





UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

RED GEODÉSICA

ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA

PROFESOR ASESOR

ING. ROLANDO CERRUD BALLESTEROS

PRESENTAN

DAVID A MADRID M

JOHN A MARCIAGA

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y
GEODESIA**

2021

DEDICATORIAS

Quiero dedicar esta tesis, a nuestro DIOS todopoderoso que me dio la existencia, la sabiduría necesaria y el entendimiento para poder desarrollar este proyecto de gran importancia para mí.

A mis padres, que me dieron la vida, los valores, el ánimo, la fé, la perseverancia y la fuerza de voluntad para llegar a esta meta.

A mis hermanos, por la ayuda incondicional que siempre me brindaron en todo momento.

A mi esposa, que a cada momento, me motivaba e incitaba a terminar esta tesis.

A mi única hija, Yilian Cristina por ser mi fuente de inspiración.

David. A. Madrid. M.

Gracias a Dios sobre todas las cosas.

A mi madre, Micaela Marciaga Flores, por darme la vida, los valores necesarios para alcanzar todas mis metas y haber podido culminar mis estudios satisfactoriamente.

Que Dios la tenga en la gloria del cielo.

A todos mis mentores, por ser los principales promotores de mi esfuerzo, gracias a todos ellos por creer y confiar en mí, en especial a los profesores Julio Borace y Ángela Alemán, quienes partieron de este mundo y nos dejaron sus buenos principios y conocimientos.

John. A. Marciaga.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a todos los compañeros del Instituto Geográfico Nacional “TOMMY GUARDIA”, especialmente al Departamento Topografía y Geodesia, en donde laboro actualmente con orgullo. Gracias por todos conocimientos técnicos y prácticos que me brindaron para la ejecución de este proyecto.

No puedo dejar de mencionar al Departamento de Estudios Especiales por su ayuda incondicional en el desarrollo de esta tesis.

A los directores de este prestigioso instituto, que creyeron en este proyecto y nos brindaron la ayuda necesaria para culminar satisfactoriamente con esta red geodésica.

Al profesor Ing. Rolando Cerrúd Ballesteros por asesorarnos en todo este proyecto, desde el principio hasta el final.

A mi amigo técnico topógrafo, Javier Cornejo, por su contribución técnica científica en la realización de nuestra tesis.

RESUMEN

Uno de los objetivos principales de esta tesis es el de orientar a los profesionales de las ciencias de la Tierra a utilizar las normas técnicas de levantamientos geodésicos en el territorio nacional y cumplir con los estándares internacionales establecidos por los principales centros de investigación orientados a las ciencias geodésicas y afines. El Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” es el encargado de investigar, analizar y proporcionar todos los insumos y normas a lo largo y ancho de nuestro país.

Estas normas son un conjunto de especificaciones técnicas básicas para poder evaluar y estandarizar los trabajos geodésicos, teniendo en cuenta los sistemas de referencias geodésicos, tanto planimétricas como altimétricos.

Esta tesis es de vital importancia para nosotros. Como futuros geodestas, queremos que sea de gran ayuda para todos los profesionales de nuestro país, como una guía práctica para consultar y desarrollar proyectos futuros en la nueva provincia de Panamá Oeste y todo el territorio nacional.

Fue muy interesante para nosotros planificar, calcular e investigar en gabinete la logística que nos ayudaría a escoger las rutas más directas y los lugares más aptos para poder llevar este proyecto a campo, e identificando cada uno de los sitios en donde se materializarían los vértices geodésicos y su durabilidad ante el proceso de meteorización. Estos puntos antes mencionados le darán forma y dimensiones a nuestra red geodésica.

En esta tesis tratamos de investigar, compilar y ejecutar cada una de las técnicas de observaciones GNSS, con el motivo de cumplir con los estándares del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” y con datos bibliográficos que fueron de gran ayuda y apoyo en este proyecto.

Esta pequeña red geodésica consta de 3 vértices debidamente materializados en campo y de fácil acceso a estos, para su uso en proyectos tales como: catastro de tierras, movimientos de tierras, acueductos, carreteras y demás.

ÍNDICE

	Pág.
I. Introducción	
1.1. Antecedentes	7
1.2. Historia de la geodesia espacial	8
1.3. La geodesia en Panamá	9
1.4. Marcos y sistemas de referencias geodésicos en Panamá	10
1.5. Adopción del nuevo sistema geodésico nacional	11
1.6. Red básica en Panamá	15
II. Diseño de una red geodésica	
2.1. Definición de red geodésica	16
2.2. Planeamiento y preparación	17
2.3. Técnicas de observación	21
2.4. Elección de receptores	24
2.5. Reconocimiento del terreno	25
2.6. Monumentación o materialización en sitio	27
2.7. Confección de fichas y monografías	33
2.8. Fiabilidad de la red	40
2.9. Metodología de levantamiento	41
III. Análisis y procesamiento de la red geodésica	
3.1. Informe de ajuste de red constreñido, ligado a las CORS CHME-IGN1, sesión 01.	46
3.2. Informe de ajuste de red constreñido, ligado a la CORS IGN1	62

IV. Conclusiones	
3.3. Resumen	68
3.4. Bibliografías	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. El Sputnik fue el primer satélite artificial lanzado al espacio por la U.R.S.S, iniciando la era de la geodesia espacial.	8
Fig. 2. Representación gráfica de las altitudes. Superficie topográfica, el geoide y el elipsoide.	9
Fig.3. Red de estaciones de referencias de operación continua, CORS/GNSS.	12
Fig.4. Propuesta para el marco de referencia internacional para alturas (IHRF). Estación GNSS de Operación Permanente SAN1; aeródromo Rubén Cantú, distrito de Santiago, provincia de Veraguas.	14
Fig. 5. Integración de estaciones SIRGAS – CON al IHRF, estación SAN1, RGN – CORS.	14
Fig. 6. Red geodésica nacional CORS, GNSS.	17
Fig. 7. Red geodésica propuesta para la provincia de Panamá Oeste. La misma consta de 7 vértices o PC y su geometría es de una red de triángulos equiláteros.	19
Fig. 8. Equipo GNSS, marca Trimble, modelo R8.	24
Fig. 9. En esta imagen se aprecia el esquema de una buena geometría de los satélites y la máscara de elevación de 10° sobre el horizonte.	26
Fig.10. Podemos observar el efecto Multipath o Multitrayectoria ocasionado por las superficies reflectantes. Las mismas deben evitarse para no distorsionar la señal emitida por el satélite al receptor y viceversa.	26
Fig.11. En esta imagen apreciamos el momento en el que realizamos el hueco con las dimensiones recomendadas por el IGNTG.	28
Fig.12. En esta imagen podemos apreciar los tipos de monumentos que construimos, tomando en cuenta las normas exigidas por el IGNTG. 0.30 cm de ancho x 0.60 de profundidad.	29
Fig.13. Monumento 1.	30
Fig.14. Monumento2.	31

Fig.15. Monumento3.	32
Fig.16. Ficha técnica, estación CORS GNSS IGN1, ubicada en las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”, ciudad capital. Utilizada como enlace del proyecto.	34
Fig.17. Ficha técnica, estación CORS GNSS CHME, ubicada en las instalaciones del aeropuerto de Chame, distrito de Chame, provincia de Panamá Oeste, utilizada como enlace para el proyecto.	35
Fig.18. Ficha técnica, punto ARE-I, ubicada sobre la cuneta de la carretera hacia el poblado Faldares, corregimiento de La Trinidad, distrito de Capira, provincia de Panamá Oeste.	36
Fig.19. Ficha técnica, punto CAM-II, ubicada a un costado del campo de juegos del poblado de cerro Cama, corregimiento de Amador, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste.	37
Fig.20. Ficha técnica, punto CHO-III, ubicada en el centro de la isleta, específicamente al final de la autopista Arraiján-La Chorrera, corregimiento de Arosemena, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste.	38
Fig.21. Estas monografías pertenecen a la línea de nivelación de primer orden (IGNTG) usadas para trasladar o darle cotas de referencias a nuestros nuevos vértices.	39
Fig.22. Estas monografías pertenecen a la línea de nivelación de primer orden (IGNTG) usadas para trasladar o darle cotas de referencias a nuestros nuevos vértices.	39
Fig.23. Antena, Zephyr Geodetic II.	43
Fig.24. Receptor Trimble Net R9.	43
Fig.25. Etapa en que se hace la conexión de la computadora laptop al receptor Trimble Net R9.	44
Fig.26. Etapa en la que el compañero Javier Cornejo, del Departamento de Geodesia y Astronomía del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”, procede a descargar los datos almacenados en el receptor Trimble Net R9. El mismo está ubicado en el aeropuerto de Chame.	44
Fig.27. Red geodésica ligada a la estación CORS IGN1.	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tab. 1. Tiempos aproximados para diferentes longitudes de líneas base.	21
Tab. 2. Orden de precisión para la red geodésica nacional de control horizontal.	21
Tab. 3. Lineamientos para levantamientos GNSS de acuerdo con su clasificación.	22
Tab. 4. Estándares geométricos de precisión. En esta tabla podemos observar el mínimo de estaciones CORS pertenecientes a la red geodésica nacional del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", las cuales deben ligarse con los vértices del proyecto.	23
Tab. 5. Normas para monumentación.	27
Tab. 6. Formularios de lecturas GNSS.	42
Tab. 7. Datos, sesión 1.	45
Tab. 8. Comparación de coordenadas de control. Los valores mostrados son coordenadas de control menos las coordenadas ajustadas.	47
Tab. 9. Límites de punto de control.	47
Tab.10. Coordenadas de cuadrícula ajustadas.	48
Tab.11. Coordenadas geodésicas ajustadas.	49
Tab.12. Coordenadas ECEF ajustadas.	50
Tab.13. Componentes de la elipse de error.	51
Tab.14. Observaciones GPS ajustadas.	51
Tab.15. Términos de covarianza.	56
Tab.16. Los valores mostrados son coordenadas de control menos las coordenadas ajustadas.	62

Tab.17. Los valores mostrados son coordenadas de control menos las coordenadas ajustadas.	63
Tab. 18. Límites de punto de control.	63
Tab. 19. Coordenadas geodésicas ajustadas.	64
Tab. 20. Coordenadas ECEF ajustadas.	64
Tab. 21. Componentes de la elipse de error.	65
Tab. 22. Observaciones GNSS ajustadas.	65
Tab. 23. Términos de covarianza.	69

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1.1. ANTECEDENTES

La geodesia es la ciencia más vieja de la humanidad. Desde los inicios de los tiempos, el hombre se interesó en conocer el movimiento de los cuerpos celestes, y por ende la forma y dimensiones de la Tierra. Fue un tema de gran importancia y preocupación. A lo largo de nuestra historia surgieron varias hipótesis en diferentes culturas para considerar referente a dicho tema. Un plano o una esfera.

Mucho antes de nuestra era, nuestras sagradas escrituras “La Biblia”. Nos ilustra detalladamente sobre la redondez de la Tierra. Él está sentado sobre el globo de la Tierra, cuyos moradores son como langostas; Él extiende los cielos como una cortina, los despliega como una tienda para morar. Isaías 40:22. Este grandioso libro nos ilustra sobre la forma de nuestro planeta.

La geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra, tomando en cuenta el campo gravitatorio de la misma.

La geodesia, en su definición más tradicional, tiene por objetivo práctico la ubicación, medición y materialización de puntos de referencias sobre la superficie terrestre, que sirven de apoyo y control para trabajos topográficos, fotogramétricos, cartográficos, geofísicos, etc.

Si prolongásemos el nivel medio del agua de los mares por debajo de los continentes, obtendríamos una superficie equipotencial que se denomina geoide. Esta figura se admite como forma real de la Tierra, pero tiene el inconveniente de ser irregular, lo que la hace inapropiada para adoptarla como superficie de referencia. El geoide se toma como origen de altitudes ortométricas y es normal a todas las líneas de fuerza del campo gravitatorio terrestre. La determinación del

geoide se convierte así en uno de los objetivos fundamentales de la geodesia y en concreto de la rama física o dinámica a partir de datos gravimétricos.

1.2. HISTORIA DE LA GEODESIA ESPACIAL

Se puede decir que la era de la geodesia espacial fue iniciada por la URSS en octubre de 1957, con el lanzamiento del primer satélite artificial de la Tierra: El Sputnik.

Posteriormente, pudo observarse que determinando el corrimiento Doppler de las señales radio difundidas por el Sputnik, desde estaciones de posición conocidas, era posible establecer la órbita del satélite.

Esto permitió el planteo inverso, es decir, si la órbita era conocida previamente, sería posible obtener la posición de un receptor en una ubicación cualquiera. Para ello, habría que realizar observaciones durante varios pasos del satélite.

Durante la década siguiente, las investigaciones se orientaron a desarrollar y perfeccionar los métodos básicos de observaciones satelitales y de cálculo de órbitas encaminados a implementar sistemas de posicionamiento y de determinación del campo de gravedad terrestre, lo que permitió crear el primer sistema de posicionamiento geodésico.



Fig. No.1. El Sputnik fue el primer satélite artificial lanzado al espacio por la U.R.S.S, iniciando la era de la geodesia espacial.

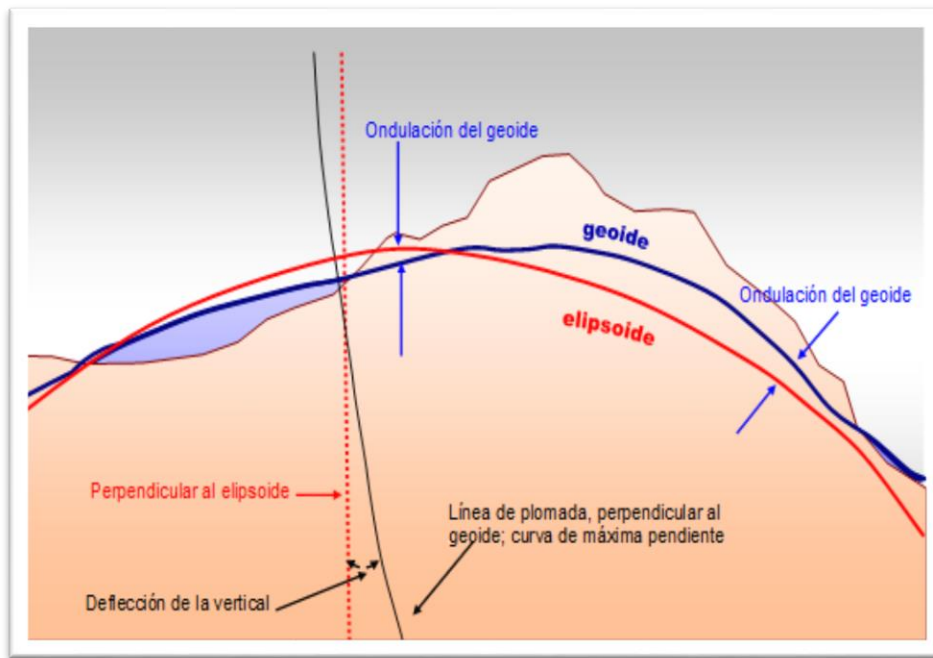


Fig. No.2. Representación gráfica de las altitudes. Superficie topográfica, el geoide y el elipsoide.

1.3. LA GEODESIA EN PANAMÁ

Para poder hablar del tema de una nueva red geodésica en el sistema WGS 84, es necesario hacer un breve resumen de la antigua red geodésica.

