. Esto garantizaba un mínimo de cinco satélites disponibles en cualquier parte del mundo (normalmente seis), sin embargo, se han ido añadiendo satélites que mejoren las prestaciones de servicio del GPS (Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, 2017).

2.2.3. Segmento de Control.

El segmento de control recibe las señales de los satélites y calculan la órbita en donde se encuentran, los errores en la órbita de cada satélite, datos de las efemérides, entre otros, todos estos son calculados y corregidos, para ser enviada a cada satélite en todo momento (Silva, 2014).

2.2.4. Segmento de Usuario.

El segmento de usuario es cualquier que pueda recibir información procedente del segmento espacial y calcula su posición.

2.3. Sistemas de Navegación Global por Satélite GNSS

Con el apareamiento del GPS surgió una nueva competencia 30 años más tarde la Unión Soviética Rusa desarrollaría GLONASS su propio sistema de posicionamiento global, fue así como nació el concepto de GNSS (Global Navigation Satellite Systems) es el término estándar genérico que engloba a los sistemas de navegación por satélite que proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global o mundial, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación. El GPS y GLONASS son los únicos sistemas GNSS plenamente operativos en 2014 a los que el sistema BeiDou de China se ha sumado, y en breve se incorporaran otros sistemas tales como GALILEO de Europa y QZSS japonés (Berné, Anquela, y Garrido, 2014).

Aunque el GPS es un subconjunto de GNSS, los receptores se diferencian como GPS (es decir, solo GPS) o GNSS. Un receptor GPS solo puede leer información de los satélites de la red de satélites GPS, mientras que el dispositivo GNSS típico puede recibir simultáneamente información tanto de GPS como de GLONASS u otros sistemas por añadidura, aparte de estos dos (Keys, 2020).

2.3.1. Receptores GNSS

Un receptor GNSS tiene un mayor número de satélites lo que ofrece al dispositivo una mayor posibilidad de determinar una posición precisa, pues no se limita a recibir señales de satélites de un solo sistema posicionamiento al contrario su cobertura sería global.

La medición en un receptor GNSS es representada mediante vectores tridimensionales que contienen distancia, dirección y un diferencial de altura entre los puntos de la medición, algo importante a mencionar es que el receptor necesita tener una línea directa de vista a un número suficiente de satélites para que el software pueda generar el vector como la diferencia entre las coordenadas X, Y, Z de un sistema dado.

Se define como un sistema geocéntrico aquél que especifica una terna de ejes ortogonales cartesianos X, Y, Z centrado en el centro de masas de la tierra. Estos sistemas terrestres (fijados a la Tierra) tienen el eje X solidario al meridiano origen de las longitudes y el eje Z próximo al eje de rotación, por lo tanto, este sistema “gira” juntamente con la tierra. Estos sistemas resultan imprescindibles para ubicar puntos ligados al planeta tierra (Manuel, 2012).

2.3.2. Correcciones Diferenciales GNSS

Esta información complementaria permite corregir con las inexactitudes que se puedan introducir en las señales que el receptor recibe de los satélites. En este caso, la estación terrestre transmite al receptor GNSS los ajustes que es necesario realizar en todo momento, éste los contrasta con su propia información y realiza las correcciones mostrando en su pantalla los datos correctos con gran exactitud (González, 2015).

Existen algunas clasificaciones para este procedimiento, sin embargo, una muy detallada es la siguiente:

De acuerdo a la naturaleza de la medición: absoluta o relativa.

Absoluta: un solo equipo que no se comunica o recibe correcciones de otro equipo o fuente diferente a los satélites GNSS.

Relativa: dos o más equipos que se comunican o intercambian información.

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.

De acuerdo a la movilidad del equipo (o equipos).

Estático.

Cinemático.

2.4. Mediciones GNSS en Tiempo Real

Al referirnos a tiempo real podemos decir que es la obtención de información al momento del proceso “al mismo instante”. También muchas formas de obtener mediciones en tiempo real.

2.4.1. Sistemas de aumentación, WAAS o EGNOS.

El WAAS (Wide Area Augmentation System) fue desarrollado por la Administración Federal de Aviación (FAA) y el Departamento de Transporte de Estados Unidos (DOT) como un complemento al sistema GPS para su empleo en aplicaciones de vuelo de precisión dado que el GPS por sí solo no cumple con los requisitos de exactitud, integridad y disponibilidad de las señales que requiere la FAA para la navegación aérea. El WAAS

corrige los errores de la señal GPS causados por las perturbaciones en las órbitas de los satélites, errores en la medición del tiempo, y por el retraso de la señal de navegación en la ionósfera. Asimismo, el WAAS proporciona información vital sobre la integridad de las señales y la salud de cada satélite GPS. Un receptor compatible con WAAS puede proporcionar una precisión en la estimación de la posición mejor que 3 metros, el 95 por ciento de las veces (Duarte, 2016).

El EGNOS es un sistema de navegación por satélite, SBAS, basado en la aumentación de las prestaciones proporcionadas por el sistema GPS. Es un programa impulsado en el año 1994 por el llamado grupo tripartito formado por la Unión Europea, Eurocontrol y la Agencia Espacial Europea (ESA) permitiendo afrontar la demanda de necesidades no sólo de la aviación civil, sino también de otros medios de transporte y diferentes aplicaciones (Olivares, 2015).

2.4.2. *Sistemas de suscripción, Omnistar.*

Es un sistema de aumentación basado en satélites (SBAS). La señal de corrección Omnistar se obtiene a través de una suscripción, la cual autoriza su uso. El sistema utiliza satélites geostacionarios en 8 regiones que cubren la mayor parte de la Tierra.

2.4.3. *Sistemas de radio como VHF o UHF, RTK*

Se denomina RTK a la tecnología que provee a un sistema de dos GPS la habilidad de determinar distancias a los satélites midiendo la fase (frecuencia) de la señal portadora y lograr así una solución a la dispersión de la posición del GPS fijo (Base), y simultáneamente transmitir en tiempo real esta solución al GPS móvil (Vehículo) para que éste genere coordenadas al centímetro (Scarramuza, 2014).

El formato de las correcciones diferenciales es definido (RTCM). Los radiotransmisores operan enviando la frecuencia VHF/UHF para las correcciones entre la base y el móvil.

2.4.4. *Internet y Telefonía celular.*

Hoy en día, los dispositivos móviles más que las capacidades de comunicación están convirtiéndose en algo mucho más avanzado. “El desarrollo de la tecnología de las

comunicaciones se ha vuelto multi alcance por lo que la interacción de varios aspectos dinámicos como la geo localización GPS es algo en la actualidad común en los dispositivos de telefonía celular” (Basantes, 2016, p.32).

2.5. Estaciones de Referencia CORS

Consiste en una cadena de puntos geográficos ocupados permanentemente por antenas y receptores GNSS de calidad geodésica grabando datos de los satélites (GPS y GLONASS por ahora) y compartiendo los mismos a través de un servidor en línea al cual el usuario puede acceder desde su ubicación a través de un enlace GPRS/GSM con su receptor móvil (ROVER) obteniendo correcciones con precisión centimétrica en tiempo real para el cálculo de coordenadas geográficas (José, 2015).

Para crear este tipo de sistema de comunicación se han perfeccionado una serie de tecnologías, formatos y protocolos.

2.6. Formato de transmisión RTCM

El formato RTCM fue propuesto por la Comisión Técnica de Radio de Servicios Marítimos (RTCM), un organismo asesor creado en 1947 para investigar asuntos relacionados con las telecomunicaciones marítimas. El Comité Especial N° 104 (SC104) fue establecido en 1983 para desarrollar un formato estándar para la transmisión de mensajes de correcciones diferenciales a los usuarios de GPS. De allí se genera el RTCM-104 (El-Rabbany Ahmed, 2001).

Este formato de datos RTCM se ha constituido como un formato estándar de todos los receptores GNNS/GPS con la finalidad de ir mejorando se han creado nuevas versiones a continuación las versiones más importantes son:

2.6.1. *RTCM 2.0*

Solo admite GPS diferencial. La exactitud DGPS dada por esta versión es alrededor del metro. No contiene algún tipo de información de las fases de las portadoras de manera que no son posibles aplicaciones RTK, con mensajes tipo 1, 3, 9.

2.6.2. RTCM 2.1

Fue liberado en 1993 y consiste de nuevos tipos de mensajes los cuales muestran la transmisión de data de las fases de las portadoras, haciendo posible las aplicaciones en RTK, mensajes tipo 18, 19, 20, 21 y precisión centimétrica.

2.6.3. RTCM 2.2

Fue publicada en enero de 1998, incluye soporte para el sistema de navegación satelital ruso (GLONASS). Los mensajes tipo 18 al 20 en esta versión no son completamente compatibles con la versión previa, versión 2,1.

2.6.4. RTCM 2.3

Fue publicada en el 2001, diseñado para enviar datos vía UHF y los mismos están dotados de bits especiales extra, para la corrección en el aire de los errores, es decir, reponer los bits, con ciertas limitaciones, que se hubiesen perdido durante la transmisión vía UHF.

2.6.5. RTCM 3.0

Reducción de ancho de banda, RTK mensajes tipo 1004, 1005 con precisión centimétrica. La mayor eficiencia del formato RTCM 3.0 permite la reducción significativa del ancho de banda de los mensajes, es decir, reduce el tamaño de los paquetes de información, esto es especialmente importante en las redes inalámbricas y móviles, donde el ancho de banda disponible es mucho menor que la de red cableada, lo que hace posible el envío y recepción de correcciones diferenciales a través de internet utilizando los servicios de tecnología celular (Yan, 2004).

2.6.6. RTCM 3.1

Es el estándar aprobado por la comisión RTCM en mayo de 2006. Incorpora correcciones de Redes RTK, lo cual indica que el receptor móvil obtiene información RTK precisa sobre un área grande.

2.7. Protocolo IP / NTRIP

El Comité Especial 104 de la Comisión Radio Técnica para Servicios Marítimos, completó un nuevo estándar que define un protocolo para la transmisión de datos GNSS a usuarios fijos o móviles a través de Internet llamado "Red de Transporte de RTCM a través del Protocolo de Internet (NTRIP por sus siglas en inglés)", basado en el http y que permite simultáneamente conexiones a PC, Laptop, PDA, o a un receptor de radiodifusión, además soporta el acceso inalámbrico a la red a través de IP móvil como GSM, GPRS, EDGE o UMTS.

NTRIP constituye la capa de transporte y los datos transmitidos están en el formato RTCM, generalmente en versiones 2,3 y 3,0. Ambas contienen dentro de sus mensajes todos observables GPS y GLONASS, definición y tipo de antena, coordenadas de la estación de referencia, correcciones de código y fase, en el caso de la versión 3.0, transmite adicionalmente un mensaje de solución de red, conformado por las correcciones diferenciales de varias estaciones permanentes, lo cual aumenta la consistencia y calidad de las soluciones de posicionamiento en tiempo real (Ivars y Rodríguez, 2011).

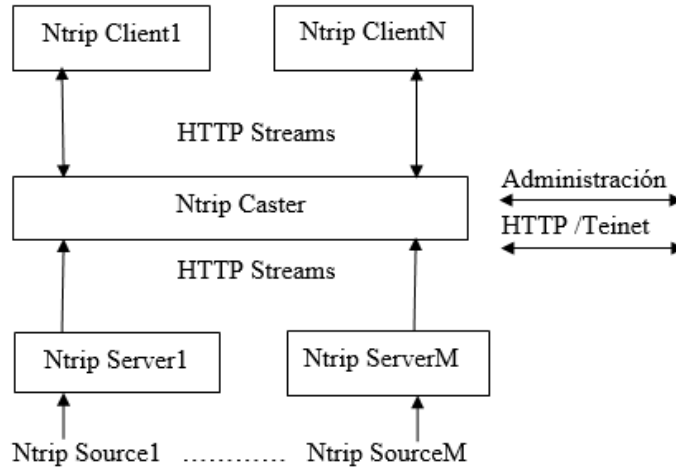
Aplicado al posicionamiento geodésico con GNSS, el NTRIP permite la transmisión de correcciones diferenciales bajo el mismo principio de las mediciones en tiempo real, con la ventaja de poder aumentar la longitud de las líneas bases y reducir los costos asociados al trabajo de campo. El funcionamiento del protocolo NTRIP viene dado por la comunicación entre sus componentes los cuales son los encargados de transmitir el flujo de datos.

2.7.1. Componentes de NTRIP

En la figura 2 se puede observar los componentes del Ntrip.

Figura 2

Componentes de NTRIP



Fuente: Arquitectura NTRIP, 2016

Elaborado por el autor.

2.7.2. *NtripSource*

Son estaciones bases de referencia GNSS continuas, llamadas Mount-Point, las cuales generan datos DGPS y RTK en formato RTCM en lugares específicos, de modo que el usuario (NtripClient/NtripUser) tiene la opción de seleccionar el Mount-Point que crea conveniente para la ejecución de su proyecto. Para proporcionar la información adecuada entre NtripClient/NtripUser-NtripCaster la información ofrece una lista de Mount-Points denominada lista fuente; la cual es mantenida por el NtripCaster y proporciona al cliente una variedad de atributos tales como las coordenadas y formato de identificación.

2.7.3. *NtripServer*.

Está constituido por un computador conectado a internet, que ejecuta el programa NtripServer, con la finalidad de enviar las correcciones de las observaciones del receptor base, a una tercera instalación (NtripCaster) o al cliente (NtripClient/NtripUser) en formato

RTCM; considerando que la transmisión de estas correcciones puede ser emitida en cualquier versión del formato RTCM, se selecciona la versión disponible para el Mount-Point seleccionado a través de HTTP y una vez establecida la conexión los datos pueden enviarse a través de TCP/IP.

2.7.4. *NtripCaster*

El NtripCaster es un importante organismo de radiodifusión integrado entre las fuentes de datos (NtripServer) y el receptor de datos (NtripClient/NtripUser). Constituye el nodo distribuidor de las señales, por lo general es un programa ejecutado en un servidor situado idealmente en el centro de la red. El NtripCaster recibe flujos de datos de NtripServer (generados por NtripSource) y gestiona, por ejemplo, la manipulación de montaje para NtripSource definiendo los identificadores de cada estación de referencia (Mount-Point), contraseñas, usuarios y acceso.

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 los usuarios con su nombre y clave. Adicionalmente lleva una estadística de uso por estación, y calidad de datos recibidos (Peterzon, 2004).

Cuando no se cuenta con estaciones de referencia que transmitan correcciones vía IP cercanas del lugar donde se desee realizar mediciones con NTRIP (a menos de 100 Km.), estas pueden llevarse a cabo de igual manera instalando un caster local, el cual se encuentra conformado por un receptor GNSS que transmita correcciones en tiempo real (estación de referencia) y un software que funciona como servidor ejecutado en un computador, el cual a través de una conexión a internet pone a disposición de los usuarios estas correcciones, quienes las reciben en campo a través de la dirección IP generada en la estación de referencia.

2.7.5. *NtripClient o NtripUser*

Es el programa que debe ser cargado por el usuario en un teléfono celular, colector de datos o computador con conexión a internet, para poder acceder a la lista de Mount-Points que se encuentran disponibles en el caster o en una dirección IP específica en el caso de un

caster local, y recibir las correcciones que envía la estación de referencia para ser aplicadas al rover. Generalmente el enlace a internet se gestiona a través de equipos celulares, labor que se puede realizar empleando distintos tipos de conexiones, tal es el caso de: conexión Bluetooth entre el celular y el receptor GNSS, conexión Bluetooth entre el celular y el colector de datos, o en algunos casos mediante un cable conectado desde el teléfono celular al puerto serial del receptor.

Se pueden obtener programas NtripClient/NtripUser de diferentes empresas que soportan multitud de marcas y modelos de teléfonos, la mayoría de ellos emplea tecnología GSM (Global System for Mobile Communications) /GPRS (General Packet Radio Service), los receptores GNSS que soportan NTRIP, ya tienen el programa base NtripUser/NtripClient incorporado.

2.7.6. *Redes móviles vía IP aplicables al NTRIP*

La conexión a Internet de forma inalámbrica a través de redes IP móviles (GSM, GPRS, EDGE o UMTS), permite el acceso a las correcciones diferenciales proporcionadas mediante el protocolo NTRIP, estas redes están a la disposición de los usuarios permitiéndoles elegir la más conveniente para la recepción del paquete de datos. Su empleo dependerá del desarrollo de las redes de telecomunicación existente en la zona donde se quiere utilizar la tecnología.

NTRIP. Proporciona nuevos conceptos a los ya existentes en los sistemas de navegación global, como el concepto de "Red Global de Estaciones de Referencia GNSS en tiempo real" dando lugar a muchas aplicaciones. Se trata de una red de estaciones de referencia que tiene la posibilidad de ofrecer la transmisión en tiempo real de datos GNSS, que dan acceso desde cualquier parte del mundo y desde cualquier estación de referencia en la red (Thilantha L, 2006).

Exactitudes. En condiciones ideales recibiendo correcciones desde estaciones pertenecientes a redes establecidas a nivel mundial, la técnica ofrece calidades submétricas mejores a los ± 50 cm. para correcciones diferenciales DGPS (recibiendo correcciones a los códigos) y calidades centimétricas para las soluciones GNSS (recibiendo correcciones

a la fase de la portadora). Sin embargo, las exactitudes obtenidas mediante NTRIP siempre van a depender de los factores que afectan a las mediciones GNSS en general, tales como distancia entre la estación y el receptor, errores de propagación e interferencia de señal superficie reflectora, de grandes edificios entre otras.

2.7.7. Factores que afectan las mediciones NTRIP (limitantes)

NTRIP al igual que en los métodos convencionales GPS como estático, estático rápido, cinemático etc., se ven afectados por errores presentes en la estación de referencia, tales como propagación de la señal, parámetros del reloj, configuración geométrica de los satélites, salto de ciclos, entre otros (Seeber, 2003).

2.7.8. Ancho de Banda.

El ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (bps), kilo bites por segundo (Kbps), o mega bites por segundo (Mbps). En las redes de ordenadores, el ancho de banda a menudo se utiliza como sinónimo para la tasa de transferencia de datos como la cantidad de datos que se puedan llevar de un punto a otro en un período dado (generalmente un segundo).

El ancho de banda es una limitante sumamente importante cuando se quiere utilizar Internet como medio de transmisión para correcciones en tiempo real bien sea RTK o DGPS, ya que debe recordarse que la comunicación vía IP consiste generalmente en una sucesión de conexiones, cada una con su propio ancho de banda y si una de éstas conexiones es mucho más lenta que el resto actuará como cuello de botella retardando la comunicación y en muchos casos impidiendo la recepción o envío de los datos GNSS.

2.7.9. Cobertura Celular.

Los teléfonos celulares funcionan mediante ondas de radio que usan un sistema de estaciones base para la comunicación (algunas veces conocidos como "sitios de células o celdas" que envían y reciben llamadas y las retransmiten a otras redes. 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 con la cual se comunica, los obstáculos físicos, ruidos e interferencias.

El ruido se refiere a señales electrónicas indeseadas que se introducen por los componentes del circuito o disturbios naturales que hacen que la comunicación se distorsione. Por ejemplo, como cualquier transmisión de radio, las señales de los teléfonos celulares pueden verse afectadas por condiciones climáticas severas, edificios muy altos u otros objetos que interfieran entre su teléfono y la estación base más cercana o antena que usa su proveedor, lo que hace imposible la transmisión de datos GNSS en tiempo real.

2.7.10. Errores Observacionales.

Al igual que en la ejecución de los procedimientos de medición estándar GNSS (estático, estático-rápido, cinemático), las observaciones con NTRIP también se ven afectadas por errores tales como: propagación de la señal, parámetros de órbita y reloj de los satélites, configuración geométrica de los satélites, saltos de ciclo, entre otros. Estos errores afectan tanto a la base como al rover, quienes pueden verse limitados por las condiciones del lugar de medición (obstrucciones tales como árboles, edificios, tendidos eléctricos, etc.).

En el caso específico de esta modalidad del tiempo real, la cobertura de la telefonía celular en el área y su dependencia de la Internet son factores de riesgo que imposibilitan su aplicación, además, al usar equipos de frecuencia simple se limita la extensión de la línea base lo que no necesariamente sucede con doble frecuencia.

2.7.11. Error Medio Cuadrático (RMS).

Es la medida que brinda una estimación sobre la variación de la cantidad de error que hay entre dos datos.

2.8. Equipo de precisión GNSS emlid Rs2 para levantamiento catastral

El equipo Reach RS2 es un instrumento para mediciones topográficas de precisión, para medir se necesita una estación base como fuente de correcciones. Ese es un requisito para la precisión centimétrica en RTK y PPK. La base puede ser otro receptor Reach RS2 o un servicio NTRIP (Emlid, 2022).