Referida al Datum norteamericano de 1927 (NAD-27), la actual red geodésica panameña, compuesta por unos 750 puntos, entre estaciones de primer, segundo y tercer orden, fue establecida en su gran mayoría en las décadas de 1940, 1950 y 1960 con el apoyo del servicio geodésico interamericano.

Debido a los métodos y equipo de medición de aquella época, así como a las dificultades logísticas, el grado de precisión de la actual red alcanza, en el mejor de los casos, una precisión de 1:100,000.

1.4. MARCOS Y SISTEMAS DE REFERENCIAS EN PANAMÁ

Al igual que en otros países de la región, actualmente contamos con un sistema geodésico referido a un Datum local (NAD-27 – Canal Zone). Tal situación limita la compatibilidad de información geodésica tomada desde diferentes marcos de referencia y, por ende, la compatibilidad de información cartográfica.

La implementación del WGS 84 como sistema de referencia mundial tiende a normalizar o estandarizar esta situación, permitiendo la transferencia y expedita manipulación de información geodésica y cartográfica.

El WGS 84 es un sistema de coordenadas geodésico, geocéntrico, referido al centro de masa de la Tierra.

Hoy día representa el mejor sistema de referencia geodésico global para aplicaciones cartográficas, geoposicionamiento y navegación, y los estudios de geofísica.

Desde principios de la década de los años de 1990, se han hecho esfuerzos por implementar en nuestro país el sistema WGS 84.

En 1996, el IGNTG, conjuntamente con el antiguo DMA, participó en una campaña de levantamientos GPS en el sistema WGS 84 para entrelazar la red geodésica de América Central. Se posicionaron 3 puntos en nuestro país (GUS - Brian en Albrook, el cual fue destruido posteriormente, flamenco en la isla Flamenco, e IDAAN en Chitré).

Es así como en mayo de 2001 surge el proyecto que denominamos “levantamiento geodésico con GPS en el sistema WGS84 en Panamá”, con el apoyo del IPGH y NIMA.

Los objetivos de este proyecto son:

- Implementación del WGS84 como marco de referencia geocéntrico nacional.

- Modernización de los procesos geodésicos y cartográficos basados en un solo Datum.
- Establecimiento de estaciones de rastreo permanente (estaciones CORS).
- Uniformar la información geodésica horizontal.
- Sentar los principios que permitan el diseño de una base de datos geográficos regionales georreferenciados.

1.5. ADOPCIÓN DE NUEVO SISTEMA GEODÉSICO NACIONAL

La evolución o transformación del sistema de referencia geodésico nacional, originalmente basado en el NAD-27, Clarke 1866, se da a causa de factores como: la utilización del sistema GPS (En Panamá desde principios de la década de 1990); la determinación, verificación y homologación de la posición de los hitos en las fronteras internacionales; los levantamientos cartográficos en esas zonas. Por exigencias de la OACI (ICAO), debido a la necesidad de facilitar la información aeronáutica en WGS84.

Adopción del nuevo sistema geodésico nacional: mediante decreto ejecutivo se adopta el nuevo sistema y marco geodésico nacional (MGN) para la República de Panamá. Decreto Ejecutivo N° 139 del 30 de junio de 2006, Gaceta Oficial N° 25581, del 5 de julio de 2006.

Marco de referencia geodésico vigente: El D.E. indica que SIRGAS2000 es la base para el desarrollo del nuevo MGN. Además, contempla la opción de actualización. El marco de referencia geodésico horizontal vigente en el territorio nacional es el ITRF08, época 2011,6. Aún contamos con productos en ITRF97 que son ampliamente utilizados y requieren actualización.

Red geodésica de control horizontal (RGH), red geodésica primaria (RGP), red geodésica básica (RGB) y red geodésica de estaciones de operación continua (RGN-CORS)

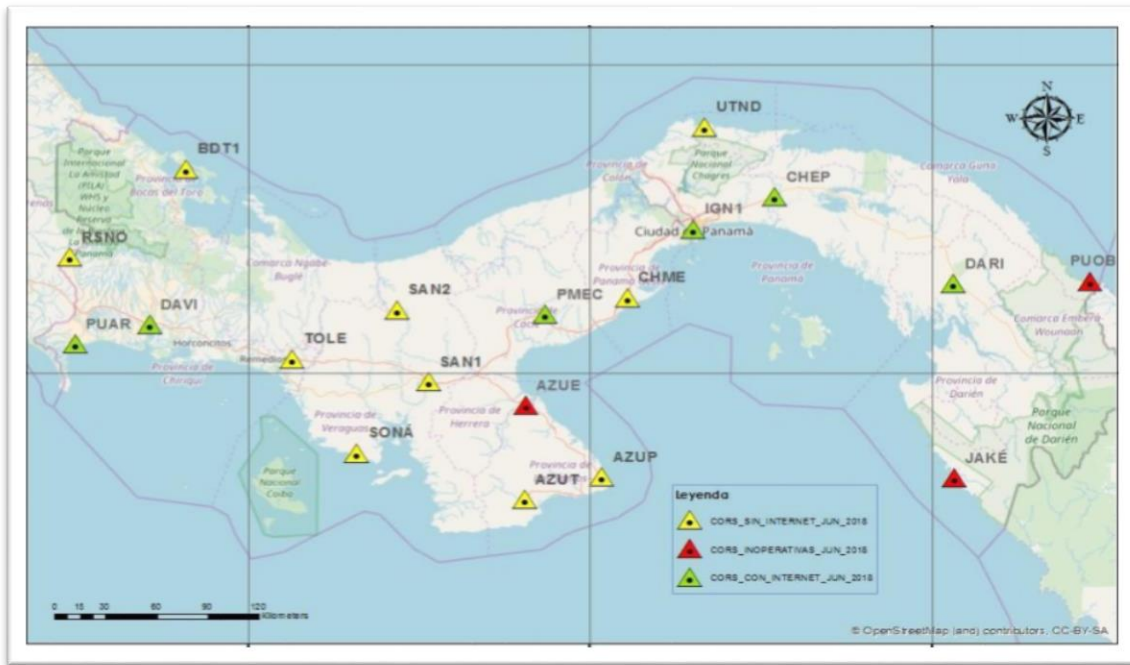


Fig. No.3. Red de estaciones de referencias de operación continua, CORS/GNSS.

Trabajos futuros sobre la RGH: recuperación, reobservación y actualización de coordenadas de la RGP. Actualización de parámetros de transformación de Datum del antiguo sistema local al vigente. Mejorar las funciones en la calculadora geodésica; continuar con el proceso de conexión a internet de estaciones de la RGN-CORS; reemplazar algunos equipos y densificar en otros sitios. Iniciar el proceso de unificación y estandarización del ITRF, de acuerdo a la Resolución SIRGAS 2018, N° 3 del 11 de octubre de 2018.

Red geodésica de control vertical (RGV): la RGV se compone de líneas de nivelación de I, II y III orden. La RGV, aproximadamente, totalizaba unos 3000 puntos de nivelación o cotas de referencia (CRs). Las alturas están referidas al nivel medio del mar (NMM), determinado en el antiguo mareógrafo de Cristóbal, en el Caribe panameño. Las alturas cuyo origen es el NMM de Cristóbal son diferentes a las

alturas cuyo origen es el NMM del antiguo mareógrafo de Naos, en el Pacífico (aprox. 20 cm).

Marco de referencia internacional para las alturas (IHRF): siendo Panamá un país de extensas costas, con alturas que van desde los 0 m a más de 3 000 m sobre el NMM, conformado por un estrecho istmo y más de 1,500 islas y con un activo como el Canal de Panamá, es de suma importancia contribuir en la realización del marco de referencia internacional de alturas (IHRF). El análisis de los efectos del cambio climático, como lo es el aumento del NMM, debe conllevar a la toma de decisiones trascendentales que faciliten las alertas tempranas y la mitigación de desastres; ya que, en zonas como el archipiélago de Guna Yala, en el Caribe panameño, ya se perciben sus efectos.

Acciones sobre la RCV para implementar el IHRF: organización y depuración de los datos originales históricos de las líneas de nivelación nacionales, así como la información de gravedad. Culminación del proceso de recuperación o inventario de campo de las líneas de nivelación existentes (CRs). Nivelación geométrica geodésica de primer orden, para densificar en ciertas áreas y cerrar circuitos.

Acciones sobre la RCV para implementar el IHRF: verificación, densificación y cierre de los circuitos de gravedad, a partir de las estaciones de gravedad absoluta. Conexión de la red vertical nacional con las redes de los países vecinos (Colombia y Costa Rica), por medio de nivelación geodésica u otro método que garantice la calidad requerida. Ajuste de la red vertical nacional en función de números geopotenciales y posteriormente de la red continental.

Otras acciones para implementar el IHRF: integración de estaciones SIRGAS con nacionales en el IHRF, mismas que deben cumplir con lo siguiente: materializadas en pilares o trípodes permanentes, empotrados directamente en el suelo. Puntos de gravedad distribuidos homogéneamente alrededor de las estaciones, hasta una distancia aproximada de 200 km.

Integración de estaciones SIRGAS-CON al IHRF: los levantamientos gravimétricos nuevos deben apoyarse en estaciones de gravedad absoluta. Las coordenadas de

los puntos gravimétricos deben estimarse con levantamiento GNSS. Nivelación geodésica de los puntos de gravedad. Nivelación geodésica de todas, o de la mayoría, de las estaciones SIRGAS-CON.

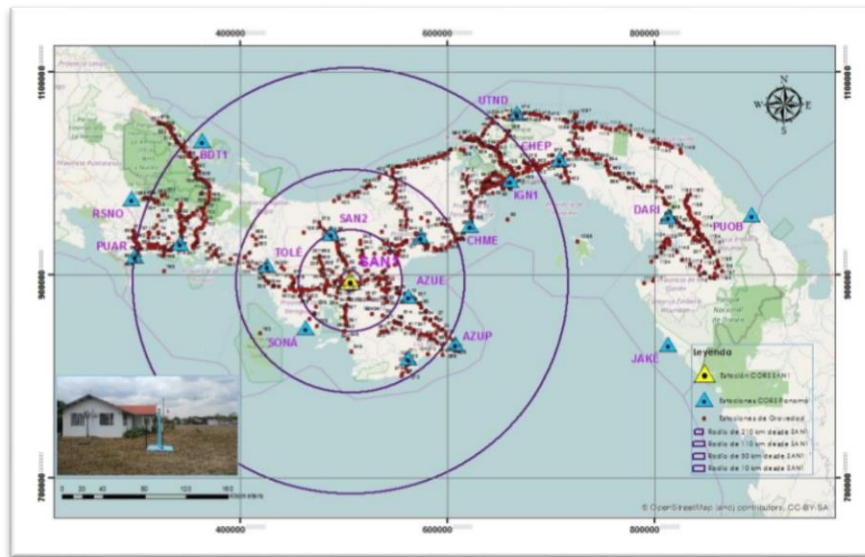


Fig. No.4. Propuesta para el marco de referencia internacional para alturas (IHRF). Estación GNSS de operación permanente SAN1; aeródromo Rubén Cantú, distrito de Santiago, provincia de Veraguas.

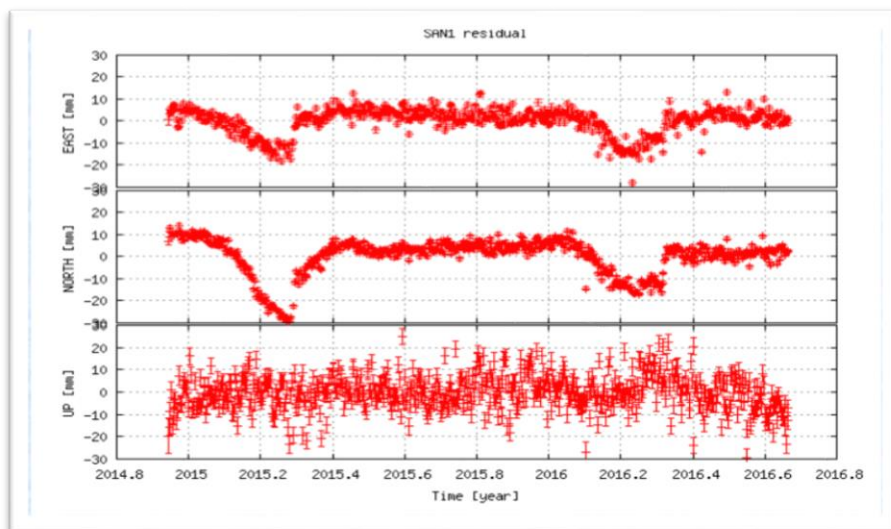


Fig. No.5. Integración de estaciones SIRGAS – CON al IHRF Estación SAN1, RGN – CORS.

1.6. RED BÁSICA EN PANAMÁ

Se estableció una red geodésica básica de 20 estaciones que cubren casi toda la geografía nacional, localizadas en sitios de fácil acceso que garantizan las condiciones adecuadas para levantamientos con GPS y la perdurabilidad de estas.

Del posicionamiento de estos 20 nuevos puntos que fueron distribuidos a lo largo del territorio nacional, algunos fueron ubicados en los principales aeropuertos del país con la segunda finalidad de utilizarlos para los levantamientos de aeródromos, solicitados por la Autoridad Aeronáutica Civil como requisito fundamental exigido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Se instaló una estación de rastreo permanente (CORS) en el IGNTG, y para inicios del 2006 se instaló una segunda estación CORS en la ciudad de Chitré, lo que permitirá a los usuarios de GPS efectuar levantamientos relativos con un receptor.

Además, se estableció una red primaria de 120 puntos, con la finalidad de permitir a los usuarios de GPS de una sola frecuencia la efectiva utilización del sistema implementado, así como para determinar los parámetros de transformación del WGS84 a NAT-27 y viceversa, si fuese necesario.

CON ESTA IMPLEMENTACIÓN SE ALCANZARON LOS SIGUIENTES LOGROS:

- Contar con un marco geodésico internacional que permita uniformar la información cartográfica a nivel nacional e internacional.
- Intercambio de información geodésica y cartográfica compatible.
- Fácil acceso a las nuevas estaciones.
- Mayor posibilidad de mantenimiento.
- Mayor garantía de perdurabilidad.
- Beneficios en el nivel de seguridad de la aviación civil nacional e internacional.
- Fácil colección de datos para geodesia, catastro, actualización cartográfica y sistemas de información geográfica.

CAPÍTULO II

DISEÑO DE UNA RED GEODÉSICA

2.1. DEFINICIÓN DE RED GEODÉSICA

Podemos definir en pocas palabras, que una red geodésica es un conjunto de puntos materializados sobre la superficie terrestre y distribuidos de manera específica, en donde se han hecho observaciones geodésicas con el fin de obtener coordenadas tomando en cuenta un sistema de referencia.

El motivo principal de esta tesis, es desarrollar mediante este proyecto una pequeña red geodésica altimétrica y planimétrica, que sea funcional y de utilidad para ejecutar un sinnúmero de proyectos u obras civiles, que mitiguen el desarrollo de la provincia de Panamá Oeste, específicamente en los distritos de Arraiján, La Chorrera, Capíra y Chame. Esta red geodésica, va a permitir controlar cada uno de los proyectos a ejecutar, manteniendo la precisión requerida por el (IGNTG). Cada una de estas comunidades se beneficiará directamente de esta red, para fortalecer actividades que ayuden al libre crecimiento con infraestructuras tales como: escuelas, centros de salud, carreteras, acueductos y catastro, entre otros. Debido al crecimiento demográfico que ha tenido esta provincia en los últimos años, es de vital importancia esta red, para los nuevos mega proyectos a desarrollarse en esta provincia.

Esta red cumple con todas las normas exigidas por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia".

2.2. PLANEAMIENTO Y PREPARACIÓN

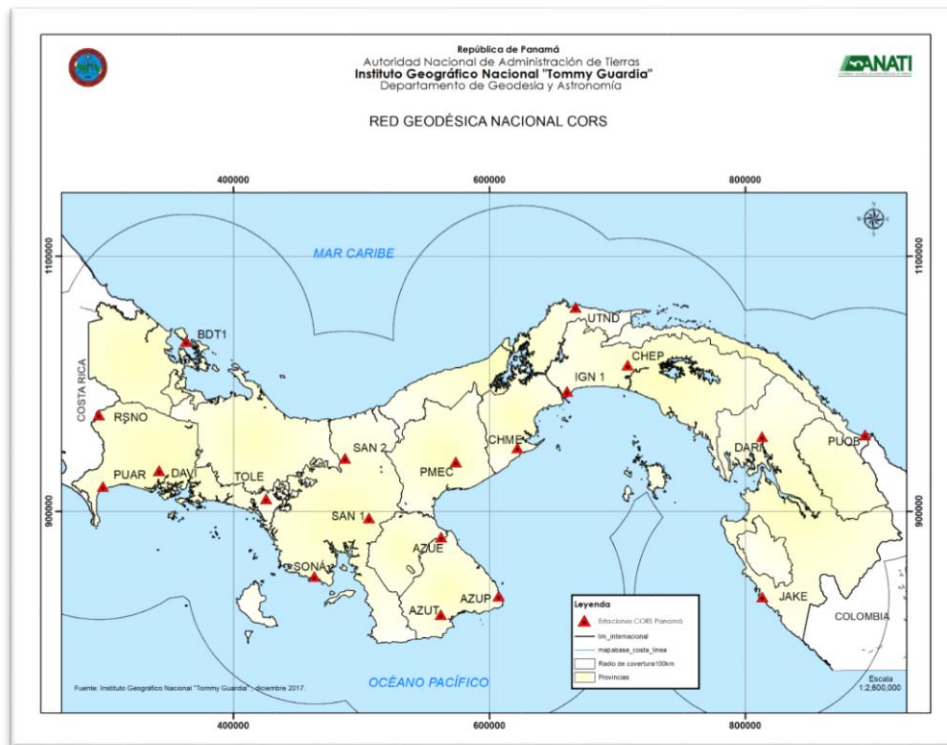


Fig. No 6. Red geodésica nacional CORS, GNSS.

Esta red geodésica está conformada por medio de una sucesión de etapas o pasos que hay que cumplir detalladamente e incluyen el planeamiento, preparación, las observaciones de campo y el procesamiento (cálculo y ajuste de la red). Estos pasos permitirán obtener el resultado de la red propuesta para campo y también en la documentación en gabinete.

La documentación es una de las etapas más importantes, puesto que la sustentabilidad de una red geodésica no se da solamente por conocer la ubicación de los vértices y sus respectivas coordenadas, sino por conocer la información que justifica los valores publicados. Esta información comprende épocas de medición, métodos empleados, cálculos realizados, software, métodos de control.

En la planificación de la red nos apoyamos en mapas, ortofotos, la aplicación Google Earth y el mapa base proporcionado por ArcGIS. Estos insumos cartográficos fueron de vital importancia para analizar los sitios de interés, el reconocimiento del terreno, el establecimiento de los vértices y el fácil acceso de estos.

En esta etapa se realiza el diseño final de la red y el mismo estará regido por normas, detalladas a continuación.

- Cada vértice o estación debe estar conectada directamente al menos a otros dos de la red.
- Estaciones adyacentes deben estar conectadas directamente.
- Cada sesión debe tener al menos una línea base común con otra u otras sesiones.
- Las distancias de la red deben ser lo más homogéneas posible.
- Cada estación debe ser ocupada por lo menos dos veces bajo condiciones diferentes en la configuración geométrica de los satélites.

Las condiciones principales del diseño de una red son la configuración geométrica homogénea y redundancia en las observaciones, por este motivo conviene tener figuras cerradas y varios puntos de control. El número mínimo de puntos de control para hacer un ajuste tridimensional son dos puntos de control horizontal y tres puntos de control vertical.

Es recomendable utilizar tres horizontales y cuatro verticales. Esto proporciona redundancia y permite calcular algunas estadísticas que darán una mejor indicación de la exactitud del punto de control.

El punto de control debe estar posicionado fuera o cerca de los bordes del proyecto y la distribución geométrica debe ser homogénea; por ejemplo, los puntos de control no deben estar de un solo lado del proyecto. Los resultados pueden distorsionarse con puntos de control pobremente distribuidos.

Habiendo determinado los puntos fiduciales que serán utilizados, se deben conectar los nuevos vértices a los puntos de control en una forma coherente. Se comienza en

un punto de control, conectando por medio de líneas, todos los puntos que se ocuparán por los receptores en una sesión. Si se cuenta con dos receptores, esa será una línea entre dos puntos; en cambio, si los receptores fuesen cuatro, esto equivaldría a seis líneas entre cuatro puntos o una sesión.



Fig. No 7. Red geodésica propuesta para la provincia de Panamá Oeste. La misma consta de 7 vértices o PC y su geometría es de una red de triángulos equiláteros.

El primer caso consiste en definir claramente el proyecto y establecer las precisiones requeridas para llevar a cabo el planteo de la red.

Nuestra red geodésica tiene la figura de 6 triángulos equiláteros y consta de 7 vértices o PC con su respectiva identificación y distribuidos de la siguiente manera: PC ARE-I, PC CAM-II en el extremo norte de la red. El PC CHO-III en el centro de la red que funge como base local. Estos vértices fueron materializados en campo. EICR-F-1-Ay CR-R-S-1-1 pertenecen a la línea de nivelación de primer orden del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia". Estas cotas de referencias mencionadas en el párrafo anterior, junto con las CORS IGN1 con altura nivelada y CHME, nos servirán al momento de procesar los datos de campo para darle coordenadas planimétricas y altimétricas a nuestros nuevos vértices materializados en campo con anticipación.

Los vértices fueron materializados en lugares de fácil acceso para su posterior uso y mantenimiento.

Nuestro proyecto está ligado o enlazado con las CORS identificadas como IGN1. Se encuentra empotrada en un mástil en lo alto del edificio del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", ciudad de Panamá. Cuenta con una distancia aproximada al lugar del proyecto de 33.00 km.

Nuestra siguiente CORS, identificada como CHME, está ubicada en el distrito de Chame, provincia de Panamá Oeste; la misma se encuentra empotrada en lo alto del edificio del aeropuerto de Chame, administrado por el Servicio Nacional Aeronaval (SENAN) y cuenta con una distancia aproximada de 31.00 km.

Hay que tener en cuenta que el radio de alcance de las estaciones de referencias de operación continua ronda los 100 km aproximadamente. Estas CORS pertenecen a la red básica nacional (ITRF 1997e ITRF 2008), Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia".

2.3. TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN

Los trabajos requieren de sensores de doble frecuencia en latitudes medias y bajo las condiciones ionosféricas que prevalecen actualmente. Si analizamos el cuadro siguiente, tomando en cuenta la longitud de línea base de nuestra red geodésica, que ronda entre 20 km a 30 km, podemos decir que cumple satisfactoriamente.

Método de Observación	Núm. de sats.GDOP ≤ 8	Longitud de Línea Base	Tiempo de Observación aprox.	
			<i>de día</i>	<i>de noche</i>
Estático Rápido	4 o más	Hasta 5 km	5 a 10 min	5 min
	4 o más	5 a 10 km	10 a 20 min	5 a 10 min
	5 o más	10 a 15 km	20 min o más	5 a 20 min
Estático	4 o más	15 a 30 km	1 a 2 horas	1 hora
	4 o más	Más de 30 km	2 a 3 horas	2 horas

Tabla No1. Tiempos aproximados para diferentes longitudes de líneas base.

A fin de clasificar, uniformar y normar los levantamientos geodésicos horizontales en la República de Panamá se establecen los siguientes órdenes, su correspondiente clase de exactitud relativa y su equivalencia con la red geodésica actual:

Orden	Sub Orden	Clase	Exactitud Relativa	P. P. M.	Equivalencia con la Red Actual
Cero	*****	Única			Estaciones CORS/GNSS
AA	*****	Única	1:100 000 000	0.01	*****
A	*****	Única	1:10 000 000	0.1	Red Básica
B	*****	Única	1:1 000 000	1.0	Red Primaria y Densificaciones
C	Primero	Única	1:100 000	10.0	Otras Densificaciones
	Segundo	I	1:50 000	20.0	Ptos. Catastrales Urbanos
		II	1:20 000	50.0	Ptos. Catastrales Rurales
	Tercero	I	1:10 000	100.0	PCVHs
		II	1:5 000	200.0	PCVHs

Tabla No 2. Orden de precisión para la red geodésica nacional de control horizontal.

Según la tabla No 2, la precisión de nuestra red geodésica es de orden B, clase única, exactitud relativa de 1: 1 000 000, P.P.M, 1.0; equivalencias con la red actual (red primaria y densificaciones).

ORDEN B, CLASE ÚNICA: se destinarán a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional de orden inferior al A, trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica. La precisión mínima requerida es de 1:1 000 000.

En la siguiente tabla podemos observar los lineamientos que debemos seguir para levantamientos GNSS, de acuerdo con su clasificación.

Teniendo en cuenta que nuestra red geodésica es de orden B, clase única, tipo de equipo D.F., efemérides transmitidas, número mínimo de sesiones 2, tiempo de sesión 2-3(has) y un mínimo de 3 receptores.

Orden	Sub Orden	Clase	Tipo de Equipo	Efemérides	Número Mínimo de Sesiones	Tiempo de la Sesión (Hrs.)	Número Mínimo de Receptores Simultáneos
Cero	*****	Única	D.F.	Precisas			
AA	*****	Única	D.F.	Precisas	6	6	6
A	*****	Única	D.F.	Precisas	3	4	5
B	*****	Única	D.F.	Transmitidas	2	2-3	3
C	Primero	Única	Op.	Transmitidas	1	1-2	3
		Segundo	I	Op.	Transmitidas	1	1-2
	II		Op.	Transmitidas	1	1-2	2
	Tercero	I	Op.	Transmitidas	1	1-2	2
		II	Op.	Transmitidas	1	1-2	2

D.F.: Doble Frecuencia
Op.: Opcional

Tabla No 3. Lineamientos para levantamientos GNSS de acuerdo con su clasificación.

Las bases nivelantes empleadas, ópticas o con láser, deberán estar ajustadas y calibradas respectivamente. Generalmente, la medida se realiza o se toma desde algún punto fijo inclinado en la antena a partir del cual se ha determinado la distancia al centro de la antena (distancia inclinada al centro del tope de la antena) hasta el monumento, perno o placa de metal.

La medida de la altura del receptor deberá realizarse antes y después de la sesión de observación del punto. Se tendrán que seguir las indicaciones del fabricante del equipo a la hora de realizar la medida de altura de la antena.

ESTANDARES GEOMÉTRICOS DE PRECISIÓN (Número mínimo de estaciones de control de la red geodésica horizontal que se deben ligar)		CERO	AA	A	B	C		
						1°	2°	3°
CERO		SIRGAS CON						
AA		4	4					
A		2	2	3				
B		2	2	2	3			
C	1°		1	1	1	2		
	2°		1	1	1	1	2	
	3°		1	1	1	1	1	1
Ligas a la red geodésica vertical			5	4	3	2	Op	Op
Número mínimo de estaciones de monitoreo continuo (SGNMS).			4	3	2	Op	Op	Op
Localización de estaciones de control (número de cuadrantes)			2	2	2	1	NA	NA
Separación entre estaciones (km)	Entre estaciones existentes fuera del área del proyecto y el límite del área del mismo.		3000	500	400	5D	NA	NA
	Entre estaciones existentes y el centro del proyecto a no más de:		100D	10D	7D	D/5	NA	NA
D: Distancia máxima en kilómetros (km) entre el centro del área del proyecto y cualquier estación de este.								
Op: Opcional								
NA: No Aplicable								
SGNMS: Sistema Geodésico Nacional "Macario Solís"								
En el caso de una estación de orden B se requiere ligar a 3 estaciones de orden B o 2 de orden A o 2 de orden AA.								

Tabla No 4. Estándares geométricos de precisión.

En esta tabla podemos observar el mínimo de estaciones CORS pertenecientes a la red geodésica nacional del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", las cuales deben ligarse con los vértices del proyecto.

2.4. ELECCIÓN DE RECEPTORES

Para elegir correctamente el tipo de receptores que se usaron en este proyecto, fue necesario analizar las tablas de precisiones para levantamientos GNSS, con receptores de doble frecuencia geodésicos, de acuerdo con su clasificación y la orden de precisión requerida para esta red geodésica horizontal y vertical.

En todo caso, es de vital importancia tomar en cuenta la distancia que hay desde el centro del proyecto (base local) a las estaciones CORS, IGN1 y CHME, las cuales se utilizaron para enlazar o ligar el proyecto.



Fig. No 8. Equipo GNSS, marca Trimble, modelo R8.

2.5. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Después de haber trabajado en la estructura del proyecto, iniciamos por la parte más importante, aunque no lo parezca, “la parte de campo”, en donde se realizará el reconocimiento de las nuevas áreas o zonas donde se establecerán las nuevas estaciones o puntos de control que representaron nuestra red geodésica y deben reunir las siguientes condiciones. “Es muy importante cumplir con todos los pasos detallados a continuación”.

- a) Cielo despejado, con una máscara de elevación de 10° sobre el horizonte.
- b) Evitar superficies reflectantes a menos de 50 metros de la estación (espejos de agua, techos metálicos con materiales reflectantes, etc.).
- c) Evitar a toda costa casas y edificios altos, líneas de transmisión de energía eléctrica, antenas parabólicas, de radio y de vigilancias, etc.
- d) Fácil acceso al lugar del proyecto.
- e) El terreno donde se construirán los vértices debe tener buena estabilidad para garantizar la permanencia o durabilidad de estos. Evitar terrenos erosionables con posibles deslizamientos o áreas de inundaciones.
- f) Es de suma importancia seguir las recomendaciones del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” al pie de la letra, para poder obtener una red que cumpla con los más altos estándares.

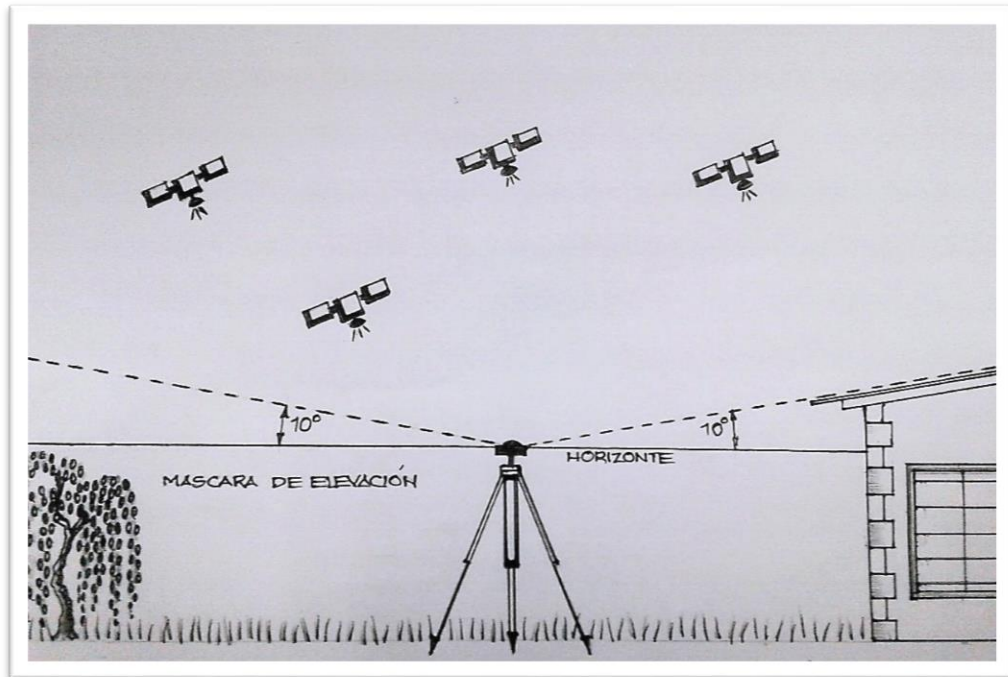


Fig. No 9. En esta imagen se aprecia el esquema de una buena geometría de los satélites y la máscara de elevación de 10° sobre el horizonte.