2.8.1. Características del equipo emlid Rs2

En la siguiente tabla se observa las diferentes características del equipo emlid Rs2.

Tabla 1

Características del equipo emlid Rs2

Características del equipo emlid Rs2	
	EstáticoH: 4 mm + 0,5 ppm V: 8 mm + 1 ppm
Posicionamiento	PPKH: 5 mm + 0,5 ppm V: 10 mm + 1 ppm RTKH: 7 mm + 1 ppm V: 14 mm + 1 ppm
Datos	Correcciones NTRIP, VRS, RTCM3; salida de posición NMEA, LLH/XYZ Almacenamiento interno16 GB
GNSS	Señal rastreada GPS/QZSS L1C/A, L2C; GLONASS L1OF, L2OF BeiDou B1I, B2I; Galileo E1-B/C, E5b;IMU9 DOF
Conectividad	Rango de frecuencia868/915 MHZ; tarjeta SIM Nano SIM Wifi802.11b/g/n; Bluetooth4.0/2.1 EDR

2.8.2. Precio del equipo emlid Rs2

Según la compañía técnica miranda (COTECMI, 2022) el costo de este equipo con los siguientes accesorios; 2 receptor GNSS REACH RS2, 2 cable USB, 2 maleta de transporte, 1 año de servicio de estaciones de referencia COTECMI, 2 bastones para GPS poli carbonato de 2 m de altura, 2 bípode para bastón y la instalación de software libre en el celular es de 6832 dólares americanos más el impuesto al valor agregado.

2.9. Equipo de precisión GNSS NTRIP T300 PLUS para levantamiento topográfico

El receptor GNSS T300 Plus es un receptor RTK de nueva generación que ofrece seguimiento de constelación completa, compensación de inclinación y un flujo de trabajo

sencillo con el software Survey Master basado en Android, para realizar levantamientos de precisión centimétrica bajo demanda (COTECMI, 2022).

2.9.1. Características de medición del equipo T300 PLUS

En la tabla 2 se observa las diferentes características del equipo T300 PLUS.

Tabla 2

Características del equipo T300 PLUS

Características del equipo T300 PLUS	
Señales	GPS L1, L2, L2C, L5; Beidou B1, B2, B3 GLONASS L1, L2; Galileo E1, E5a, E5b QZSS, SBAS WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN
Precisión	H: 2.5 mm + 0,5 ppm V: 5 mm + 0,5 ppm H: 8 mm + 1 ppm V: 15 mm + 1 ppm
Manejo de datos	GB, 1Hz, 5Hz, 10 Hz, 20 Hz RS232C
Comunicación sin cables	v 4.0 compatible con Windows OS y Android OS Interno, 410 a 470 Mhz de 2 Watts

2.9.2. Precio del equipo T300 PLUS

Según la compañía técnica miranda (COTECMI, 2022) el costo de este equipo con los siguientes accesorios: 1 receptor T300 base, 1 receptor T300 plus móvil, 2 antenas látigo, 4 baterías recargables, 2 cargadores de batería, 1 cable de comunicación DB9, 1 cable de comunicación USB, 1 set de manuales, base de nivelación con plomada óptica y centro giratorio, maletas para transporte entre otros accesorios es de 8390 dólares americanos más el impuesto al valor agregado.

2.10. Levantamiento catastral con dron

Según Chambilla y Mamani (2018) menciona que, los drones se han convertido en un aliado para los proyectos topográficos y de la industria de la construcción. Sin embargo, el levantamiento topográfico con este equipo en comparación con los diferentes equipos topográficos existe una diferencia en el posicionamiento GNSS. Actualmente esta herramienta de trabajo ha evolucionado y existe drones con posicionamiento RTK (Phantom 4 pro RTK).

2.11. Aplicación de NTRIP en Catastros Urbano y Rural.

Las mediciones GNSS-TR permiten el posicionamiento en cualquier parte del mundo contando con receptores apropiados, los cuales procesan las señales emitidas por los satélites y proporcionan las coordenadas tridimensionales de puntos sobre la superficie de la tierra en el mismo instante de la observación. Este tipo de mediciones han venido evolucionando al incorporar las nuevas tecnologías en materia de telecomunicaciones, al instrumental GNSS, lo que permite tener una favorable actividad de campo en cuanto al proceso de captura, almacenamiento, cálculo, transmisión de los datos y representación gráfica de los mismos, obteniendo así un producto final con mayor precisión y rapidez.

2.11.1. Catastro

Virgos y García (2015) comentan que, el catastro se define como: un sistema de información basado en el predio actualizado, que registra las características de las parcelas y la información relacionada con la tierra; allí se almacena los derechos, las restricciones de las propiedades inmuebles y las responsabilidades de sus propietarios. Además, cuenta con una descripción geométrica de los predios asociada al valor del terreno y sus mejoras.

“El Catastro es el inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado de la propiedad inmueble que configuran el territorio urbano – rural, con el objeto de lograr la correcta identificación tanto en el aspecto físico, jurídico, fiscal y económico de los inmuebles.

Aspecto físico. Consiste en la identificación de los linderos del terreno y las edificaciones del predio sobre documentos gráficos o fotografías y la descripción y clasificación del terreno y las edificaciones.

Aspecto Jurídico. Es anotar e indicar en los documentos catastrales la relación entre el propietario o poseedor del bien inmueble de acuerdo con el código civil y demás normas, mediante la identificación ciudadana o tributaria del propietario o poseedor y de la escritura de registro del predio respectivo.

Aspecto Fiscal. En el aspecto fiscal es la aplicación de la tarifa correspondiente al impuesto predial unificado que tiene como base al avalúo catastral.

Aspecto económico. Consiste en la determinación del avalúo catastral del predio por parte del sujeto activo (Municipalidad) a través de la unidad administrativa correspondiente.

2.11.2. Información de un Catastro.

Cada municipalidad distrital tiene entre sus funciones elaborar y mantener el catastro distrital dentro de su jurisdicción, tanto en el ámbito urbano como rural. Para la elaboración del catastro cada municipalidad es autónoma en la información que debe tener la ficha a ser aplicada según los aspectos sociales, económicos, legales, ambientales, de riesgo entre otros; es decir responde a la realidad de cada distrito.

Posadas, Kestler y Guzmán (2012), señalan que no existe una única definición de la palabra catastro y cada país o institución puede tener una de acuerdo al objetivo que pretende alcanzar, por ejemplo, si es un catastro con finalidad fiscal, hará énfasis en la relación predio y valor del mismo con fines impositivos; si la finalidad es la jurídica, hará énfasis en la relación predio, el titular catastral y el tipo de propiedad de la finca.

2.11.3. Catastro por el ámbito de Ubicación.

Refiriéndose a la posición espacial en que se encuentran los predios o parcelas que se estudian se tiene:

2.11.4. Catastro urbano

El catastro es un censo orientado al inventario y diagnóstico de información inmobiliaria, física, jurídica y económica de las ciudades. Dentro de las actividades se encuentran: planos catastrales, en donde se identifican actividades urbanas como: desarrollos habitacionales, comerciales, industriales, institucionales, recreativos, entre otros (Valero y Ribera, 2013).

2.11.5. Catastro rural.

Está orientado al inventario y diagnóstico de la situación física, jurídica y económica de las unidades inmobiliarias rústicas. Dentro de las actividades se encuentran la realización de mapas, mediante los cuales se identifican las actividades agrícolas, como cultivos, actividades agro-pastorales, así como también se identifican aquellas áreas misceláneas (Santamaría, 2001).

2.11.6. Proceso de generar un catastro con equipos topográficos

El levantamiento catastral consiste en medir ya sea de forma directa o indirecta la cantidad de distancias, ángulos vértices necesarios para describir la forma del predio y determinar ya sea gráfica o analíticamente la superficie del mismo.

Métodos de levantamiento para medición urbana

El catastro urbano, el cual comprende áreas densamente pobladas, se utiliza métodos de levantamiento que garanticen la precisión, por aspectos jurídicos, planificación urbana y otros propósitos como mejoramiento del sistema de alcantarillado o la red vial. Para garantizar esta precisión en zonas urbanas se sugieren el uso equipos topográficos como: Estación Total, y geodésicos tales como: GPS o Receptor GNSS.

Métodos de levantamiento para medición rural

Para la realización de levantamiento catastrales rurales se puede trabajar con una fotografía aérea o bien con imágenes satelitales, sin embargo, estas solamente proporcionan la información que pueda ser reconocida dentro de la fotografía o imagen, cualquier otra información que sea necesaria debe obtenerse en campo. A pesar que se puede tener

información con cierta limitación este tipo de levantamiento tiene la ventaja que se pueden cubrir grandes extensiones de terreno en un tiempo menor comparado con los métodos topográficos (Posadas et. al, 2012).

Por esta razón, dentro del catastro rural interesa que permita una mayor cobertura del levantamiento, aunque se sacrifique la precisión.

Combinación de métodos

Tanto en zonas urbanas como rurales, se requiere la combinación de instrumentos y apoyo de equipos de uso común como cinta métrica y brújula. De igual forma, un levantamiento mediante fotointerpretación se puede auxiliar del uso de equipos de levantamiento directo en zonas donde no es posible obtener suficiente detalle o en caso de que los predios sean demasiado pequeños (Cruz, 2009).

2.11.7. Costo de catastros urbanos y rurales

Según la FAO (2015), se debe definir claramente las variables principales que sirven de base de cálculo de los costos (materia prima, equipos, gastos operativos y mano de obra), de los levantamientos. También debe identificarse y definirse otras variables que pueden afectar el calendario y finalización de las actividades de producción, mismas que pueden resultar difícil de cuantificar o evaluar. Es por ejemplo el caso de la accesibilidad al lugar de medición y su tipo de relieve, el clima existente en la zona de trabajo y los días de trabajo posibles, la densidad de predios en las áreas que no cuentan con información previa, etc.

Costos Directos

- Costo de Mano de Obra: Recursos Humanos (Ingeniero, Topógrafo, Cadenero)
- Costo de Materiales y Equipos: Equipos necesarios para la ejecución del levantamiento o actividades previas al proyecto como mantenimiento de equipos, transporte, combustible, entre otros.

Costos Indirectos

- Costos Administrativos: Papelería, Útiles de oficina, mapas de manzanas, etc.

- Costos Eventuales: costos que no son recurrentes en la ejecución del proyecto.

Constituidos los costos directos, indirectos y gastos generales, se debe establecer la relación entre costos unitarios y costos totales a incurrir, de acuerdo con el alcance previsto o producto a obtener es decir la cantidad de hectáreas, parcelas, etc. Para el proyecto los costos unitarios deberán de proyectarse por la cantidad del producto los costos obtenidos de este cálculo representan el costo total de levantamiento catastral.

2.12. Marco Legal

2.12.1. Constitución Política de la República del Ecuador

El artículo 241 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que “la planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados”.

De igual manera el Art. 264 numeral 9 de la Constitución de la República, menciona que “los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Formar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales”.

2.12.2. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización

El artículo 139 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) “Es obligación de dichos gobiernos actualizar cada dos años los catastros y la valoración de la propiedad urbana y rural. Sin perjuicio de realizar la actualización cuando solicite el propietario, a su costa. El gobierno central, a través de la entidad respectiva financiará y en colaboración”.

Art. 494, las municipalidades y distritos metropolitanos mantendrán actualizados en forma permanente, los catastros de predios urbanos y rurales. Los bienes inmuebles constarán en el catastro con el valor de la propiedad actualizado, en los términos establecidos en este Código.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

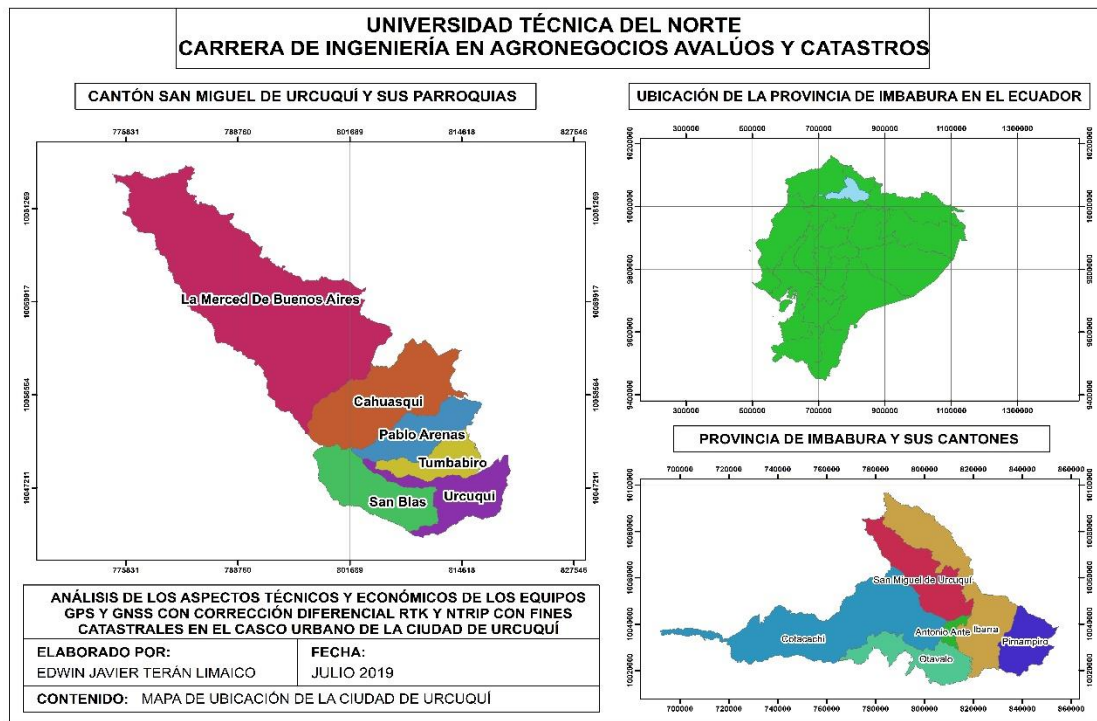
3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón San Miguel de Urququí perteneciente a la Provincia de Imbabura, su superficie es 785,31 Km², que representan el 17,12% del total de la provincia de Imbabura.

Está conformado por seis parroquias: una urbana, la parroquia urbana de Urququí, y cinco rurales: Cahuasquí, La Merced de Buenos Aires, Pablo Arenas, San Blas y Tumbabiro, siendo además la urbe de Urququí la cabeza cantonal y la localidad de mayor tamaño de todas las poblaciones del cantón (PDOT de Urququí, 2014-2025), ver figura 3.

Figura 3

Mapa de ubicación del cantón San Miguel de Urququí



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2015

3.2. Ubicación

El cantón San Miguel de Urququí, se localiza al noroccidente de la provincia de Imbabura, aproximadamente a 23,6 km de su capital Ibarra. Sus coordenadas geográficas son latitud $0^{\circ} 26' 20''$ N y longitud oeste $78^{\circ} 11' 45''$ W.

3.3. Delimitación del área de estudio

La investigación se efectuó en 5 manzanas del casco urbano las cuales conforman el sector La Recoleta, cuyos límites son: al norte con Calle S/N, al sur con Vía que conduce a Siembra EP; al este con Calle S/N, y al oeste con Calle Guzmán.

Figura 4

Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Elaborado por el autor

3.4. Materiales, equipos y herramientas

Los materiales, equipos y herramientas que se utilizó en la presente investigación se sintetizan, ver tabla 3:

Tabla 3

Materiales, equipos y herramientas

Materiales	Equipos	Herramientas
Libreta de apuntes	GPS RTK	Hyper Gis
Papel	Receptor GNSS NTRIP	QGIS
Esferos gráficos	Computador	Autocad
	Impresora	Herramienta Office
		Ortofotos IGM

3.5. Tipo de Investigación

Se planteó una investigación de campo, de tipo no experimental ya que no se pretende dar en base a los datos recopilados en campo, entrevistas dirigidas a los actores involucrados en este caso, El Departamento de Avalúos y Catastros del GAD municipal de Urcuquí quien fue la entidad correspondiente quien extendió el respectivo permiso para podrecer con el levantamiento de información.

3.6. Procedimientos de la investigación

3.6.1. Revisión bibliográfica

Para el desarrollo de la investigación se recurrió a la recopilación de información de varias fuentes académicas encontradas en archivos físicos y digitales, los cuales se encuentran respaldados en las referencias bibliográficas del presente documento, estas permitirán verificar los resultados obtenidos con las herramientas de investigación aplicadas en el trabajo de campo.

3.6.2. Nivel descriptivo

La investigación descriptiva tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes (Guevara et al., 2020).

En la investigación se describe comportamiento de los equipos GPS Y GNSS en el casco urbano de la ciudad de Urcuquí y como es su funcionamiento y características económicas al momento de realizar mediciones catastrales

3.6.3. Método hipotético-inductivo

Se usó un método inductivo el cual permite según Espinoza, (2019) distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

3.6.4. Trabajo de campo

Es una fase fundamental en la investigación, pues a través de este tenemos la posibilidad de trabajar directamente con el entorno y los equipos objeto de estudio. Además, así podremos constatar los resultados obtenidos con mayor confiabilidad.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se detallan las técnicas de recolección de información empleadas en la presente investigación:

3.7.1. Observación directa

Para dar cumplimiento a esta fase de la investigación se usó de la técnica de la observación directa, pues esta permite una percepción más cercana al objeto de estudio, por lo que esta resulta ser más objetiva y confiable al momento de realizar las mediciones catastrales de los predios con los equipos GPS y GNSS en el sector de estudio.

3.7.2. *Entrevista*

Con la finalidad de recopilar información se realizó entrevistas a casas comerciales de equipos topográficos con el objetivo de conocer, costos y precios de los equipos GPS Y GNSS. De igual manera se hizo un acercamiento con consultorías especializadas en trabajos topográficos para lograr recabar información sobre sus experiencias al trabajar con estos equipos para establecer si es factible económicamente como técnico realizar mediciones dentro del ámbito de los catastros.

3.8. Diseño de la investigación

3.8.1. *Fase I. Efectuar mediciones catastrales con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, en el sector la Recolecta del casco urbano de la ciudad de Urcuquí*

Se identificó y se efectuó un recorrido preliminar de la zona de estudio donde se desarrolló un vuelo de dron para la toma de fotografías aéreas con la finalidad de elaborar una imagen satelital que servirá como herramienta de apoyo para el análisis de los resultados.

Figura 5

Toma de fotografías aéreas con dron



Dentro del trabajo de campo es muy importante una planificación para poder lograr los objetivos establecidos en el presente estudio. La planificación se realizó con el traslado de los equipos y personal a la ciudad de Urcuquí, una vez ahí se estableciendo un horario de


trabajo de 8 horas diarias (8:am – 17:00pm), posteriormente se verifico el estado de los equipos y materiales directos como: colector de datos, baterías extras, y otros implementos al igual que el enlace de satélites, internet, señal telefónica factores que influyen mucho en funcionamiento de los equipos.

Características de los equipos para la investigación

Para las características del equipo GNSS encontramos en la siguiente tabla, ver tabla 4:

Tabla 4

Características técnicas del equipo GNSS

EQUIPO	
Modelo	Características
Receptor Slagen T9-H1 	<ul style="list-style-type: none"> • 94 canales multiconstelación + SBAS • Rastreo de señales GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU • ATLAS GNSS Satellite Corrections (Servicio de suscripción) Básico: 50 cm 95% (30 cm RMS) H30: 30 cm 95% (15 cm RMS) H10: 8 cm 95% (4 cm RMS) • Posicionamiento, Estático, Cinemático, DGPS/RTK empleando T9+ BASE RTK/CORS • SBAS: 0.5m, DGPS: 0.25m • Precisión Autónoma: 1.2m. • Precisión RTK: 8mm • Formato de datos RTCM/CMR • Apoyo en las versiones RTCM2.x, RTCM3.x, CMR/CMR + Interfaz: Puerto serie, Dual Bluetooth, Puerto Fischer TNC • Compacto y robusto, resistente al agua y polvo IP67 • Compatible con todas las redes CORS • Cumplimiento CE, certificación ISO

Así mismo se observa las especificaciones del equipo GPS, ver tabla 3.