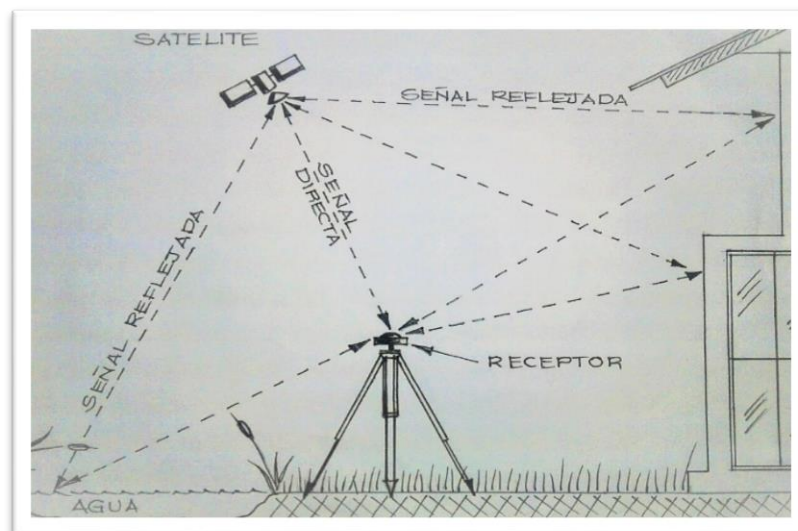


Fig. No 10. Podemos observar el efecto Multipath o Multitrayectoria ocasionado por las superficies reflectantes. Las mismas deben evitarse para no distorsionar la señal emitida por el satélite al receptor y viceversa.

2.6. MONUMENTACIÓN O MATERIALIZACIÓN EN SITIO

Estándares	Cero	AA	A	B	C
General	SIRGAS	*****	*****	*****	*****
Calidad Concreto	*****	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²
Forma	*****	Pirámide Truncada	Pirámide Truncada	Cuadrada o Circular	Cuadrada o Circular
Tamaño Abajo	*****	40 cm x 40 cm	40 cm x 40 cm	30 cm x 30 cm	20 cm x 20 cm
Tamaño Arriba	*****	30 cm x 30 cm	30 cm x 30 cm	30 cm x 30 cm	20 cm x 20 cm
Profundidad	*****	75 cm	75 cm	60 cm	40 cm
Característica de la Marca	*****	Placa de Metal $\phi = 9$ cm	Placa de Metal $\phi = 9$ cm	Placa de Metal $\phi = 9$ cm	Pin de Acero
Protección	*****	Tubo Galvanizado	Tubo Galvanizado	*****	*****
Otros	*****	Placa Subterránea	Placa Subterránea	*****	*****

Tabla No 5. Normas para monumentación.

Según el cuadro de normas para monumentación, se utilizaron los estándares exigidos para materializar los vértices de la red geodésica de la siguiente manera. Queremos dejar claro que las dimensiones de nuestros monumentos es lo que nos indica dicha tabla.

Generalmente suelen utilizarse tres tipos de marcas en la confección de monumentos:

- a) La primera opción es la más segura: se procedea la instalación de un tornillo o perno en la roca madre, fijado con cemento plástico o adhesivo epóxico.
- b) La segunda opción: se procede a la instalación de un tornillo o perno, chapa sobre construcciones existentes y de fácil acceso.
- c) La tercera opción: se procede a la instalación de un tornillo o perno, chapa sobre pilares de hormigón armado.

Cada uno de los monumentos deben tener alguna marca que los identifique: número, fecha de construcción y nombre de entidad (I.G.N.T.G.).

- a) El monumento puede ser cuadrado o circular, con las siguientes dimensiones: 30 cm x 30 cm de diámetro x 60 cm de profundidad, con una mezcla homogénea de cemento, arena y grava.
- b) Característica de la marca: placa de metal de 9 cm, con una marca en el centro de la placa para asegurar el centro de la antena mediante plomada óptica, láser o cualquier elemento de acople, y la misma lleva una descripción que nos indica la fecha de construcción, nombre del vértice, orden de la red, etc.
- c) Nuestra red geodésica cuenta con 3 vértices debidamente identificados y materializados en campo.



Fig. No 11. En esta imagen apreciamos el momento en el que realizamos el hueco con las dimensiones recomendadas por el IGNTG.



Fig. No 12. En esta imagen podemos apreciar los tipos de monumentos que construimos, tomando en cuenta las normas exigidas por el IGNTG. 30 cm de ancho x 60 cm de profundidad.

A continuación, observamos en las siguientes imágenes nuestros vértices materializados en campo con su equipo reglamentario.



Fig. No 13.Monumento 1.



Fig. No 14.Monumento 2.



Fig. No 15. Monumento 3.

2.7. CONFECCIÓN DE FICHAS Y MONOGRAFÍAS

Ficha técnica

La ficha técnica es el documento oficial que contiene las coordenadas de cada vértice. El mismo incluye datos relacionados con la ubicación del punto, marco de referencia, elipsoide utilizado, modelo geoidal, fecha del procesamiento, tipos de coordenadas; entre otros detalles, como se observa en los anexos.

Para la red de orden cero hasta la de orden B, las coordenadas deben ser expresadas en los sistemas cartesiano (X, Y, Z), geodésico (φ , λ , H; o sea, latitud, longitud, altura elipsoidal) y de cuadrícula UTM (N, E), siendo el sistema cartesiano, opcional para el resto.

Monografías

Es un documento oficial que contiene información detallada de la cota de referencia.

- País
- Provincia
- Distrito
- Corregimiento
- Línea
- Característica de la marca
- Organización
- Estampada
- Designación
- Elevación
- Orden
- Datum
- Croquis de ubicación

Fig. No 16. Ficha técnica, estación CORS GNSS IGN1 ubicada en las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", ciudad capital. Utilizada como enlace del proyecto.



FICHA TÉCNICA																							
ESTACIÓN GNSS DE OPERACIÓN CONTINUA "IGN1"																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">ID:</td><td>IGN1</td></tr> <tr><td>Nombre:</td><td>CORSIGN1</td></tr> <tr><td>Orden de la Estación:</td><td>CORS GNSS</td></tr> <tr><td>Hoja IGNTG:</td><td>4242-I, 1:50 000</td></tr> <tr><td>Ubicación:</td><td>IGN "Tommy Guardia"</td></tr> <tr><td>Localidad:</td><td>Viejo Veranillo</td></tr> <tr><td>Corregimiento:</td><td>Curundú</td></tr> <tr><td>Distrito:</td><td>Panamá</td></tr> <tr><td>Provincia:</td><td>Panamá</td></tr> <tr><td>Establecido por:</td><td>IGNTG</td></tr> <tr><td>Fecha de instalación:</td><td>2008</td></tr> </table>	ID:	IGN1	Nombre:	CORSIGN1	Orden de la Estación:	CORS GNSS	Hoja IGNTG:	4242-I, 1:50 000	Ubicación:	IGN "Tommy Guardia"	Localidad:	Viejo Veranillo	Corregimiento:	Curundú	Distrito:	Panamá	Provincia:	Panamá	Establecido por:	IGNTG	Fecha de instalación:	2008	<p>VISTA GENERAL:</p> 
ID:	IGN1																						
Nombre:	CORSIGN1																						
Orden de la Estación:	CORS GNSS																						
Hoja IGNTG:	4242-I, 1:50 000																						
Ubicación:	IGN "Tommy Guardia"																						
Localidad:	Viejo Veranillo																						
Corregimiento:	Curundú																						
Distrito:	Panamá																						
Provincia:	Panamá																						
Establecido por:	IGNTG																						
Fecha de instalación:	2008																						
<p>DATOS DE ANTENA Y RECEPTOR</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Receptor:</td><td>Trimble Net R9</td></tr> <tr><td>Antena:</td><td>Zephyr Geodetic II</td></tr> <tr><td>Máscara de Elevación:</td><td>0° Sobre el horizonte</td></tr> <tr><td>Altura de Antena:</td><td>0,00 m</td></tr> <tr><td>Punto de Medición:</td><td>ARP (Antenna Reference Point)</td></tr> </table>	Receptor:	Trimble Net R9	Antena:	Zephyr Geodetic II	Máscara de Elevación:	0° Sobre el horizonte	Altura de Antena:	0,00 m	Punto de Medición:	ARP (Antenna Reference Point)	<p>CROQUIS DE UBICACIÓN (Imagen de Google Earth):</p> 												
Receptor:	Trimble Net R9																						
Antena:	Zephyr Geodetic II																						
Máscara de Elevación:	0° Sobre el horizonte																						
Altura de Antena:	0,00 m																						
Punto de Medición:	ARP (Antenna Reference Point)																						
<p>SISTEMA GEODÉSICO</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Marco de Referencia:</td><td>SIR11P01 ≡ ITRF2008</td></tr> <tr><td>Elipsoide:</td><td>WGS84</td></tr> <tr><td>Modelo Geoidal:</td><td>EGM08</td></tr> <tr><td>Época de Referencia:</td><td>2011,6</td></tr> <tr><td>Fecha del Procesamiento:</td><td>Octubre de 2011</td></tr> </table>	Marco de Referencia:	SIR11P01 ≡ ITRF2008	Elipsoide:	WGS84	Modelo Geoidal:	EGM08	Época de Referencia:	2011,6	Fecha del Procesamiento:	Octubre de 2011	<p>COORDENADAS GEOCÉNTRICAS</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>X geocéntrica:</td><td>1144297,140 m</td></tr> <tr><td>Y geocéntrica:</td><td>-6195649,800 m</td></tr> <tr><td>Z geocéntrica:</td><td>989518,572 m</td></tr> </table>	X geocéntrica:	1144297,140 m	Y geocéntrica:	-6195649,800 m	Z geocéntrica:	989518,572 m						
Marco de Referencia:	SIR11P01 ≡ ITRF2008																						
Elipsoide:	WGS84																						
Modelo Geoidal:	EGM08																						
Época de Referencia:	2011,6																						
Fecha del Procesamiento:	Octubre de 2011																						
X geocéntrica:	1144297,140 m																						
Y geocéntrica:	-6195649,800 m																						
Z geocéntrica:	989518,572 m																						
<p>COORDENADAS GEODÉSICAS</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Latitud (N):</td><td>08° 59' 05,58877"</td></tr> <tr><td>Longitud (W):</td><td>79° 32' 08,71731"</td></tr> <tr><td>Altura elipsoidal:</td><td>47,561 m</td></tr> </table>	Latitud (N):	08° 59' 05,58877"	Longitud (W):	79° 32' 08,71731"	Altura elipsoidal:	47,561 m	<p>COORDENADAS U.T.M.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Norte:</td><td>993502,461 m</td></tr> <tr><td>Este:</td><td>660964,482 m</td></tr> <tr><td>Altura geoidal:</td><td>34,700 m</td></tr> <tr><td>Altura nivelada:</td><td>34,320 m</td></tr> <tr><td>Zona:</td><td>17 N</td></tr> </table>	Norte:	993502,461 m	Este:	660964,482 m	Altura geoidal:	34,700 m	Altura nivelada:	34,320 m	Zona:	17 N						
Latitud (N):	08° 59' 05,58877"																						
Longitud (W):	79° 32' 08,71731"																						
Altura elipsoidal:	47,561 m																						
Norte:	993502,461 m																						
Este:	660964,482 m																						
Altura geoidal:	34,700 m																						
Altura nivelada:	34,320 m																						
Zona:	17 N																						
<p>VELOCIDADES (Coordenadas Geocéntricas)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>VX:</td><td>0,0173 ± 0,0003 m/a</td></tr> <tr><td>VY:</td><td>0,0054 ± 0,0003 m/a</td></tr> <tr><td>VZ:</td><td>0,0120 ± 0,0003 m/a</td></tr> </table>	VX:	0,0173 ± 0,0003 m/a	VY:	0,0054 ± 0,0003 m/a	VZ:	0,0120 ± 0,0003 m/a	<p>VELOCIDADES (Coordenadas U.T.M.)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>V Norte:</td><td>0,0122 ± 0,0011 m/a</td></tr> <tr><td>V Este:</td><td>0,0180 ± 0,0009 m/a</td></tr> <tr><td>V Up:</td><td>-0,0003 ± 0,0018 m/a</td></tr> </table>	V Norte:	0,0122 ± 0,0011 m/a	V Este:	0,0180 ± 0,0009 m/a	V Up:	-0,0003 ± 0,0018 m/a										
VX:	0,0173 ± 0,0003 m/a																						
VY:	0,0054 ± 0,0003 m/a																						
VZ:	0,0120 ± 0,0003 m/a																						
V Norte:	0,0122 ± 0,0011 m/a																						
V Este:	0,0180 ± 0,0009 m/a																						
V Up:	-0,0003 ± 0,0018 m/a																						
<p>OBSERVACIONES IMPORTANTES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La antena está instalada en un mástil de acero galvanizado que se encuentra montado sobre una losa de concreto, en la parte superior de edificio de dos plantas, localizado en el área frontal del IGNTG. 2. El procesamiento y ajuste de la red se realizó con el software Bernese, versión 5.0. 																							

Fig. No 17. Ficha técnica, estación CORS GNSS CHME, ubicada en las instalaciones del aeropuerto de Chame, distrito de Chame, provincia de Panamá Oeste, utilizada como enlace para el proyecto.