Tabla 5

Características técnicas del equipo GPS

EQUIPO	
Modelo	Características
TRIMBLE R8	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Señal de satélites - Tecnología Trimble R-Track para el rastreo de la señal civil L2 (L2C) - Chip GPS topográfico personalizado Trimble Maxwell™ - Correlador múltiple de alta precisión para medidas de pseudodistancia de L1 y L2 - Código C/A de L1 con 24 canales, ciclo de fase portadora completo de L2C1, L1/L2, compatible con WAAS/EGNOS - Levantamientos GPS estáticos y FastStatic (estáticos rápidos)² <p>Horizontal ±5 mm + 0,5 ppm RMS</p> <p>Vertical ±5 mm + 1 ppm RMS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Parámetros de comunicación <ul style="list-style-type: none"> - Radio enlace - Puerto de comunicaciones (Bluetooth) totalmente integrado y sellado de 2,4 GHz (Bluetooth) ✓ Hardware: características físicas <ul style="list-style-type: none"> - Dimensión (ancho x alto): 19 cm x 10cm - Peso 1,31 kg (2,89 lb)



Mediciones con el sistema NTRIP

Como se había mencionado inicialmente para las mediciones con el sistema NTRIP se implementaría el uso de base CORS para la cual se utilizó una de las bases de la Red GNSS

de monitoreo de continuo servicio que es gratuito. También existen servicios locales que comparten correcciones a través de internet u en otros casos, utilizar un segundo receptor como estación base, esta última opción tiene como ventaja la autonomía en zonas alejadas, ya que no es necesaria la conexión a internet y ser independiente de los proveedores locales, en costos por el servicio NTRIP.

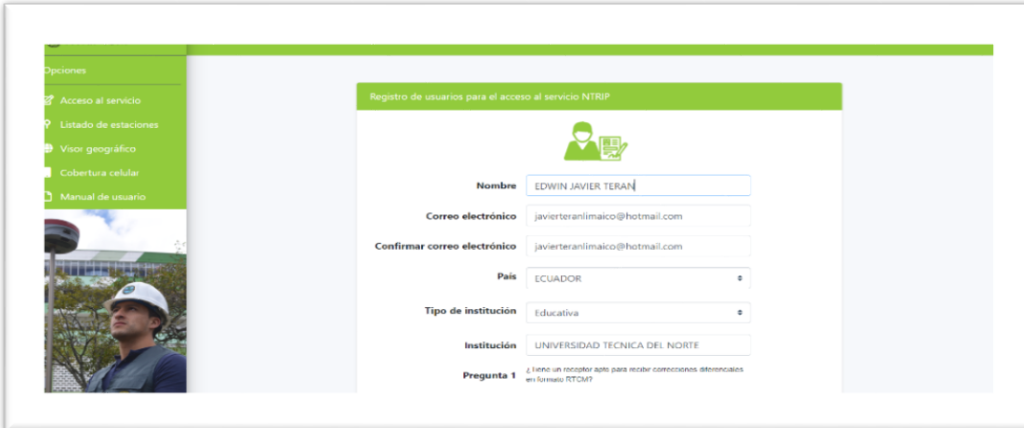
El instituto geográfico militar mediante la [Resolución No. IGM-IGM-2020-0095-R](#) del 14 de septiembre de 2020, resuelve:

- ✓ Art.1.- Publicar la licencia y emitir las políticas de uso del Servicio de Correcciones Diferenciales mediante el Protocolo NTRIP, otorgando al usuario el derecho gratuito y no exclusivo de utilizar la información sujeta a esta licencia, de acuerdo con las condiciones que se encuentran en el documento que es parte integrante de esta resolución en cuatro (4) hojas suscrita por el Ing. Washington Vinueza e Ing. Álvaro Dávila de la Gestión de Normalización y el Mayo Edgar Parra Jefe de Geodesia.

Por consiguiente, para poder obtener el servicio se procedió a registrarse en la página oficial del IGM: <http://www.geoportaligm.gob.ec/ntrip/public/register>, ver figura 7.

Figura 6

Registro de usuarios para el acceso al servicio NTRIP



The image shows a screenshot of a web registration form titled "Registro de usuarios para el acceso al servicio NTRIP". The form is displayed on a website with a green header and a sidebar menu on the left. The sidebar menu includes options like "Acceso al servicio", "Listado de estaciones", "Voz geográfico", "Cobertura celular", and "Manual de usuario". The registration form itself has a green header and a user icon. The fields are filled with the following information:

Nombre	EDWIN JAVIER TERAN
Correo electrónico	javierteranlimaico@hotmail.com
Confirmar correo electrónico	javierteranlimaico@hotmail.com
País	ECUADOR
Tipo de institución	Educativa
Institución	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
Pregunta 1	¿Tiene un receptor apto para recibir correcciones diferenciales en formato RTCM?

Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2019

Una vez registrado en el sistema del IGM se confirma con un correo electrónico personal las respectivas credenciales de activación para el acceso al servicio NTRIP-IGM.

Figura 7

Activación al servicio NTRIP-IGM



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2019

Se accedió al Geoportal del IGM mismo que contiene la información de las bases disponibles dentro del territorio ecuatoriano, en esta ocasión trabajamos con la base IBEC perteneciente a la provincia de Imbabura ubicada en la ciudad de Ibarra, puesto que es la estación más cercana a nuestra área de estudio.

Figura 8

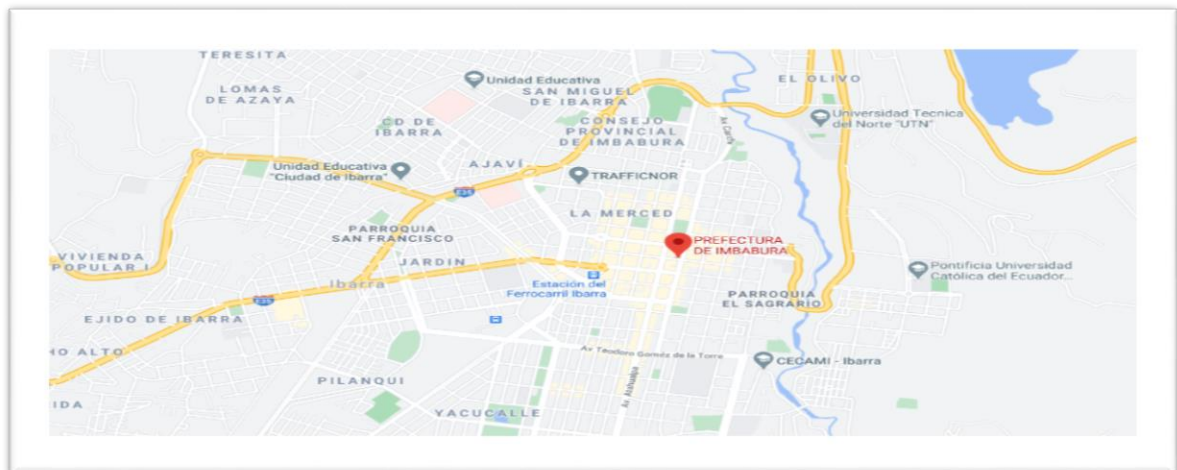
Ficha técnica de la estación permanente REGME(IBEC)



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2019

Figura 9






Estación espacial de la estación(IBEC)

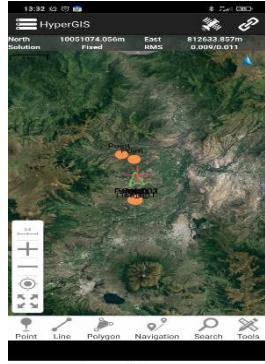


Fuente: Google maps, 2021

Tabla 6

Configuración del equipo del sistema NTRIP

IMAGENES	SLAGEN T9-H1
	<p>Calibración de equipos auxiliares</p> <p>Bastón de 3 mts marca</p> <p>Receptor</p> <p>Antena</p>
	<p>Instalación del software de campo HyperGIS en cual es compatible con el sistema operativo Android por lo que puede ser instalado en un teléfono celular.</p>
	<p>Creación de proyecto</p> <p>Definición de proyección WGS 84 17 S</p>
	<p>Conexión bluetooth al receptor</p>
	<p>Configuración del Protocolo: NTRIP-IGM</p> <p>Caster IP: 181.39.110.169</p> <p>Caster Port: 2101</p> <p>Usuario: regme273</p> <p>Contraseña: ip3403</p>



Regresamos al menú principal

Esperar un tiempo máximo de 1 min para obtener las coordenadas geográficas en tiempo real vía NTRIP

RMS: Fixed

(errores de medida)

Luego de haber instalado los equipos de medición de forma física y de posteriormente haber configurado el receptor, se procede a realizar el levantamiento. Cabe mencionar que para este proceso las correcciones en tiempo real NTRIP serán a través de internet por lo que este recurso será proporcionado por datos móviles de la operadora CLARO.

Figura 10

Cobertura de claro



Fuente: Claro (Ecuador), 2021

Los datos tomados en campo fueron almacenados en la memoria interna del teléfono celular ya que se lo utiliza como un colector de datos.

Figura 11

Toma de datos con receptor NTRIP



Mediciones con el sistema RTK

Este procedimiento requirió la utilización de un equipo RTK compuesto de 2 receptores (Base y Móvil), en donde el receptor base se mantiene fijo transformándose en una estación de referencia, este se va encontrar situado en punto de coordenada conocido, mientras el receptor móvil es el que hace el recorrido de campo, es decir se encarga del realizar levantamiento, mediante un sistema de transmisión por radio frecuencia que poseen los equipos, el receptor base envía las correcciones de posicionamiento al receptor móvil, siendo un metodología rápida, muy cómoda y precisa.

Para esta actividad el receptor base se situó sobre uno de los 2 puntos de control geodésico (hito), las coordenadas de los puntos de control fueron proporcionadas por el departamento de avalúos y catastros del cantón Urcuquí en formato shapefile.

Tabla 7

Puntos de control geodésico

Puntos de control geodésico			
1	X=812302.6769	Y=10046220.3013	Z=2304.5145
2	X=812782.1030	Y=10047250.8100	Z=2351.4400

Figura 12

Puntos de control geodésico GAD San Miguel de Urcuquí



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2019

Tabla 8

Configuración del equipo del sistema RTK

IMAGENES	TRIMBLE R8
	Calibración de equipos auxiliares Base nivelante Trípode Bastones Batería
	Colocación del receptor y la base Instalación de radio y antena
	Configuración de colector RTK Creación de proyecto



Conexión bluetooth a receptor base



Ingreso de las coordenadas del punto de control

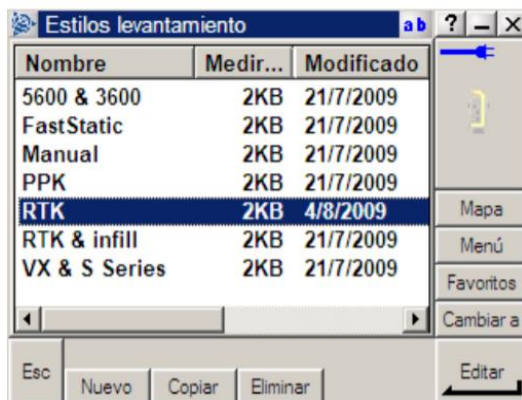
Norte:

Este:

Elevación:



Conexión bluetooth a receptor móvil



Menú principal

Estilos de levantamiento: RTK

Opción: Medir puntos

Con la instalación y configuración de los equipos receptores base y móvil, esperamos un intervalo de tiempo para que obtenga la posición más precisa de los puntos, mientras más sea el número de satélites receptados mayor será la precisión de los datos levantados.

Figura 13

Recepción de satélites



Para esta metodología de levantamiento se necesitó de 2 personas una de ellas se moverá por el área de estudio con el receptor móvil recolectando los datos, mientras la otra persona se quedará junto al receptor base.

3.8.2. Fase II. Determinar el costo de aplicación de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, con fines catastrales

En esta fase se hizo un acercamiento con especialistas de la empresa “SINO GEO” a quienes se les aplicó una entrevista para recabar datos cuantitativos acerca de los precios, y costo por equipo, que será de gran ayuda para la investigación y así poder determinar los costos de los equipos GPS y GNSS.

1. Precio de cada equipo para un análisis de costos.
2. Depreciación de equipos

Para este análisis de depreciación de equipos topográficos se implementó el método de depreciación decreciente el cual la depreciación es mayor en sus primeros años y va disminuyendo conforme avanza la vida útil del activo.

Asignamos los años de vida útil de los equipos en función del periodo estimado que estos generarán ingresos. Posteriormente realizamos el cálculo de la suma de dígitos decreciente, en este caso nuestro equipo tiene una vida útil de 10 años, al primer año se le asignaría el dígito 10, al segundo año el dígito 9 y al tercer año el dígito 8 y así consecutivamente hasta llegar al año 1.

La suma total dígitos: (10+9 +8 +7+6 + 5 +4 +3 +2 +1) nos arrojó como resultado 55.

Dep. Anual = (Vida Útil/suma de dígitos) x (Valor residual – Costo de Adquisición)

3. Rendimiento y costo unitario de cada equipo en un levantamiento catastral.

El análisis de precios unitarios está regido a los montos de pago de la Consultoría Asesoría de Hábitat a sus trabajadores cumpliendo con las leyes laborales, los rendimientos en este estudio resultaron ser variables, debido a la habilidad y experiencia de los operadores, al igual que factores externos que interfieran en el funcionamiento de los equipos.

En el Anexo 2 (Matriz de Variables de Evaluación de Costo de Levantamiento Catastral) se describen algunas de estas variables a considerar para el cálculo de los costos.

4. Análisis de los costos totales de los equipos GPS Y GNSS.

3.8.3. Fase III. Realizar la comparación técnica de los datos obtenidos con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRP

Se analizó la información recopilada, utilizando el método comparativo, mismo que permitió establecer similitudes y diferencias entre la información, obtenida para luego analizarla, entenderla y describirla. También se hizo uso de equipos de computación y

software de licencias libres: QGIS, Global Mapper, y Auto CAD son programas especializados y prácticos que facilitan el manejo de información.

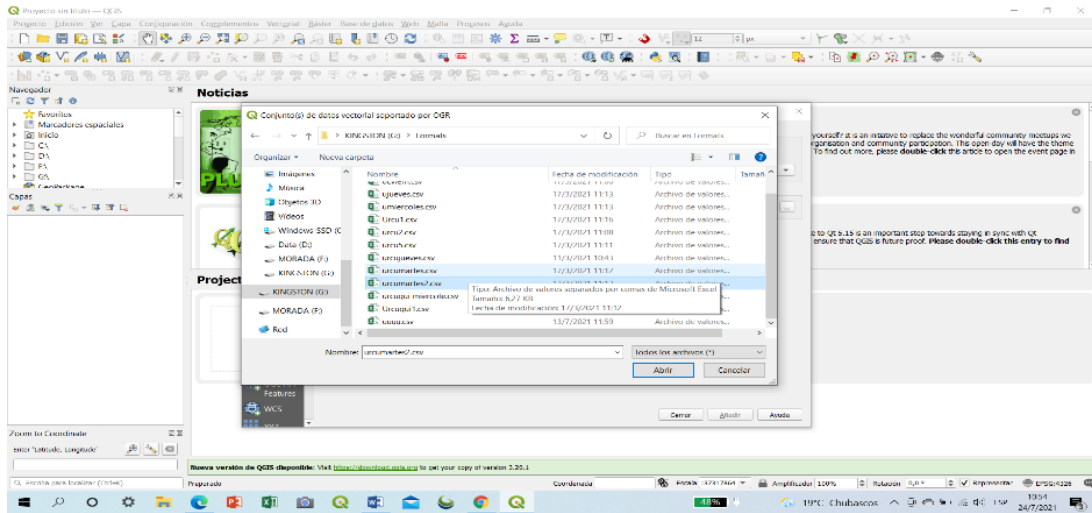
Procesamiento de datos con Software QGIS.

Con respecto al proceso de datos generados con los dos tipos de sistemas NTRIP y RTK (VHF o UHF) se lo realizara con el software QGIS.

Luego que la información fuera descargada, los datos fueron transferidos al computador donde se procedió a procesar la información con el software QGIS bajo el formato Csv.

Figura 14

Descarga de datos en el software

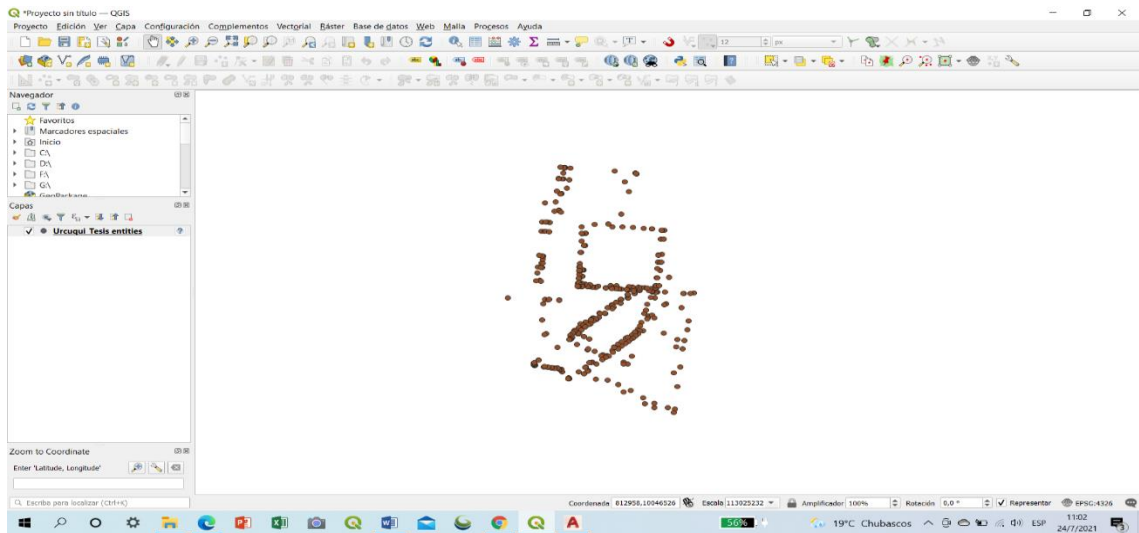


Se estableció como formato de descarga al CSV, puesto que ambos equipos tienen la similitud de descargar sus datos en este formato en cual es compatible con el software de trabajo de nuestro estudio.

Abierto el programa se cargó los archivos CSV al software Qgis con el fin de que sea más eficiente el proceso.

Figura 14

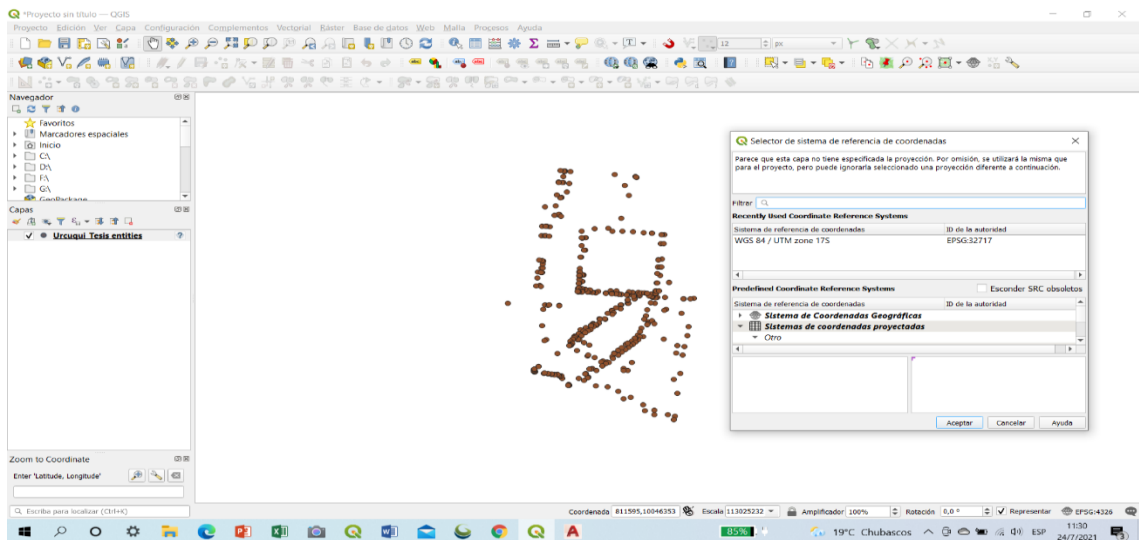
Importación de datos en el software



Definimos la proyección de coordenadas: UTM /WGS84 Zona 17S.