FICHA TÉCNICA ESTACIÓN GNSS DE OPERACIÓN CONTINUA "CHME"																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">ID:</td><td>CHME</td></tr> <tr><td>Nombre:</td><td>CHAME</td></tr> <tr><td>Orden de la Estación:</td><td>CORS GNSS</td></tr> <tr><td>Hoja IGNTG:</td><td>4241-IV 1:50 000</td></tr> <tr><td>Ubicación:</td><td>Aeródromo de Chame</td></tr> <tr><td>Localidad:</td><td>Chame</td></tr> <tr><td>Corregimiento:</td><td>Chame</td></tr> <tr><td>Distrito:</td><td>Chame</td></tr> <tr><td>Provincia:</td><td>Panamá Oeste</td></tr> <tr><td>Establecido por:</td><td>IGNTG</td></tr> <tr><td>Fecha de instalación:</td><td>2012</td></tr> </table>	ID:	CHME	Nombre:	CHAME	Orden de la Estación:	CORS GNSS	Hoja IGNTG:	4241-IV 1:50 000	Ubicación:	Aeródromo de Chame	Localidad:	Chame	Corregimiento:	Chame	Distrito:	Chame	Provincia:	Panamá Oeste	Establecido por:	IGNTG	Fecha de instalación:	2012	<p>VISTA GENERAL:</p> 
ID:	CHME																						
Nombre:	CHAME																						
Orden de la Estación:	CORS GNSS																						
Hoja IGNTG:	4241-IV 1:50 000																						
Ubicación:	Aeródromo de Chame																						
Localidad:	Chame																						
Corregimiento:	Chame																						
Distrito:	Chame																						
Provincia:	Panamá Oeste																						
Establecido por:	IGNTG																						
Fecha de instalación:	2012																						
<p>DATOS DE ANTENA Y RECEPTOR</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Receptor:</td><td>Trimble Net R9</td></tr> <tr><td>Antena:</td><td>Zephyr Geodetic II</td></tr> <tr><td>Máscara de Elevación:</td><td>0° Sobre el horizonte</td></tr> <tr><td>Altura de Antena:</td><td>0,00 m</td></tr> <tr><td>Punto de Medición:</td><td>ARP(Antenna Reference Point)</td></tr> </table>	Receptor:	Trimble Net R9	Antena:	Zephyr Geodetic II	Máscara de Elevación:	0° Sobre el horizonte	Altura de Antena:	0,00 m	Punto de Medición:	ARP(Antenna Reference Point)	<p>CROQUIS DE UBICACIÓN:</p> 												
Receptor:	Trimble Net R9																						
Antena:	Zephyr Geodetic II																						
Máscara de Elevación:	0° Sobre el horizonte																						
Altura de Antena:	0,00 m																						
Punto de Medición:	ARP(Antenna Reference Point)																						
<p>SISTEMA GEODÉSICO</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Marco de Referencia:</td><td>SIR11P01 □ ITRF2008</td></tr> <tr><td>Elipsoide:</td><td>WGS84</td></tr> <tr><td>Modelo Geoidal:</td><td>EGM96</td></tr> <tr><td>Época de Referencia:</td><td>2011.6</td></tr> <tr><td>Fecha del Procesamiento:</td><td>Octubre de 2015</td></tr> </table>	Marco de Referencia:	SIR11P01 □ ITRF2008	Elipsoide:	WGS84	Modelo Geoidal:	EGM96	Época de Referencia:	2011.6	Fecha del Procesamiento:	Octubre de 2015													
Marco de Referencia:	SIR11P01 □ ITRF2008																						
Elipsoide:	WGS84																						
Modelo Geoidal:	EGM96																						
Época de Referencia:	2011.6																						
Fecha del Procesamiento:	Octubre de 2015																						
<p>COORDENADAS GEOCÉNTRICAS</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">X geocéntrica:</td><td>1107108,812 m</td></tr> <tr><td>Y geocéntrica:</td><td>□6209250,700 m</td></tr> <tr><td>Z geocéntrica:</td><td>945958,459 m</td></tr> </table>	X geocéntrica:	1107108,812 m	Y geocéntrica:	□6209250,700 m	Z geocéntrica:	945958,459 m																	
X geocéntrica:	1107108,812 m																						
Y geocéntrica:	□6209250,700 m																						
Z geocéntrica:	945958,459 m																						
<p>COORDENADAS GEODÉSICAS</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Latitud (N):</td><td>08° 35' 10,85154"</td></tr> <tr><td>Longitud (O):</td><td>79° 53' 25,45958"</td></tr> <tr><td>Altura elipsoidal:</td><td>56,497 m</td></tr> </table>	Latitud (N):	08° 35' 10,85154"	Longitud (O):	79° 53' 25,45958"	Altura elipsoidal:	56,497 m																	
Latitud (N):	08° 35' 10,85154"																						
Longitud (O):	79° 53' 25,45958"																						
Altura elipsoidal:	56,497 m																						
<p>COORDENADAS U.T.M.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Norte:</td><td>949296,969 m</td></tr> <tr><td>Este:</td><td>622102,690 m</td></tr> <tr><td>Altura geoidal:</td><td>43,681 m</td></tr> <tr><td>Altura nivelada:</td><td>*****</td></tr> <tr><td>Zona:</td><td>17 N</td></tr> </table>	Norte:	949296,969 m	Este:	622102,690 m	Altura geoidal:	43,681 m	Altura nivelada:	*****	Zona:	17 N													
Norte:	949296,969 m																						
Este:	622102,690 m																						
Altura geoidal:	43,681 m																						
Altura nivelada:	*****																						
Zona:	17 N																						
<p>VELOCIDADES (Coordenadas Geocéntricas)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">VX:</td><td>0,0202 m/a</td></tr> <tr><td>VY:</td><td>0,0055 m/a</td></tr> <tr><td>VZ:</td><td>0,0124 m/a</td></tr> </table>	VX:	0,0202 m/a	VY:	0,0055 m/a	VZ:	0,0124 m/a	<p>VELOCIDADES (Coordenadas U.T.M.)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">V Norte:</td><td>***** m/a</td></tr> <tr><td>V Este:</td><td>***** m/a</td></tr> <tr><td>V Altura:</td><td>***** m/a</td></tr> </table>	V Norte:	***** m/a	V Este:	***** m/a	V Altura:	***** m/a										
VX:	0,0202 m/a																						
VY:	0,0055 m/a																						
VZ:	0,0124 m/a																						
V Norte:	***** m/a																						
V Este:	***** m/a																						
V Altura:	***** m/a																						
<p>OBSERVACIONES IMPORTANTES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La antena está instalada en un mástil de acero galvanizado que se encuentra colocado en la unión de una columna con la viga de acero del hangar del aeródromo de chame. 2. El procesamiento y ajuste de la red se realizó con el software científico GAMIT/GLOB-K, versión 10.5. 																							

Fig. No 18. Ficha técnica, punto ARE-I, ubicada sobre la cuneta de la carretera hacia el poblado de Faldares, corregimiento de La Trinidad, distrito de Capira, provincia de Panamá Oeste.





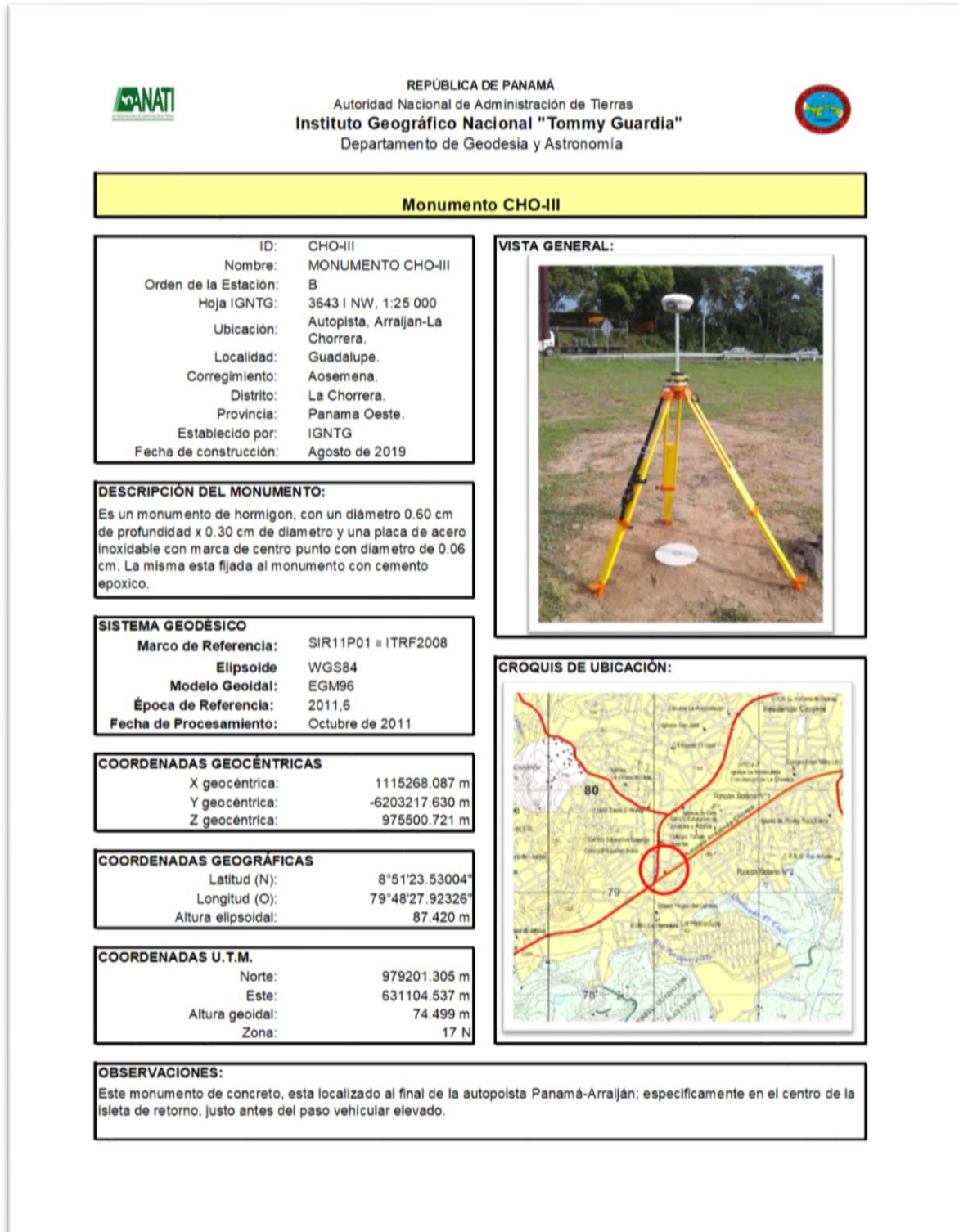
 REPÚBLICA DE PANAMÁ Autoridad Nacional de Administración de Tierras Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" Departamento de Geodesia y Astronomía																								
Monumento ARE-I																								
<table border="1"> <tr><td>ID:</td><td>ARE-I</td></tr> <tr><td>Nombre:</td><td>MONUMENTO ARE-I</td></tr> <tr><td>Orden de la Estación:</td><td>B</td></tr> <tr><td>Hoja IGNTG:</td><td>3643 I NW, 1:25 000</td></tr> <tr><td>Ubicación:</td><td>Carretera a Faldares.</td></tr> <tr><td>Localidad:</td><td>Faldares.</td></tr> <tr><td>Corregimiento:</td><td>La Trinidad.</td></tr> <tr><td>Distrito:</td><td>Capira.</td></tr> <tr><td>Provincia:</td><td>Panamá Oeste.</td></tr> <tr><td>Establecido por:</td><td>IGNTG</td></tr> <tr><td>Fecha de construcción:</td><td>Agosto de 2019</td></tr> </table>	ID:	ARE-I	Nombre:	MONUMENTO ARE-I	Orden de la Estación:	B	Hoja IGNTG:	3643 I NW, 1:25 000	Ubicación:	Carretera a Faldares.	Localidad:	Faldares.	Corregimiento:	La Trinidad.	Distrito:	Capira.	Provincia:	Panamá Oeste.	Establecido por:	IGNTG	Fecha de construcción:	Agosto de 2019	VISTA GENERAL: 	
ID:	ARE-I																							
Nombre:	MONUMENTO ARE-I																							
Orden de la Estación:	B																							
Hoja IGNTG:	3643 I NW, 1:25 000																							
Ubicación:	Carretera a Faldares.																							
Localidad:	Faldares.																							
Corregimiento:	La Trinidad.																							
Distrito:	Capira.																							
Provincia:	Panamá Oeste.																							
Establecido por:	IGNTG																							
Fecha de construcción:	Agosto de 2019																							
DESCRIPCIÓN DEL MONUMENTO: Es un monumento de hormigon, con un diámetro 0.60 cm de profundidad x 0.30 cm de diámetro y una placa de acero inoxidable con marca de centro punto con diámetro de 0.06 cm. La misma esta fijada al monumento con cemento epoxico.																								
SISTEMA GEODÉSICO Marco de Referencia: SIR11P01 = ITRF2008 Elipsoide: WGS84 Modelo Geoidal: EGM96 Época de Referencia: 2011,6 Fecha de Procesamiento: Abril de 2019																								
COORDENADAS GEOCÉNTRICAS X geocéntrica: 1092694.746 m Y geocéntrica: -6207059.474 m Z geocéntrica: 977851.134 m																								
COORDENADAS GEOGRÁFICAS Latitud (N): 8°52'39.97915" Longitud (O): 80°00'57.28312" Altura elipsoidal: 280.197 m																								
COORDENADAS U.T.M. Norte: 981482.453 m Este: 608206.202 m Altura geoidal: 267.495 m Zona: 17 N																								
CROQUIS DE UBICACIÓN: 																								
OBSERVACIONES: Este monumento de concreto, esta localizado en la cuneta del lado izquierdo de la carretera Nueva Arena - Faldares.																								

Fig. No 19. Ficha técnica, punto CAM-II, ubicada a un costado del campo de juegos del poblado de Cerro Cama, corregimiento de Amador, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste.

		REPÚBLICA DE PANAMÁ Autoridad Nacional de Administración de Tierras Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" Departamento de Geodesia y Astronomía	
Monumento CAM-II			
ID: CAM-II Nombre: MONUMENTO CAM-II Orden de la Estación: B Hoja IGNTG: 3643 I NW, 1:25 000 Ubicación: Campo de Juegos. Localidad: Cerro Cama. Corregimiento: Amador. Distrito: La Chorrera. Provincia: Panamá Oeste. Establecido por: IGNTG Fecha de construcción: Agosto de 2019		VISTA GENERAL: 	
DESCRIPCIÓN DEL MONUMENTO: Es un monumento de hormigon, con un diámetro 0.60 cm de profundidad x 0.30 cm de diametro y una placa de acero inoxidable con marca de centro punto con diametro de 0.06 cm. La misma esta fijada al monumento con cemento epoxico.			
SISTEMA GEODÉSICO Marco de Referencia: SIR11P01 = ITRF2008 Elipsoide: WGS84 Modelo Geoidal: EGM96 Época de Referencia: 2011.6 Fecha de Procesamiento: Abril de 2019			
COORDENADAS GEOCÉNTRICAS X geocéntrica: 1104074.420 m Y geocéntrica: -6202228.229 m Z geocéntrica: 994477.133 m			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS Latitud (N): 9°01'48.58402" Longitud (O): 79°54'22.90888" Altura elipsoidal: 128.064 m			
COORDENADAS U.T.M. Norte: 998366.905 m Este: 620202.952 m Altura geoidal: 115.627 m Zona: 17 N			
CROQUIS DE UBICACIÓN: 			
OBSERVACIONES: Este monumento de concreto, esta localizado en el costado derecho del campo de juego, de la comunidad de Cerro Cama de La Chorrera.			

Fig. No 20. Ficha técnica, punto CHO-III, ubicada en el centro de la isleta, específicamente al final de la autopista Arraiján-La Chorrera, corregimiento de Arosemena, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste.



Estas monografías pertenecen a la línea de nivelación de primer orden (IGNTG) usadas para trasladar o darle cotas de referencias a nuestros nuevos vértices.

PAIS PANAMA	CARACTERISTICA DE LA MARCA Disco de bronce 9 cm.	DESIGNACION CR-S-1-1 CR-P-S-1-1
PROVINCIA PANAMA	ESTABLECIDA POR (Organización)	ELEVACION 37.1195 (M)
MUNICIPIO O COMUNA Sajalices - Chame	ORGANIZACION (Fundido en la marca) I.A.G.S.	ORDEN Primero (Final) (Preliminar)
LINEA D-90	ESTAMPADA CR-S-1-1 1950	DATUM

DESCRIPCION DETALLADA DEL PUNTO

Entre los pueblos de Capira y Bejuco. Partiendo del puente sobre el Río Camaron el monumento esta al sur 1.12 k. esta al costado oeste a 7.30m. del eje de la vía.