Figura 15

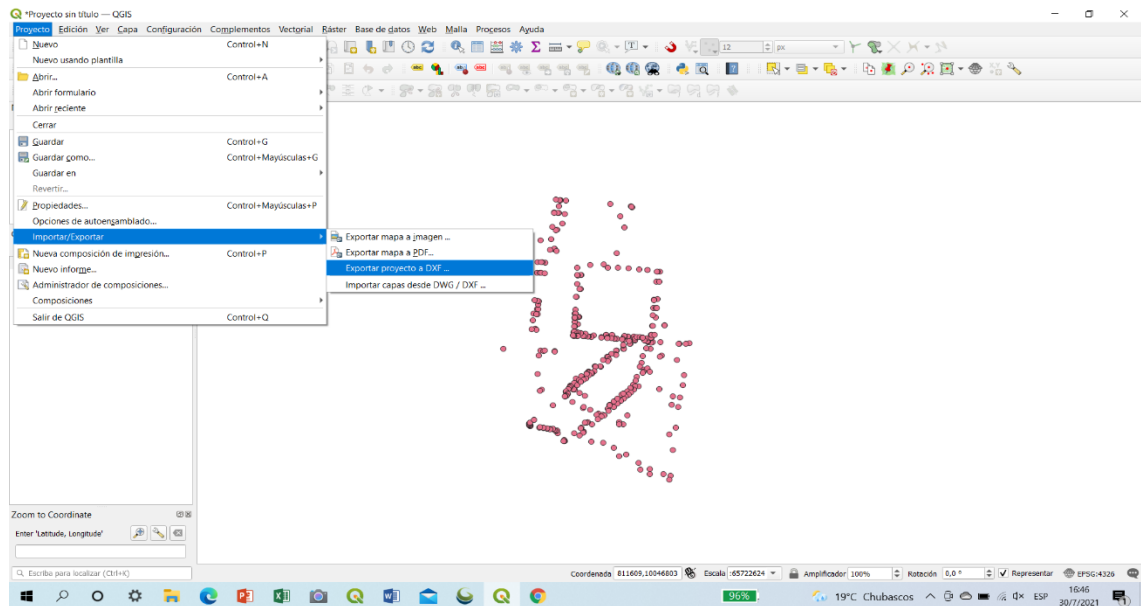
Georreferenciación de datos



Exportamos nuestros datos de campo en el formato DWG que es el adecuado para trabajar con el software Auto CAD.

Figura 16

Exportación de datos



Implantación de datos en la Ortofoto del IGM.

Se utilizará ortofotos del IGM como una herramienta de refuerzo en la investigación para observar los productos resultantes de cada uno de los sistemas de corrección diferencial, para luego ser comparadas.

1. Los datos serán cargados al software Auto CAD para su revisión.
2. Con ayuda del programa los datos de campo obtenidos de los sistemas NTRIP Y RTK serán implantados en la ortofoto del IGM con la finalidad de analizarlos mediante la observación aspectos como: la precisión, georreferenciación, distancia, posicionamiento y otros factores que influyeron en las mediciones son parámetros a analizar, pues mediante la investigación se busca resultados lo más cercanos a la realidad posible.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase I: Efectuación mediciones catastrales con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, en el sector la Recolecta del casco urbano de la ciudad de Urcuquí

Una vez realizado el vuelo de drone se procedió a descargar de las fotos en la computadora para luego ser procesadas en el software Agisoft Metashape, el cual nos generó un mosaico de las fotografías aéreas, esta orto fotografía se encuentra georreferenciado bajo el sistema de coordenadas WGS 84 /UTM zona 17 S. Se utilizó este sistema de coordenadas debido a que Ecuador se encuentra atravesado por el meridiano central teniendo en función dos hemisferios norte y sur, al considerar la zona norte su valor es de 500 km ESTE y 0 km NORTE mientras si consideramos la zona sur su valor en NORTE es 10000 km de esta forma se pretende que nunca se usen valores negativos.

Figura 17

Extensión del área de estudio



Con la ortofoto elaborada se pudo delimitar el área de estudio la misma que tiene una extensión de 11 Ha.

4.1.1. Información obtenida entre NTRIP y RTK

A continuación, se procedió a la elaboración del plano levantamiento realizado con la información del equipo NTRIP.

Figura 18

Levantamiento predial con NTRIP

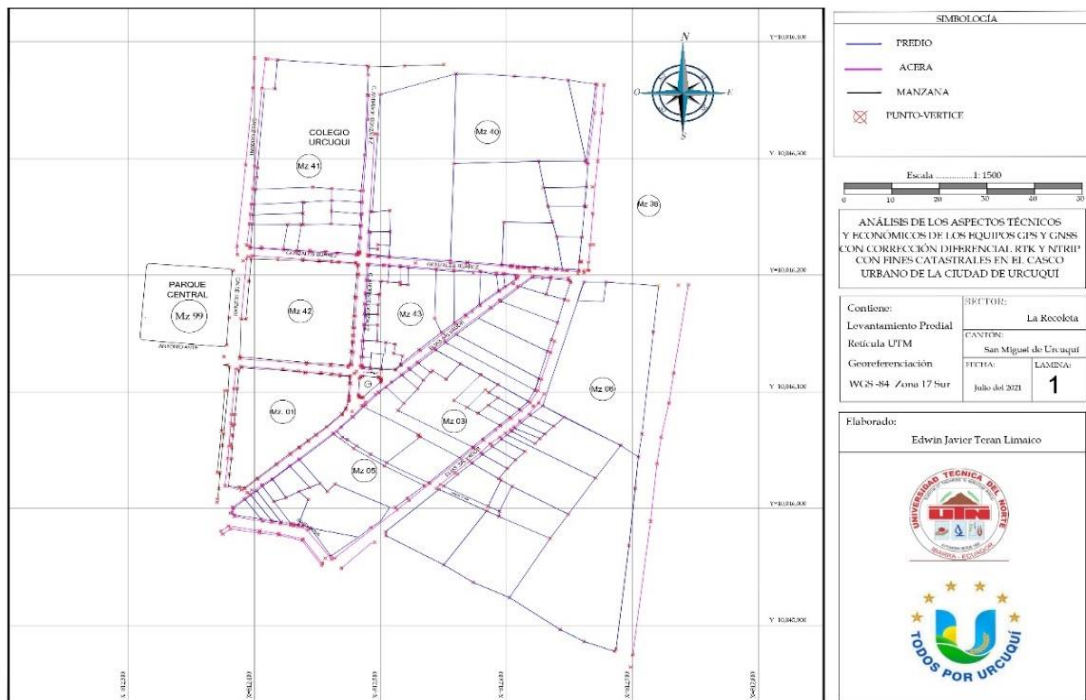


Figura 19

Levantamiento predial con RTK



Tabla 9

Datos recolectados de los equipos RTK y NTRIP

EQUIPO	Nº PUNTOS	DURACIÓN (HORAS)	ERROR MEDIO CUADRÁTICO (METROS)
RTK	474	40	0,006 – 0,008
NTRIP	638	32	0,006 – 0,009

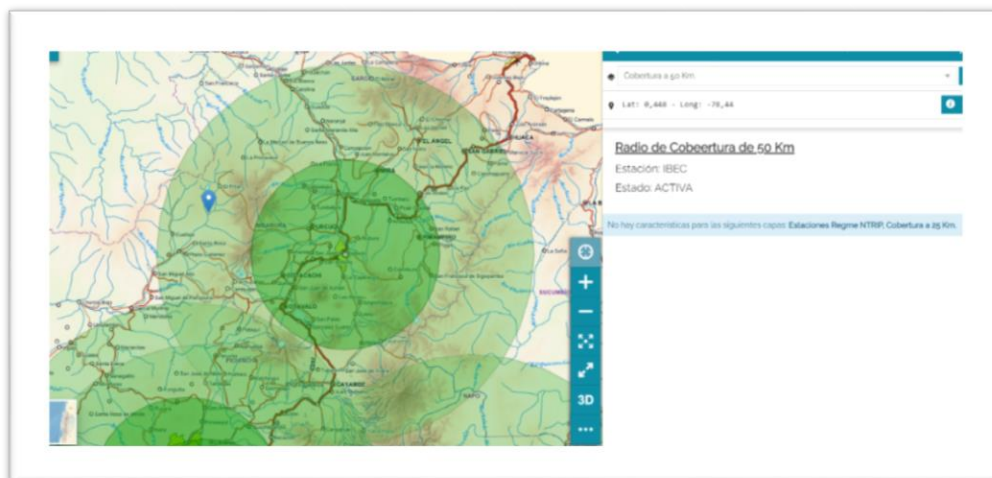
Como observamos en la tabla 9, el rendimiento con NTRIP fue mucho más eficiente en la fase de campo, existiendo una diferencia de 164 puntos por encima del equipo RTK que fue menor, es decir el NTRIP es un 25% más beneficioso con respecto al otro equipo. Así mismo, Suárez et al. (2019) señalan que, la distribución de datos GNSS a través de Internet utilizando esta modalidad, es cada vez más común, debido a su fácil instalación y acceso. El desarrollo de los sistemas de acceso a Internet móvil a través de GPRS (General Packet

Radio Service) y GSM (Global System for Mobile Communication), proporciona un método rápido y seguro para la distribución de datos GNSS o transmisión de correcciones DGPS/RTK, a un receptor ubicado en aquellas zonas que tienen cobertura de telefonía móvil.

En la fase de campo las mediciones con NTRIP resultaron ser un 20% más eficiente en relación al tiempo del RTK en la cual que se requirió de 8 horas más en el levantamiento de información, esto debido al complejo sistema de instalación si bien no es un lapso tiempo exagerado toma sus minutos poder posicionar el receptor base en el punto de control y configurar los equipos, circunstancia opuesta a la del NTRIP su receptor se enlaza a través de internet. una estación base permanente la cual se mantiene sobre un punto fijo generando correcciones diferenciales las 24 horas. Para González (2015), las estaciones GPS permanentes han cambiado la modalidad de posicionamiento, tanto en el ámbito geodésico como en el topográfico. El rendimiento de los trabajos de campo también será mejor, porque no será necesario ocupar un punto de control y todo el esfuerzo se dedicará a medir en los puntos de interés. El beneficio más importante para los catastros es que la información que se genera estará georreferenciada en un sistema de coordenadas legal y homogéneo para todo el país.

Figura 20

Radio Cobertura de Base Cors NTRIP-IGM IBEC

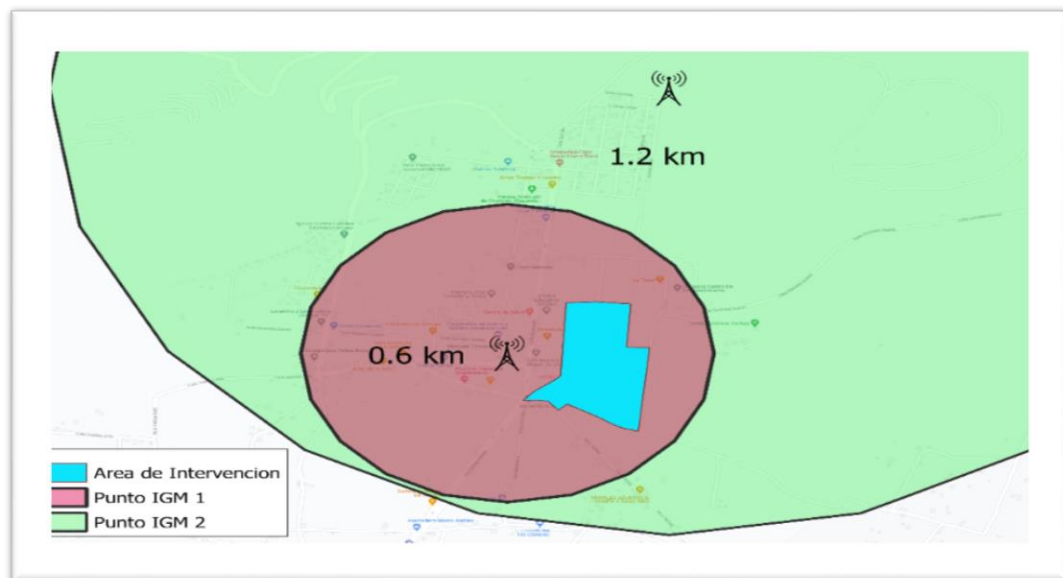


Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2021

En la metodología de medición NTRIP se utilizó una de las Bases Cors de la **RED GNSS DE MONITOREO CONTINUO DEL ECUADOR - REGME** las cuales tienen una cobertura de varios kilómetros “el radio de acción de cada estación es de aproximadamente 50 km de diámetro, lo cual corresponde a un cubrimiento del territorio nacional del 96%” (IGM,2019, p.22).

Figura 21

Radio cobertura de receptor base RTK



El equipo RTK mediante el enlace de radio interno tienen un alcance de 2km, por ende, para que la señal sea la apropiada, la potenciamos el uso una radio externa la cual que tiene alcance 10 km, argumento similar reportaron Ortega y Torres (2019), quienes mencionan que en el caso de que se necesite más longitud de alcance entre la estación base y el móvil se puede potenciar y amplificar la señal mediante una radio externa que tiene alcances por encima de los 5km.

Según Seco (2003), el radio de alcance del radioenlace puede verse alterado por la topografía de la zona, la presencia de vegetación, la cercanía de líneas eléctricas, etc. la pérdida del radioenlace imposibilita el trabajo en tiempo real y obliga a la elección de emplazamientos para el receptor fijo con buena cobertura en la zona de trabajo. Durante el

trabajo de campo con el equipo RTK existieron problemas con la recepción de señal pues los puntos de control geodésicos iniciales donde se instaló el receptor base se encontraban obstaculizados, por árboles y edificaciones haciendo que la señal sea imprecisa, por lo que fue necesario un cambio de lugar del receptor base generando nuevos puntos base.

Tabla 10

Puntos base Auxiliares

FOTOGRAFIA	COORDENADA UTM
	$X = 812634,6090$ $Y = 10046165,4690$ $Z = 2296,0400$
	$X = 812467,0770$ $Y = 10046149,1690$ $Z = 2298,8770$

En la tabla 10 se puede observar los nuevos puntos de control al igual que sus respectivas coordenadas, las cuales sirvieron para el posicionamiento del receptor base. Como lo menciona Cardozo y Arenas, (2016), se deben ingresar las coordenadas del punto control desde donde se hará la corrección en tiempo real, el método RTK requiere tener un punto materializado con coordenadas conocidas.

4.2. Fase II: Determinación el costo de la aplicación de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, con fines catastrales

Como parte de la investigación de costos de los equipos RTK y NTRIP se analizó el precio comercial de estos dentro el mercado de equipos topográficos obteniendo los siguientes valores.

4.2.1. Precio del equipo NTRIP

Tabla 11

Precio del equipo NTRIP

Equipo GNSS Slagen T9-H1		
Descripción	Detalle	Valor total
	1 Receptor NTRIP triple frecuencia	
	Sujetador para bastón	
	Antena GNNS externa	
Sistema	Cable Fischer	
GNSS NTRIP	Baterías de litio ion recargables	\$ 5995,00
	Cargador 12v	
	Maleta de transporte	
	Bastón de fibra de carbono de 3.6 m	
Celular móvil	Redmi note 9 4gb RAM	\$ 150,00
	Subtotal	\$ 6145,00
	12% IVA	\$ 737,40
	Total	\$ 6864,40

4.2.2. Precio del equipo RTK

Tabla 12

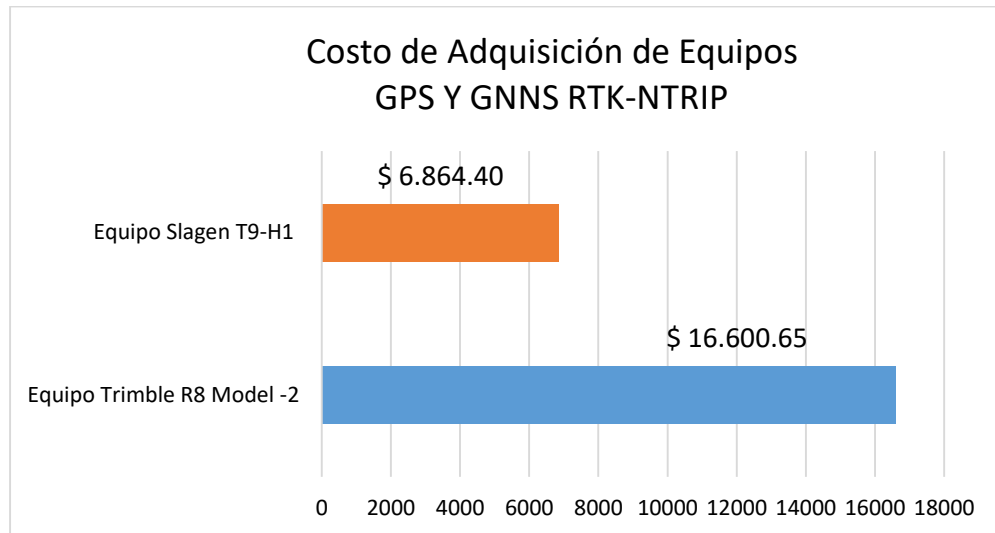
Precio del equipo RTK

GPS Trimble R8 Model-2		
Descripción	Detalle	Valor total
	1 Receptor (base) RTK doble frecuencia	
	1 Receptor (móvil) RTK doble frecuencia	
	Tripoide	
Sistema	Base Nivelante + adaptador	
GNSS RTK	Cargador para baterías	\$ 14214,00
	Baterías de 7. 4v	
	Maleta de transporte	
	Bastón de metal de 5.0 m	
	Controlador Trimble tsc2+accesorios	
	Radio externa UHF 35 watts	
	Cable de conexión radio externa a receptor base	\$ 608,00
Sistema De radio	Bastón extensible para antena	
	Antena externa UHF con cable	
	Cable de conexión radio externa batería 12v	
	Subtotal	\$ 14822,00
	12% IVA	\$ 1778,65
	Total	\$ 16600,65

4.2.3. Análisis del precio entre los equipos NTRIP y RTK

Figura 22

Análisis económico entre el RTK y NTRIP



En la figura 22, se observa que el costo de adquisición del Receptor Slagen T9-H1 con correcciones diferenciales NTRIP es un 59 % menor que el Trimble R8 Model-2, pues este duplica el precio del anteriormente mencionado.

Otro aspecto a tomar dentro de este análisis de costos son los componentes con los que cada uno cuenta, el precio del Trimble R8 Model-2 es mayor debido a que cuenta con dos receptores, un móvil y una base, y otros accesorios que son indispensables para su funcionamiento o que contribuyen a su mejoramiento como es el caso del sistema de radio frecuencia externo que se encarga de amplificar la señal, caso contrario al Receptor Slagen T9-H1 con NTRIP, ya que sus componentes son modernamente simples, contando solamente con un receptor móvil. Para Hoyer et al. (2010) afortunadamente las empresas privadas ven con gran acierto y acogida la aplicación del NTRIP. El primer factor que incide en la aceptación de la tecnología es la posibilidad de necesitar un solo equipo GNSS, el rover. Por lo cual el cliente invertiría solo la mitad del valor de un equipo regular. El segundo punto importante es la consistencia y calidad de los resultados.

4.2.4. Depreciación de equipos NTRIP y RTK

A continuación, se realizó una depreciación con los equipos que se trabajó en el estudio esto con el objetivo de observar la disminución periódica del valor del Trimble R8 Model-2 y Slagen T9-H1, si bien estos al momento de compra representan un activo para una empresa, con el tiempo pueden sufrir un desgaste por lo que una vez cumplida su vida útil, se hace necesario reemplazarlos debido a la aparición de nuevos equipos y tecnologías con menores costos.

Así mismo se tomó como referencia **LA LEY ÓRGANICA DE RÉGIMEN TRIBUTARIO INTERNO** la cual en su Art.-28 Gastos generales deducibles señala lo siguiente:

Depreciaciones de activos fijos.

a) La depreciación de los activos fijos se realizará de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil y la técnica contable. Para que este gasto sea deducible, no podrá superar los siguientes porcentajes:

- Inmuebles (excepto terrenos), naves, aeronaves, barcasas y similares 5% anual.
- Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10% anual.
- Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual.
- Equipos de cómputo y software 33% anual.

En caso de que los porcentajes establecidos como máximos en este reglamento sean superiores a los calculados de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil o la técnica contable, se aplicarán estos últimos.

Tabla 13*Depreciación del equipo Trimble R8 Model-2*

Depreciación decreciente del equipo Trimble R8 Model -2							
Activo: Trimble R8 Model-2				Costo de adquisición: 16600,64 \$			
Vida útil: 10 años				Valor residual: 1660,06 \$			
Vida útil	Periodo de depreciación	Calculo		Importe depreciable	Dep. anual \$	Des. acumulada \$	Importe en libros \$
		suma de la vida útil	% de Depreciación asignado				
1	10	55	18,18 %	14940,59	2716,47	2716,47	13884,18
2	9	55	16,36 %	14940,59	2444,82	5161,29	11439,36
3	8	55	14,54 %	14940,59	2173,18	7334,47	9266,18
4	7	55	12,72 %	14940,59	1901,53	9236,00	7364,65
5	6	55	10,90 %	14940,59	1629,88	10865,88	5734,77
6	5	55	0,90 %	14940,59	1358,24	12224,12	4376,53
7	4	55	7,27%	14940,59	1086,59	13310,71	3289,94
8	3	55	5,45 %	14940,59	814,94	14125,65	2475,00
9	2	55	3,64 %	14940,59	543,29	14668,94	1931,71
10	1	55	1,82%	14940,59	271,65	14940,59	1660,06

Como método de depreciación para los equipos se implementó una depreciación decreciente, en la tabla 13 se puede observar que el equipo sufre un desgaste mayor en sus primeros años de uso, y posteriormente va disminuyendo conforme avanza la vida útil del activo. Para Ruano, (2021) “este método es ideal para activos que disminuyen significativamente su funcionalidad y rendimiento a medida que pasa el tiempo como sería el caso de los equipos de cómputo o vehículos”.

Tabla 14*Depreciación del equipo Slagen T9-H1*

Depreciación decreciente del equipo Slagen T9-H1							
Activo: Slagen T9-H1				Costo de adquisición: 6.864.40 \$			
Vida útil: 10 años				Valor residual: 686,44 \$			
Vida útil	Periodo de depreciación	Calculo		Importe depreciable	Dep. Anual \$	Des. Acumulada \$	Importe en libros \$
		suma de la vida útil	% de Depreciación asignado				
1	10	55	18,18 %	6177,96	1123,27	1123,27	5741,13
2	9	55	16,36 %	6177,96	1010,94	2134,21	4730,19
3	8	55	14,54 %	6177,96	898,61	3032,82	3831,58
4	7	55	12,72 %	6177,96	786,29	3819,11	3045,29
5	6	55	10,90 %	6177,96	673,96	4493,07	2371,33
6	5	55	0,90 %	6177,96	561,63	5054,70	1809,70
7	4	55	7,27%	6177,96	449,31	5504,01	1360,39
8	3	55	5,45 %	6177,96	336,98	5840,98	1023,42
9	2	55	3,64 %	6177,96	224,65	6065,64	798,76
10	1	55	1,82%	6177,96	112,33	6177,96	686,44

En la tabla 13 y 14 podemos considerar el valor de depreciación que sufren cada año los equipos, de igual modo podemos determinar el valor anual de utilidad que debería existir por el uso de cada equipo. Por otro lado, el valor residual se lo consolido en base a lo indicado en el Acuerdo Ministerial 067 (2016), el cual señala que “los bienes de larga duración, se determinará un valor residual equivalente al 10% de su valor contable”.

Figura 23*Vida Útil de bienes de larga duración*

Tipo de bien	Vida útil estimada	(años)
	Administración proyectos y programas	Producción
Edificaciones		
Hormigón armado y ladrillo	50	40
Ladrillo (o bloque)	40	35
Mixto (ladrillo o bloque y adobe o madera)	35	30
Adobe	25	20
Madera	20	15
Maquinaria y equipos	10	UTPE
Muebles y enseres	10	10
Instalaciones	10	UTPE
Equipos de computación	3	3
Vehículos	5	UTPE

Fuente: Proyecto Actualización Normativa Bienes de Larga Duración,2012

Todo activo fijo tiene una vida útil, se podría explicar cómo el tiempo que pueden ser utilizados por la empresa. Este tiempo se define en número de años, por lo que para la depreciación de los equipos de estudio se estableció una vida útil de 10 años.

4.2.5. Precios unitarios de los equipos por hectárea

Se realizó un análisis sobre avance físico de las actividades y de los productos, según el tiempo empleado durante la fase de campo. Es decir, se determinó el rendimiento del personal como el de los equipos empleados: **Rendimiento = Tiempo/ Unidad**

Tabla 15

Tiempos y rendimiento del levantamiento

Equipo	Tiempo (Horas)	Unidad (Ha)	Rendimiento
RTK	40	11	3,64
NTRIP	32	11	2,91

El análisis de precios unitarios está regido a los montos de pago de la consultoría Asesoría de Hábitat a sus trabajadores cumpliendo con las leyes laborales, los rendimientos en este estudio resultaron ser variables, debido a la habilidad y experiencia de los operadores.

Tabla 16

Costo del NTRIP en una hectárea

Rubro: levantamiento catastral con NTRIP					Unidad : Ha
Detalle: 1					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	
Receptor GNNS Slagen T9 –H1	1	80,00 \$	10,00 \$	2,91	29,10 \$
Subtotal m					29,10 \$
Mano de obra					
Descripción	Cantidad	Jornal	Costo hora	Rendimiento	Costo
Ingeniero/topógrafo	1	70,00 \$	8,75 \$	2,91	25,46 \$
Subtotal n					25,46 \$

Rubro: levantamiento catastral con NTRIP				Unidad : Ha
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit.	Costo
Datos móviles	Gb	1	5,00 \$	5,00 \$
Subtotal o				5,00 \$
Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
Automóvil	Km	30	0,667 \$	20,00 \$
Subtotal p				20,00 \$
Total costo directo (m+n+o+p)				79,56 \$
Indirectos y utilidades 25 %				18,90 \$
Otros indirectos %				
Costo total del rubro				98,46 \$
Valor ofertado				98,46 \$
Estos precios no incluyen IVA.				

Tabla 17

Costo del RTK en una hectárea

Rubro: levantamiento catastral con RTK					Unidad : Ha
Detalle: 1					
Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Trimble R8 Model-2	1	120,00 \$	15,00 \$	3,64	54,60 \$
Subtotal m					54,60 \$
Mano de obra					
Descripción	Cantidad	Jornal	Costo hora	Rendimiento	Costo
Ingeniero/topógrafo	1	70,00 \$	8,75 \$	3,64	31,85 \$

Rubro: levantamiento catastral con RTK					Unidad : Ha
Cadenero	1	30,00 \$	3,75 \$	3,64	13,65 \$
Subtotal m					45,50 \$
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit.	Costo	
Batería 12 voltios	V	1	35,00 \$	35,00 \$	
Subtotal o					35,00 \$
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Automóvil	km	30	0,667 \$	20,00 \$	
Subtotal p					20,00 \$
Total costo directo (m+n+o+p)					155,10 \$
Indirectos y utilidades 25 %					38,78 \$
Otros indirectos %					
Costo total del rubro					193,88 \$
Valor ofertado					193,88 \$
Estos precios no incluyen IVA.					

De acuerdo a la tabla 17 dentro de la mano de obra del levantamiento con RTK se requirió dos personas. Jiménez et al. (2019), manifiesta que, el levantamiento se lleva a cabo por dos operarios con dos receptores, uno de referencia y otro móvil uno de los operadores se encarga de recolectar información con el receptor móvil, mientras que el otro operario va realizando los croquis de la zona, tomar apuntes de los elementos a representar y el control del receptor fijo que necesita vigilancia y control de la batería.

Un punto a favor económicamente del NTRIP sobre el RTK, es la utilización las bases del REGME al estar conectados a este sistema se suprimió el uso del receptor base por ende en la mano de obra requirió de una solo persona la cual se encargó del levantamiento. Igualmente, Barrios y Canga (2012), mencionan que al tener disponibilidad de una red de estaciones activas capaces de ofrecer correcciones diferenciales mediante el protocolo NTRIP, no es necesario tener un receptor base, por lo tanto, se reduce la cantidad de

instrumentos desplegados en campo al igual que la de personal, de hecho, se dispondría de un receptor rover adicional y de esta forma se logra agilizar la producción y disminuir costos.

El arrendamiento del equipo con corrección RTK es más costoso por los componentes extras que necesita para que su funcionamiento como es el caso del radio externo y la batería de 12 V la cual le permite una larga duración durante el periodo de trabajo. Mientras el NTRIP se limita al uso del receptor móvil y datos de internet proporcionados operadora móvil este último tomado en cuenta como un costo extra dentro de los precios unitarios del NTRIP.

De la misma manera en Venezuela, Márquez, (2007) menciona que no se requiere ninguna característica especial además de la conexión a Internet para trabajar con NTRIP. De hecho, las radios módem GSM/GPRS son más económicos que los radios módem UHF.

También señala que al usar NTRIP con un teléfono móvil es necesario compararlo con el sistema UHF. Por tanto, muestra el coste específico más importante de cada uno:

a) RTK:

Emplear un operador todo el día en el sitio del receptor base para cuidar y evitar problemas de inseguridad.

Encontrar un lugar alto o puntos de control para la instalación de la base y así alcanzar una buena recepción de señal.

Baterías extras que deben cargarse diariamente.

b) NTRIP:

Costo de recibir internet GPRS en el móvil.

Para los valores ofertados del costo unitario por Ha de cada equipo se impuso una utilidad del 25 % es decir: gastos administrativos copias, impresiones, comida en el caso de los trabajadores, gastos de logística imprevistos con la movilización, mantenimiento de equipos, adquisición de repuestos, baterías pintura, clavos, etc.

Tabla 18

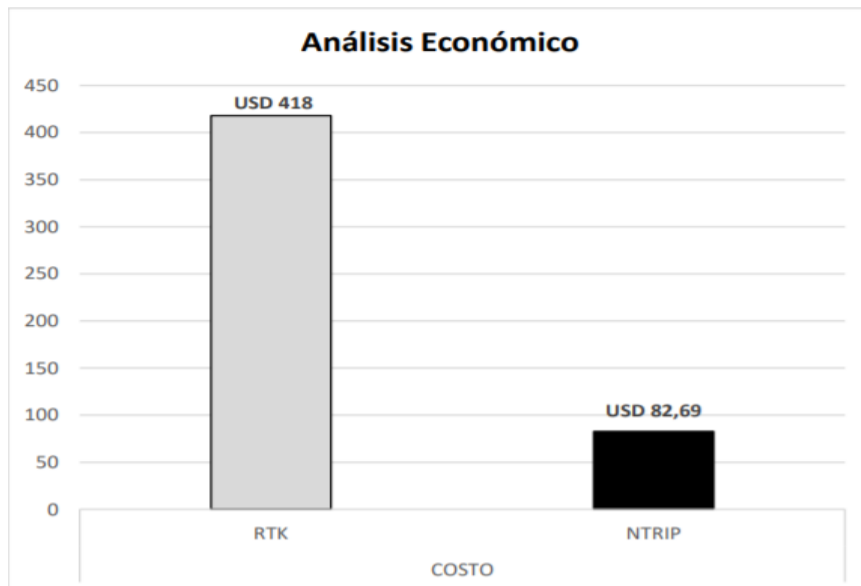
Análisis de costos totales del levantamiento catastral entre el RTK y NTRIP

Nro.	Descripción del Rubro	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
1	Levantamiento Catastral con RTK	Ha	193,88	11	2132,66
2	Levantamiento Catastral con NTRIP	Ha	98,46	11	1083,06

Para este análisis, se tomó el costo unitario de cada equipo y se lo multiplicó por el número de hectáreas levantadas obteniendo los siguientes, en la Tabla 18 se puede observar que el costo de total del NTRIP es de 1083,06 \$ un valor menor al del RTK que fue de 2132,66 \$, es decir este último duplica el costo de la anterior.

Figura 24

Comparación económica entre RTK y NTRIP



Fuente: Vásquez, 2020

Dato similar reporto Vásquez (2020), cual menciona que usar la técnica del RTK está por encima del protocolo NTRIP con USD 335,3, poniendo al total del RTK como el 100% dando al NTRIP el 20 %, indicándonos que con el uso del instrumento NTRIP en el proyecto se ahorra un 80 % que con el uso de RTK.

4.3. Fase III: Comparación técnica de los datos obtenidos con los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP

Los datos de recopilados en campo de los equipos objeto de estudio, es decir NTRIP Y RTK se implantaron en la ortofoto elaborada anteriormente esto con el objetivo de analizar mediante la observación los aspectos que influyeron en el momento de la medición.

Figura 25

Datos NTRIP implantados en ortofoto



Se implanto información adicional, proporcionada por el municipio de Urcuqui correspondiente a las construcciones existentes dentro del área de levantamiento, las mismas dificultaron el poder realizar mediciones catastrales con los equipos, debido a la pérdida de señal entre el receptor y la base, sumando a esto también fue difícil poder acceder puntos de interés.

Figura 26

Datos RTK implantados en ortofoto



En exteriores, los árboles y edificios pueden bloquear las señales por debajo de un determinado ángulo de elevación. Por ejemplo, en ambientes urbanos, se puede llegar a bloquear hasta un 97% de las señales. En estas circunstancias es muy posible que el receptor realice el seguimiento de una señal reflejada en lugar de la de ruta directa, causando grandes errores de pseudodistancia (Martínez, 2011).

No obstante, si observamos la figura 25 y 26 podemos analizar que el área densamente poblada carece de información debido a que está conformada de numerosas construcciones las cuales dificultaron la medición de los predios. Estas edificaciones resultan ser una limitante a la hora del levantamiento pues se convierten en obstáculos que interfieren con la trayectoria de señal entre los satélites y receptor por ende se corre el riesgo de que los resultados esperados sean de mala calidad.

Figura 27

Construcción obstaculizando señal al receptor



Los obstáculos que interfieren con la trayectoria de señal, hacen que esta sea reflejada o difractada provocando errores de posición este fenómeno es conocido como el efecto multipath o multitrayectoria. Así mismo, Romero et al, (2018) indica que, uno de los principales efectos que degrada la señal GNSS es el efecto de multitrayectoria (MP), el cual es causado por la señal reflejada de los objetos que rodean la antena GNSS.

4.3.1. Comparaciones de puntos de campo entre el RTK y NTRIP

Figura 28

Datos erróneos RTK Y NTRIP



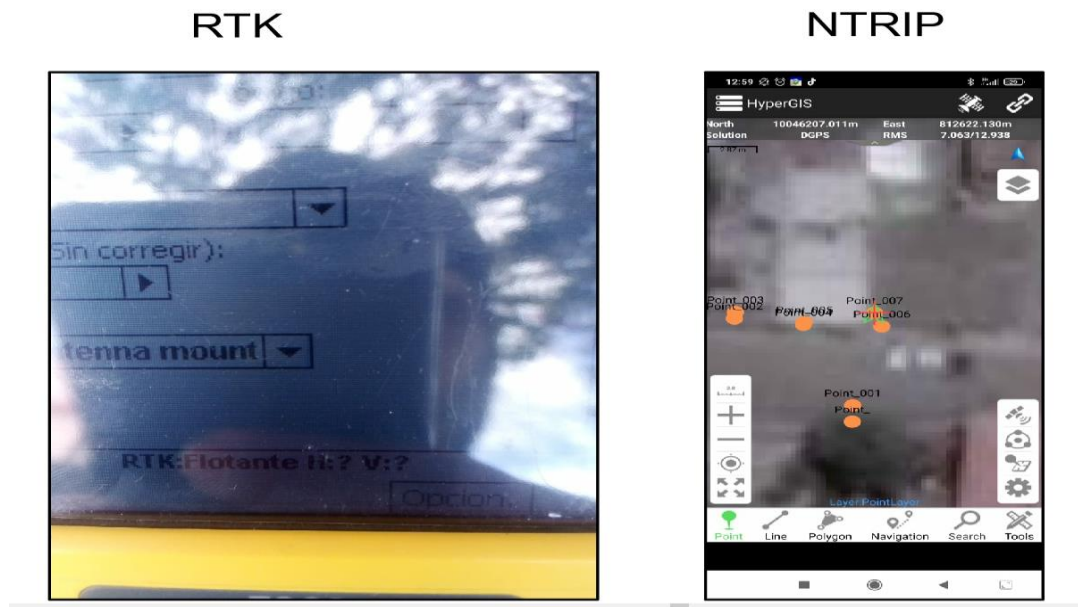
Ambos sistemas tanto NTRIP y RTK son susceptibles a errores, es decir, que las posiciones almacenadas por los equipos difieren considerablemente de la realidad (menor exactitud), pero no solamente las construcciones, se convierten en obstáculos.

Las mediciones pueden verse afectadas por factores como: arboles con densa vegetación, o a su vez efectuar mediciones bajo cables o torres eléctricas, antenas pues estas generan campos electromagnéticos, impidiendo la recepción de señal de los satélites causando resultados de baja calidad. Para Tierra (2011), existen soluciones flotantes 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.

Al utilizar las correcciones vía NTRIP, como las generadas mediante frecuencia UHF del RTK este problema está presente y debe ser tomado en cuenta, debido a que hace que las mediciones tengan precisiones malas.

Figura 29

Precisión del equipo RTK Y NTRIP



Los equipos bajo las condiciones antes señaladas, tienden a perder la conexión con la base o muchas veces a proporcionar datos con un bajo nivel de precisión, mismos que se pueden apreciar en la figura 29.

Tabla 19*Datos de precisión y alcance del RTK*

PUNTO BASE X= 812782,10
Y=10047250,81
Z=2351,44

OBSERVACIÓN	COORDENADA	DISTANCIA DESDE LA BASE (Km)	RMS Horizontal: (m) Vertical: (m)
1	X= 812468,40 Y= 10046972,09 Z= 2328,08	0,419	0,006 0,008
2	X= 811526,92 Y= 10047365,87 Z= 2146,23	1,260	0,015 0,018
3	X= 811641,38 Y= 10048143,11 Z= 2244,31	1,448	0,035 0,052
4	X= 811849,88 Y= 10048799,88 Z= 2269,98	1,808	0,017 0,019
5	X= 811486,65 Y= 10050116,08 Z= 2247,70	3,145	0,017 0,022
6	X= 812646,07 Y= 10055013,31 Z= 2357,31	7,763	0.150 0.240

Tabla 20*Datos de precisión y alcance del NTRIP*

PUNTO BASE X= 821082,48			
Y=10038752,36			
Z=2246,20			
OBSERVACIÓN	COORDENADA	DISTANCIA DESDE LA BASE(Km)	RMS Horizontal: (m) Vertical: (m)
1	X= 812654,99 Y= 10046123,39 Z= 2307,71	11,196	0,003 0,005
2	X= 812633,85 Y= 10051074,06 Z= 2113,71	14,939	0,009 0,012
3	X= 812370,32 Y= 10055647,43 Z= 2403,40	19,009	0,020 0,034
4	X= 810334,31 Y= 10056755,82 Z= 2389,55	20,967	0,009 0,019

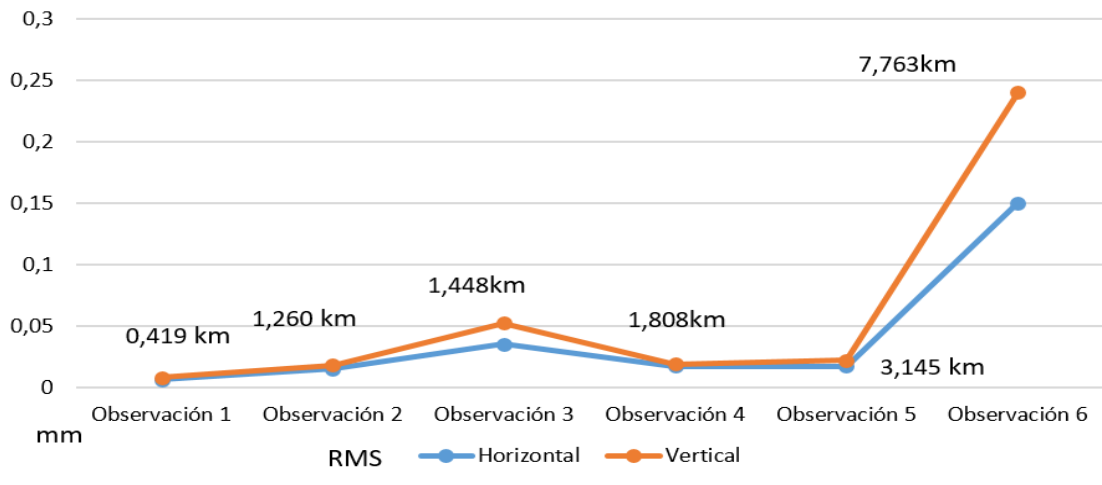
En las tablas 19 y 20 se detalla la información de puntos recolectados por los equipos de estudio en este caso denominadas observaciones, mismas que contienen las respectivas coordenadas, RMS o error medio cuadrático con él fue tomado el punto y las distancia desde la base hasta el móvil.

4.3.2. Comparaciones del RMS entre NTRIP y RTK

Las observaciones fueron tomadas en distintos lugares del cantón Urcuquí con el objetivo de analizar su funcionamiento con respecto a la distancia entre la base y el móvil de cada y como este factor influye en los resultados al momento de realizar una medición.