Referencias	Azimut	Distancia
1. Arbol de Cedro	190°	17.00m.
2. Poste del Telegrafo (DESTRUIDO 1957) (CORNETO)	10°	11.00m.

RENDIMENTADO
DE RIO SAJALICE
-ARIAS-

Requerido o Recuperado POR M. Lasso

ORGANIZACION: INSTITUTO CARTOGRAFICO T. G. FECHA 2 Julio 1979

MONOGRAFIA DE LA COTA FUA 91-1 No 2, 013

Fig. No 21.

PAIS PANAMA	CARACTERISTICA DE LA MARCA Disco de bronce 9 cm.	DESIGNACION CR: F-1-A
PROVINCIA Panamá	ESTABLECIDA POR (Organización)	ELEVACION 12.7080 (M)
DISTRITO Arraijan	ORGANIZACION (fundido en la marca) I.A.G.S.	ORDEN (Final) (Preliminar)
LINEA Arraijan-La Chorrera-Capira	ESTAMPADA CR:F-1-A IGNTG 1976	DATUM

DESCRIPCION DETALLADA DEL PUNTO

La marca está incrustada en el estribo derecho del puente sobre el río Aguacate.

NO RECUPERADA	RECUPERADA	DESTRUIDA	AÑO	RESPONSABLE
	✓		1991	ARIAS

90-B

Requerido o Recuperado POR M. Lasso

I.A.G.S. F-1-A FECHA 8-Julio 1977

No 2, 283

Fig. No 22.

2.8. FIABILIDAD DE LA RED

La figura geométrica de la red es fundamental y de gran importancia, la pequeñez de los residuos y varianzas, la compatibilidad estadística de los estimadores de la varianza de las observaciones de peso (a priori a posteriori), la compatibilidad de la red libre y la sometida a constreñimientos externos y la buena configuración de las elipses de error, entre otras, son pruebas de buena calidad de una buena red. Sin embargo, puede no ser suficiente, ya que un error grosero introducido en una observación influye en todos los residuos de la red y desequilibra su calidad. Es por eso que el proceso de fiabilidad de una red nos permite detectar errores groseros de las observaciones y de estimar los efectos que los errores groseros indetectables puedan tener en la solución o en el ajuste de los parámetros. La fiabilidad consiste en dos etapas que se describen a continuación:

Fiabilidad interna: capacidad expresada numéricamente de control general y específico de las observaciones junto con la detención y particularización de posibles errores groseros. El estudio de la fiabilidad interna de una red no solo es útil para conocer la calidad del ajuste realizado, sino también para proyectarlo previamente.

Fiabilidad externa: una buena y homogénea fiabilidad interna no garantiza automáticamente parámetros fiables. Es por lo que el objetivo de la fiabilidad externa es establecer la influencia de los errores deslizados o no detectables en las observaciones sobre los vectores ajustados de los parámetros.

La precisión del levantamiento solo puede evaluarse a partir de los resultados de un ajuste de mínimos cuadrados.

2.9. METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

Nuestro método de levantamiento es en circuitoestático diferencial con pos-proceso y se hará de la siguiente manera.

Este método de levantamiento cumple con todas las condiciones técnicas, permite alcanzar la redundancia y el control necesario para obtener óptimos resultados al realizar el cálculo de la red.

Es de gran importancia evaluar la geometría de la red. La ubicación y la disposición relativa de las estaciones de la red básica o de densificación son independientes de la condición de intervisibilidad. Entre mayor sea la rigidez que una red tiene, más seguro se puede estar de que las posiciones ajustadas son precisas.

Se utilizarán 5 equipos marca Trimble, modelo R8, GNSS, uno en cada vértice o PC, montados sobre trípodes de madera. Es de vital importancia que los equipos de medición estén configurados antes de medir, a intervalos de 0.5 segundos para la toma de datos y la máscara de elevación en 10° sobre el horizonte. La ocupación será simultánea con un mínimo de tres estaciones mediante el método estático. Es la práctica más recomendada según las normas.

El levantamiento se hará simultáneo en 2 sesiones de 2 horas cada una. Una en la mañana y otra en la tarde.

Es muy importante que cada operador de equipo tenga claro, de acuerdo con el planeamiento lo siguiente: el equipo debe estar completo, baterías cargadas, bien nivelado, medición de la altura correctamente, plomada láser u óptica en perfectas condiciones. **Algo sumamente importante, una memoria con suficiente capacidad, y por qué no llevar una adicional para cualquier inconveniente que se presente.**

Todos los operadores tienen que estar pendientes de que los receptores deben encenderse unos minutos antes para que los mismos actualicen sus almanaques y

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA RED GEODÉSICA



Fig. No 23. Antena, Zephyr Geodetic II.



Fig. No 24. Receptor Trimble Net R9.

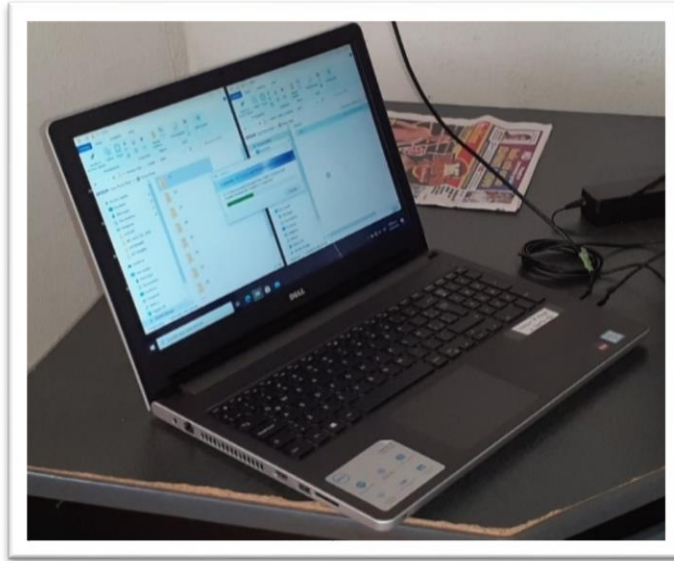


Fig. No 25. Etapa en donde se hace la conexión de la computadora laptop al receptor Trimble Net R9.



Fig. No 26. Etapa en la que el compañero Javier Cornejo, del Departamento de Geodesia y Astronomía del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", procede a descargar los datos almacenados en el receptor Trimble Net R9. El mismo está ubicado en el aeropuerto de Chame.

Tabla No 7. Datos, sesión 1.

Name	Date modified	type	Size
5135K78108201912050000A.T02	12/10/2019 8:14 AM	T02 File	7,266 KB
29593390.T02	12/10/2019 7:41 AM	T02 File	430 KB
29863390.T02	12/10/2019 7:37 AM	T02 File	570 KB
29973390.T02	12/10/2019 7:27 AM	T02 File	494 KB
36383390.T02	12/10/2019 4:30 AM	T02 File	511 KB
36393390.T02	12/10/2019 7:37 AM	T02 File	558 KB

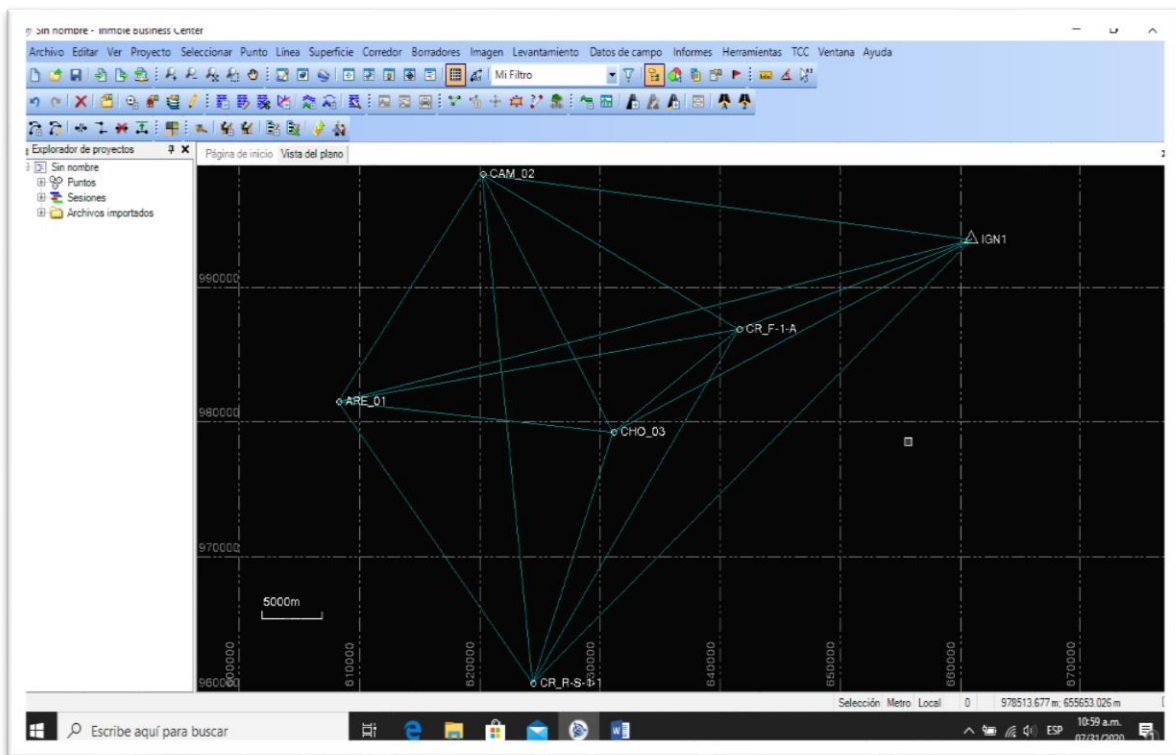


Fig. No 27. Red geodésica ligada a la estación CORS IGN1.

3.1. INFORME DE AJUSTE DE RED CONSTREÑIDO LIGADO A LAS CORS, CHME- IGN1, SESIÓN 01

'SOFTWARE' TRIMBLE TBC

(Informe de ajuste de red)

Configuraciones del ajuste

Errores de configuración

GNSS

Error en la altura de antena: 0.000 m

Error de centrado: 0.000 m

Visualización de la covarianza

Horizontal:

Error lineal propagado [E]: EE. UU.

Término constante [C]: 0.000 m

Escalar en error lineal [S]: 1.960

Tridimensional

Error lineal propagado [E]: EE. UU.

Término constante [C]: 0.000 m

Escalar en error lineal [S]: 1.960

Estadísticas del ajuste

Número de iteraciones para un ajuste exitoso: 3

Factor de referencia de red: 1.00

Prueba de chi al cuadrado (95%): Pasado

Nivel de confianza de la precisión: 95%

Grados de libertad: 46

Estadísticas de vectores con posprocesamiento

Factor de referencia: 1.00

Número de redundancias: 46.00

Escalar a priori: 1.60

Tabla No 8. **Comparación de coordenadas de control**
Los valores mostrados son coordenadas de control menos las coordenadas ajustadas.

ID de punto	Δ Valor norte (metro)	Δ Este (metro)	Δ Elevación (metro)	Δ Altura (metro)
CHME	?	?	?	-2.794
IGN1	?	?	?	-0.180

Tabla No 9. **Límites de punto de control**

ID de punto	Tipo	Norte σ (metro)	Este σ (metro)	Altura σ (metro)	Elevación σ (metro)
CHME	Cuadrícula	Fijo	Fijo		
CR F-1-A	Cuadrícula				Fijo
IGN1	Cuadrícula	Fijo	Fijo		Fijo
Fijo = 0.000001(Metro)					

Tabla No 10. **Coordenadas de cuadrícula ajustadas**

ID de punto	Valor norte (metro)	Valor norte Error (metro)	Este (metro)	Este Error (metro)	Elevación (metro)	Elevación Error (metro)	Límite
<u>ARE_01</u>	981482.4 53	0.003	608206.20 2	0.003	267.495	0.014	
<u>CAM_02</u>	998366.9 05	0.003	620202.95 2	0.002	115.627	0.012	
<u>CHME</u>	949296.9 69	?	622102.69 0	?	43.783	0.007	NE (Fijo)
<u>CHO_03</u>	979201.3 05	0.002	631104.53 7	0.002	74.499	0.012	
<u>CR_F-1-A</u>	986859.0 91	0.003	641553.64 4	0.003	12.708	?	e (Fijo)
<u>CR_R-S-1-1</u>	960566.5 39	0.003	624405.99 6	0.004	36.299	0.016	
<u>IGN1</u>	993502.4 61	?	660964.48 2	?	34.320	?	NE (Fijo)

Tabla No 11. **Coordenadas geodésicas ajustadas**

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Límite
<u>ARE_01</u>	N8°52'39.97915"	O80°00'57.28312"	280.197	0.014	
<u>CAM_02</u>	N9°01'48.58402"	O79°54'22.90888"	128.064	0.012	
<u>CHME</u>	N8°35'10.85155"	O79°53'25.45959"	56.669	0.007	NE
<u>CHO_03</u>	N8°51'23.53004"	O79°48'27.92326"	87.420	0.012	
<u>CR-F-1-A</u>	N8°55'31.69010"	O79°42'45.02872"	25.764	?	e
<u>CR-R-S-1-1</u>	N8°41'17.53124"	O79°52'09.02505"	49.180	0.016	
<u>IGN1</u>	N8°59'05.58877"	O79°32'08.71729"	47.741	?	NE

Tabla No 12. **Coordenadas ECEF ajustadas**

ID de punto	X (metro)	X Error (metro)	Y (metro)	Y Error (metro)	Z (metro)	Z Error (metro)	3D Error (metro)	Límite
<u>ARE_01</u>	1092694.746	0.004	6207059.474	0.014	977851.134	0.004	0.015	
<u>CAM_02</u>	1104074.420	0.003	6202228.229	0.011	994477.133	0.004	0.012	
<u>CHME</u>	1107108.841	?	6209250.868	?	945958.485	?	?	NE
<u>CHO_03</u>	1115268.087	0.003	6203217.630	0.012	975500.721	0.003	0.013	
<u>CR_F-1-A</u>	1125357.451	?	6200135.692	?	983023.733	?	?	e
<u>CR_R-S-1-1</u>	1109110.813	0.005	6207167.477	0.016	957094.838	0.004	0.017	
<u>IGN1</u>	1144297.173	?	6195649.974	?	989518.600	?	?	NE

Tabla No 13. Componentes de la elipse de error

ID de punto	Semieje mayor (metro)	Semieje menor (metro)	Acimut
ARE_01	0.004	0.003	102°
CAM_02	0.003	0.003	147°
CHO_03	0.003	0.003	126°
CR_F-1-A	0.003	0.003	101°
CR_R-S-1-1	0.004	0.003	107°

Tabla No 14. Observaciones GPS ajustadas

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
CHME --> IGN1 (PV22)	Acimut	41°29'21"	0.006 seg	0.001 seg	0.405
	ΔAlt.	-8.928 m	0.007 m	-0.007 m	-4.094
	Dist. elip	58867.713 m	0.002 m	0.002 m	2.904
CHME --> CAM_02 (PV27)	Acimut	357°57'10"	0.011 seg	-0.014 seg	-1.821
	ΔAlt.	71.395 m	0.012 m	0.012 m	1.160

	Dist. elip	49117.420 m	0.002 m	-0.004 m	-2.037
CHME --> CR F-1-A (PV24)	Acimut	27°32'45"	0.014 seg	0.011 seg	0.846
	ΔAlt.	-30.905 m	0.007 m	0.037 m	1.906
	Dist. elip	42307.365 m	0.003 m	-0.001 m	-0.209
CHME --> CR R-S-1-1 (PV25)	Acimut	11°43'04"	0.066 seg	-0.024 seg	-0.243
	ΔAlt.	-7.489 m	0.017 m	0.033 m	1.834
	Dist. elip	11504.979 m	0.003 m	0.003 m	0.845
CR F-1-A -- > CR R-S-1- 1 (PV4)	Acimut	213°18'33"	0.024 seg	-0.015 seg	-0.801
	ΔAlt.	23.416 m	0.016 m	-0.034 m	-1.502
	Dist. elip	31395.805 m	0.003 m	0.005 m	1.661
IGN1 --> CHO 03 (PV14)	Acimut	244°38'08"	0.016 seg	0.012 seg	0.812
	ΔAlt.	39.679 m	0.012 m	-0.003 m	-0.313
	Dist. Elip	33112.471 m	0.003 m	-0.003 m	-1.459

ARE_01 --> CAM_02 (PV10)	Acimut	35°32'52"	0.032 seg	0.012 seg	0.476
	ΔAlt.	-152.133 m	0.016 m	0.002 m	0.145
	Dist. elip	20717.417 m	0.003 m	0.004 m	1.454
IGN1 --> CAM_02 (PV15)	Acimut	277°02'05"	0.012 seg	0.013 seg	1.337
	ΔAlt.	80.323 m	0.012 m	-0.006 m	-0.635
	Dist. elip	41057.073 m	0.003 m	0.001 m	0.394
CHME --> CHO_03 (PV26)	Acimut	16°55'16"	0.018 seg	-0.005 seg	-0.353
	ΔAlt.	30.751 m	0.013 m	0.013 m	1.305
	Dist. elip	31236.130 m	0.002 m	-0.002 m	-1.313
CR_R-S-1-1 --> CAM_02 (PV3)	Acimut	353°49'46"	0.019 seg	0.020 seg	1.223
	ΔAlt.	78.884 m	0.018 m	0.004 m	0.238
	Dist. elip	38041.490 m	0.003 m	-0.002 m	-0.636
CHO_03 --> CR_F-1-A (PV5)	Acimut	53°56'52"	0.048 seg	0.013 seg	0.326

	ΔAlt.	-61.656 m	0.012 m	0.018 m	1.125
	Dist. elip	12956.950 m	0.003 m	0.000 m	-0.070
IGN1 --> CR_R-S-1-1 (PV13)	Acimut	228°12'33"	0.014 seg	-0.004 seg	-0.235
	ΔAlt.	1.439 m	0.016 m	0.002 m	0.141
	Dist. elip	49213.902 m	0.003 m	-0.003 m	-1.084
IGN1 --> CR_F-1-A (PV12)	Acimut	251°20'04"	0.027 seg	0.002 seg	0.070
	ΔAlt.	-21.977 m	0.000 m	-0.022 m	-1.072
	Dist. elip	20518.603 m	0.003 m	0.000 m	0.115
IGN1 --> ARE_01 (PV11)	Acimut	257°23'34"	0.010 seg	0.012 seg	0.937
	ΔAlt.	232.456 m	0.014 m	-0.016 m	-0.740
	Dist. elip	54119.587 m	0.003 m	0.003 m	0.349
CR_F-1-A -- > CAM_02 (PV6)	Acimut	298°31'30"	0.023 seg	0.008 seg	0.466
	ΔAlt.	102.300 m	0.012 m	0.000 m	0.000
	Dist.	24259.071 m	0.003 m	-0.002 m	-0.836

	elip				
CHO 03 --> ARE 01 (PV9)	Acimut	275°52'22"	0.025 seg	0.011 seg	0.533
	ΔAlt.	192.777 m	0.016 m	0.010 m	0.741
	Dist. elip	23016.794 m	0.003 m	-0.001 m	-0.405
CHO 03 --> CAM 02 (PV1)	Acimut	330°33'13"	0.024 seg	-0.004 seg	-0.203
	ΔAlt.	40.644 m	0.014 m	-0.004 m	-0.390
	Dist. elip	22053.653 m	0.003 m	0.002 m	0.699
CR F-1-A -- > ARE 01 (PV7)	Acimut	261°02'25"	0.018 seg	-0.009 seg	-0.614
	ΔAlt.	254.433 m	0.014 m	-0.009 m	-0.652
	Dist. elip	33785.055 m	0.003 m	0.001 m	0.201
CHO 03 --> CR R-S-1-1 (PV2)	Acimut	199°57'13"	0.038 seg	-0.017 seg	-0.520
	ΔAlt.	-38.240 m	0.018 m	0.002 m	0.100
	Dist. elip	19806.066 m	0.003 m	0.000 m	-0.009
ARE 01 --> CR R-S-1-1	Acimut	142°23'30"	0.028 seg	0.007	0.313

(PV8)				seg	
	ΔAlt.	-231.017 m	0.020 m	-0.009 m	-0.413
	Dist. elip	26461.936 m	0.004 m	0.000 m	-0.137
CHME --> ARE_01 (PV23)	Acimut	336°48'56"	0.019 seg	0.008 seg	0.335
	ΔAlt.	223.528 m	0.015 m	0.005 m	0.364
	Dist. elip	35065.613 m	0.003 m	0.000 m	-0.104

Tabla No 15. **Términos de covarianza**

Punto de origen	Al punto		Componentes	Error a posteriori	Precisión horiz. (razón)	Precisión 3D (razón)
ARE_01	CHME	Acimut	156°47'47"	0.019 seg	1: 11664108	1: 11589739
		ΔAlt.	-223.528 m	0.015 m		
		ΔElev.	-223.711 m	0.015 m		
		Dist. elip	35065.614 m	0.003 m		
ARE_01	IGN1	Acimut	77°19'06"	0.011 seg	1: 16193947	1: 16229655
		ΔAlt.	-232.456 m	0.014 m		

		ΔElev.	-233.175 m	0.014 m		
		Dist. elip	54119.588 m	0.003 m		
CAM_02	ARE_01	Acimut	215°33'53"	0.033 seg	1: 6882657	1: 6950873
		ΔAlt.	152.133 m	0.016 m		
		ΔElev.	151.867 m	0.016 m		
		Dist. elip	20717.418 m	0.003 m		
CAM_02	CHME	Acimut	177°57'01"	0.010 seg	1: 18885704	1: 18854575
		ΔAlt.	-71.395 m	0.012 m		
		ΔElev.	-71.844 m	0.012 m		
		Dist. elip	49117.421 m	0.003 m		
CAM_02	CHO_03	Acimut	150°32'18"	0.025 seg	1: 7497451	1: 7476118
		ΔAlt.	-40.644 m	0.014 m		
		ΔElev.	-41.129 m	0.014 m		
		Dist. elip	22053.654 m	0.003 m		
CAM_02	CR_F-1-A	Acimut	118°29'42"	0.024 seg	1: 7984303	1: 7957292
		ΔAlt.	-102.300 m	0.012 m		

		ΔElev.	-102.919 m	0.012 m		
		Dist. elip	24259.071 m	0.003 m		
CAM_02	CR R-S-1-1	Acimut	173°49'25"	0.020 seg	1: 11315915	1: 11278899
		ΔAlt.	-78.884 m	0.018 m		
		ΔElev.	-79.328 m	0.018 m		
		Dist. elip	38041.491 m	0.003 m		
CAM_02	IGN1	Acimut	96°58'36"	0.013 seg	1: 16259249	1: 16233804
		ΔAlt.	-80.323 m	0.012 m		
		ΔElev.	-81.307 m	0.012 m		
		Dist. elip	41057.073 m	0.003 m		
CHO_03	ARE_01	Acimut	275°52'22"	0.026 seg	1: 6708483	1: 6700105
		ΔAlt.	192.777 m	0.016 m		
		ΔElev.	192.996 m	0.016 m		
		Dist. elip	23016.795 m	0.003 m		
CHO_03	CHME	Acimut	196°56'02"	0.017 seg	1: 13587693	1: 13572710
		ΔAlt.	-30.751 m	0.013 m		

		ΔElev.	-30.715 m	0.013 m		
		Dist. elip	31236.130 m	0.002 m		
CHO_03	CR F-1-A	Acimut	53°56'53"	0.048 seg	1: 4573610	1: 4578314
		ΔAlt.	-61.656 m	0.012 m		
		ΔElev.	-61.791 m	0.012 m		
		Dist. elip	12956.950 m	0.003 m		
CHO_03	CR R-S-1-1	Acimut	199°57'13"	0.038 seg	1: 6321049	1: 6294893
		ΔAlt.	-38.240 m	0.018 m		
		ΔElev.	-38.199 m	0.018 m		
		Dist. elip	19806.066 m	0.003 m		
CHO_03	IGN1	Acimut	64°35'36"	0.016 seg	1: 14147665	1: 14144760
		ΔAlt.	-39.679 m	0.012 m		
		ΔElev.	-40.179 m	0.012 m		
		Dist. elip	33112.472 m	0.002 m		
CR F-1-A	ARE_01	Acimut	261°02'25"	0.019 seg	1: 9523374	1: 9545999
		ΔAlt.	254.433 m	0.014 m		

		ΔElev.	254.787 m	0.014 m		
		Dist. elip	33785.056 m	0.004 m		
CR_F-1-A	CHME	Acimut	207°34'22"	0.014 seg	1: 16544018	1: 16542477
		ΔAlt.	30.905 m	0.007 m		
		ΔElev.	31.075 m	0.007 m		
		Dist. elip	42307.366 m	0.003 m		
CR_F-1-A	IGN1	Acimut	71°18'25"	0.026 seg	1: 7521795	1: 7519740
		ΔAlt.	21.977 m	0.000 m		
		ΔElev.	21.612 m	0.000 m		
		Dist. elip	20518.603 m	0.003 m		
CR_R-S-1-1	ARE_01	Acimut	322°24'51"	0.028 seg	1: 7191852	1: 7132958
		ΔAlt.	231.017 m	0.020 m		
		ΔElev.	231.196 m	0.020 m		
		Dist. elip	26461.937 m	0.004 m		
CR_R-S-1-1	CHME	Acimut	191°43'16"	0.064 seg	1: 4113461	1: 4120089
		ΔAlt.	7.489 m	0.017 m		

		ΔElev.	7.484 m	0.017 m		
		Dist. elip	11504.979 m	0.003 m		
CR R-S-1-1	CR F-1-A	Acimut	33°17'06"	0.025 seg	1: 9253029	1: 9259267
		ΔAlt.	-23.416 m	0.016 m		
		ΔElev.	-23.591 m	0.016 m		
		Dist. elip	31395.806 m	0.003 m		
CR R-S-1-1	IGN1	Acimut	48°09'29"	0.014 seg	1: 16251987	1: 16240610
		ΔAlt.	-1.439 m	0.016 m		
		ΔElev.	-1.979 m	0.016 m		
		Dist. elip	49213.903 m	0.003 m		
IGN1	CHME	Acimut	221°32'36"	0.000 seg	1:0	1: 19894768761
		ΔAlt.	8.928 m	0.007 m		
		ΔElev.	9.463 m	0.007 m		
		Dist. elip	58867.714 m	0.000 m		

3.2. INFORME DE AJUSTE DE RED CONSTREÑIDO LIGADO A LA CORS IGN1

información del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	D:\Tesis David Madrid\Proyecto2020.vce	Nombre:	UTM
Tamaño:	726 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	10/16/2020 11:04:11 a.m. (UTC: -5)	Zona:	17 North (81W)
Zona horaria:	SA Pacific Standard Time	Geoide:	EGM96 (Global)
		Datum vertical:	

Estadísticas del ajuste

Número de iteraciones para un ajuste exitoso:	3
Factor de referencia de red:	1.00
Prueba de chi al cuadrado (95%):	Pasado
Nivel de confianza de la precisión:	95%
Grados de libertad:	73
Estadísticas de vectores con posprocesamiento	
Factor de referencia:	1.00
Número de redundancias:	73.00
Escalar a priori:	26.27

Tabla No 16. Los valores mostrados son coordenadas de control menos las coordenadas ajustadas

ID de punto	Δ Este (metro)	Δ Valor norte (metro)	Δ Elevación (metro)	Δ Altura (metro)
IGN1	?	?	-0.538	-0.538

Tabla No 17. Los valores mostrados son coordenadas de control menos las coordenadas ajustadas

ID de punto	Este (metro)	Este Error (metro)	Valor norte (metro)	Valor norte Error (metro)	Elevación (metro)	Elevación Error (metro)	Límite
ARE-I	608206.216	0.057	981482.430	0.045	267.810	0.259	
CAM-II	620202.957	0.034	998366.890	0.027	115.977	0.138	
CHO-III	631104.547	0.032	979201.288	0.025	74.832	0.132	
CR-F-1-A	641553.655	0.036	986859.075	0.027	12.708	?	e
CR-R-S-1-1	624406.039	0.044	960566.523	0.031	37.114	?	e
IGN1	660964.482	?	993502.461	?	34.677	0.139	EN

Tabla No 18. Límites de punto de control

ID de punto	Tipo	Este σ (metro)	Norte σ (metro)	Altura σ (metro)	Elevación σ (metro)
CR-F-1-A	Cuadrícula				Fijo
CR-R-S-1-1	Cuadrícula				Fijo
IGN1	Cuadrícula	Fijo	Fijo		
Fijo = 0.000001 (metro)					

Tabla No 19. **Coordenadas geodésicas ajustadas**

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (metro)	Altura Error (metro)	Límite
ARE-I	N8°52'39.97841"	O80°00'57.28268"	280.511	0.259	
CAM-II	N9°01'48.58355"	O79°54'22.90873"	128.414	0.138	
CHO-III	N8°51'23.52949"	O79°48'27.92293"	87.753	0.132	
CR-F-1-A	N8°55'31.68957"	O79°42'45.02836"	25.764	?	e
CR-R-S-1-1	N8°41'17.53071"	O79°52'09.02367"	49.994	?	e
IGN1	N8°59'05.58877"	O79°32'08.71729"	48.099	0.139	EN

Tabla No 20. **Coordenadas ECEF ajustadas**

ID de punto	X (metro)	X Error (metro)	Y (metro)	Y Error (metro)	Z (metro)	Z Error (metro)	3D Error (metro)	Límite
ARE-I	1092694.814	0.074	-6207059.781	0.249	977851.160	0.068	0.268	
CAM-II	1104074.485	0.041	-6202228.571	0.134	994477.174	0.036	0.145	
CHO-III	1115268.156	0.039	-6203217.954	0.128	975500.756	0.033	0.138	
CR-F-1-A	1125357.462	?	-6200135.693	?	983023.717	?	?	e
CR-R-S-1-1	1109110.997	?	-6207168.264	?	957094.945	?	?	e
IGN1	1144297.237	?	-6195650.321	?	989518.656	?	?	EN

Tabla No 21. Componentes de la elipse de error

ID de punto	Semieje mayor (metro)	Semieje menor (metro)	Acimut
ARE-I	0.071	0.056	89°
CAM-II	0.043	0.034	90°
CHO-III	0.040	0.031	89°
CR-F-1-A	0.045	0.033	88°
CR-R-S-1-1	0.055	0.038	96°

Tabla No 22. Observaciones GNSS ajustadas

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada residual
CR-F-1-A --> CR-R-S-1-1 (PV17)	Acimut	213°18'33"	0.263 seg	-0.053 seg	-0.185
	ΔAlt.	24.230 m	0.000 m	0.815 m	3.380
	Dist. elip	31395.789 m	0.033 m	-0.024 m	-0.805
IGN1 --> CR-R-S-1-1 (PV13)	Acimut	228°12'33"	0.162 seg	-0.097 seg	-0.373
	ΔAlt.	1.895 m	0.139 m	0.467 m	2.552
	Dist. elip	49213.883 m	0.037 m	-0.021 m	-0.437
CAM-II --> CR-R-S-1-1 (PV20)	Acimut	173°49'25"	0.219 seg	-0.170 seg	-0.763
	ΔAlt.	-78.420 m	0.138 m	0.471 m	2.476
	Dist. elip	38041.497 m	0.032 m	-0.007 m	-0.246
IGN1 --> CR-F-1-A (PV23)	Acimut	251°20'04"	0.276 seg	-0.022 seg	-0.111
	ΔAlt.	-22.335 m	0.139 m	-0.339 m	-2.407
	Dist. elip	20518.598 m	0.035 m	0.001 m	0.021
CHO-III --> CR-F-1-	Acimut	53°56'53"	0.453 seg	0.158	0.227

A (PV5)				seg	
	ΔAlt.	-61.989 m	0.132 m	-0.392 m	-2.097
	Dist. elip	12956.952 m	0.031 m	0.002 m	0.051
CHO-III --> CR-R-S-1-1 (PV2)	Acimut	199°57'13"	0.422 seg	-0.258 seg	-0.455
	ΔAlt.	-37.759 m	0.132 m	0.437 m	2.077
	Dist. elip	19806.055 m	0.031 m	-0.007 m	-0.151
CR-F-1-A --> CAM-II (PV19)	Acimut	298°31'30"	0.244 seg	-0.005 seg	-0.025
	ΔAlt.	102.650 m	0.138 m	0.344 m	2.055
	Dist. elip	24259.078 m	0.032 m	0.004 m	0.157
CR-F-1-A --> CR-R-S-1-1 (PV4)	Acimut	213°18'33"	0.263 seg	-0.116 seg	-0.334
	ΔAlt.	24.230 m	0.000 m	0.780 m	1.964
	Dist. elip	31395.789 m	0.033 m	-0.012 m	-0.227
CR-R-S-1-1 --> CHO-III (PV16)	Acimut	19°56'39"	0.422 seg	-0.189 seg	-0.305
	ΔAlt.	37.759 m	0.132 m	-0.377 m	-1.963
	Dist. elip	19806.055 m	0.031 m	-0.015 m	-0.274
CR-F-1-A --> CAM-II (PV6)	Acimut	298°31'30"	0.244 seg	0.066 seg	0.203
	ΔAlt.	102.650 m	0.138 m	0.348 m	1.934
	Dist. elip	24259.078 m	0.032 m	0.005 m	0.129
IGN1 --> CR-R-S-1-1 (PV24)	Acimut	228°12'33"	0.162 seg	-0.019 seg	-0.080
	ΔAlt.	1.895 m	0.139 m	0.476 m	1.788
	Dist. elip	49213.883 m	0.037 m	-0.025 m	-0.328
CR-F-1-A --> CHO-III (PV18)	Acimut	233°57'46"	0.453 seg	0.179 seg	0.344
	ΔAlt.	61.989 m	0.132 m	0.471 m	1.728

	Dist. elip	12956.952 m	0.031 m	-0.003 m	-0.071
IGN1 --> CR-F-1-A (PV12)	Acimut	251°20'04"	0.276 seg	-0.109 seg	-0.233
	ΔAlt.	-22.335 m	0.139 m	-0.357 m	-1.659
	Dist. elip	20518.598 m	0.035 m	-0.002 m	-0.046
CR-R-S-1-1 --> CAM-II (PV3)	Acimut	353°49'46"	0.219 seg	-0.113 seg	-0.389
	ΔAlt.	78.420 m	0.138 m	-0.460 m	-1.651
	Dist. elip	38041.497 m	0.032 m	0.010 m	0.200
CHO-III --> CR-R- S-1-1 (PV31)	Acimut	199°57'13"	0.422 seg	-0.204 seg	-0.273
	ΔAlt.	-37.759 m	0.132 m	0.520 m	1.468
	Dist. elip	19806.055 m	0.031 m	-0.017 m	-0.380
CHO-III --> CR-F-1- A (PV30)	Acimut	53°56'53"	0.453 seg	0.013 seg	0.021
	ΔAlt.	-61.989 m	0.132 m	-0.349 m	-1.345
	Dist. elip	12956.952 m	0.031 m	-0.002 m	-0.046
CR-F-1-A --> ARE-I (PV7)	Acimut	261°02'25"	0.273 seg	0.021 seg	0.083
	ΔAlt.	254.748 m	0.259 m	0.305 m	1.328
	Dist. elip	33785.054 m	0.053 m	0.000 m	-0.003
ARE-I --> CR-R-S- 1-1 (PV8)	Acimut	142°23'30"	0.416 seg	-0.132 seg	-0.349
	ΔAlt.	-230.517 m	0.259 m	0.490 m	1.321
	Dist. elip	26461.949 m	0.052 m	0.014 m	0.283
IGN1 --> CHO-III (PV25)	Acimut	244°38'08"	0.164 seg	0.032 seg	0.211
	ΔAlt.	39.654 m	0.145 m	0.083 m	0.499

	Dist. elip	33112.470 m	0.031 m	-0.005 m	-0.164
CAM-II --> CHO-III (PV21)	Acimut	150°32'18"	0.284 seg	-0.083 seg	-0.244
	ΔAlt.	-40.661 m	0.139 m	0.114 m	0.460
	Dist. elip	22053.659 m	0.028 m	-0.006 m	-0.205
IGN1 --> CAM-II (PV22)	Acimut	277°02'05"	0.138 seg	0.031 seg	0.227
	ΔAlt.	80.315 m	0.151 m	0.023 m	0.130
	Dist. elip	41057.067 m	0.034 m	-0.006 m	-0.171
IGN1 --> ARE-I (PV11)	Acimut	257°23'34"	0.171 seg	-0.013 seg	-0.060
	ΔAlt.	232.413 m	0.266 m	-0.058 m	-0.172
	Dist. elip	54119.580 m	0.056 m	-0.001 m	-0.009
ARE-I --> CAM-II (PV10)	Acimut	35°32'52"	0.502 seg	-0.040 seg	-0.095
	ΔAlt.	-152.098 m	0.265 m	0.037 m	0.159
	Dist. elip	20717.419 m	0.048 m	0.007 m	0.163
IGN1 --> CHO-III (PV14)	Acimut	244°38'08"	0.164 seg	-0.039 seg	-0.151
	ΔAlt.	39.654 m	0.145 m	-0.028 m	-0.152
	Dist. elip	33112.470 m	0.031 m	-0.002 m	-0.063
CHO-III --> CAM-II (PV29)	Acimut	330°33'13"	0.284 seg	-0.073 seg	-0.142
	ΔAlt.	40.661 m	0.139 m	0.001 m	0.010
	Dist. elip	22053.659 m	0.028 m	0.001 m	0.017
CHO-III --> CAM-II (PV1)	Acimut	330°33'13"	0.284 seg	0.031 seg	0.098
	ΔAlt.	40.661 m	0.139 m	-0.020 m	-0.118
	Dist. elip	22053.659 m	0.028 m	0.005 m	0.133

IGN1 --> CAM-II (PV15)	Acimut	277°02'05"	0.138 seg	0.017 seg	0.106
	ΔAlt.	80.315 m	0.151 m	-0.004 m	-0.025
	Dist. elip	41057.067 m	0.034 m	-0.002 m	-0.061
CHO-III --> ARE-I (PV9)	Acimut	275°52'22"	0.397 seg	0.031 seg	0.092
	ΔAlt.	192.759 m	0.263 m	-0.008 m	-0.035
	Dist. elip	23016.791 m	0.053 m	-0.003 m	-0.080
IGN1 --> CHO-III (PV28)	Acimut	244°38'08"	0.164 seg	-0.003 seg	-0.019
	ΔAlt.	39.654 m	0.145 m	-0.008 m	-0.042
	Dist. elip	33112.470 m	0.031 m	0.001 m	0.027

Tabla No 23. **Términos de covarianza**

Punto de origen	Al punto		Componentes	Error a posteriori	Precisión horiz. (razón)	Precisión 3D (razón)
ARE-I	IGN1	Acimut	77°19'06"	0.172 seg	1: 964146	1: 966803
		ΔAlt.	-232.413 m	0.266 m		
		ΔElev.	-233.132 m	0.266 m		
		Dist. elip	54119.580 m	0.056 m		
CAM-II	ARE-I	Acimut	215°33'53"	0.502 seg	1: 429137	1: 433819
		ΔAlt.	152.098 m	0.265 m		
		ΔElev.	151.832 m	0.265 m		
		Dist. elip	20717.419 m	0.048 m		
CAM-II	CHO-III	Acimut	150°32'18"	0.284 seg	1: 780862	1: 780216
		ΔAlt.	-40.661 m	0.139 m		

		ΔElev.	-41.146 m	0.139 m		
		Dist. elip	22053.659 m	0.028 m		
CAM-II	CR-F-1-A	Acimut	118°29'42"	0.244 seg	1: 766957	1: 766272
		ΔAlt.	-102.650 m	0.138 m		
		ΔElev.	-103.269 m	0.138 m		
		Dist. elip	24259.078 m	0.032 m		
CAM-II	CR-R-S-1-1	Acimut	173°49'25"	0.218 seg	1:1199877	1:1199782
		ΔAlt.	-78.420 m	0.138 m		
		ΔElev.	-78.864 m	0.138 m		
		Dist. elip	38041.497 m	0.032 m		
CAM-II	IGN1	Acimut	96°58'36"	0.139 seg	1:1201340	1:1201123
		ΔAlt.	-80.315 m	0.151 m		
		ΔElev.	-81.300 m	0.151 m		
		Dist. elip	41057.067 m	0.034 m		
CHO-III	ARE-I	Acimut	275°52'22"	0.399 seg	1: 433771	1: 434374
		ΔAlt.	192.759 m	0.263 m		
		ΔElev.	192.978 m	0.263 m		
		Dist. elip	23016.791 m	0.053 m		
CHO-III	CR-F-1-A	Acimut	53°56'53"	0.455 seg	1: 420834	1: 421025
		ΔAlt.	-61.989 m	0.132 m		
		ΔElev.	-62.124 m	0.132 m		
		Dist. elip	12956.952 m	0.031 m		
CHO-III	CR-R-S-1-1	Acimut	199°57'13"	0.422 seg	1: 642719	1: 641838
		ΔAlt.	-37.759 m	0.132 m		
		ΔElev.	-37.718 m	0.132 m		
		Dist.	19806.055 m	0.031 m		

		elip				
CHO-III	IGN1	Acimut	64°35'36"	0.165 seg	1:1071570	1:1071313
		ΔAlt.	-39.654 m	0.145 m		
		ΔElev.	-40.154 m	0.145 m		
		Dist. elip	33112.470 m	0.031 m		
CR-F-1-A	ARE-I	Acimut	261°02'25"	0.274 seg	1: 630868	1: 633197
		ΔAlt.	254.748 m	0.259 m		
		ΔElev.	255.102 m	0.259 m		
		Dist. elip	33785.054 m	0.054 m		
CR-F-1-A	IGN1	Acimut	71°18'25"	0.277 seg	1: 582586	1: 582350
		ΔAlt.	22.335 m	0.139 m		
		ΔElev.	21.969 m	0.139 m		
		Dist. elip	20518.598 m	0.035 m		
CR-R-S-1- 1	ARE-I	Acimut	322°24'51"	0.416 seg	1: 511764	1: 508275
		ΔAlt.	230.517 m	0.259 m		
		ΔElev.	230.696 m	0.259 m		
		Dist. elip	26461.949 m	0.052 m		
CR-R-S-1- 1	CR-F-1- A	Acimut	33°17'06"	0.263 seg	1: 956885	1: 956074
		ΔAlt.	-24.230 m	0.000 m		
		ΔElev.	-24.406 m	0.000 m		
		Dist. elip	31395.789 m	0.033 m		
CR-R-S-1- 1	IGN1	Acimut	48°09'29"	0.162 seg	1:1320653	1:1319236
		ΔAlt.	-1.895 m	0.139 m		
		ΔElev.	-2.436 m	0.139 m		
		Dist. elip	49213.883 m	0.37		

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1. RESUMEN

A pesar de habernos fallado un equipo en la segunda sesión y la llegada de la pandemia a nuestro país, obtuvimos resultados sorprendentes. Esto es prueba de que si se siguen cada uno de los procedimientos y recomendaciones técnicas al pie de la letra, podemos lograr obtener una red de buena categoría.

Las tablas que aparecen en las páginas 47 a la 71 son de vital importancia para nosotros y son el producto de los cálculos, procesamientos y ajuste de nuestra red geodésica, donde podemos consultar, comparar y analizar cada uno de los resultados obtenidos en las campañas de campo. Las coordenadas geodésicas, geocéntricas y cartesianas pueden verse en las nuevas fichas técnicas de los nuevos vértices geodésicos, materializados en campo por nosotros.

Los análisis estadísticos nos arrojan claramente los resultados obtenidos en cuanto a presiones horizontales y verticales de cada uno de los vértices que componen nuestra red geodésica.

Podemos decir que nuestra red geodésica cumple con todas las exigencias según las tablas de normas del Instituto Geográfico Nacional y los análisis estadísticos, producto del pos proceso.

Queremos dejar esta red geodésica como una contribución en el desarrollo creciente del sector oeste del país.

4.2. RECOMENDACIONES

Hacer uso de los insumos, conocimientos técnicos y científicos que nos ofrece el Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. Entre ellos podemos mencionar la red de estaciones de referencias de operación continua CORS, GNSS, la red Básica y Primaria. Estas nos facilitan los trabajos de posicionamiento en campo con grandes resultados en cuanto a precisión, tomando en cuenta las tablas de normas y especificaciones técnicas del Instituto.

Queremos agregar algo sumamente importante, al momento de procesar los datos de campo producto de las observaciones GNSS; tener en cuenta que el (ITRF97; época de medición 2001.3) y el (ITRF08; época media de observación 2011.6); Ambos, no fueron observados en la misma época o año, por tal razón es de vital importancia que al momento de hacer observaciones en proyectos futuros, nos remontemos a la época específica de observación de cada ITRF, para lograr obtener mejores resultados.

4.3. BIBLIOGRAFÍAS

- Comisión interdepartamental de estadística y cartografía de Andalucía. cartografia@juntadeandalucia.eswww.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/
- Horacio Esteban Ávila (1996). Estándares Geodésicos (GPS). República de Argentina. (1ª. Edición). Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (CNUGGI) Subcomité de Geodesia.
- Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. Anteproyecto de Normas Técnicas y Estándares de Calidad para Levantamientos Geodésicos y Establecimientos de Puntos de Control Horizontal y Vertical en la República de Panamá.
- Mariano Cabrera- Hernán Morales (1996). Universidad Nacional de Córdoba. (Verificación y Densificación de la Red de Catastro de la provincia de Córdoba). (1ª ed).
- Oscar Cuadrado Méndez. Ingeniero en Geodesia y Cartografía. (20 de septiembre de 2021). Recomendaciones técnicas para la planificación y ejecución de redes geodésicas de ámbito regional o local en el principado de Asturias.