Figura 30

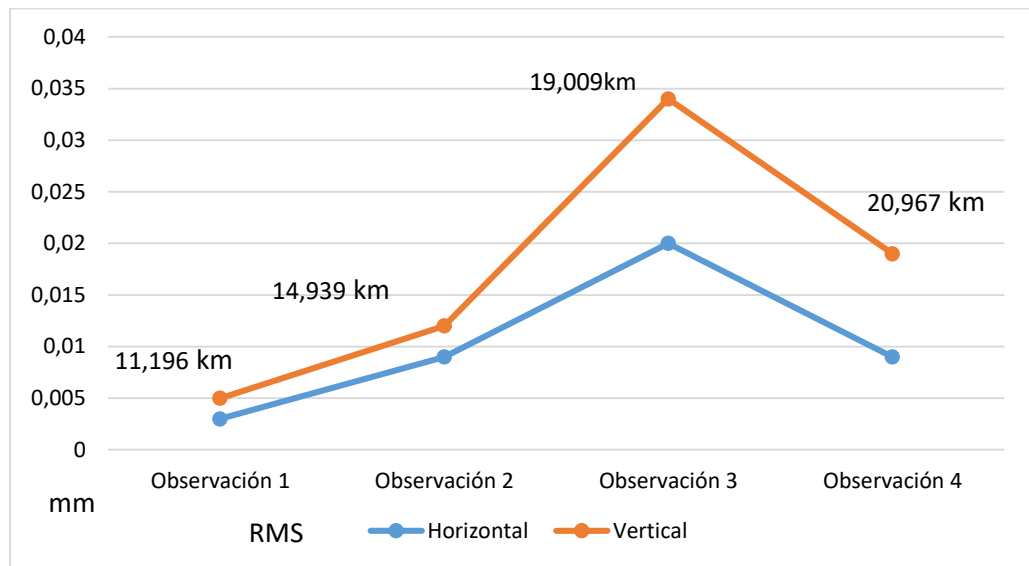
Análisis del RMS y Distancia de alcance del RTK



En la figura 30 se puede determinar que el RMS o error medio cuadrático de las observaciones tomadas con el equipo RTK en una distancia corta como la observación 1 se mantiene en RMS bajo es decir error aceptable pero conforme la distancia va aumentando este error va incrementando, y es en la última observación 6 donde con una distancia de mas de 7 km tiene abruptamente un aumento del RMS llegando a los 0.15 m en horizontal y 0.25 m en vertical un error muy amplio que puede causar variaciones mediciones. Como lo afirma (Briceño et al, 2009) que, “al realizar observaciones RTK se pudo apreciar una relación entre la longitud de las líneas bases y las exactitudes de las coordenadas, de manera que mientras mayor fue la distancia de separación entre la base y rover, menor fue la exactitud. Las diferencias medias entre las distancias de ensayo fluctuaron de los $\pm 0,003$ m y $\pm 0,020$ m para separaciones de 1 y 30Km”.

Figura 31

Análisis del RMS y Distancia de alcance del NTRIP



En el RMS obtenido en las observaciones con el equipo NTRIP tuvieron resultados distintos al del RTK el error de las observaciones se mantuvieron bajo los 0,04m tanto en vertical como el horizontal teniendo un ligero aumento en observación 3.

Según las experiencias de Brandetti y Kemerer (2011), manifiestan que tanto el tipo de solución como las precisiones que se obtienen, tienen una relación directa con la distancia a las Estaciones Permanentes (longitud del vector) desde las cuales se descargan las correcciones en tiempo real. Para trabajar con precisiones similares a las que se obtienen con el sistema convencional la longitud de los vectores no deben exceder los 50 km. A medida que incrementamos la distancia del vector disminuyen las precisiones con las que trabajamos, por ejemplo, para un vector de 70 km la diferencia en las coordenadas planas es de aproximadamente 10 cm.

Además, cabe señalar que las distancias entre la base y el móvil del NTRIP fueron superiores al del RTK con unas distancias considerables desde los 11 km hasta la última observación donde se obtuvo una distancia de más de 20 Km.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El Receptor GNSS con correcciones NTRIP alcanzó un mayor rendimiento en la recolección de datos, con respecto al GPS con correcciones RTK, en condiciones climáticas favorables, y una buena recepción de señal en un entorno sin obstáculos ambos equipos son eficaces al momento de realizar mediciones catastrales con un (RMS) error medio cuadrático que no supera $\pm 0,006$ y $\pm 0,009$ m.
- El precio del Receptor GNSS Slagen T9-H1 es mucho menor al del GPS Trimble Model-2, con una diferencia del 59%, así mismo el costo del levantamiento por hectárea del NTRIP es un 49 % es más económico, en relación al costo del levantamiento por hectárea del RTK.
- Los dos equipos son propensos a errores de posicionamiento por la interferencia de campos electromagnéticos u obstáculos, causando que las soluciones fijas pasen a flotantes generando precisiones de mala calidad. Igualmente, ambos equipos mantienen una estrecha relación con la distancia de la base hasta móvil, mientras más alejados estén el error medio cuadrado aumenta.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar levantamientos con estos equipos en lugares abiertos y despejados, donde no existan obstáculos de ninguna índole para no tener problemas con la recepción de señal GNSS.
- Así mismo, es recomendable manejar una ortofoto como una herramienta de apoyo para tener un control visual de los datos obtenidos y ejecutar de mejor manera los levantamientos topográficos o catastrales.
- Si se va utilizar como equipo de medición el RTK es indispensable trabajar con puntos de control y a su vez poder generar puntos auxiliares que servirán de apoyo ante cualquier imprevisto al monumento del levantamiento de información.
- En una zona urbana con edificaciones si va realizar mediciones con estos equipos se aconseja complementar la medición de construcciones con otros equipos topográficos como la estación total, cinta métrica entre otros.
- Si se requiere adquirir un equipo la opción más económica, es un receptor GNSS con capacidad para recibir correcciones vía NTRIP, debido a los costos elevados de un equipo RTK con móvil y rover.
- Para realizar levantamientos topográficos y catastrales con NTRIP se recomienda hacer uso de las bases CORS del Instituto Geográfico Militar (IGM) pues los datos estarán georreferenciados y la calidad de información será uniforme.
- Comparar resultados al aplicar mediciones con los equipos RTK y NTRIP en otros ámbitos del catastro, al igual que funcionamiento en zonas rurales.

Referencias bibliográficas

- Barrios, G., y Canga, A. (2012). *Implementación de mediciones gnss en tiempo real ntrip en trabajos cartográficos y catastrales*. [tesis de ingeniería, Universidad del Zulia]. Repositorio Institucional
https://www.researchgate.net/publication/282055364_IMPLEMENTACION_DE_MEDICIONES_GNSS_PARA_LA_REALIZACION_DE_CORRECCIONES_DIFERENCIALES_EN_TIEMPO_REAL_MEDIANTE_EL_USO_DE_NTRIP
- Berné Valero, J. L., Anquela Julián, A. B., & Garrido Villén, N. (2014). *GNSSGPS: Fundamentos y aplicaciones en Geomática*. Universitat Politècnica De València.
- Brandetti, A., y Kemerer, S. (2011). *Posicionamiento gps en tiempo real utilizando ntrip*. Rosario-Argentina: [tesis de ingeniería, Nacional de Rosario]. Recuperado de <http://www.efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHac4d.dir/doc.pdf>
- Briceño, L., Mass, I., Rubi, V., Cioce, G., Royero, L., Bacaicoa, E., . . . Barrios, M. (5 de Octubre de 2009). Mediciones GPS NTRIP: *Una nueva alternativa para el posicionamiento preciso en Venezuela*. Revista técnica de la Facultad de Ingeniería., 3, 200-209.
- Cardozo, J., & Arenas, J. (2016). *Metodología para levantamientos topográficos planimétricos de predios rurales*. [tesis de ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Calda]. Repositorio Institucional
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3248/ArenasAcostaJenifferAlexandraCardozoRojasJuanSebastian2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carranza, A., & Reyes, J. (2017). *Análisis E Implementación De Diferencial De Gps En Tiempo Real A Través De La Tecnología Ntrip Para La Eersa*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Cruz, P. J. (2009). *Manual de Levantamiento Catastral*. Tegucigalpa: Programa Fortalecimiento del Régimen Municipal y el Desarrollo Local en Honduras.

- Duarte, C. (01 de 11 de 2016). Hacia el espacio. *¿Qué son los sistemas de aumentación basados en satélites SBAS?:* Recuperado de <https://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=422>
- Codigo Organico Organizacion Territorial Autonomia Descentralizacion, COOTAD (2010). Quito: Asamblea Nacional.
- El-Rabbany Ahmed. (2001). *Introduction to GPS The Global Positioning System*. Boston-London: Artech House.
- FAO, O. d. (2015). *Ficha Metodológica Costo Y Tiempo Del Levantamiento Catastral*. Instituciones Administración de Tierras - IAT.
- Federal Communications Commission. (2008). *Consumer & Governmental Affairs Bureau*. Obtenido de "Entienda las áreas de cobertura de su teléfono celular": Recuperado de <https://www.fcc.gov>
- Gonzalez Alcaraz, P. (2015). *Levantamiento mediante gps de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas*. Cartagena: Universidad Politecnica de Cartagena.
- Hoyer, M. (2009). *Evaluación e Implementación de mediciones GNSS mediante el uso de NTRIP en Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA)*. Maracaibo, Venezuela: Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia.
- Hoyer, M., Cioce, V., Royero, G., Márquez, A., & Brito, J. (2010). *Utilización del ntrip en venezuela: avances y aplicaciones*. Revista técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia, 200-209.
- IGM, I. G. (Julio de 2019). Adopción del nuevo marco geodésico de referencia para el ecuador . *Proyecto Sirgas*, (págs. 2-103). Quito.
- Ivars, L., & Rodriguez, R. (28 de Octubre de 2011). *Café Geodésico*. Obtenido de Sobre NTRIP: <http://cafegeodesico.blogspot.com/2011/10/sobre-ntrip.html>
- Jimenez, N., Alexis, M., & Eduardo, S. (2019). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y gps como métodos*. Universitaria: Universidad de el Salvador.

- Jose, A. (16 de Junio de 2015). *Josealejo. Obtenido de Redes de Estaciones de Referencia GNSS CORS RTK: Recuperado de <http://www.josealejo.com/estaciones-vrs-cors-rtk-2/>*
- Leonardo, O., & Miguel, T. (2019). *Error, incertidumbre, precisión y exactitud, en levantamiento Aerofotogramétrico. Caso de estudio catastro de la parroquia San Carlos del cantón Naranjal*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Manuel, A. E. (2012). *Gnss: Descripción, Análisis Y Comparación Con Los Sistemas De Navegación Por Satélites*. Cordova: Universidad Nacional De Cordoba, Facultad De Ciencias Exactas Físicas Y Naturales.
- Márquez, A. (2007). "*NTRIP Herramienta Indispensable para el Catastro y la Cartografía*". Caracas, Venezuela: II Jornadas de Geomática. Mediciones Científicas e Industriales C.A. MECINCA. Obtenido de <http://www.mecinca.com>
- Martinez, C. (2011). *Reducción del margen de error de posición en sistemas basados en gps*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional. Repositorio institucional de extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22369/Reducci%C3%B3n%20del%20margen%20de%20error%20de%20posici%C3%B3n%20en%20sistemas%20basados%20en%20GPS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Merino, A. (28 de Junio de 2014). *Albireo Topografía. Mi parcela en el catastro no coincide con su medición*. Recuperado de : <http://www.albireotopografia.es/mi-parcela-en-el-catastro-no-coincide-con-su-medicion-real/>
- Olivares, J. (2015). *Análisis del sistema de navegación por satélite*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- Peterzon, M. (2004). *Distribution of GPS – Data Via Internet. Reports in Geodesy*. Suecia: Tesis Work. LMV–report 2004:01.
- PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE URCUQUÍ, PDOTU (2014). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Miguel de Urcuquí 2014 - 2019*.

- Posicionamiento, O. d. (2017). *Arreglo de constelación*. Recuperado de :
<https://www.gps.gov/systems/gps/space/>
- Posadas López, Á., Kestler Soto, J., & Mendoza Guzmán, E. (18 de Abril de 2012). *Análisis comparativo entre un levantamiento*: Recuperado de
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0225_MT.pdf
- Ruano, J. (24 de Julio de 2021). *Ecovis Ecuador. Obtenido de Métodos de Depreciación para tu Empresa*: Recuperado de <https://ecovis.com.ec>
- Scarramuza, F. M. (2014). *El posicionamiento satelital y sus sistemas de corrección*. Red Agricultura de Precisión - INTA EEA Manfredi.
- Seeber, G. (2003). *Satellite Geodesy*. New York: Walter de Gruyter.
- Seco, A. (2003). *Las redes rtk y la ingeniería civil.el proyecto iberef. VII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos* (págs. 226-234). Pamplona: Dpto. De Proyectos e Ingeniería Rural de la Universidad Pública de Navarra.
- Silva Villacres, O. F. (2014). *Implementación de la tecnología NTRIP en dispositivos móviles navegadores, mediante una aplicación, para obtener coordenadas GPS con mejor precisión y en tiempo real*. [ingeniería en topografía,. Universidad Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.]. Repositorio Institucional <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/8479>
- Suárez Silva Norbertino, R. P. (3 de Octubre de 2019). Red de transporte de datos en formato RTCM, vía protocolo de Internet (Ntrip). Implementación en la región y proyección futura a través de SIRGAS. *Revista Cartografica*(89), 166-186.
- Telegrafo, E. (17 de Junio de 2014). 122 municipios no tienen el catastro al día. *122 municipios no tienen el catastro al día*.
- Thilantha L. (2006). *Potential Accuracy and Practical Benefits of NTRIP Protocol Over Conventional RTK and DGPS Observation Methods*. Geoinformatics Center, Asian Institute of Technology PO Box 4. Thailand.
- Tierra, A. (2011). *Implementación de mediciones gnss para la realización de correcciones diferenciales en tiempo real mediante el uso de ntrip*. [ingeniería en topografía,. Universidad Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.]. Repositorio


Institucional.

https://www.researchgate.net/publication/282055364_IMPLEMENTACION_DE_MEDICIONES_GNSS_PARA_LA_REALIZACION_DE_CORRECCIONES_DIFERENCIALES_EN_TIEMPO_REAL_MEDIANTE_EL_USO_DE_NTRIP


- Xu, G. (2007). *GPS. Theory. Algorithms and Applications*. 2nd Edition. Berlin.: Springer-Verlang.
- Yan, T. (2004). *Benefits of Telecommunications Technology to GPS Users*. Sidney,Australia: The 2004 International Symposium on GNSS/GPS. School of Surveying and Spatial,University of New South Wales.
- Zabala, M. (2018). *Implementación del caster experimental para la distribución de medidas de GPS en tiempo real a través de NTRIP*. [ingeniería en Electronica,. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.]. Recuperado de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/830>

ANEXOS:

Anexo 1. Autorización para realizar estudio de tesis



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



ADMINISTRACIÓN | 2019
2023

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO


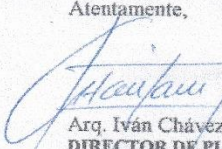
Urcuquí, enero 27 de 2021
Oficio N° 045-DPTYD.
Ing. M. Sc
Aragón Suárez Juan Pablo
**COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERIA AGRONEGOCIOS
AVALUOS Y CATASTROS**
Presente.

En atención, a la sumilla inserta en el oficio Nro.UTN-FICAYA-CIAAC-2021-05-M y trámite 20421, que dice "favor atender la solicitud, permiso para realizar las siguientes actividades:

- Permiso para realizar el levantamiento topográfico del sector la Recoleta
- Acceso a la información Catastral
- Entrevista y recopilación de datos del personal municipal

Al respecto informo que se autoriza el pedido, sin embargo se previene sobre la confidencialidad de la información catastral, la cual será monitoreada y requerirá un nivel de acompañamiento para el buen uso de la información, se sugiere que se ponga en conocimiento de este particular al peticionario

Sin otro particular que informar me suscribo de usted, aprovecho la oportunidad para expresarle mis sentimientos de consideración y estima
Atentamente,



Arq. Iván Chávez
DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN
C/C Archivo
S.S

DIRECCIÓN: Calle Guzmán y Antonio Ante (esq)
CONTACTOS: (06) 2 939 211 Fax: (06) 2 939 477
E-MAIL: municipiourcuqui@andinanet.net
www.uruqui.gob.ec
IMBABURA - ECUADOR

Anexo 2. Matriz de variables de evaluación de costo de levantamiento catastral

Variable	Concepto	Valores	Descripción
Ubicación	Localización de la propiedad.	Urbano Rural	Si este es Rural tiene un costo mayor al Urbano.
Relieve	Las pendientes fuertes hacen que las labores del levantamiento sean más difíciles	Llano Quebrado Muy Quebrado	Llano tiene un costo menor/ Muy Quebrado tiene un costo mayor
Forma de la Propiedad	El polígono irregular con un número excesivos de vértices en la propiedad inciden en la dificultad de medición	Triangulo Cuadrado Rectángulo Irregular con más de cuatro lados	Los terrenos Irregulares de más de cuatro lados tienen mayor costo.
Acceso	Disposición de vías carreteras o rutas de acceso hasta la propiedad.	Vías en mal Estado Vegetación densa	Las accesibles tienen costos menores/ Muy Difíciles de acceder tienen costos mayores.
Clima	Las condiciones climática afectan el funcionamiento de los equipos y del personal que realiza levantamientos.	Día Soleado Lluvioso Etc.	Los días soleados permiten hacer más trabajo mientras en días lluviosos existe dificultad para trabajar.
Densidad de Población	Las zonas más pobladas tienen mayor número de propiedades al igual que construcciones.	Deshabitada Densamente Poblada	Las propiedades deshabitadas suelen tener propiedades fáciles de medir y las zonas densamente pobladas tienen muchas pequeñas propiedades que demandan más trabajo.
Mayor número de personas solicitan medición	Dentro de los predios existen desmembraciones lo que requiere hacer nuevas mediciones.	Fraccionamientos Herencias Predios comunitarios	Número de predios no proyectados fuera del presupuesto por lo es necesario aumentalos costos.
Tecnología	El uso de la tecnología incide en los tiempos de medición.	Radio de comunicación Cámaras digitales Transporte	Agiliza el tiempo de medición, por ende tiene un mayor costo.

Anexo 3. Lista de puntos del levantamiento catastral.

GNSS RTK		
N°	X	Y
1	812452.2530	10046126.7790
2	812451.5450	10046127.3570
3	812449.2570	10046124.0070
4	812454.1360	10046130.6650
5	812477.8870	10046141.7310
6	812478.0630	10046141.4010
7	812453.2620	10046131.1620
8	812448.6510	10046112.4020
9	812444.3850	10046108.6420
10	812444.9550	10046108.0120
11	812448.1370	10046111.9770
12	812449.7400	10046123.3670
13	812443.7150	10046117.3100
14	812443.3430	10046118.1270
15	812469.2330	10046133.3970
16	812479.7370	10046150.6140
17	812480.1110	10046152.3290
18	812479.9210	10046153.2300

NTRIP		
N°	X	Y
1	812372.6138	10046030.4243
2	812380.1964	10046029.5760
3	812374.6073	10046054.1712
4	812370.4680	10046030.7245
5	812381.7124	10046042.8883
6	812379.7378	10046053.5732
7	812381.2478	10046055.3687
8	812378.6553	10046043.0864
9	812382.1314	10046052.0392
10	812375.5118	10046063.8247
11	812388.2515	10046128.6129
12	812388.4860	10046130.0693
13	812441.1541	10046125.1359
14	812441.2526	10046124.0359
15	812389.6981	10046120.9035
16	812378.4653	10046101.0962
17	812373.7339	10046066.6693
18	812389.4571	10046121.8219

19	812488.9420	10046149.8490
20	812496.0390	10046157.0620
21	812491.1790	10046161.2200
22	812490.3770	10046160.0900
23	812464.3260	10046137.0050
24	812463.5220	10046137.1860
25	812462.5560	10046137.9690
26	812465.5520	10046137.1700
27	812478.7070	10046154.2410
28	812483.6970	10046146.7150
29	812473.7670	10046144.7970
30	812442.5030	10046105.8720
31	812400.4860	10046028.9960
32	812400.9290	10046030.3930
33	812393.1740	10046030.1890
34	812407.2360	10046027.9370
35	812414.7260	10046028.3320
36	812414.5960	10046028.4160
37	812408.1220	10046029.1350
38	812363.3300	10046035.1210
39	812361.9750	10046035.8100
40	812361.2290	10046036.4470

19	812376.3297	10046101.0943
20	812382.8973	10046062.7926
21	812375.6765	10046130.1876
22	812377.9367	10046140.0906
23	812380.1638	10046121.2852
24	812378.7194	10046122.8915
25	812393.2416	10046162.4556
26	812383.0554	10046203.8093
27	812395.5963	10046194.9175
28	812389.4448	10046162.4820
29	812379.8869	10046163.5708
30	812385.1877	10046119.5728
31	812382.4633	10046070.9905
32	812381.2471	10046073.0307
33	812381.9748	10046063.0125
34	812383.8923	10046071.9703
35	812384.4774	10046080.7794
36	812383.7120	10046102.8045
37	812387.6390	10046118.5268
38	812381.8382	10046080.6788
39	812386.4414	10046102.7656
40	812440.2502	10046116.9974

41	812363.5310	10046036.6290
42	812393.5220	10046031.4570
43	812384.3840	10046031.5890
44	812384.9710	10046032.9380
45	812416.7750	10046026.4600
46	812477.3330	10046030.4440
47	812462.3060	10046017.4230
48	812440.0640	10046001.5650
49	812484.3380	10046081.1630
50	812441.8580	10046106.3590
51	812458.4240	10046093.3490
52	812482.5990	10046078.7070
53	812420.9040	10046023.9040
54	812424.0600	10046024.6460
55	812419.9400	10046024.7770
56	812425.5600	10046017.8800
57	812441.1740	10045999.3330
58	812440.0060	10045999.1250
59	812439.0230	10045999.3110
60	812600.3580	10046240.1780
61	812600.4230	10046241.4420
62	812597.3370	10046248.4780

41	812418.1707	10046384.5213
42	812416.2255	10046359.7474
43	812408.8378	10046385.3701
44	812410.3497	10046385.1692
45	812405.8880	10046360.0292
46	812400.1921	10046293.6378
47	812402.4253	10046291.8624
48	812398.8480	10046360.4992
49	812392.9571	10046294.4442
50	812400.0643	10046386.2102
51	812486.0160	10046095.2107
52	812484.7851	10046094.8528
53	812500.5283	10046109.5933
54	812500.2703	10046108.2664
55	812483.7421	10046095.3239
56	812483.2975	10046111.3744
57	812484.5291	10046112.9064
58	812482.9020	10046095.8105
59	812482.4614	10046097.2766
60	812401.7565	10046283.7594
61	812460.2970	10046122.4746
62	812461.1019	10046114.7307

63	812599.5900	10046241.1100
64	812634.8500	10045919.6350
65	812622.4560	10046240.1230
66	812601.3230	10046241.7110
67	812616.6420	10046246.9330
68	812618.7480	10046246.8250
69	812589.8920	10046231.8350
70	812611.5380	10046248.3960
71	812597.6360	10046249.2790
72	812600.3040	10046245.8000
73	812604.5660	10046247.9000
74	812634.2010	10045931.5630
75	812483.6270	10046020.9120
76	812482.8620	10046019.6300
77	812475.0700	10046012.8940
78	812483.6190	10046022.1470
79	812491.4020	10046043.2140
80	812487.2040	10046043.0550
81	812478.8550	10046031.4870
82	812580.4260	10045967.5350
83	812608.2710	10045947.1070
84	812613.3890	10045930.9350

63	812452.7423	10046116.6056
64	812460.5872	10046123.8868
65	812461.3711	10046115.6260
66	812434.8879	10046117.8409
67	812440.3174	10046116.0900
68	812467.6351	10046113.7160
69	812467.8853	10046115.0097
70	812452.5767	10046115.5842
71	812399.6134	10046260.7262
72	812397.5312	10046260.9092
73	812398.5392	10046273.8627
74	812400.8655	10046273.7385
75	812398.8546	10046251.8120
76	812396.0523	10046243.7967
77	812422.4287	10046119.5130
78	812396.7644	10046252.3878
79	812398.2025	10046243.6193
80	812397.3841	10046214.1891
81	812480.8733	10046117.5508
82	812479.2251	10046115.8825
83	812474.3330	10046122.5980
84	812474.4115	10046121.2413

85	812564.4830	10045963.1590
86	812501.6600	10045997.5090
87	812529.0620	10045994.7320
88	812552.1690	10045982.7510
89	812589.2490	10046232.6790
90	812510.5600	10046177.7120
91	812510.9210	10046177.2090
92	812508.4550	10046167.2360
93	812509.9670	10046178.1710
94	812523.3970	10046177.9970
95	812522.3480	10046179.0480
96	812527.9100	10046193.0490
97	812503.1180	10046161.2980
98	812503.1360	10046161.2910
99	812502.0650	10046161.9730
100	812495.6000	10046164.4060
101	812496.5230	10046165.2750
102	812495.3440	10046165.6650
103	812495.2140	10046164.7670
104	812539.7140	10046191.2430
105	812573.3010	10046229.0630
106	812586.8660	10046238.4970

85	812475.5217	10046113.3127
86	812475.2576	10046107.2305
87	812483.3387	10046111.3777
88	812476.2691	10046113.7667
89	812476.2124	10046107.2231
90	812476.0672	10046123.9277
91	812477.8242	10046148.3485
92	812478.8604	10046148.2759
93	812478.0013	10046154.8025
94	812479.2769	10046154.9236
95	812477.7550	10046142.7213
96	812478.4265	10046134.0610
97	812477.2049	10046123.2498
98	812478.4915	10046142.3696
99	812476.9033	10046134.8428
100	812484.0879	10046112.9284
101	812486.1326	10046136.8757
102	812485.3636	10046143.8561
103	812485.6326	10046129.9026
104	812484.5341	10046130.1246
105	812486.4977	10046143.9373
106	812487.0878	10046166.8084

107	812558.8040	10046215.8490
108	812573.8860	10046228.0520
109	812574.2020	10046220.6330
110	812574.9550	10046219.7370
111	812574.9680	10046219.7230
112	812538.0730	10046201.2290
113	812539.1100	10046200.2490
114	812541.6700	10046194.5780
115	812546.7960	10046208.0340
116	812558.0370	10046216.8300
117	812556.4160	10046206.2630
118	812557.4910	10046205.0050
119	812362.5290	10046037.4100
120	812543.0779	10046165.8907
121	812447.2403	10046112.2032
122	812485.5963	10046236.2211
123	812531.6265	10046152.6744
124	812614.3789	10046016.3548
125	812519.4899	10046158.6257
126	812520.7427	10046160.0577
127	812479.3222	10046225.3260
128	812478.6206	10046225.3092

107	812487.7731	10046166.4921
108	812486.8237	10046157.5800
109	812487.3396	10046157.5315
110	812483.9965	10046122.4964
111	812500.4982	10046118.8880
112	812491.7388	10046120.6566
113	812485.7733	10046113.5509
114	812500.6538	10046120.0245
115	812491.7982	10046119.6761
116	812484.5796	10046121.1343
117	812485.3678	10046122.7757
118	812486.2666	10046120.2673
119	812486.4156	10046121.2965
120	812479.9284	10046164.9079
121	812422.9344	10046222.7990
122	812423.1153	10046221.5585
123	812405.3929	10046224.1141
124	812418.3957	10046213.4231
125	812433.8360	10046221.3654
126	812443.9790	10046219.9868
127	812438.2575	10046212.5891
128	812433.4323	10046219.5127

129	812478.1615	10046216.7898
130	812501.6020	10046233.3258
131	812480.2125	10046236.6084
132	812495.7202	10046235.4929
133	812495.6204	10046233.7958
134	812628.8043	10046037.0965
135	812443.6516	10046062.8627
136	812437.5505	10046056.5754
137	812431.8653	10046063.4927
138	812573.4948	10046067.6077
139	812594.4710	10046090.7076
140	812586.7970	10046083.5597
141	812580.3949	10046076.2950
142	812394.7442	10046047.7590
143	812510.7775	10046103.4179
144	812650.3697	10046068.1046
145	812404.7193	10046051.2746
146	812423.4145	10046060.0013
147	812414.9636	10046056.5099
148	812422.4318	10046049.8021
149	812468.0129	10046217.2333
150	812498.2257	10046131.9604

129	812443.8627	10046221.2450
130	812405.4892	10046222.8094
131	812393.7456	10046214.2752
132	812386.4249	10046217.6644
133	812398.3915	10046216.7093
134	812395.0351	10046215.8726
135	812396.8726	10046223.9948
136	812393.6468	10046225.7178
137	812386.0570	10046224.6859
138	812396.3638	10046223.0319
139	812395.9441	10046225.2372
140	812438.3318	10046213.7832
141	812481.6998	10046208.4481
142	812482.6278	10046208.5215
143	812480.3679	10046210.1784
144	812480.3220	10046210.7218
145	812481.9622	10046200.6298
146	812480.9276	10046180.6801
147	812478.6828	10046164.9672
148	812482.4590	10046200.7429
149	812479.5171	10046180.8965
150	812465.4740	10046219.2298

151	812490.8299	10046116.3378
152	812496.8279	10046156.2179
153	812509.3252	10046144.6493
154	812490.2925	10046174.8833
155	812497.3983	10046173.6151
156	812513.8163	10046151.8882
157	812509.6555	10046104.2445
158	812487.5581	10046107.1297
159	812467.1794	10046149.2081
160	812510.1870	10046105.3284
161	812484.1399	10046146.1200
162	812465.8192	10046129.2621
163	812493.6128	10046126.0054
164	812491.4637	10046182.6454
165	812465.8482	10046186.1405
166	812477.0581	10046185.8142
167	812472.3142	10046175.2094
168	812477.5089	10046199.7054
169	812468.6310	10046226.1120
170	812467.4125	10046208.6096
171	812477.7036	10046208.3021
172	812466.8270	10046200.1997

151	812456.3506	10046220.2535
152	812456.4056	10046218.9488
153	812451.2757	10046211.7361
154	812451.3946	10046212.7034
155	812461.2166	10046211.3833
156	812466.8849	10046211.7240
157	812465.8754	10046218.3513
158	812461.1540	10046212.1403
159	812467.0891	10046210.8222
160	812500.4500	10046110.4642
161	812622.6137	10046055.7833
162	812626.6294	10046060.0638
163	812649.0549	10045995.1385
164	812670.6202	10046026.1466
165	812630.2878	10046063.8092
166	812597.8984	10046245.2674
167	812639.8434	10046232.8900
168	812637.6045	10046070.6337
169	812645.5536	10046078.2504
170	812585.3525	10046001.9558
171	812634.6295	10045974.3968
172	812584.2086	10045997.9380

173	812464.8860	10046172.3193
174	812481.9925	10046174.3098
175	812469.4091	10046237.2887
176	812483.9923	10046184.2889
177	812480.7487	10046162.1786
178	812471.9781	10046162.9847
179	812548.4778	10046128.6316
180	812556.5923	10046123.8453
181	812565.0639	10046130.6298
182	812407.4948	10046078.1327
183	812385.5496	10046060.5594
184	812376.6273	10046052.3271
185	812393.3057	10046066.6185
186	812572.8872	10046148.3065
187	812559.2425	10046156.5038
188	812538.0185	10046134.5140
189	812582.4704	10046120.3729
190	812562.9134	10046143.5971
191	812565.5892	10046141.3244
192	812572.9536	10046136.9482
193	812380.8928	10046056.8627
194	812360.4590	10046038.6910

173	812457.8010	10046014.6174
174	812463.9022	10046020.9047
175	812614.7216	10046048.7496
176	812593.7454	10046025.6497
177	812595.6942	10046024.4341
178	812607.0476	10046041.6017
179	812600.6454	10046034.3370
180	812636.3796	10046245.9165
181	812515.5834	10046193.5558
182	812505.7505	10046194.2631
183	812521.7633	10046191.9005
184	812515.5747	10046191.8535
185	812500.3667	10046194.6504
186	812498.3157	10046174.8318
187	812497.8578	10046166.3441
188	812499.4764	10046183.3680
189	812498.7748	10046183.3512
190	812497.2123	10046143.4262
191	812625.5335	10046297.7611
192	812558.1518	10046295.5992
193	812632.9158	10046258.9430
194	812629.1122	10046274.8753

195	812361.3770	10046042.2460
196	812362.2190	10046041.4520
197	812360.4750	10046040.2610
198	812360.6200	10046037.9880
199	812361.8420	10046038.6360
200	812361.5830	10046040.1380
201	812498.2980	10046073.8870
202	812602.2951	10046143.4158
203	812575.1157	10046066.5966
204	812414.6040	10046084.4070
205	812362.1830	10046043.1130
206	812371.6750	10046050.7220
207	812372.2850	10046049.8400
208	812612.6653	10046300.9010
209	812463.4020	10046163.4934
210	812464.2854	10046163.6917
211	812522.7470	10046204.9897
212	812463.9347	10046162.7483
213	812463.8164	10046155.6248
214	812462.5095	10046154.5745
215	812464.4673	10046162.2426
216	812610.0372	10046105.7672

195	812507.3175	10046255.3785
196	812507.6482	10046237.2972
197	812517.4599	10046130.8266
198	812497.8330	10046222.3153
199	812497.8330	10046226.1322
200	812452.1158	10046021.5347
201	812631.4122	10046183.4182
202	812577.3433	10046081.5921
203	812662.3474	10046297.9606
204	812542.9975	10046163.0317
205	812585.5559	10046088.5295
206	812585.8398	10046099.3664
207	812583.1640	10046101.6391
208	812593.2042	10046094.9902
209	812593.0734	10046106.2870
210	812438.4879	10046262.5283
211	812461.0676	10046254.7999
212	812461.3630	10046263.9558
213	812438.3087	10046243.3492
214	812460.7719	10046243.9575
215	812461.3630	10046274.1811
216	812426.2262	10046243.4306

217	812606.3789	10046102.0218
218	812602.3631	10046097.7413
219	812625.3031	10046120.2084
220	812611.1616	10046225.3762
221	812656.8265	10046219.4582
222	812617.3539	10046112.5917
223	812464.8391	10046155.6248
224	812624.1074	10046247.3791
225	812577.6489	10046287.2515
226	812616.4228	10046286.7698
227	812619.5928	10046274.8480
228	812608.8616	10046316.8333
229	812604.6207	10046339.7155
230	812537.9012	10046337.5572
231	812477.5825	10046264.2733
232	812470.9012	10046264.8572
233	812469.9030	10046422.3305
234	812477.5825	10046268.0902
235	812487.0669	10046297.3365
236	812487.3976	10046279.2552
237	812487.2768	10046267.5449
238	812460.8710	10046259.2250

217	812438.3989	10046253.0088
218	812446.2836	10046275.4112
219	812437.1123	10046243.3573
220	812568.7284	10046086.6736
221	812529.9060	10046062.2865
222	812530.3104	10046063.3308
223	812513.8634	10046084.0474
224	812531.5415	10046061.4515
225	812415.4139	10046005.9487
226	812435.2142	10046014.5519
227	812443.8057	10046018.1014
228	812424.9699	10046009.3166
229	812442.6823	10046007.8441
230	812518.4763	10046090.0024
231	812563.4090	10046124.1011
232	812552.0082	10046110.9432
233	812579.4930	10046114.5458
234	812558.2691	10046092.5560
235	812541.1245	10046118.3265
236	812504.4765	10046104.0755
237	812529.5758	10046102.6913
238	812539.7405	10046116.6677

239	812461.2730	10046260.1960
240	812463.0430	10046261.6100
241	812462.2870	10046260.0640
242	812462.8000	10046274.1720
243	812463.1400	10046262.0360
244	812462.9870	10046261.1450
245	812630.5350	10046235.7310
246	812636.2790	10046234.4060
247	812630.1100	10046237.1180
248	812641.1090	10046236.2630
249	812467.6240	10046256.6930
250	812302.6770	10046220.3010
251	812636.3050	10046243.5410
252	812463.7820	10046274.1330
253	812471.2310	10046296.2600
254	812473.1750	10046296.3250
255	812470.2870	10046297.1250
256	812471.3850	10046278.9270
257	812468.9520	10046259.7480
258	812470.7140	10046259.4130
259	812470.1520	10046278.9960
260	812464.2480	10046284.4650

239	812534.0682	10046109.9290
240	812497.6443	10046157.1492
241	812489.5897	10046379.4331
242	812490.5214	10046378.3113
243	812499.8100	10046354.8506
244	812490.2564	10046371.8396
245	812519.3230	10046379.2745
246	812606.2389	10046370.5854
247	812629.4811	10046369.2502
248	812550.3315	10046380.4465
249	812559.9042	10046372.6005
250	812490.5078	10046354.1247
251	812484.6649	10046272.3520
252	812486.2034	10046272.2540
253	812491.7066	10046254.4790
254	812493.4446	10046254.1908
255	812487.4948	10046302.9172
256	812489.6707	10046333.6471
257	812489.6020	10046354.4187
258	812495.2332	10046321.3322
259	812497.6754	10046320.8783
260	812648.9023	10046367.1457

261	812463.5280	10046284.6100
262	812463.7960	10046274.1110
263	812464.7560	10046293.4980
264	812465.2780	10046304.6010
265	812465.3240	10046304.8040
266	812464.7670	10046293.2140
267	812628.7550	10046238.0090
268	812589.9540	10046126.8460
269	812583.8250	10046118.5450
270	812591.2410	10046115.2480
271	812591.1850	10046125.8330
272	812608.5640	10046130.0210
273	812600.8540	10046129.8430
274	812598.3520	10046122.6610
275	812543.4330	10046084.7640
276	812542.5800	10046085.6630
277	812538.8070	10046076.8830
278	812552.2070	10046080.8860
279	812583.6980	10046108.4650
280	812586.1360	10046110.9150
281	812579.7670	10046105.7070
282	812596.9600	10046133.8880

261	812659.7335	10046232.6310
262	812665.1444	10046211.1397
263	812661.9968	10046258.8315
264	812668.4639	10046252.8369
265	812659.2074	10046211.7263
266	812499.4334	10046111.9501
267	812500.0586	10046111.3195
268	812658.0756	10046211.4404
269	812498.1966	10046112.4753
270	812663.3667	10046275.4824
271	812677.2802	10046362.8278
272	812675.7058	10046338.6904
273	812670.7916	10046363.6821
274	812671.9336	10046363.5109
275	812669.7398	10046339.0678
276	812672.3805	10046297.6317
277	812668.1739	10046275.7542
278	812664.5606	10046295.3913
279	812663.3570	10046296.5163
280	812484.6093	10046262.5416
281	812555.5024	10046211.0651
282	812555.4942	10046212.2869

283	812638.1950	10046246.5880
284	812637.2800	10046246.4330
285	812636.0730	10046220.3310
286	812636.8750	10046245.4800
287	812628.8870	10046239.5970
288	812627.2260	10046246.2460
289	812636.9560	10046245.4430
290	812619.5340	10046165.7720
291	812618.6930	10046163.0910
292	812605.3620	10046153.3750
293	812620.8690	10046170.5790
294	812625.7180	10046220.9560
295	812615.0660	10046186.6510
296	812611.9470	10046176.9020
297	812577.1210	10046243.4880
298	812576.4180	10046243.6030
299	812576.1790	10046250.2600
300	812584.0030	10046250.3110
301	812418.6590	10046215.4030
302	812418.3910	10046213.3590
303	812584.2510	10046249.5230
304	812559.1930	10046244.9550

283	812568.9005	10046210.2322
284	812568.7565	10046211.0245
285	812506.8130	10046214.9874
286	812497.9901	10046216.6818
287	812481.0991	10046218.3623
288	812506.8984	10046216.0354
289	812498.0740	10046215.7478
290	812596.4117	10046208.9882
291	812504.1465	10046142.3309
292	812611.9371	10046206.5979
293	812510.4467	10046132.9253
294	812511.6179	10046140.6874
295	812608.9621	10046207.6891
296	812603.1443	10046208.1617
297	812596.2906	10046208.0530
298	812608.3897	10046207.0736
299	812603.1235	10046207.2598
300	812480.7776	10046217.1570
301	812491.7274	10046236.7927
302	812490.5531	10046236.9616
303	812484.1947	10046231.8146
304	812483.5518	10046232.2824

305	812558.8530	10046244.2580
306	812553.3580	10046245.4450
307	812571.8480	10046243.0100
308	812576.1820	10046250.1560
309	812576.2440	10046251.2980
310	812571.9740	10046244.0190
311	812396.3150	10046216.7080
312	812474.8640	10046114.3820
313	812463.9840	10046122.0850
314	812460.2770	10046122.5490
315	812487.5200	10046107.0650
316	812668.1080	10046275.7860
317	812668.1700	10046275.7960
318	812618.4760	10046203.2530
319	812382.9090	10046203.9110
320	812386.1340	10046216.3980
321	812393.7360	10046214.3100
322	812379.4720	10046160.3500
323	812460.7800	10046123.9530
324	812389.3320	10046121.9230
325	812384.8980	10046119.7130
326	812553.3950	10046244.5170

305	812483.8701	10046242.3850
306	812485.2602	10046252.3729
307	812485.5797	10046262.5110
308	812484.7446	10046242.4252
309	812484.5940	10046252.4723
310	812482.5580	10046219.8789
311	812483.3114	10046218.9429
312	812489.6678	10046217.2100
313	812482.0798	10046217.4463
314	812483.0553	10046218.6595
315	812490.1159	10046216.6380
316	812491.0737	10046217.3145
317	812483.6186	10046219.9036
318	812490.9169	10046216.5210
319	812491.1187	10046216.2533
320	812461.1169	10045956.6607
321	812456.1825	10045957.2975
322	812453.9358	10045952.9974
323	812463.5631	10045957.5071
324	812460.5600	10045959.3065
325	812704.6565	10046044.1885
326	812702.2073	10046017.4368

327	812487.1760	10046256.6800
328	812487.8060	10046256.9270
329	812482.4690	10046251.4640
330	812486.6990	10046250.7470
331	812493.1880	10046250.1680
332	812493.7540	10046249.4040
333	812486.6450	10046250.6410
334	812470.0140	10046258.5080
335	812469.5790	10046258.8130
336	812469.0850	10046259.3120
337	812470.7000	10046258.3100
338	812482.8020	10046250.5420
339	812477.5660	10046257.7940
340	812477.6180	10046257.7780
341	812495.0120	10046249.2800
342	812535.1160	10046253.2650
343	812535.1970	10046254.2590
344	812537.9620	10046246.8690
345	812546.7370	10046245.1710
346	812548.3110	10046252.2740
347	812548.3410	10046253.3360
348	812546.8050	10046245.9490

327	812390.8864	10046212.4582
328	812690.6202	10046054.1089
329	812453.2835	10045951.4313
330	812434.7821	10045986.2329
331	812438.7384	10045985.6600
332	812431.3518	10045986.6113
333	812434.6579	10045984.7245
334	812437.9323	10045984.1004
335	812438.6156	10045973.7492
336	812437.8462	10045972.5770
337	812442.4684	10045982.1887
338	812444.3575	10045983.2849
339	812714.2772	10045989.0281
340	812504.0436	10045980.1057
341	812492.2878	10045983.5808
342	812495.4340	10045970.9220
343	812504.5093	10045976.7152
344	812513.2313	10045998.9285
345	812521.2000	10046008.7251
346	812604.6111	10046018.8595
347	812511.7154	10046000.9254
348	812522.6210	10046007.2018

349	812507.5630	10046252.5560
350	812501.9530	10046248.8570
351	812495.1560	10046249.9990
352	812501.7420	10046249.5030
353	812537.8640	10046245.8860
354	812523.9780	10046247.7170
355	812523.7870	10046246.6450
356	812540.8110	10046071.2060
357	812470.4360	10046396.2660
358	812468.8340	10046396.3690
359	812469.2850	10046375.7650
360	812477.0100	10046396.4030
361	812539.6860	10046414.3870
362	812469.9030	10046414.0880
363	812479.2800	10046396.9010
364	812465.8770	10046314.3120
365	812473.1440	10046296.3350
366	812473.1560	10046296.3320
367	812466.7470	10046344.7020
368	812477.3500	10046363.1050
369	812474.7700	10046363.4670
370	812467.9710	10046344.3780

349	812469.0017	10045948.8418
350	812686.9212	10045879.5297
351	812685.7432	10045877.5805
352	812697.1915	10045968.1829
353	812700.1403	10045874.4737
354	812661.4446	10045886.1140
355	812573.5991	10045936.7016
356	812550.2161	10045951.7148
357	812642.4371	10045896.4078
358	812602.3477	10045923.6922
359	812431.1907	10045985.2888
360	812387.9688	10046018.2756
361	812376.5426	10046019.2398
362	812391.9886	10046017.6108
363	812389.7132	10046015.7232
364	812371.8031	10046017.0193
365	812382.5116	10046001.0123
366	812383.2650	10046000.2169
367	812370.7066	10046008.2787
368	812370.2798	10046005.3282
369	812392.5347	10046016.9304
370	812401.7776	10046015.2095

371	812561.9030	10046414.2160
372	812644.0820	10046336.9320
373	812649.4690	10046381.2070
374	812655.2870	10046380.9090
375	812642.9730	10046338.5300
376	812647.7390	10046317.8060
377	812650.1190	10046317.6860
378	812651.9480	10046339.7600
379	812628.4980	10046409.1510
380	812609.4400	10046410.4950
381	812585.7440	10046412.5620
382	812628.4990	10046409.1510
383	812657.3540	10046404.9490
384	812651.3640	10046405.4080
385	812649.9670	10046405.5230
386	812473.1540	10046296.3330
387	812527.6430	10046062.6850
388	812530.6370	10046060.7050
389	812564.5730	10046044.1620
390	812514.3310	10046061.7000
391	812552.0460	10046080.7970
392	812542.5290	10046085.5710

371	812397.7723	10046015.8500
372	812406.3239	10046019.1165
373	812405.7029	10046020.3358
374	812392.6004	10046007.8294
375	812394.2305	10046013.4705
376	812397.2035	10046011.5073
377	812391.8860	10046008.4578
378	812396.6674	10046012.1955
379	812382.3539	10045996.3909
380	812413.9412	10045989.5122
381	812419.0224	10045977.3665
382	812405.4226	10045990.8881
383	812413.6209	10045988.1377
384	812419.3372	10045978.4920
385	812428.4767	10045985.7028
386	812428.8873	10045987.0697
387	812420.7480	10045986.9163
388	812421.2154	10045988.3860
389	812406.3657	10045989.1963
390	812384.0763	10045993.0937
391	812374.7080	10045977.9461
392	812380.9180	10045995.9632

393	812517.7520	10046064.1780
394	812516.8840	10046051.0300
395	812502.5390	10046039.0400
396	812493.7910	10046044.2450
397	812524.8850	10046058.5710
398	812574.0340	10046039.7220
399	812583.9520	10046061.0850
400	812563.9580	10046039.8960
401	812560.7290	10046101.6170
402	812464.9430	10046294.4320
403	812463.7870	10046294.5790
404	812463.6810	10046294.5990
405	812465.2830	10046304.6260
406	812471.2100	10046296.2240
407	812471.2950	10046296.2300
408	812464.0230	10046304.6440
409	812568.1890	10046095.0470
410	812560.5810	10046088.3390
411	812552.8740	10046094.6350
412	812574.3650	10046113.3620
413	812634.6090	10046165.4690
414	812575.6040	10046101.4770

393	812384.3677	10045994.4816
394	812373.3067	10045980.4388
395	812403.9339	10045979.1207
396	812404.1762	10045980.8903
397	812380.8526	10045982.5408
398	812379.2096	10045985.0147
399	812594.1569	10045993.1054
400	812627.5538	10046110.6235
401	812625.8201	10046111.2935
402	812638.1413	10046143.4702
403	812634.9362	10046133.8413
404	812632.4248	10046134.7522
405	812646.0652	10046179.1344
406	812657.4454	10046204.0844
407	812635.5931	10046144.5228
408	812640.4930	10046159.4000
409	812648.7516	10046178.1029
410	812617.4114	10046091.6964
411	812618.7197	10046090.5847
412	812619.0020	10046079.9699
413	812617.9098	10046081.0673
414	812625.4476	10046090.4742

415	812570.5420	10046110.0640
416	812469.8420	10046251.9130
417	812469.3940	10046251.6400
418	812468.9840	10046250.7710
419	812629.2470	10046172.9200
420	812680.6330	10045916.0550
421	812678.3220	10045906.1740
422	812665.5640	10045919.7380
423	812461.3060	10046250.5430
424	812460.0910	10046252.5200
425	812467.0770	10046149.1690
426	812462.2670	10046251.3040
427	812470.3300	10046250.5160
428	812461.0300	10046252.5550
429	812461.8050	10046252.2000
430	812686.6690	10045978.3740
431	812715.5710	10046232.4530
432	812696.1840	10046193.7430
433	812712.3890	10046157.3990
434	812724.1730	10046233.1120
435	812658.6200	10046236.0640
436	812700.5770	10046232.8570

415	812625.0261	10046100.9739
416	812622.6730	10046101.3570
417	812628.7896	10046088.0231
418	812629.7183	10046098.4159
419	812657.2162	10046203.3473
420	812728.9412	10046090.4480
421	812732.6085	10046115.9596
422	812707.4714	10046063.8312
423	812722.7285	10046061.1420
424	812716.5119	10046151.7459
425	812720.7036	10046190.8760
426	812679.1967	10046194.1180
427	812736.2468	10046191.4349
428	812744.2591	10046191.8195
429	812719.4066	10046038.4281
430	812649.2560	10046197.5180
431	812649.1496	10046195.8790
432	812648.4650	10046203.8997
433	812647.6550	10046204.1406
434	812650.4099	10046195.1247
435	812656.6732	10046201.4536
436	812698.5753	10045864.1227

437	812700.4530	10046232.8340
438	812698.8980	10046080.4510
439	812693.8020	10046031.0740
440	812677.8460	10046015.3020
441	812683.9090	10046085.8530
442	812709.3100	10046132.5740
443	812702.7410	10046103.5150
444	812686.4800	10046106.8730
445	812374.2000	10046268.4750
446	812388.2640	10046427.4320
447	812386.5640	10046479.9020
448	812637.4340	10046253.5710
449	812379.6810	10046428.3340
450	812395.9610	10046401.2800
451	812397.7680	10046426.5880
452	812389.9720	10046427.2040
453	812648.1870	10046294.8210
454	812641.5240	10046300.9010
455	812642.6940	10046317.6820
456	812640.5090	10046274.7920
457	812638.8000	10046253.8380
458	812644.7870	10046253.3310

437	812650.9363	10046193.6641
438	812661.4741	10046194.1670
439	812610.2882	10046084.9334
440	812563.8690	10046042.7008
441	812572.9885	10046052.7081
442	812570.9317	10046040.7313
443	812572.5623	10046038.8683
444	812574.0149	10046051.6936
445	812580.9552	10046046.4252
446	812586.9189	10046055.5593
447	812573.8967	10046051.9857
448	812579.4808	10046047.8035
449	812559.0538	10046030.6699
450	812538.1525	10046022.1834
451	812539.4049	10046021.5907
452	812594.4282	10045997.7700
453	812534.7822	10046019.5960
454	812544.0910	10046017.4502
455	812547.5747	10046020.4482
456	812561.1732	10046029.3206
457	812546.3986	10046016.3566
458	812550.0730	10046019.1455

459	812639.2270	10046274.8480
460	812387.7500	10046401.7780
461	812379.3060	10046302.8200
462	812377.1930	10046303.5540
463	812378.1740	10046315.9280
464	812369.7790	10046304.0050
465	812376.8420	10046265.7150
466	812366.7260	10046267.3710
467	812368.4640	10046288.8950
468	812372.5610	10046336.4990
469	812378.4760	10046402.5760
470	812385.4950	10046402.0550
471	812379.8300	10046335.7330
472	812380.4130	10046315.7390
473	812381.0860	10046325.7800
474	812381.9940	10046333.9080

459	812588.2675	10046053.9275
460	812605.7738	10046069.8970
461	812606.6544	10046068.6357
462	812604.0839	10046066.3751
463	812621.2419	10046087.7039
464	812602.7429	10046078.0518
465	812610.6408	10046074.1947
466	812610.6705	10046075.2139
467	812603.8996	10046077.0607
468	812611.5687	10046083.7984
469	812603.0541	10046067.6617
470	812591.4056	10046067.1164
471	812595.9359	10046059.3837
472	812581.2380	10046059.3685
473	812582.0371	10046058.5045
474	812594.6084	10046061.0764
475	812595.2935	10046070.6579
476	812594.7708	10046071.3040
477	812598.8953	10046064.5318
478	812600.3708	10046063.2198
479	812402.5294	10046025.1806
480	812622.5644	10046205.9122

481	812617.9576	10046206.2614
482	812628.6547	10046197.5239
483	812622.1362	10046207.0198
484	812617.8931	10046206.0633
485	812620.8388	10046199.4112
486	812620.8170	10046198.0821
487	812613.8509	10046207.0766
488	812613.7876	10046206.5631
489	812635.2217	10046198.5853
490	812639.4404	10046205.5951
491	812639.2246	10046204.7618
492	812661.3341	10046202.2709
493	812644.2972	10046204.1439
494	812618.4567	10046203.2482
495	812632.0231	10046205.2439
496	812634.9905	10046197.1587
497	812632.0205	10046206.2288
498	812631.9294	10046205.4585
499	812609.0772	10046206.8082
500	812594.4384	10046178.5250
501	812595.3668	10046177.6644
502	812593.5743	10046186.7415

503	812594.4424	10046186.0447
504	812588.0929	10046171.7192
505	812579.1126	10046174.3929
506	812572.8947	10046168.8121
507	812587.2693	10046172.5367
508	812578.9132	10046174.1461
509	812598.7769	10046190.2326
510	812609.2693	10046199.1913
511	812609.2715	10046199.1614
512	812608.8992	10046206.1121
513	812607.3450	10046199.9166
514	812607.1290	10046196.6076
515	812609.4774	10046190.5895
516	812608.6275	10046190.0558
517	812608.4411	10046197.3152
518	812605.4793	10046192.7825
519	812665.2539	10046204.0407
520	812506.9924	10046208.6408
521	812515.5568	10046207.0293
522	812502.6329	10046208.8739
523	812506.8512	10046207.7378
524	812515.5654	10046207.9224

525	812527.7713	10046210.4089
526	812544.2226	10046204.6227
527	812522.1218	10046207.3637
528	812522.0531	10046206.4850
529	812502.7814	10046208.0860
530	812488.7816	10046184.4189
531	812487.8436	10046184.3654
532	812488.1086	10046175.2147
533	812487.3076	10046175.2997
534	812489.5875	10046195.5276
535	812490.5821	10046208.8397
536	812490.2921	10046209.7957
537	812488.4679	10046195.6467
538	812489.4224	10046208.7131
539	812544.3882	10046205.6342
540	812663.0140	10046258.6813
541	812668.9114	10046225.9501
542	812604.5405	10046207.4330
543	812661.9835	10046258.6710
544	812666.4893	10046226.2359
545	812661.5709	10046203.8357
546	812664.5688	10046204.0338

547	812659.2588	10046211.2848
548	812658.0477	10046211.3939
549	812604.6349	10046208.3515
550	812573.6515	10046202.2982
551	812578.9853	10046203.2053
552	812558.2959	10046203.4093
553	812558.2464	10046204.5934
554	812579.5558	10046202.9200
555	812597.7704	10046200.8981
556	812597.5340	10046201.6383
557	812592.0598	10046200.5297
558	812592.2431	10046201.9319
559	812568.0900	10046164.9328
560	812504.8013	10046039.2503
561	812503.1155	10046036.5915
562	812468.8796	10046069.7409
563	812465.4028	10046065.9704
564	812492.1752	10046046.4013
565	812473.6762	10046058.8765
566	812469.8230	10046060.9456
567	812481.1278	10046053.6625
568	812478.8548	10046051.2824

569	812469.2699	10046081.2157
570	812475.4845	10046095.9052
571	812474.7403	10046095.9039
572	812477.6997	10046078.9944
573	812477.5488	10046083.4475
574	812475.2595	10046092.5011
575	812472.7222	10046084.8855
576	812469.6634	10046080.6271
577	812474.5264	10046092.6127
578	812472.2651	10046085.6688
579	812462.8468	10046063.7474
580	812428.1847	10046036.2107
581	812427.8091	10046036.5658
582	812428.0248	10046047.1122
583	812428.8027	10046046.3312
584	812417.1525	10046038.2231
585	812413.9553	10046025.2754
586	812402.0089	10046025.9230
587	812417.8780	10046037.5251
588	812414.4522	10046025.0687
589	812435.0574	10046042.3395
590	812448.6403	10046063.4889

591	812449.4204	10046062.8927
592	812462.2238	10046064.4034
593	812457.1818	10046069.9768
594	812442.5693	10046058.5633
595	812435.8895	10046051.8824
596	812435.8085	10046041.8042
597	812442.7724	10046057.5530
598	812435.2664	10046052.8604
599	812478.2960	10046078.3162
600	812529.2822	10046125.4562
601	812530.0279	10046124.5401
602	812530.4259	10046136.1965
603	812531.5960	10046135.2696
604	812523.5259	10046119.1894
605	812516.4926	10046122.7348
606	812516.5661	10046122.7061
607	812522.4683	10046120.0235
608	812517.0026	10046114.1076
609	812543.6823	10046135.8969
610	812559.5409	10046158.0818
611	812560.1535	10046149.1725
612	812567.1483	10046165.9572

613	812558.5211	10046159.1693
614	812548.3003	10046150.9898
615	812551.7236	10046142.2718
616	812542.7817	10046137.0707
617	812549.5495	10046149.9721
618	812550.9500	10046143.5265
619	812515.8194	10046123.6166
620	812487.4497	10046089.3604
621	812488.1809	10046091.3239
622	812495.8656	10046097.8491
623	812488.0972	10046088.6922
624	812485.9391	10046095.3313
625	812486.1178	10046087.8892
626	812484.9634	10046088.2629
627	812483.0066	10046096.1636
628	812482.4993	10046097.2523
629	812498.7305	10046099.2512
630	812511.6087	10046119.2007
631	812511.9219	10046118.6995
632	812516.4970	10046122.7680
633	812516.3773	10046114.9728
634	812508.7282	10046108.4188

635	812500.1610	10046108.5895
636	812498.1754	10046099.9891
637	812498.4718	10046112.4643
638	812500.5090	10046110.4842

Anexo 4. Registro fotográfico.

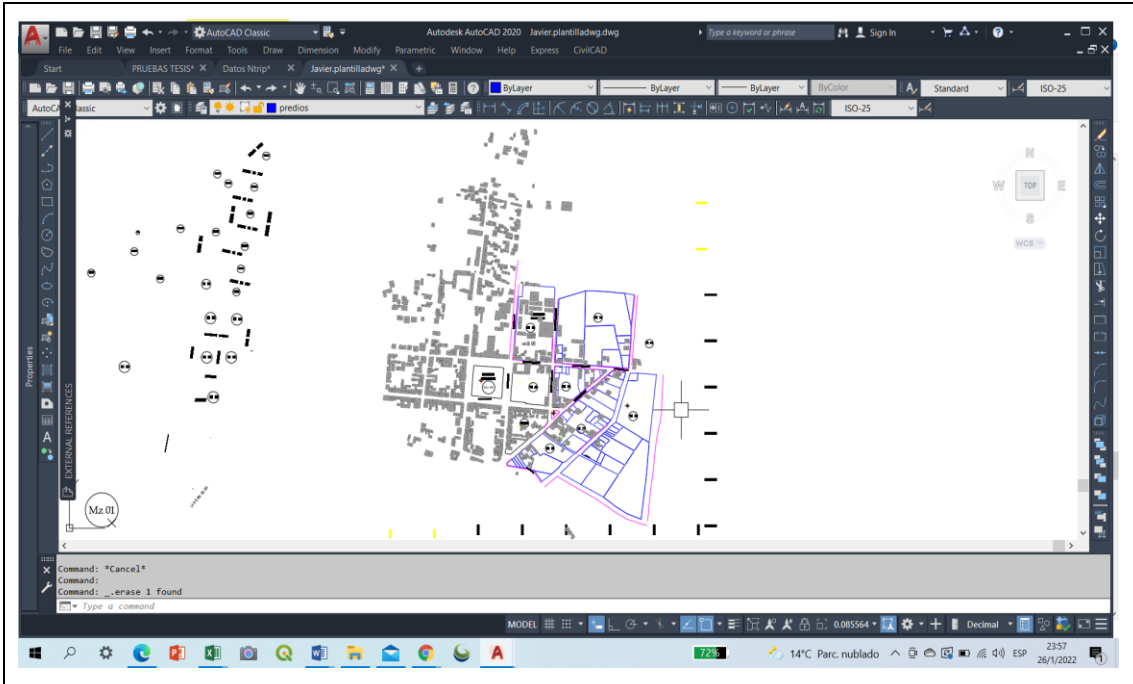
Primera fase:





Segunda fase:





Tercera fase:

