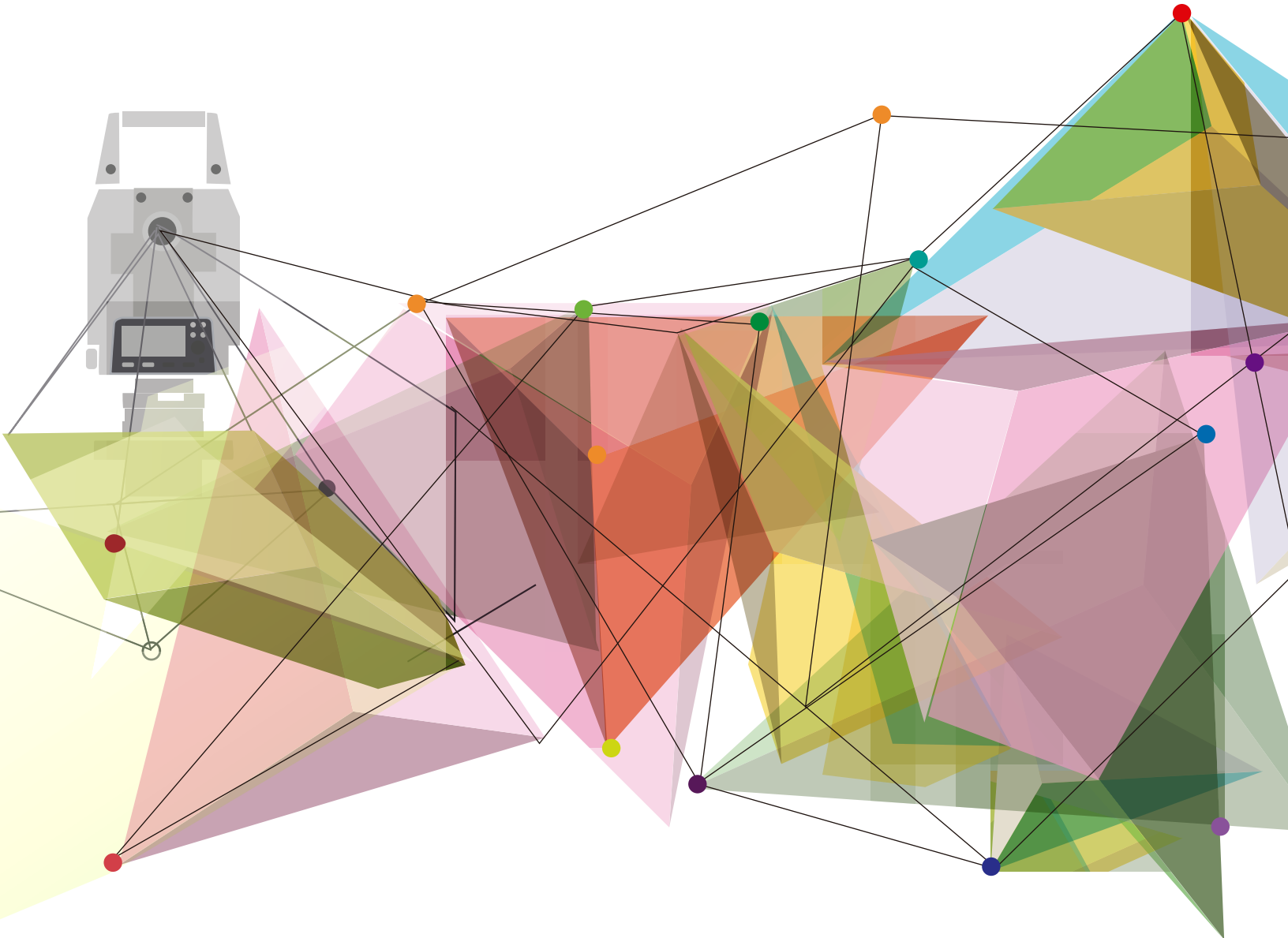


Guía metodológica de la Red Geodésica Horizontal

2017



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

**Guía metodológica de la
Red Geodésica Horizontal
2017**



**INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA**

Obras complementarias publicadas por el INEGI sobre el tema:

Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional; Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional;
Diccionario de Datos Geodésicos.

Catalogación en la fuente INEGI:

912.014 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).
Guía metodológica de la Red Geodésica Horizontal 2017 / Instituto Nacional de
Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2017.

vii, 51 p.

1. Geodesia. 2. Cartografía - Metodología.

Conociendo México

01 800 111 4634

www.inegi.org.mx

atencion.usuarios@inegi.org.mx



INEGI Informa



@INEGI_INFORMA

DR © 2017, **Instituto Nacional de Estadística y Geografía**

Edificio Sede

Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301

Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes,

Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI,

Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas.

Presentación

El **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**, a través de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGMA), pone a su disposición la **Guía Metodológica de la Red Geodésica Horizontal (versión 3)**, con el propósito de dar a conocer aspectos conceptuales que permitan la captación, revisión, análisis, procesamiento de la información geodésica horizontal y su integración al Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG).

El **INEGI** realiza levantamientos de campo para el Posicionamiento Geodésico Horizontal mediante el uso de equipos GPS/GNSS con el objetivo de establecer, mantener y extender la Red Geodésica Nacional.

La Guía Metodológica de la Red Geodésica Horizontal es utilizada por el **Instituto** en los levantamientos de campo necesarios para el establecimiento de Estaciones Geodésicas Horizontales, con procedimientos estandarizados y acordes con la normatividad vigente lo que permite la compatibilidad y comparabilidad de la información para su integración al sistema.

La guía es revisada periódicamente y actualizada conforme al avance científico y tecnológico, así como derivado de nuevas necesidades.

Índice

Introducción	VII
1. Aspectos generales	1
1.1 Definición	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Marco jurídico	3
1.4 Objetivo general	3
1.5 Importancia de los levantamientos horizontales	3
1.6 Insumos generados	3
1.7 Marco de referencia horizontal	4
2. Marco conceptual	7
2.1 Cobertura	7
2.2 Conceptos teóricos	7
2.2.1 Geodesia	7
2.2.2 Levantamiento geodésico	8
2.2.3 Métodos de medición	8
2.2.3.1 Configuración para método estático	8
2.2.3.2 Configuración para método estático rápido	9
2.2.3.3 Configuración para método cinemático	9
2.2.3.4 Técnica RTK (Real Time Kinematic)	9
2.2.4 Sistemas globales de navegación por satélite (GPS/GNSS)	9
2.2.5 Exactitud en el posicionamiento	10
2.3 Normas técnicas	11
3. Guía metodológica de la Red Geodésica Horizontal	11
3.1 Elaboración del proyecto	11
3.1.1 Formatos en proyectos de PCT	13

3.1.2 Selección de rasgos identificables	14
3.1.3 Listado de PCT	15
3.1.4 Consideraciones previas	15
3.2 Actividades de campo	16
3.2.1 Localización	16
3.2.2 Levantamiento	20
3.2.2.1 Etapas para el levantamiento en campo	20
3.2.3 Elaboración del croquis	21
3.3 Procesamiento de los datos	22
3.3.1 Conversión a Formato RINEX	22
3.3.2 Procesamiento	24
3.3.3 Procesamiento riguroso	25
3.4 Validación	29
3.4.1 Actividades	29

Anexo	31
A. Formato: Identificación del PCT	33
B. Hoja de registro de observaciones GPS/GNSS	35
C. Tabla de atributo y resultados	39
D. Monumentación	41
E. Elaboración de metadatos	47
F. Administración de riesgos	49

Bibliografía	51
---------------------	----

Introducción

El **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** presenta la **Guía Metodológica de la Red Geodésica Horizontal** con el objetivo de dar a conocer a todos los interesados los aspectos normativos y procedimentales para la planeación, ejecución y puesta a disposición de la información correspondiente a valores de coordenadas geográficas con respecto al Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF, por sus siglas en inglés), para facilitar la georreferenciación de objetos espaciales y fenómenos de interés nacional dentro del territorio mexicano a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional y la cooperación internacional para el cuidado y conservación de la Tierra y el mejor aprovechamiento de sus recursos de manera responsable.

La Guía Metodológica de la Red Geodésica Horizontal para el Levantamiento de Estaciones Geodésicas Horizontales se divide en tres capítulos y aborda aspectos generales de las etapas de los levantamientos mediante el uso de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés).

En el primer capítulo de este documento se abordan los aspectos generales de los levantamientos horizontales.

Dentro del segundo capítulo se presenta el marco conceptual.

El tercer capítulo expone las etapas de la metodología.

Al final de la guía se encuentran los anexos que muestran los formatos utilizados de manera interna en el Instituto (identificación del PCT, Hoja de registro, tabla de atributos y resultados, monumentación, la normatividad aplicable en la generación de metadatos además del apartado de administración de riesgos) y bibliografía.

1. Aspectos generales

1.1 Definición

El Sistema Geodésico Nacional (SGN) es el conjunto de conceptos, tecnologías, instrumentos científicos, recursos informáticos, materiales, humanos, normas y servicios de información en la materia empleados para definir una época específica, la forma y dimensiones del globo terrestre o de parte del mismo, su campo gravimétrico externo, y determinar la ubicación espacial de puntos para los fines de georreferenciación; esto es, de todo objeto que se ubique o pueda ser ubicado en el espacio geográfico, inclusive datos de carácter socioeconómico y, de hecho, de cualquier índole.

La Red Geodésica Horizontal (RGH) es un conjunto de puntos situados sobre la superficie del Territorio Nacional, con valores de posición con respecto al elipsoide, es decir, latitud, longitud, altura, y constituye una de las tres vertientes del Sistema Geodésico Nacional.

Levantamiento geodésico es el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete, destinados a determinar las coordenadas geodésicas de puntos sobre el terreno considerando la curvatura de la Tierra, elegidos y demarcados con respecto al Sistema de Referencia en uso.

1.2 Antecedentes

El Sistema Geodésico Nacional (SGN) se ha venido gestando en México a través del tiempo, primero a partir del siglo XIX con los esfuerzos durante los primeros años de la época independiente de la nación por generar cartografía para el conocimiento del territorio, hasta la época actual en que se ha llegado a niveles significativos de desarrollo conceptual y metodológico.

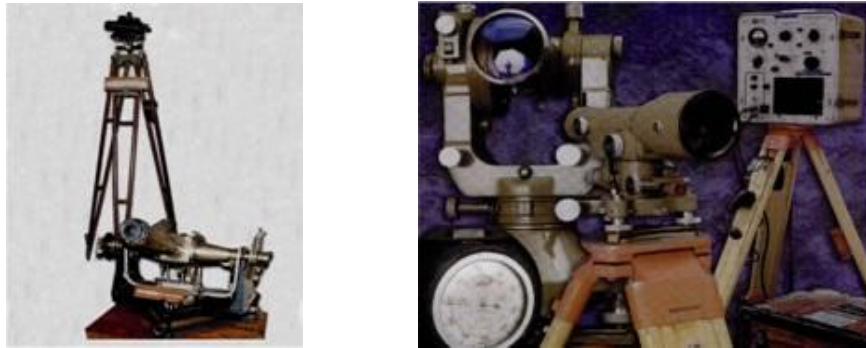
Si bien en cartografía se lograron avances significativos, la geodesia siempre estuvo subyacente a todo proyecto cartográfico aunque en niveles elementales que no llegaron a caracterizarla como perteneciente a un sistema.

Hubo así instituciones dedicadas a la generación de información geodésica tales como la Comisión Geodésica Mexicana fundada a finales del siglo antepasado y más adelante en pleno siglo XX el Comité Intersecretarial para el Levantamiento de la Carta de la República Mexicana, así como otras dependencias del Gobierno Federal de vida un tanto efímera, aunque en cada caso pueden señalarse avances en la realización y cubrimiento de la información geodésica. No fue sino hasta la fundación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP) en 1968, hoy Dirección General de Geografía y Medio Ambiente del INEGI que puede

hablarse de un enfoque sistémico para la actividad geodésica en términos de conceptos, objetivos específicos, organización, cobertura, tecnologías y otros factores característicos.

La RGH se ha desarrollado como parte del Sistema Geodésico Nacional, pero no es sino hasta la segunda mitad del siglo XX que adquiere un estatus de primer orden por su fuerte incidencia en el desarrollo de la cartografía nacional. Así, se puede hacer mención a los trabajos realizados por la Dirección General de Cartografía de la Secretaría de la Defensa Nacional, la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP), hoy Dirección General de Geografía y Medio Ambiente del INEGI, algunas otras instituciones gubernamentales nacionales e inicialmente el apoyo del Servicio Geodésico Interamericano (IAGS). En un principio, los levantamientos estuvieron caracterizados por el empleo de sistemas de triangulación geodésica acompañados por medición de bases y orientaciones astronómicas con teodolitos de alta precisión, para pasar después, con los equipos de medición electrónica de distancias, a los sistemas de trilateración y poligonales geodésicas, y posteriormente al posicionamiento Doppler, llegando en la década de los noventa, al fuerte cambio que significó la adopción de un nuevo Sistema de Referencia y del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), lo que significó un cambio radical que sustituyó a las metodologías tradicionales.

Figura 1. Equipo geodésico tradicional



El INEGI inició su etapa de modernización de la actividad geográfica con tecnología digital en los años noventa, cuando para el caso de la información geodésica horizontal adquirió receptores GPS, y llevó a efecto con ellos levantamientos sustantivos cuyos resultados superaron las exactitudes obtenidas anteriormente con la tecnología tradicional. Ahora el INEGI, con tecnologías GPS/GNSS, realiza levantamientos con mejores resultados de exactitud.

Figura 2. Uso del GPS/GNSS en actividades geográficas



1.3 Marco jurídico

Artículos 2 (fracción XI), 26 (Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente), 65 (Fracción III), 78 (apoyo a la generación de Información de Interés Nacional) y 99 (párrafo IV), de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG).

1.4 Objetivo general

Generar y proporcionar valores de coordenadas geográficas como parte del grupo de datos del marco de referencia geodésico, conforme a los artículos 26 y 99 de la LSNIEG, mediante la aplicación de metodologías comprobadas y sustentadas en estándares internacionales, con el objeto de que los usuarios vinculen sus estudios geográficos a dicha red.

1.5 Importancia de los levantamientos horizontales

Los levantamiento geodésicos horizontales pueden incluir o no el establecimiento de marcas físicas identificadas con una placa metálica alojada en monumentos o empotradas sobre rocas u obras de infraestructura; su permanencia y estabilidad son factores de gran importancia para que los usuarios puedan vincular sus proyectos a la Red Geodésica Horizontal.

Dentro de los levantamientos en los que no se establecen marcas físicas, la ubicación de las posiciones en campo se hace con apoyo de imágenes de percepción remota, su importancia radica en utilizarse como insumos para el establecimiento de Puntos de Control Terrestre (PCT)¹ que se aplican en el proceso fotogramétrico de triangulación, que a su vez facilita la elaboración de ortoimágenes; así como para la georreferenciación de servicios para el Marco Geoestadístico Nacional y Unidades Económicas del DENUE, entre muchas otras aplicaciones más.

1.6 Insumos generados

En cualquier levantamiento geodésico horizontal con tecnología GPS/GNSS se generan valores de latitud, longitud y altura elipsoidal.

¹ Ubicación representada mediante un croquis que correlaciona la ubicación de las coordenadas obtenidas con GPS/GNSS con respecto a una imagen de percepción remota; la ubicación gráfica y las coordenadas obtenidas tienen la finalidad de servir como insumo para el proceso fotogramétrico de triangulación aérea.

1.7 Marco de referencia horizontal

Toda estación geodésica horizontal deberá estar referida al Marco de Referencia Terrestre Internacional definido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia para el año 2008, con datos de la época 2010.0, denominado ITRF2008 (*International Terrestrial Reference Frame of 2008* - Marco de Referencia Terrestre Internacional del 2008) época 2010.0, en el elipsoide de referencia GRS80 (*Geodetic Reference System of 1980*).

Para efectos de la presente guía metodológica se entenderá por:

- Ajuste. El proceso de determinar y aplicar correcciones a observaciones con el fin de reducir errores en un ajuste de red.
- Altura Ortométrica (H). Distancia de un punto, desde la superficie del geoide, a lo largo de la dirección del vector de gravedad, hasta el punto.
- Ambigüedad. El número entero de ciclos desconocidos, de la fase portadora a reconstruida, contenido en un conjunto de medidas continuas. El receptor cuenta las ondas de radio (entre el satélite y la antena) con un nivel de precisión alto. No obstante el receptor no tiene información del número de ondas que se envían al satélite en el momento en que empezó a contar. Este número de longitudes de onda desconocida entre el satélite y la antena es la ambigüedad.
- Archivo de texto (*.txt). Un archivo de texto plano (ASCII). Tipo de archivo: ASCII. Estos archivos pueden ser vistos con un procesador de textos como el Microsoft Word o puede usarse el Bloc de Notas que viene con el sistema operativo Windows.
- Azimut. Una observación topográfica utilizada para medir el ángulo formado entre una línea base horizontal y el norte geodésico. Cuando se aplica a observaciones GPS, se refiere al azimut de sección normal.
- Desviación estándar (σ). Medida de dispersión, alrededor del promedio o valor más probable de una cantidad evaluada normalmente mediante la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

En donde:

X = valor de cada una de las observaciones

\bar{X} = promedio de dichas observaciones y

n = cantidad de observaciones.

- Prueba de Chi cuadrado. Una prueba estadística general del ajuste de red. Es una prueba de la suma de los cuadrados de ponderación de los residuales, el número de grados de libertad y una probabilidad crítica del 95 por ciento o mayor.

2. Marco conceptual

2.1 Cobertura

La Red Geodésica Horizontal proporciona a los usuarios datos e información geodésica disponible a lo largo y ancho del territorio nacional, que sirve de apoyo al desarrollo de programas y proyectos que requieran de Estaciones Geodésicas Horizontales en los ámbitos cartográficos, de sistemas de información geográfica, investigación y aplicaciones geográficas en general; éstos están disponibles, de acuerdo a sus características, en:

- Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP)
- Red Geodésica Nacional Activa (RGNA)

Ambas permiten que los usuarios deriven, a partir de ellas, nuevos valores geodésicos propagados mediante levantamientos geodésicos. Los datos obtenidos son puntuales. La cobertura temática corresponde a Estaciones Geodésicas Horizontales; la cobertura espacial es nacional y la cobertura temporal es desde 1992 hasta la fecha.

2.2 Conceptos teóricos

2.2.1 Geodesia

Es la ciencia que desarrolla y estudia los métodos, tecnologías y procedimientos dirigidos a determinar con exactitud el tamaño y la forma de la Tierra o parte de ella, incluyendo su campo gravitacional externo, como una función del tiempo.

En la actualidad los sensores remotos transportados en satélites espaciales y plataformas aéreas, así como las mediciones terrestres, se emplean para determinar la posición y la velocidad de los puntos u objetos ubicados sobre la superficie terrestre u orbitando el planeta, utilizando para ello un sistema de referencia terrestre materializado, con apoyo en la matemática, la física, la astronomía y las ciencias de la computación.

Los datos geodésicos son útiles para referir levantamientos cartográficos y levantamientos catastrales, para el análisis espacial de cartografía temática en sistemas de información geográfica, estudios hidrológicos, estudios de geodinámica terrestre, referir geográficamente vías de comunicación, inventarios de los recursos del país, establecer las bases geodésicas para la definición de límites municipales, estatales e internacionales, etcétera.

De estas aplicaciones, se puede apreciar que el campo de la geodesia está asociado a la satisfacción de necesidades sociales, económicas, políticas, de conservación del medio ambiente y del aprovechamiento de recursos del espacio aéreo, terrestre y marino, entre otras.

Se debe considerar que los datos que aporta la geodesia no son finitos, se conoce la dirección geográfica de un sitio de interés para un tiempo dado, mas la Tierra se mueve y los fenómenos naturales pueden cambiar la geografía de un día para otro. Por lo tanto, esta ciencia contribuye al estudio de las variaciones de la superficie terrestre a través del tiempo, lo cual se cuantifica para evaluar los fenómenos dinámicos de nuestro planeta.

2.2.2 Levantamiento geodésico

Es el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete destinado a determinar las coordenadas geodésicas de puntos sobre el terreno considerando la curvatura de la Tierra, elegidos y demarcados con respecto al Sistema de Referencia en uso.

2.2.3 Métodos de medición

Los métodos de observación que a continuación se describen son lo que en el INEGI se aplican de manera regular; sin embargo, existen otros métodos de observación que cada productor debe evaluar en cuanto a su uso, utilidad y beneficios de su particular proyecto.

Medición de Posiciones Absolutas o Puntuales. Generalmente es empleado un solo equipo, como los navegadores, donde no requiere de mucha precisión.

Medición de Posiciones Relativas o Diferenciadas. Como mínimo se necesitan dos equipos con las características necesarias para ello; de acuerdo a la exactitud requerida, capacidad instalada, costos del levantamiento, situaciones geográficas, etcétera, se puede utilizar alguno o la combinación de los siguientes tipos:

- Estático
- Estático rápido
- Cinemático
- Cinemático en tiempo real

2.2.3.1 CONFIGURACIÓN PARA MÉTODO ESTÁTICO

Éste fue el primer método en ser aplicado para levantamientos con GPS a principios de los años noventa, puede ser utilizado para la medición de estaciones base, que tengan una distancia de 20 km o mayor. Cuando la distancia entre vectores sea mayor de 20 km, los tiempos de observación se incrementan conforme a las especificaciones técnicas del fabricante del equipo y las necesidades de exactitud posicional predefinidas.

El método consiste en colocar un receptor en un punto cuyas coordenadas pueden ser o no conocidas (en caso de no ser conocidas se determinan con liga a la Red Geodésica Nacional Activa); se debe utilizar un intervalo de registro a cada 5 segundos. En algunos casos el intervalo puede ser menor y de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Los receptores deben registrar datos durante un cierto periodo de tiempo. El tiempo de observación dependerá de la longitud de la línea, el número de satélites observados y la geometría (Dilución de la Precisión o PDOP). Como regla general, el tiempo de observación deberá ser por lo menos de una hora para una línea de 20 km, con cinco satélites y un PDOP menor a cinco utilizando equipos GPS.

Para equipos GNSS que son multitrayectorias o multiconstelaciones el tiempo de observación deberá ser por lo menos de una hora para una línea de 50 km, con 12 o 15 satélites y un PDOP menor a cinco.

2.2.3.2 CONFIGURACIÓN PARA MÉTODO ESTÁTICO RÁPIDO

Este método es para proyectos en los que los traslados entre puntos no representan mucho tiempo, principalmente porque está en función de la relación distancia-tiempo de observación.

Se debe aplicar en posicionamiento de vectores cuya distancia sea menor a 20 kilómetros aproximadamente.

Se determina una o más estaciones base y móviles. La estación base se posiciona en una estación de referencia temporal, observa y almacena datos. El móvil mide cada punto seleccionado para determinar sus coordenadas, al término de cada estación móvil observada almacena datos y se traslada a otro punto conforme a la planeación y logística del proyecto. Durante el levantamiento es importante que los datos sean registrados en forma simultánea entre la base y los móviles, con intervalos de registro a cada 5 segundos.

2.2.3.3 CONFIGURACIÓN PARA MÉTODO CINEMÁTICO

Este método es menos preciso que los anteriores y la principal diferencia es que el receptor móvil siempre está en constante movimiento, posicionando una trayectoria y puntos sobre ésta; de igual forma, el receptor base debe estar posicionado en una estación de referencia de coordenadas conocidas.

2.2.3.4 TÉCNICA RTK (REAL TIME KINEMATIC)

La técnica de posicionamiento RTK se basa en la solución de la portadora de las señales transmitidas por los sistemas globales de navegación por satélites.

La estación genera y transmite las correcciones diferenciales para las estaciones, que usan los datos para determinar sus posiciones con precisión.

2.2.4 Sistemas globales de navegación por satélite (GPS/GNSS)

Es un grupo de constelaciones de satélites de diferentes agencias espaciales que transmite frecuencias de señales utilizadas para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire.

El primer sistema fue el GPS, establecido por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América; estos sistemas consisten básicamente en la emisión extremadamente precisa de señales de tiempo y el empleo de la velocidad de la luz para determinar distancias desde satélites orbitando la Tierra; sustituyeron a todas las tecnologías anteriores por su alta precisión y economía en tiempo para la medición de posicionamiento terrestre.

En general los Sistemas Globales de Navegación constan de tres componentes:

Componente espacial. Constelación de satélites en órbita (GPS, GLONASS, GALILEO etc.). Al menos cuatro satélites son visibles todo el tiempo en cualquier posición sobre la superficie terrestre (de cinco a siete en la mayoría de los casos).

Componente de control. Estaciones en tierra responsables del monitoreo y control del sistema, determinación del tiempo GPS, predicción de las efemérides y comportamiento del reloj del satélite; así como de actualizar el archivo de navegación para cada satélite.

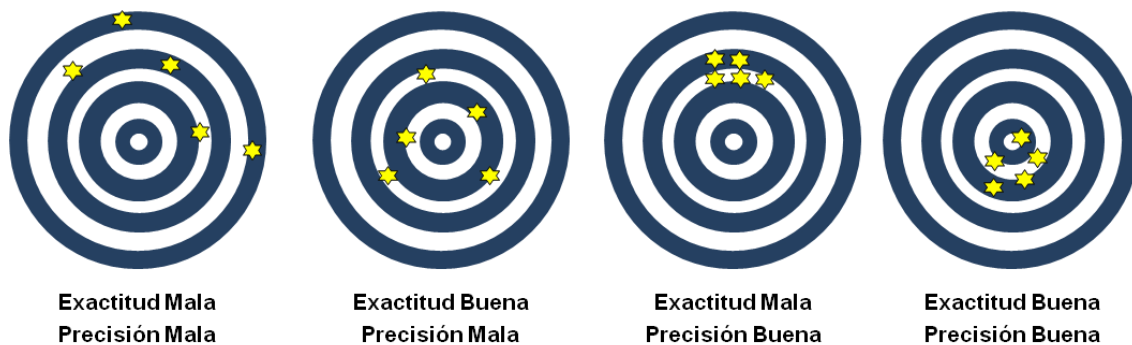
Componente usuario. Engloba todos los tipos de receptores GPS/GNSS que emplean los usuarios para la obtención de posicionamiento y/o tiempo preciso a partir de señales satelitales.

2.2.5 Exactitud en el posicionamiento

La precisión nos proporciona “una medida de la tendencia de un conjunto de valores aleatorios con respecto a un valor determinado en función del conjunto”.

Exactitud: es el grado de cercanía de una observación o la cantidad derivada de ella con el valor verdadero.

Figura 3. Exactitud y precisión de mediciones GPS/GNSS



Calidad de los levantamientos: exactitud en el posicionamiento horizontal.

Círculo de Error Probable (CEP). Se encuentra representado por el radio de un círculo que define la región de confianza, dentro de la cual existe un 50% de probabilidad de que se encuentre el valor verdadero de una cantidad cualquiera.

El estadístico empleado para representar la exactitud posicional horizontal de un punto es el CEP:

$$CEP = 0.5887(\sigma\varphi + \sigma\lambda)$$

En donde:

$\sigma\varphi$ = desviación estándar de la latitud, en unidades de metro

$\sigma\lambda$ = desviación estándar de la longitud, en unidades de metro

El CEP en el nivel de confianza del 95% (CEP95) está dado por:

$$CEP_{95\%} = 1.2238(\sigma\varphi + \sigma\lambda)$$

Exactitud en el posicionamiento vertical

El estadístico empleado para representar la EPV de una altura en el intervalo de confianza del 95% se obtiene multiplicando la desviación estándar de la Altura Geodésica por un factor de expansión de 1.9600:

$$EPV = 1.9600\sigma$$

2.3 Normas técnicas

Las Estaciones Geodésicas Horizontales deben apegarse a las normas técnicas que para el efecto se han publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

- Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos de 1985 reformadas en abril de 1998.
- Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional, publicada el 23 de diciembre de 2010.
- Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional, publicada el 23 de diciembre de 2010.
- Norma Técnica sobre la Elaboración de Metadatos Geográficos, publicada el 23 de diciembre de 2010.
- Diccionario de Datos Geodésicos².

² Disponibles en: <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>, apartado de geografía.

3. Guía metodológica de la Red Geodésica Horizontal

Consiste en una secuencia de etapas que se describen en este apartado para establecer y mantener una red de puntos de control con equipos GPS/GNSS para determinar la posición geográfica de puntos dentro de un sistema tridimensional, mediante métodos comprobados de medición y bajo estándares de exactitud posicional, para proveer de insumos a proyectos cartográficos y de georreferencia particular.

La presente guía metodológica se orienta, principalmente, a levantamientos geodésicos para establecer Puntos de Control Terrestre (PCT); sin embargo, en términos generales la misma metodología es aplicable a otros tipos de levantamientos, como pueden ser: GPS sobre Bancos de Nivel, redes geodésicas, líneas acimutales para trabajos de catastro, etcétera, que al ser establecidas físicamente reciben el nombre de Estación Geodésica Horizontal, cuyos atributos pueden ser consultados en el diccionario de datos geodésicos.

3.1 Elaboración del proyecto

A partir de la definición de un programa de trabajo, se elaboran los proyectos de campo con la finalidad de obtener y proveer de datos e información geodésica útiles para georreferir objetos espaciales y fenómenos de interés de acuerdo a la naturaleza específica de cada proyecto.

La elaboración de un proyecto de campo consiste en llevar a cabo la ubicación de PCT, ya sea en imágenes de satélite de muy alta resolución, fotografía aérea o en su caso utilizar Estaciones Geodésicas Horizontales (EGH)³ establecidas físicamente, las cuales pueden instalarse mediante monumentos o mojoneras (Anexo D), o bien, posicionarse sobre Estaciones Geodésicas Verticales (EGV)⁴ o Bancos de Nivel. Su finalidad es usarse como estaciones base dentro del proyecto, para permitir efectuar la corrección diferencial de los datos en ubicaciones denominadas móviles sobre las que se obtienen datos para calcular sus coordenadas y evaluarse a través de estándares de exactitud posicional, con ello, además de otros aspectos que se explican a lo largo de este documento, determinar su utilidad y uso para procesos fotogramétricos. Se añade la recopilación de información auxiliar para la planeación y ejecución del proyecto (recursos, equipos, vehículos, zonas de trabajo, condiciones de accesibilidad, etcétera).

³ Ubicación representada por una placa metálica, empotrada en un monumento o parte de una estructura, con coordenadas determinadas por mediciones geodésicas con respecto a un marco de referencia especificado. Cada estación es parte de la Red Geodésica Horizontal.

⁴ Ubicación representada por una placa empotrada en un monumento, estructura o sitio natural, con dato de elevación o altura determinada por mediciones geodésicas con respecto a un nivel de referencia. Cada estación pertenece a una línea de nivelación, que a su vez es parte de la Red Geodésica Vertical.

La guía metodología, como se mencionó previamente, se aplica en general a levantamientos de Estaciones Geodésicas Horizontales que realiza el INEGI y específicamente se muestran los pasos para la ubicación de Puntos de Control Terrestre, utilizados en el proceso de producción, con imágenes de satélite de muy alta resolución, de la cartografía topográfica escala 1:20 000. Revisión e identificación de Bloques de Trabajo (un bloque está formado por una imagen que cubre uno o más formatos cartográficos escala 1:20 000) y los PCT requeridos. Se debe tener presente que cada formato, en la escala 1:20 000 (figura 4), tiene dimensiones de siete minutos treinta segundos de latitud por seis minutos cuarenta segundos de longitud, que cubren un área aproximada de 160 kilómetros cuadrados, como se muestra en la figura 5.

Figura 4. Carta escala 1:20 000

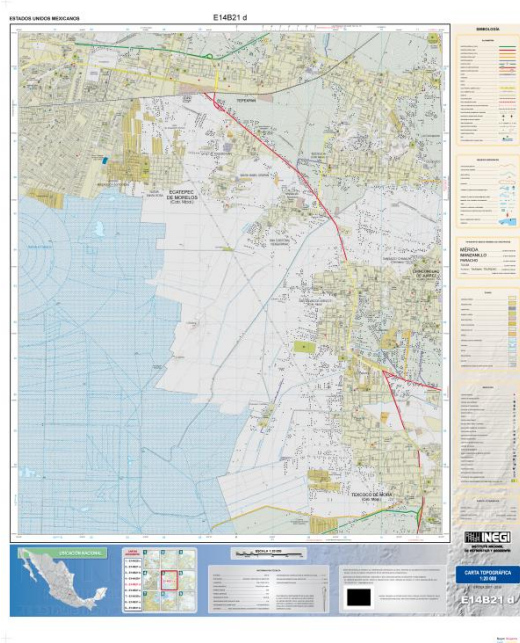
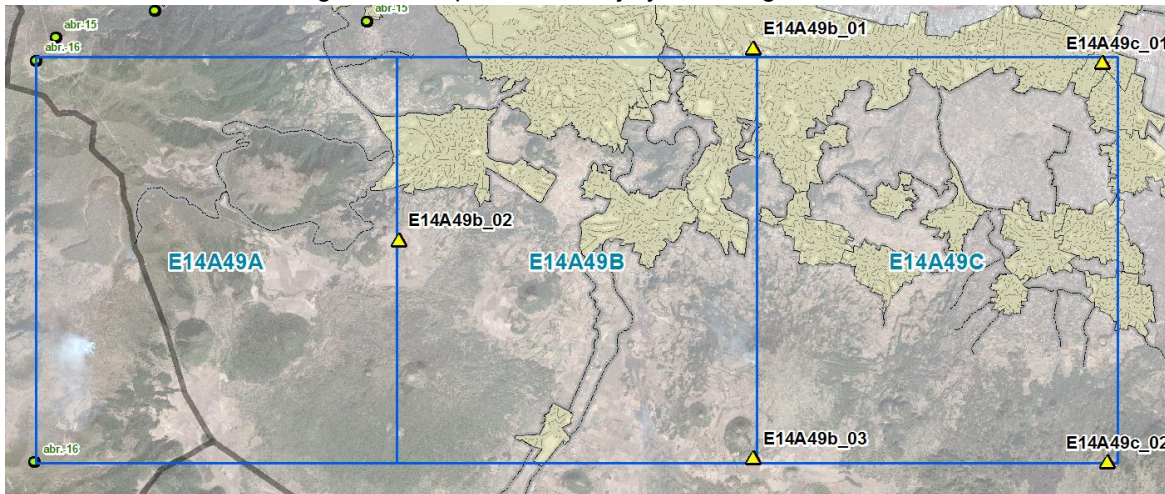


Figura 5. Bloques de Trabajo y PCT asignados

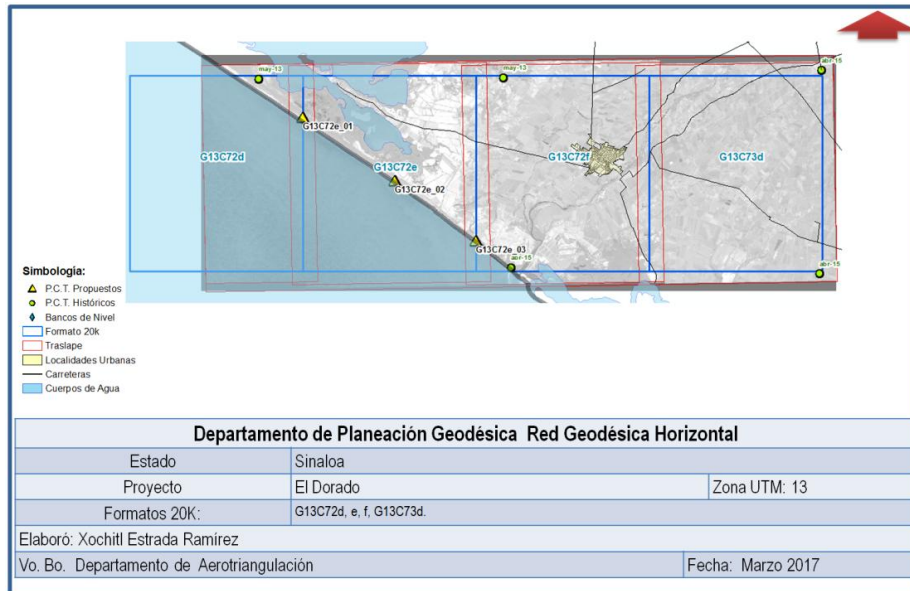


Para la optimización de tiempos y recursos se debe implementar, cuando sea posible, la asignación de más de un bloque de trabajo, por lo que el número de brigadas deberá determinarse en función de la cantidad de bloques asignados.

3.1.1 Formatos en proyectos de PCT

La distribución de los Puntos de Control Terrestre (PCT) se realiza sobre formatos cartográficos que maneja el Instituto, o bien en la zona de cubrimiento de las imágenes satelitales. Dichos puntos se ubican en los extremos superior e inferior, pero si colinda con un litoral o zona fronteriza, el número se incrementa a por lo menos tres puntos (figura 6).

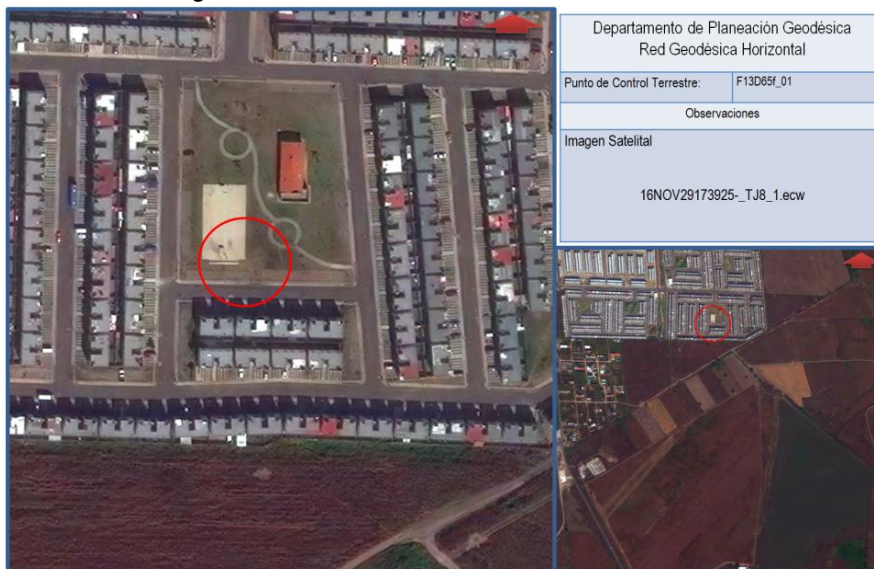
Figura 6. Formato de distribución de PCT



Formato de ubicación del PCT

En este formato se indica la ubicación a detalle del PCT a medir, así como el formato escala 1: 20 000 en el que se encuentra (figura 7).

Figura 7. Formato de identificación de un PCT



3.1.2 Selección de rasgos identificables

La calidad de un punto de control terrestre para triangulación aérea depende del punto seleccionado y su ubicación precisa en la imagen. Por lo que la marca en la imagen debe corresponder a lo observado físicamente en el terreno (y su correlación con dicha imagen), teniendo en consideración lo siguiente:

- Insertar la imagen completa en el recuadro inferior derecho.
- Realizar un acercamiento a la imagen en la zona donde se localiza el punto a medir e insertarla en el recuadro izquierdo del formato.
- Ubicar el rasgo a medir cerca de los extremos del formato o en las zonas de traslape de las imágenes satelitales.
- Señalar con un círculo rojo la ubicación del rasgo a medir e indicar el nombre con que se identificará al PCT (figura 8).

Figura 8. Detalle de un PCT con zona de traslape de imagen estereoscópica



Consideraciones especiales para la identificación

Para la identificación se debe tener en cuenta la temporalidad de la imagen ya que en ésta pueden existir detalles observables, pero que en campo no se ubican como consecuencia de una acción antrópica o eventos de tipo natural que modifican el lugar y solamente son observables al momento de realizar los trabajos. Por ello, se debe ubicar en las imágenes de percepción remota el mayor número posible de detalles como construcciones, caminos, árboles, cerros, ríos, etc., para la identificación de la zona donde se ubican los puntos a medir. Es esencial que los

rasgos identificados en las imágenes correspondan con lo observado en el terreno, ubicándolos, de considerarse necesario para guía operativa, en una carta topográfica del lugar.

3.1.3 Listado de PCT

Este formato es útil para identificar el nombre o clave del PCT, la imagen satelital de la cual se seleccionó y el formato escala 1:20 000 a la que pertenece, así como el número de puntos de los que se compone el proyecto y dado el caso dos bancos de nivel o EGV que intervengan en el proyecto.

Figura 9. Listado de PCT

RESUMEN DE ANTEPROYECTO
Atenco, México
E14B21a, d, E14B31a
BASE CARTOGRAFICA UNICA URBANA (B.C.U.U.)

PCT	CLAVE DE LA IMAGEN SATELITAL	CUADRANTE 20K
1 E14B21a_01	17MAR19172602-S2AS-10366F_1_1_scl.ecw	E14B21a
2 E14B21a_02	17MAR19172602-S2AS-10366F_2_1_scl.ecw	E14B21a
3 E14B21a_03	17MAR19172559-S2AS-10375F_R1C1_E14B21a_03_1_scl	E14B21a
4 E14B21d_01	17MAR19172559-S2AS-10375F_R1C1_E14B21D_01_5_scl	E14B21d
5 E14B31a_01	17MAR19172557-S2AS-10374F_R1C1_E14B31a_01_1_scl	E14B31a
6 E14B31a_02	7MAR19172555-S2AS-10374F_E14B31a_02_1_scl	E14B31a
7 E14B31a_03	17MAR19172555-S2AS-10374F_E14B31a_03_1_sclw	E14B31a

BN	CLAVE DE LA CARTA 1:50,000	CUADRANTE 20K
-	-	-
-	-	-

No. De PCT proyectadas: 7
 Bancos de Nivel: 0
 No. de imágenes satelitales: 7

Imágenes MSI: Sí
 RGB: Sí
 PAN: Sí

Entrega: 339
 Fecha de toma: 19-mar-17
 Fecha de depósito: 10-jul-17
 Entrega: 344
 Fecha de toma: 19-mar-17
 Fecha de depósito: 17-jul-17

Proyectó: Xochitl Estrada Ramírez
 Revisó: Armando López Delgado



3.1.4 Consideraciones previas

Revisión del equipo

El personal tendrá la responsabilidad de revisar que el equipo geodésico para campo esté completo y funcionando correctamente (verificar la carga de las baterías, la capacidad de la memoria, la configuración, los parámetros, entre otros). Una vez comprobados los puntos anteriores se procederá a realizar el levantamiento.

A continuación se presenta un listado de los elementos que integran el equipo y que son necesarios para un levantamiento en campo.

- Receptor
- Antena
- Controlador
- Baterías recargables
- Tarjeta de Memoria
- Laptop
- Tripié
- Base nivelante
- Adaptador de rosca de punta
- Bípode
- Baliza con nivel de burbuja
- Cargador de baterías
- Extensión
- Soporte para controlador
- Flexómetro
- Cables de interface
- Estuche de alto impacto
- Mochila
- Navegador GPS/GNSS

3.2 Actividades de campo

3.2.1 Localización

Para la ubicación de PCT se utilizarán formatos cartográficos digitales e imágenes de percepción remota; se requiere que la cartografía sea consultada frecuentemente para llegar con certeza al lugar de la medición.

Siguiendo el plan de trabajo se debe efectuar lo siguiente:

- Previo a la salida de campo, se deberá realizar un análisis de las rutas y alternativas a utilizar para localizar el PCT, con la finalidad de optimizar recursos.
- Consultar las coordenadas aproximadas de los puntos a trabajar (si fuera el caso, programar la ruta en un navegador) conforme al análisis del proyecto.
- Solicitar información con las personas del lugar sobre las condiciones en que se encuentran las vías de comunicación y de seguridad, en su caso hacer consultas por otros medios a las autoridades de la zona a trabajar.
- Ubicar un punto de partida en el formato cartográfico y en la imagen (ya sea una construcción o cruce de caminos).
- A medida que se recorra la zona, identificar con frecuencia los detalles que se consideren de interés (carreteras, FFCC, ríos, canales, construcciones de importancia, curvas pronunciadas), y obtener las distancias en la carta (escalímetro, regla convencional o con navegador GPS/GNSS de contar con uno) de punto a punto y comparar las lecturas obtenidas con el registro del odómetro.
- Registrar kilometraje inicial (en el odómetro del vehículo) para compararlo con la distancia aproximada obtenida de la cartografía y arribar a la zona de trabajo.
- En caso de que sea necesario, continuar el recorrido a pie extremando los cuidados del personal y bienes institucionales, así como identificar el máximo posible de detalles dentro de la zona. A efecto de garantizar

la localización del sitio, es deseable encender momentáneamente el receptor GPS/GNSS anotando las coordenadas puntuales y ubicarlas en la cartografía.

- De no llegar a la zona marcada en el proyecto debido al estado del terreno por falta de accesos, inundaciones, problemas políticos o de cualquier índole, se deberá solicitar el apoyo de las autoridades correspondientes e intentar llegar al lugar caminando, a caballo, en lancha, etcétera.
- En caso de haber realizado un recorrido largo (en tiempo y distancia), es recomendable establecer un nuevo punto para aprovechar el esfuerzo realizado que coadyuvará si es necesario o no volver al sitio inaccesible. En caso de no poder llegar a la zona marcada —una vez agotadas todas las instancias para resolver el problema— elaborar un reporte de las acciones realizadas. Es esencial que ningún punto del proyecto quede sin medir.
- Asegurar que el rasgo seleccionado permita la observación GPS/GNSS.
- Elaborar el croquis con el mayor detalle posible del lugar seleccionado y ser considerablemente cuidadosos con la identificación precisa de la ubicación del PCT seleccionado.
- A efecto de orientar y coadyuvar con la selección del detalle a identificar y posicionar con GPS/GNSS deberán observarse las siguientes especificaciones mínimas para establecer Puntos de Control Terrestre (figuras 10 a 15):

Figura 10. Áreas urbanas



En áreas urbanas, seleccionar lugares que no presenten obstáculos para visualizarlos en la imagen satelital (siempre en vértice). Evitar lugares que obstruyan las señales satelitales, de acuerdo con la altura de la antena y configuración de elevación para la recepción de la señal; así como efectos multitrayectoria

Figura 11. Cruces de caminos



En cruces de caminos ubicarlos en la intersección (preferentemente ángulos rectos) de acuerdo con el detalle observado en la imagen y no al centro de la intersección.

Figura 12. Arbustos o matorrales



En arbustos o matorrales que puedan identificarse en la imagen (nivel de piso a 0.45 m máximo). De ser posible cortar el elemento seleccionado al ras del suelo y colocar el equipo al centro del tronco.

Figura 13. Planchas de concreto



Detalles a nivel de piso como planchas de concreto, canchas de básquetbol, etcétera, tomando en cuenta el rasgo de la imagen para determinar bien la esquina.

Figura 14. Esquinas de linderos



Esquinas de linderos definidas.

Figura 15. Límites de vegetación



Lugares donde los límites de la vegetación formen un ángulo que permita ver el vértice formado por los lados adyacentes.

- En zonas de vegetación alta y donde no se encuentren detalles para realizar la identificación y medición del punto, se debe cambiar de lugar y buscar algún detalle, procurando no alejarse del área programada.
- En vértices de cortinas de presas, confluencias de corrientes y ríos, de preferencia puntos de ribera.
- En todos los casos ubicar los puntos de acuerdo al detalle que se observa en la imagen.
- En zonas de costa, ubicar los puntos en rasgos como muelles, esquinas de rompeolas, detalles agudos de tierra que sobresalen del agua donde no los afecte la marea, escalinatas, rocas aisladas, etcétera.

Figura 16. Instalación incorrecta

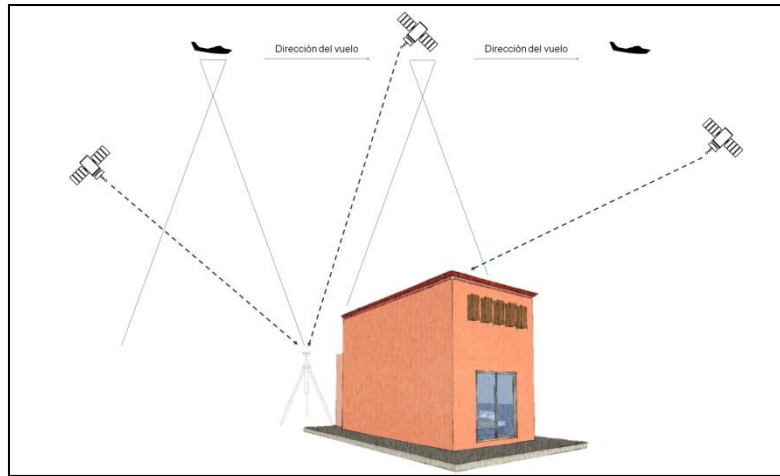


No utilizar este tipo de rasgos, ya que la instalación del equipo no se puede realizar al centro del mismo.

- Respetar en lo posible la distribución e identificación de los puntos establecidos en el proyecto.

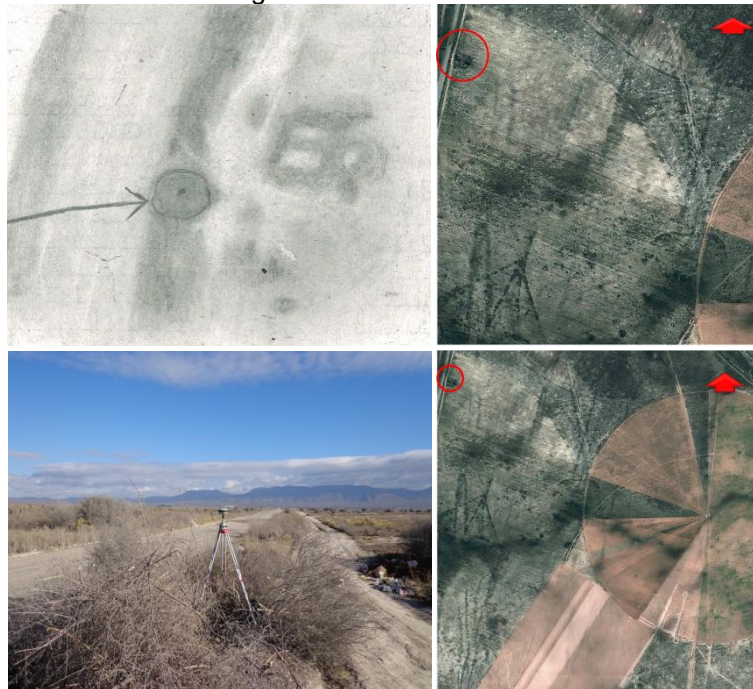
- Elaborar el perfil de la antena registrando la altura siempre al terreno acotando las distancias medidas para definir la altura vertical.
- Adicionalmente es importante evitar la ubicación de los PCT sobre construcciones (techos, bardas, cercas) o en arena, así como junto a árboles o construcciones debido a que la sombra proyectada es diferente para cada imagen y puede afectar su correcta ubicación en el proceso de triangulación.

Figura 17. Ubicación de equipo GPS/GNSS no idónea para la recepción de la señal satelital



Al ubicar los puntos próximos a construcciones aumentan los problemas de proceso de información GPS/GNSS debido a los efectos de trayectoria múltiple y pérdida de información en las señales.

Figura 18. Falta de detalle



Un croquis con falta de detalle genera observaciones y en consecuencia el rechazo del punto dentro del proceso de triangulación aérea.

3.2.2 Levantamiento

El levantamiento de los puntos de control terrestre implica una relación entre lo identificado en la imagen y lo observado en campo.

3.2.2.1 ETAPAS PARA EL LEVANTAMIENTO EN CAMPO

- Traslado al sitio de medición.
- Ubicación de sitios para establecer los Puntos de Control Terrestre en campo conforme al proyecto y las condiciones del terreno.
- Revisar la configuración del equipo.
- Ubicación de la estación base en una placa establecida (Anexo D. Monumentación) o en un punto determinado por el personal de campo (si el método de medición lo requiere).
- Iniciar la sesión de medición del PCT.
- Ejecución de la medición con el móvil (si el tipo de medición lo requiere).
- Mientras el equipo se encuentra registrando y almacenando información, se procede al llenado la Hoja de Registro de Observaciones GPS/GNSS (Anexo B. Hoja de Registro de Observaciones) completa y a la elaboración del croquis a mano alzada del sitio de ubicación del PCT de acuerdo a la imagen.

Con la información recabada por los equipos base y móvil, se procede a respaldar la información recolectada en campo para su posterior proceso y ajuste de la misma.

La configuración del equipo se realizará antes de la medición de cada punto y dependerá del método de levantamiento. En la tabla 1 se muestran ejemplos de configuraciones según tipo de actividad.

Tabla 1. Configuraciones más frecuentes para mediciones con equipos GPS/GNSS

Método	Actividad	Parámetros para equipos GPS/GNSS						
		Intervalo de Registro (segundos)	Tiempo de Observación	Equipo GPS/GNSS	Levantamiento	Elevación de la máscara	Medición de la altura vertical de la antena	Distancia máxima de Base a Móvil
Estático	Punto de Control Terrestre para Triangulación	5	60 a 180 min					
Estático Rápido	Punto de Control Terrestre para Triangulación Control de Calidad para Ortoimágenes	Base: 5 Móvil: 5	Base: Durante todo el levantamiento (tiempo común con los Móviles) Móvil: 45 a 60 min	Doble banda	Diferencial	10°	Al inicio y al final	GPS de 5 a 20 km GNSS de 5 a 50 km
Estático	Subsidencia	15	3 h			15°		

Estático	GPS sobre Bancos de Nivel	16	4 h	Doble banda	Diferencial	15°	Al inicio y al final	GPS/GNSS Medición simultanea sobre dos Bancos de Nivel
Absoluto	Aquellas que requieran exactitudes métricas	N/A	N/A	Doble banda Una Banda Navegador	Absoluto	N/A	N/A	Dependerá del proyecto a levantar

3.2.3 Elaboración del croquis

El croquis que se elabora en el formato de registro correspondiente (Anexo B. Formato para Identificación del PCT), contiene la información que se entrega al proceso de aerotriangulación para ubicar el detalle en gabinete.

- A partir del punto, los detalles con relación a los rasgos observados en la imagen.
- Marcar el “norte” del croquis en el lado superior derecho debiendo coincidir con el marcado en la imagen.
- Dibujar un círculo en la ubicación de la marca anotando su número correspondiente. Es recomendable utilizar dicho círculo como el origen del croquis.
- Las notas en el croquis deben escribirse con letra clara y perpendicular al norte, es decir en el sentido este-oeste.
- Integrar la imagen del croquis elaborado de la estación, una vez escaneada, al formato para identificación del PCT (Anexo A. Formato para Identificación del PCT).
- En el apartado de croquis realizar, con bolígrafo a tinta color negro como se muestra en la figura 19, el croquis que contenga los elementos que permitan identificar el rasgo seleccionado, y estén en un radio aproximado de 50 m y el perfil de la instalación del equipo GPS/GNSS (antena) que se utilizó para su levantamiento acotando la altura vertical, mostrando el elemento seleccionado.

Figura 19. Ubicación del punto



PUNTO

Forma: círculo Relleno: negro
Tamaño: 9 mm Ø Color: negro

CÍRCULO

Forma: círculo Grosor: 1.5 pts
Tamaño: 3 cm Ø Color: rojo

Cuidar la orientación al norte de la imagen y la cartografía impresa (en su caso). Ubicar invariablemente el PCT al ras del suelo y siempre identificable.

3.3 Procesamiento de los datos

Consiste en la obtención de vectores y ajuste de coordenadas ligadas a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) o Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP). La liga a la RGNP se hace sobre Estaciones Geodésicas Horizontales establecidas físicamente en el terreno mediante una placa metálica, que identifica su ubicación tridimensional respecto a un marco de referencia para una determinada época, siendo esta susceptible a actualizar sus valores conforme a los requerimientos de un proyecto determinado.

Las mediciones de campo y su proceso en gabinete se orientan a la obtención de coordenadas geodésicas, aplicando métodos de levantamiento de acuerdo con los requerimientos del proyecto. Es necesario llevar un registro de observaciones y elaborar un croquis del Punto de Control Terrestre.

3.3.1 Conversión a Formato RINEX

Para utilizar un formato estandarizado en el procesamiento de datos, es necesario realizar la conversión de los datos GPS/GNSS nativos del receptor a un formato independiente de intercambio de datos, como es el caso del formato RINEX (*Receiver INdependent Exchange*, por sus siglas en inglés), para ello se debe utilizar un *software* de traducción, el cual trae incluido normalmente cada receptor GPS/GNSS; en algunos casos, la colecta de datos se puede realizar en este formato directamente en el receptor.

Al realizar la transformación o la colecta de datos en formato RINEX, se obtienen: archivos de observación (ver figura 20), y mensajes de navegación (ver figura 21).

La estructura del archivo de observación en formato RINEX es: ssssddf.yyt

Donde:

ssss: identificación de la base.

ddd: día del año.

f: número de sesión.

yy: año actual.

t: tipo de archivo GPS/GNSS; observación "o", navegación "n" "g" "l" (GPS, GLONASS y Galileo).

Figura 20. Archivo de observación GPS / GLONASS

```

2.11 OBSERVATION DATA M RINEX VERSION / TYPE
GS14 V5.70 INEGI 2017 07 04 15:08 PGM / RUN BY / DATE
E14B61C-04 MARKER NAME
6682 MARKER NUMBER
UCM INEGI OBSERVER / AGENCY
2816682 LEICA GS14 5.70.1671/6.510 REC # / TYPE / VERS
LEIGS14 NONE ANT # / TYPE
-910889.4359 -5977353.1687 2027538.9492 APPROX POSITION XYZ
1.4670 0.0000 0.0000 ANTENNA: DELTA H/E/W
1 1 WAVELENGTH FACT L1/2
15 C1 L1 D1 P2 L2 D2 C5 L5 D5# / TYPES OF OBSERV
C7 L7 D7 C8 L8 D8 # / TYPES OF OBSERV
5.000 COMMENT
2017 07 04 15 08 45.0000000 GPS TIME OF FIRST OBS
2017 07 04 16 35 5.0000000 GPS TIME OF LAST OBS
18 LEAP SECONDS
25 # OF SATELLITES
BIT 2 OF LLI FLAGS DATA COLLECTED UNDER A/S CONDITION COMMENT
SNR is mapped to RINEX snr flag value [1-9] COMMENT
LX: <= 25dBHz -> 1; 26-27dBHz -> 2; 28-31dBHz -> 3 COMMENT
32-35dBHz -> 4; 36-38dBHz -> 5; 39-41dBHz -> 6 COMMENT
42-44dBHz -> 7; 45-48dBHz -> 8; >= 49dBHz -> 9 COMMENT
END OF HEADER
17 07 04 15 08 45.0000000 0 18G01G07G08G09G11G17G23G28G30R07R09R16
R18R19R20E01E19E26
22891198.898 120294063.43718 2028.769 22891197.624 93735634.17555
1580.862
20863739.275 109639692.71419 1353.912 20863734.189 85433506.50057
1054.998
    
```

Figura 21. Archivo de navegación GPS / GLONASS

```

2.10 NAVIGATION DATA RINEX VERSION / TYPE
GS14 V5.70 INEGI 2017 07 04 15:08 PGM / RUN BY / DATE
6.5193D-09 2.2352D-08 -5.9605D-08 -1.1921D-07 ION ALPHA
8.6016D+04 9.8304D+04 -6.5536D+04 -5.2429D+05 ION BETA
0.000000000000+00-2.664535259100D-15 503808 1952 DELTA-UTC: A0,A1,T,W
18 LEAP SECONDS
END OF HEADER
1 17 07 04 16 00 0.0 5.652150139213D-05 3.410605131648D-13 0.000000000000+00
9.800000000000+01-6.500000000000+00 4.340180785951D-09-4.242568462177D-01
-4.339963197708D-07 6.834557862021D-03 8.558854460716D-06 5.153683919907D+03
2.304000000000+05 8.381903171539D-08 3.140368599312D+00 8.754432201385D-08
9.682036882899D-01 2.164375000000+02 5.737789147778D-01-7.941402219850D-09
2.175090601254D-10 1.000000000000+00 1.956000000000+03 0.000000000000+00
2.000000000000+00 0.000000000000+00 5.587935447693D-09 9.800000000000+01
2.268600000000+05 0.000000000000+00
4 16 11 04 18 00 0.0 1.370068639517D-05 2.955857780762D-12 0.000000000000+00
6.500000000000+01 2.428125000000+01 4.374825086168D-09 1.853975314839D+00
1.279637217522D-06 8.381363819353D-03 9.013339877129D-06 5.153595048904D+03
4.968000000000+05 1.527369022369D-07-2.841707009418D+00-1.303851604462D-08
9.665062381100D-01 2.015625000000+02-9.760947474070D-01-7.761037564081D-09
-5.639520622956D-10 1.000000000000+00 1.921000000000+03 0.000000000000+00
4.000000000000+00 6.300000000000+01-4.190951585770D-09 6.500000000000+01
4.941000000000+05 0.000000000000+00
2.10 GLONASS NAV DATA RINEX VERSION / TYPE
GS14 V5.70 INEGI 2017 07 04 15:08 PGM / RUN BY / DATE
2017 7 5 5.587935447693D-09 CORR TO SYSTEM TIME
18 LEAP SECONDS
END OF HEADER
2 17 06 07 16 15 0.0 2.540079876781D-04 9.094947017729D-13 5.760000000000+04
-1.992828125000D+03 1.924040794373D+00 0.000000000000+00 0.000000000000+00
-1.539485058594D+04 2.002515792847D+00-0.000000000000+00-4.000000000000+00
-2.018268896484D+04-1.717763900757D+00 2.793967723846D-09 0.000000000000+00
3 17 06 07 16 45 0.0 1.022079959512D-04 0.000000000000+00 5.940000000000+04
-1.369779589844D+04 1.267776489258D+00 9.313225746155D-10 0.000000000000+00
-1.764721386719D+04 1.116466522217D+00-1.862645149231D-09 5.000000000000+00
-1.223361572266D+04-3.022186279297D+00 1.862645149231D-09 0.000000000000+00
4 17 06 07 16 45 0.0 2.183318138123D-04 9.094947017729D-13 5.940000000000+04
-2.137178320313D+04-6.884183883667D-01 1.862645149231D-09 0.000000000000+00
-1.279788037109D+04-3.274984359741D-01-1.862645149231D-09 6.000000000000+00
5.478101562500D+03-3.466019630432D+00 0.000000000000+00 0.000000000000+00
5 17 05 03 15 15 0.0-1.055896282196D-04-3.637978807092D-12 5.400000000000+04
9.187357421875D+03-2.735137939453D-01-1.862645149231D-09 0.000000000000+00
-1.759477734375D+04 2.178159713745D+00-9.313225746155D-10 1.000000000000+00
-1.602842822266D+04-2.547500610352D+00 9.313225746155D-10 0.000000000000+00
7 17 07 04 15 15 0.0-9.41194593064D-06-9.094947017729D-13 5.403000000000+04
-2.189012890625D+04-2.261114120483D-01 9.313225746155D-10 0.000000000000+00
    
```

3.3.2 Procesamiento

Después de las actividades en campo es preciso realizar el procesamiento de los datos adquiridos, mediante el receptor.

Una de las actividades sustantivas es el procesamiento diferencial de los datos obtenidos en los levantamientos realizados con receptores de una o doble frecuencia. Esta actividad se lleva a cabo para minimizar o eliminar los errores más significativos inherentes al sistema de posicionamiento, así como para incorporar los nuevos levantamientos al marco de referencia oficial adoptado en México.

Requerimientos para efectuar el procesamiento de información geodésica.

- Datos DPS/GNSS en formato RINEX de la Base y Móviles.
- Datos de al menos tres estaciones fijas de registro continuo de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA).
- Listado de coordenadas en el marco de referencia oficial vigente, ejemplo ITRF2008 época 2010.0 de estaciones de la RGNA. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/coordenadas2010.aspx>
- Efemérides precisas; de acuerdo a las características del proyecto estas pueden ser: Ultra rápida, Rápida o Final.

El uso de efemérides precisas es necesario para proyectos en los que se requieren altas precisiones. Sin embargo, también es recomendable su uso en otras aplicaciones para mejorar los resultados. La figura 22 muestra el enlace al sitio GPS Orbits de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) donde se pueden descargar los archivos de efemérides para GPS; adicionalmente se muestran las direcciones ftp para descarga de efemérides GPS y GLONASS.

Figura 22. Sitio web para descarga de efemérides precisas



Fuente: http://www.ngs.noaa.gov/orbits/orbit_data.shtml; <ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/gps/>;
<ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/glonass/products/>

Procesamiento diferencial

El procesamiento de una línea de base se inicia generalmente con una solución de código, seguido por una solución de fase portadora de diferenciación triple y varias de diferenciación doble.

Posteriormente procesa combinaciones de observaciones, para finalmente seleccionar la solución que represente la mejor que puede obtenerse con el conjunto de observaciones:

- Solución fija. Es una solución del vector donde las ambigüedades enteras se han determinado correctamente y se han mantenido fijas. La solución fija para un vector es a menudo la mejor.
- Solución flotante. Es una solución del vector donde los valores enteros de las ambigüedades podrían no ser determinados, por lo tanto, no son fijos para un valor entero específico (queda como un valor de punto flotante).

Ajuste de redes

- Mediante el procesamiento de los datos se propagan, de la estación base a la estación móvil o puntos móviles, las coordenadas en el marco de referencia de la estación base.
- Cuando se tienen datos GPS/GNSS de posicionamiento simultáneo de más de dos receptores en modo estático, con los que se pueden formar y procesar tres o más líneas de base, es posible hacer un ajuste de red.
- El ajuste de red permite ligar de una manera más precisa los puntos medidos, a la RGNP por ejemplo, y estimar los errores de medición o con respecto a la red.
- Para esto, además de los datos, se debe contar con coordenadas conocidas en el marco de referencia que se requiere, de una o más de las estaciones de la red.
- Resultados del procesamiento y ajuste de la información.

3.3.3 Procesamiento riguroso

En los procedimientos adoptados para el procesamiento de datos GPS/GNSS se asumía estabilidad espacial del marco de referencia, considerando las coordenadas de las estaciones de la Red Geodésica Horizontal como fijas en el tiempo. El dinamismo de la corteza terrestre hace necesario considerar los desplazamientos de la red geodésica en el tiempo.

El nuevo esquema de procesamiento de datos permitirá cumplir con lo dispuesto en el Artículo 9 de la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional, conforme a lo siguiente:

Artículo 9. El orden de exactitud posicional horizontal para la Red Geodésica Nacional deberá observar las especificaciones siguientes:

- **Orden de cinco centímetros.** Deberá aplicarse a los trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia nacional fundamental RGNA.

- **Orden de un decímetro.** Se destinará a los levantamientos geodésicos de densificación del sistema de referencia geodésico nacional básico. Los trabajos que se hagan dentro de este orden podrán incorporarse a la RGNP.

Elementos para el procesamiento riguroso con GPS/GNSS

- Coordenadas ITRF2008 época 2010.0 con alta exactitud de las estaciones de rastreo continuo y las velocidades de las estaciones de la RGNA.
- Modelos de placas.
- Desplazamientos episódicos.

Para las estaciones de recepción continua (RGNA o CORS) se tienen:

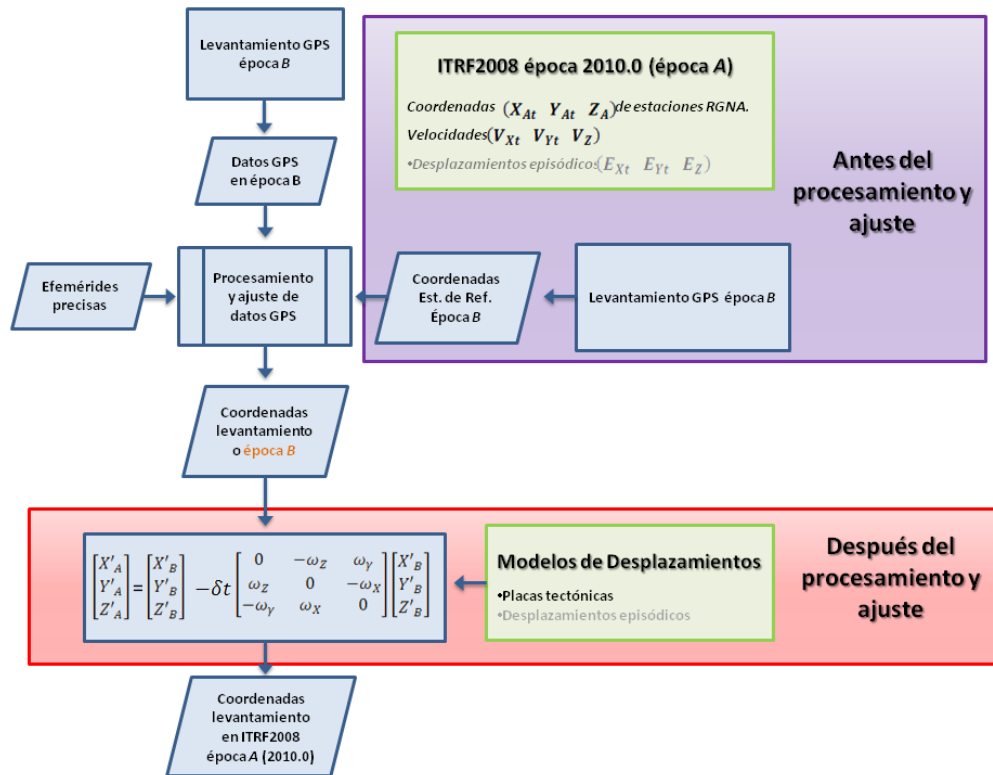
- Velocidades (VX, VY, VZ).
- Desplazamientos episódicos (EX, EY, EZ).
- Eventos sísmicos que afectan regiones específicas. Los registros de desplazamientos en la zona afectada permiten generar un modelo de desplazamientos.

Para el resto del territorio se tienen:

- Modelos de velocidades de placas tectónicas (wX, wY, wZ).
- Modelos de desplazamientos episódicos.

Estos elementos nos permiten trasladar la ubicación de puntos a diferentes épocas (dentro de un mismo marco de referencia).

Figura 23. Procedimiento para el procesamiento GPS/GNSS considerando la deformación del tiempo



Herramientas útiles para el procesamiento riguroso de datos GPS:

- ITRF08PR RGNA. Para obtener coordenadas de estaciones de la RGNA en ITRF2008 en distintas épocas.
- ITRF08PR Puntual. Cálculo de coordenadas en época 2010.0 a partir de coordenadas en época de medición de un punto introducido (después del procesamiento y ajuste), usando modelos de placas (Altamimi).
- ITRF08PR Listado. Mismo cálculo que ITRF Puntual, pero para un listado de puntos.

¿Cómo se calcula la época de medición?

La época está determinada por la fecha para la que están calculadas las coordenadas de un punto, expresada en años decimales.

$$\text{Época} = \text{Año} + (\text{Días transcurridos del año} / \text{Días del año})$$

En el caso de un levantamiento, la época de medición corresponde a la fecha media en que se recabaron los datos.

Ejemplo: 5 de julio de 2017

$$\text{Época} = 2017 + (186/365) = 2017.510$$

Mediante la herramienta "ITRF08PR" (la cual se encuentra a disposición en el sitio de internet del INEGI), es posible obtener las coordenadas de las estaciones de la RGNA en la época del levantamiento, antes de iniciar el

proceso y ajuste de los datos GPS/GNSS, asimismo también permite pasar las coordenadas de una EGH o un listado de EGH de la época de levantamiento a la época del marco de referencia oficial vigente:

Figura 24. Datos de entrada

The screenshot shows the 'Herramienta de apoyo para el procesamiento de datos GNSS' interface. It is divided into three modules:

- Módulo A:** 'RGNA: Época 2010.0 --> Época de Medición'. It has a text input field labeled 'Introduzca época' and an 'Aceptar' button.
- Módulo B:** 'Puntual: Época de Medición --> Época 2010.0'. It has an 'Ingresar' button.
- Módulo C:** 'Listado: Época de Medición --> Época 2010.0'. It has three buttons: '1. Definir la época de medición', '2. Archivo con puntos GNSS', and '3. Transformar'.

Módulo A:
Obtener coordenadas de la RGNA en la época del levantamiento

Módulo B:
Llevar las coordenadas de una sola EGH de la época de levantamiento, a la época oficial ITRF08 Época 2010.0

Módulo C:
Llevar coordenadas de un listado de EGH de la época de levantamiento, a la época oficial ITRF08 Época 2010.0

Figura 25. Datos de salida

The screenshot shows a window titled 'RGNA época 2017.51' containing a list of station names and their coordinates in UTM format. The list includes stations like CHET, COL2, CULC, HER2, ICAM, ICEP, ICHI, ICHS, IDGO, IHGO, IIEG, IMIE, IMPJ, INAY, INEG, IPAZ, ISLP, IZAC, MERI, MEXI, MTY2, OAX2, TAMP, TOL2, UGTO, UQRO, USLP, UVER, and VIL2. Each entry includes the station name, its UTM zone, and its coordinates (Easting, Northing, and Elevation). An 'Aceptar' button is at the bottom.

ITRF08PR 2017:
Se introduce la época de medición, y se genera el listado de las estaciones de registro continuo que conforman la RGNA la época del levantamiento.

Figura 26. Opción "ITRF08PR puntual"

The screenshot shows the 'Módulo para la determinación de coordenadas geodésicas en la época de referencia oficial' interface. It is divided into two sections:

- ITRF2008:** Fields for 'Latitud N' (18, 45, 13.41946), 'Longitud W' (98, 46, 54.50435), 'Altura Geodésica' (1515.744), and 'Época de Medición' (2017.510). A 'TRANSFORMAR' button is below.
- ITRF2008 época 2010.0:** Fields for 'Latitud N' (18, 45, 13.4204), 'Longitud W' (98, 46, 54.50216), and 'Altura Geodésica' (1515.745).

ITRF08PR 2017:
Se introduce las coordenadas de la época del levantamiento de la EGH y se obtiene las coordenadas en la época oficial.

Figura 27. Opción "ITRF08PR Listado"

The screenshot shows the 'Herramienta de apoyo para el procesamiento de datos GNSS' interface. It is divided into three modules:

- Módulo A:** 'RGNA: Época 2010.0 --> Época de Medición'. It has an empty text input field and an 'Aceptar' button.
- Módulo B:** 'Puntual: Época de Medición --> Época 2010.0'. It has an 'Ingresar' button.
- Módulo C:** 'Listado: Época de Medición --> Época 2010.0'. It has a text input field with '2017.510' entered, and buttons for '2. Archivo con puntos GNSS' and '3. Transformar'.

ITRF08PR 2017:
Se introduce un archivo con las coordenadas de la época del levantamiento de las EGH y se obtienen las coordenadas en la época oficial.

Figura 28. Ejemplo de la entrada de un listado de coordenadas y nombre del archivo de salida

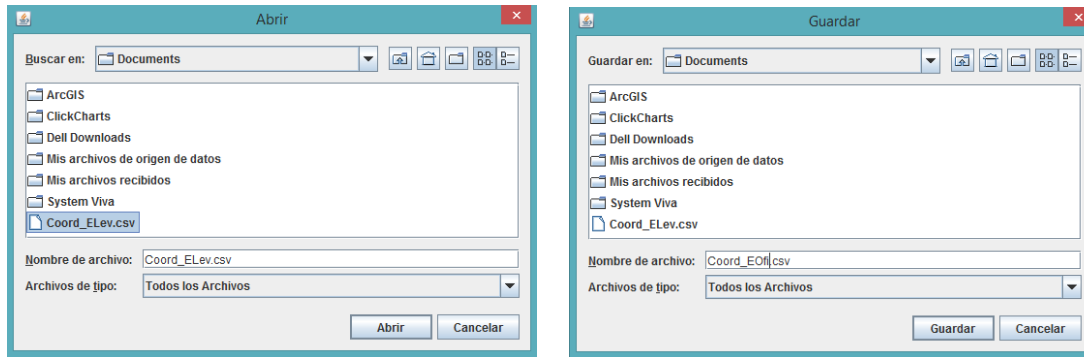


Figura 29. Ejemplo de archivo de salida de un listado de coordenadas en la época oficial

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
E14B61c_01	18° 45' 13.4204"	N	98° 46' 54.50216"	W 1515.745 m
E14B61c_02	18° 45' 14.79137"	N	98° 40' 7.11261"	W 1821.615 m
E14B61c_03	18° 42' 34.41784"	N	98° 43' 31.53133"	W 1499.166 m
E14B61c_04	18° 39' 15.29244"	N	98° 39' 52.77646"	W 1295.48 m
E14B61c_05	18° 37' 39.31789"	N	98° 46' 47.91751"	W 1196.824 m
E14B61c_06	18° 37' 36.45803"	N	98° 41' 34.22463"	W 1140.011 m
ICEP	19° 1' 58.88474"	N	98° 11' 15.35054"	W 2150.276 m

Después de las actividades en campo es preciso realizar el procesamiento de los datos adquiridos mediante el receptor GPS/GNSS, con un *software* geodésico de procesamiento; en el INEGI se aplica el método riguroso descrito anteriormente con liga al menos a tres estaciones de la RGNA, para obtener coordenadas que cumplan con las normas técnicas vigentes.

3.4 Validación

Consiste en verificar los resultados de los levantamientos de PCT con GPS/GNSS, mediante la revisión cualitativa y cuantitativa de las especificaciones señaladas en el proyecto para asegurar su entrega con calidad a las áreas usuarias.

3.4.1 Actividades

El personal asignado para la validación de la información deberá conocer los diferentes procedimientos, parámetros utilizados y la normatividad vigente; durante el procedimiento de validación deberá registrar en una bitácora los datos e información que le servirá para elaborar el reporte correspondiente.

Los documentos e información que se reciben en archivos digitales, que se revisan, analizan y sirven para efectuar la validación se enlistan a continuación:

- Control de gastos.
- Informes de ajuste de redes (bases y móviles).
- Informes de campo y gabinete
- Formatos de fotoidentificación.

- Fotografías y video.
- Gráfico con la ubicación definitiva de las EGH.
- Hojas de registro de observación GPS/GNSS
- Listado de los Puntos de Control Terrestre en coordenadas UTM.
- Archivos crudos.
- Shape de las EGH para mapa digital.
- Tabla de integración de información de resultados del proyecto (Anexo C).
- Oficios de asignación de la actividad y entrega de resultados.

Se presentan los valores considerados en el trabajo de campo y en gabinete. (Anexo C: Tabla de integración de resultados del proyecto).

Anexo

A. Formato Identificación del PCT

Figura 30. Formato de identificación del PCT

 DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN REGIONAL ORIENTE			
FORMATO DE FOTOIDENTIFICACIÓN DEL PCT			
COORDENADA ITRF08 EPOCA 2010.0 GEOGRÁFICA	19°26'33.83738" Latitud	COORDENADA ITRF08 EPOCA 2010.0 UTM	2150044.213 N
	98°08'05.76053" Longitud		590807.358 E
	ALTURA ELIPSOIDAL 2467.021 m		ALTURA ORTOMETRICA 2470.826 m
		ZONA UTM 14	
AMPLIACIÓN DE UBICACIÓN DEL PCT		IMAGEN SATELITAL	
		CROQUIS	
PROYECTO	CLAVE DEL PCT	NOMBRE DE IMAGEN	
Apizaco BCUU	E14B33b_03	Recorte Imagen Satelital: 16DEC02171920-P2AS-10441P_5_6_scl.ecw	
DESCRIPCIÓN		PERFIL	
El PCT E14B33c_03 se identificó en la imagen y se midió en la intersección de la calle sin nombre con calle de las Cruces en la localidad de San Bartolomé Matlahuacan. Al N Pastizal y vivienda al fondo, Al E sembrado de maíz y árboles al fondo, al S calle de las Cruces y vivienda y al O Calle sin nombre, árboles y vivienda al fondo. El PCT E14B33c_03 fue medido al nivel del terreno. Altura vertical de la antena 1.607 m.			
OBSERVACIONES			
VISTA AL NORTE		VISTA AL SUR	
VISTA AL ESTE		VISTA AL OESTE	

Instructivo de llenado del Formato de Identificación del PCT.

Objetivo: obtener información complementaria de las Estaciones Geodésicas Horizontales medidas con equipo GPS/GNSS para usarla como apoyo al proceso y ajuste de los datos obtenidos en campo.

Momento de llenado: deberán tomarse datos durante el posicionamiento del punto y llenarse en gabinete.

Responsable del llenado: el personal que realizará el levantamiento, ya sea en modo base o móvil.

Para el llenado del Formato de Identificación del PCT que muestra la figura 30 se tomará en cuenta la siguiente tabla de instrucciones.

Tabla 1. Instrucciones de llenado de hoja de registro de observaciones GPS/GNSS

CONCEPTO	SE ANOTARÁ
COORDENADAS ITRF08 e 2010.0 GEOGRÁFICA	Ingresar las coordenadas del ajuste, latitud “N”, longitud “W” y altura elipsoidal “m”.
COORDENADAS ITRF08 e 2010.0 UTM	Ingresar las coordenadas del ajuste, norte “N”, este “E” y altura ortométrica “m”.
ZONA UTM	Zona UTM a la que corresponde el PCT.
AMPLIACIÓN DE UBICACIÓN DEL PCT	Imagen de acercamiento que muestra a detalle la zona donde se midió el PCT, encerrado en un círculo rojo y con un punto negro central, fotoidentificando el rasgo seleccionado y medido.
IMAGEN SATELITAL	Imagen satelital que muestra de forma general la zona donde se ubicó el PCT, encerrado en un círculo rojo.
CROQUIS	Croquis a mano alzada, orientado hacia el norte, con un radio aproximado de 25 a 50 metros, señalando el rasgo seleccionado e identificándolo con la clave asignada, asimismo con un mínimo de tres rasgos identificados tanto en campo como en la imagen satelital.
PROYECTO	Nombre del proyecto.
CLAVE DEL PCT	Nombre del PCT.
NOMBRE DE IMAGEN	Nombre de la imagen satelital donde se ubicó el PCT.
DESCRIPCIÓN	Explicar de manera detallada la ubicación del rasgo seleccionado como PCT, así como la altura de la antena.
PERFIL	Dibujo esquemático o fotografía del equipo sobre el rasgo, señalando la altura total.
ANVERSO DE LA HOJA	
OBSERVACIONES	Explicar algún incidente que se presente durante la medición y que puede ser útil para el proceso de la información.
VISTAS NORTE_ESTESUR_OESTE	Fotografías del PCT desde los cuatro puntos cardinales norte, este, sur y oeste (de preferencia panorámicas).

B. Hoja de registro de observaciones GPS/GNSS

Figura 31. Formato de registro de observaciones con el uso de tripié

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACION		REPORTE DE SEGUIMIENTO SATELITAL											
REGISTRO DE OBSERVACION	CLAVE DEL PCT./BN	ESTACION	DIA JULIANO	SEMANA Y DIA GPS	FECHA		INICIO						
	LUGAR	BASE () MOVL ()	OBSERVADORES:				TERMINO						
	PROYECTO	MODO DE LEVANTAMIENTO	CARTOGRAFIA ESC. 1:50,000				NAVSTAR						
	MOD. RECEPTOR/ANTENA	MOD. CONEXION ANTENA/COLECTORA	FRENTE DE ENERGIA				GLONASS						
	GNSS LEICA GS14 () 1200 ()	TRIPIE:	CABLE: _____m	BLUETOOTH ()	VEHICULO ()		GALILEO						
	N/S	ALTURA DE LA ANTENA	TERRENO: _____m	HORA INICIO	HORA FINAL		REPORTE DE PROBLEMAS:						
	GANCHO MEDIDOR DE ALTURA: _____m	ALTURA PROCESO: _____m	LOCAL										
	COORDENADA			ALTURA _____m									
	CROQUIS DE UBICACION DEL PUNTO			PERFIL DE LA ANTENA TRIPIE									
	OBSERVACIONES Y REPORTE DE PROBLEMAS:												
DIA DE LA SEMANA GPS: DOMINGO 0 1, LUNES 1, MARTES 2, MIERCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SABADO 6.													

Figura 32. Formato de registro de observaciones con el uso de tripié y extensión

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACION		REPORTE DE SEGUIMIENTO SATELITAL											
REGISTRO DE OBSERVACION	CLAVE DEL PCT./BN	ESTACION	DIA JULIANO	SEMANA Y DIA GPS	FECHA		INICIO						
	LUGAR	BASE () MOVL ()	OBSERVADORES:				TERMINO						
	PROYECTO	MODO DE LEVANTAMIENTO	CARTOGRAFIA ESC. 1:50,000				NAVSTAR						
	MOD. RECEPTOR/ANTENA	MOD. CONEXION ANTENA/COLECTORA	FRENTE DE ENERGIA				GLONASS						
	GNSS LEICA GS14 () 1200 ()	TRIPIE Y EXTENSION: ()	CABLE: _____m	BLUETOOTH ()	VEHICULO ()		GALILEO						
	N/S	ALTURA DE LA ANTENA	TERRENO: _____m	HORA INICIO	HORA FINAL		REPORTE DE PROBLEMAS:						
	GANCHO MEDIDOR DE ALTURA: _____m	ALTURA PROCESO: _____m	LOCAL										
	COORDENADA			ALTURA _____m									
	CROQUIS DE UBICACION DEL PUNTO			PERFIL DE LA ANTENA TRIPIE CON EXTENSION									
	OBSERVACIONES Y REPORTE DE PROBLEMAS:												
DIA DE LA SEMANA GPS: DOMINGO 0 1, LUNES 1, MARTES 2, MIERCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SABADO 6.													

Figura 33. Formato de registro de observaciones con el uso de baliza y bípode

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACION					
REGISTRO DE OBSERVACION	CLAVE DEL PCT/BN	ESTACIÓN	DÍA JULIANO	SEMANA Y DÍA GPS	FECHA
	LUGAR:	OBSERVADORES:			
	MPO:				
	EDO:				
	PCT ()	PROYECTO	MODO DE LEVANTAMIENTO	CARTOGRAFÍA ESC. 1:50,000	
	OTRO ()		EST. () CINEM () EST. RAP. ()	CLAVE:	
	MOD. RECEPTOR/ ANTENA	BÍPODE:	MOD. CONEXIÓN ANTENA/COLECTORA	FUENTE DE ENERGÍA	
	GNSS LEICA: GS14 () J1200 ()		CABLE: _____m BLUETOOTH ()	VEHÍCULO ()	
	N/S			BATERÍA ()	
	ALTURA DE LA ANTENA	TIERRA:	HORA INICIO	HORA FINAL	
ALTURA DE LA MARCA SOBRE () BAJO ()		UTC			
INICIAL: _____m	FINAL: _____m	LOCAL: _____			
GANCHO MEDIDOR DE ALTURA: _____m	ALTURA PROCESO: _____m	COORDENADA	ALTURA: _____m		
CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PUNTO					
OBSERVACIONES Y REPORTE DE PROBLEMAS:					
DÍA DE LA SEMANA-GPS: DOMINGO 0, LUNES 1, MARTES 2, MIÉRCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SÁBADO 6.					

REPORTE DE SEGUIMIENTO SATELITAL								
INICIO			TERMINO					
NAVSTAR			NAVSTAR					
SATELITE	ELEV.	AZIMUT	SATELITE	ELEV.	AZIMUT	SATELITE	ELEV.	AZIMUT
1.- G	°	°	1.- G	°	°			
2.- G	°	°	2.- G	°	°			
3.- G	°	°	3.- G	°	°			
4.- G	°	°	4.- G	°	°			
5.- G	°	°	5.- G	°	°			
6.- G	°	°	6.- G	°	°			
7.- G	°	°	7.- G	°	°			
8.- G	°	°	8.- G	°	°			
9.- G	°	°	9.- G	°	°			
10.- G	°	°	10.- G	°	°			
GLONASS			GLONASS					
SATELITE	ELEV.	AZIMUT	SATELITE	ELEV.	AZIMUT	SATELITE	ELEV.	AZIMUT
1.- R	°	°	1.- R	°	°			
2.- R	°	°	2.- R	°	°			
3.- R	°	°	3.- R	°	°			
4.- R	°	°	4.- R	°	°			
5.- R	°	°	5.- R	°	°			
6.- R	°	°	6.- R	°	°			
7.- R	°	°	7.- R	°	°			
8.- R	°	°	8.- R	°	°			
9.- R	°	°	9.- R	°	°			
10.- R	°	°	10.- R	°	°			
GALILEO			GALILEO					
SATELITE	ELEV.	AZIMUT	SATELITE	ELEV.	AZIMUT	SATELITE	ELEV.	AZIMUT
1.- E	°	°	1.- E	°	°			
2.- E	°	°	2.- E	°	°			
3.- E	°	°	3.- E	°	°			
4.- E	°	°	4.- E	°	°			
5.- E	°	°	5.- E	°	°			
6.- E	°	°	6.- E	°	°			
7.- E	°	°	7.- E	°	°			
8.- E	°	°	8.- E	°	°			
9.- E	°	°	9.- E	°	°			
10.- E	°	°	10.- E	°	°			
REPORTE DE PROBLEMAS:								

Instructivo de llenado de la Hoja de Registro de Observaciones GPS/GNSS.

Objetivo: obtener información complementaria de las Estaciones Geodésicas Horizontales medidas con equipo GPS/GNSS para usarla como apoyo al proceso y ajuste de los datos obtenidos en campo.

Momento de llenado: deberá ser llenado al 100% durante el posicionamiento del punto.

Responsable del llenado: el personal que realizará el levantamiento, ya sea en modo base o móvil.

Para el llenado de la Hoja de Registro de Observaciones GPS/GNSS se tomará en cuenta la siguiente tabla de instrucciones.

Tabla 2. Tabla de instrucciones de llenado de formato de registro de observaciones GPS/GNSS

CONCEPTO	SE ANOTARÁ
REGISTRO DE OBSERVACIÓN	
CLAVE DEL PCT / BN	Nombre del PCT.
ESTACIÓN	Seleccionar base o móvil.
DIA JULIANO	Número de días transcurridos a partir del primero de enero.
SEMANA Y DÍA GPS	Semana y día del calendario GPS.
FECHA	Fecha correspondiente al día del levantamiento.
LUGAR, MUNICIPIO, ESTADO	Nombre de la localidad, municipio y estado donde se midió la estación GPS/GNSS.
OBSERVADORES	Nombre del personal encargado del levantamiento.
PROYECTO	Seleccionar el programa e indicar el proyecto a realizar.
MODO DE LEVANTAMIENTO	Seleccionar el método empleado para el proyecto, según sea el caso.
CARTOGRAFÍA ESC. 1:50 000	Nombre y Clave de la carta topográfica escala 1:50 000 a la cual pertenece la zona donde se colocó la estación GPS/GNSS.
MOD. RECEPTOR/ANTENA TIPO GS14	Se anotará los últimos cuatro dígitos del número de serie de la antena utilizada durante el levantamiento.
EQUIPO USADO	Seleccionar el tipo de equipo usado (tripié, bípode o tripié y extensión).
MOD. CONEXIÓN ANTENA/COLECTORA	Seleccionar el modo de conexión entre la antena-receptor y la colectora, cable o <i>bluetooth</i> , de ser el cable indicar cuánto mide en metros.
FUENTE DE ENERGÍA	El tipo de energía utilizada (vehículo o batería).
ALTURA DE LA ANTENA	Se selecciona donde se realizó la medición: sobre, bajo o en el terreno (indicar la altura sobre o bajo respectivamente, en metros). Se ingresan las alturas medidas tomadas al inicio, media sesión y final del levantamiento. Se ingresa la constante del gancho medidor de altura, si es que se utiliza. Por último se da la altura para el proceso, en la cual se suma el promedio de las tres mediciones de altura de antena más la altura del gancho, si es que se utiliza.
HORA DE INICIO HORA DE FINAL	Se anotará la hora de inicio y hora de término del levantamiento en hora UTC (Tiempo Universal Coordinado) y hora LOCAL respectivamente.
COORDENADA	Ingresar las coordenadas al inicio del levantamiento latitud "N", longitud "W" y Altura "m" (después del punto debe llevar cinco decimales).
CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PUNTO	Dibujar croquis a mano alzada, orientado hacia el norte, con un radio aproximado de 25 a 50 metros, señalando el rasgo seleccionado e identificándolo con la clave asignada, asimismo con un mínimo de tres rasgos identificables tanto en campo como en la imagen satelital.

(Continúa)

PERFIL DE ANTENA	En el esquema del equipo GPS/GNSS, indicar la altura de la antena al punto a medir.
PDOP (INICIO/FINAL)	Indicar el PDOP (Dilución de la Precisión de la Posición) inicial y final del levantamiento.
OBSERVACIONES Y REPORTE DE PROBLEMAS	Explicar algún incidente que se presente durante la medición y que puede ser útil para el proceso de la información.
DÍA DE LA SEMANA GPS	Seleccionar el día de la semana GPS en que se realizó el levantamiento.
ANVERSO DE LA HOJA	
REPORTE DE SEGUIMIENTO SATELITAL	Por constelación (NAVSTAR, GLONASS y Galileo) registrar los satélites presentes al inicio y término de la medición, así como número, elevación y azimut, pero sólo si recibe señal en ambas frecuencias (L_1 y L_2).
REPORTE DE PROBLEMAS	Explicar algún incidente con respecto al seguimiento satelital que se presente durante la medición y que puede ser útil para el proceso de la información.

C. Tabla de atributo y resultados

Tabla 3. Tabla de integración de resultados del proyecto

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
EST_GPS	DIR_REG	FECHA_OB	LINEA	FOT_TRAB	ESC_FOT	CLA_CART	ALT_PRO	MEDIDO_A	INI_PERS	SOFTWARE	T_EFFEM	MOD_GEOI	NORTE	ESTE	ALT_OR	LATTUD	LONGITUD	ALT_ELIP
F13B894_01	CENTRO NORTE	10-abr-2017	NO	NO	NO	F13B89	1.444	AL TERRENO	RCF	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2449230.923	786392.850	1945.404	220728.48877	1021326.63508	1931.449
F13B894_02	CENTRO NORTE	10-abr-2017	NO	NO	NO	F13B89	1.459	AL TERRENO	RCF	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2435599.245	775178.853	1877.919	220002.71355	1022005.13236	1863.908
F13B894_03	CENTRO NORTE	10-abr-2017	NO	NO	NO	F13B89	1.414	AL TERRENO	AGD	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2435290.198	789516.675	1905.543	215955.53884	1021333.87071	1891.733
F13D194_01	CENTRO NORTE	12-abr-2017	NO	NO	NO	F13D19	1.475	AL TERRENO	AGD	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2421409.864	775781.083	1883.282	215230.79208	1021952.58390	1839.413
F13D194_02	CENTRO NORTE	12-abr-2017	NO	NO	NO	F13D19	1.422	AL TERRENO	RCF	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2421696.174	787158.487	1946.591	215233.54167	1021316.39641	1932.968
F13D194_03	CENTRO NORTE	11-abr-2017	NO	NO	NO	F13D19	1.438	AL TERRENO	RCF	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2414374.971	781650.801	1886.154	214838.89463	1021632.60964	1872.434
F13D194_04	CENTRO NORTE	11-abr-2017	NO	NO	NO	F13D19	1.665	AL TERRENO	AGD	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2407273.157	776061.442	1848.330	214451.33652	1021951.34857	1834.515
F13D194_05	CENTRO NORTE	11-abr-2017	NO	NO	NO	F13D19	1.502	AL TERRENO	AGD	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10	2407712.924	787481.519	1959.422	214459.08220	1021313.93303	1945.921

Resultados en la época de la Norma

T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
D_ST_LAT	D_ST_LON	D_ST_ALT	EQUIPO	INICIO	TERMINO	PERIODO	CEP	EPV	CROQUIS	IMAGEN	LAT_DEC	LON_DEC	PROYECTO	OBSERVAC	NUM_OFI	FECH_OFI
0.002	0.002	0.012	LEICA GS14	16:01	17:02	01:01	0.024	0.052	NO	NO	22.1245802	-102.2237875	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.002	0.002	0.012	LEICA GS14	18:29	19:30	01:01	0.024	0.051	NO	NO	22.0007538	-102.3347590	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.003	0.013	0.014	LEICA GS14	15:40	20:24	04:44	0.019	0.028	NO	NO	21.9987608	-102.2250464	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.003	0.020	0.019	LEICA GS14	14:33	17:34	03:01	0.029	0.037	NO	NO	21.8752920	-102.3317233	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.002	0.002	0.013	LEICA GS14	14:41	15:42	01:01	0.024	0.062	NO	NO	21.9798638	-102.2212212	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.003	0.012	0.013	LEICA GS14	14:43	20:18	05:17	0.018	0.026	NO	NO	21.8180841	-102.2257249	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.003	0.002	0.014	LEICA GS14	16:03	17:04	01:01	0.025	0.053	NO	NO	21.7475935	-102.3308302	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO
0.002	0.002	0.013	LEICA GS14	18:57	19:58	01:01	0.023	0.051	NO	NO	21.7497451	-102.2205370	AFOT	AGUASCALIENTES BCUU	NO	NO

AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ
N E L	E E L	A E L	L A E L	L O E L	E L E L	L A D E L	L O D E L	D N E L	D E E L	D A E L	D L A E L	D L O E L	D E L E L	D L A D E L	D L O D E L
2449230.885	786392.785	1945.403	220728.48760	1021325.63760	1931.448	22.1245799	-102.2237882	0.037	0.072	0.001	0.00117	-0.00252	0.001	-0.0000003	-0.0000007
2435309.207	775178.818	1877.917	220002.71237	1022005.13487	1863.907	22.0007534	-102.3347597	0.038	0.072	0.002	0.00118	-0.00251	0.001	-0.0000003	-0.0000007
2421409.826	775781.017	1853.281	215230.79091	1021952.58640	1839.412	21.8752197	-102.3317240	0.037	0.071	0.001	0.00117	-0.00250	0.001	-0.0000003	-0.0000007
2421696.137	787158.416	1946.590	215233.54051	1021316.39891	1932.967	21.8759835	-102.2212219	0.037	0.071	0.001	0.00116	-0.00250	0.001	-0.0000003	-0.0000007
2414374.934	781650.730	1886.154	214838.89346	1021632.61213	1872.433	21.8180837	-102.2257256	0.037	0.071	0.001	0.00117	-0.00249	0.001	-0.0000003	-0.0000007
2407273.120	776061.371	1848.330	214451.33535	1021951.35105	1834.514	21.7475932	-102.3308308	0.037	0.071	0.001	0.00117	-0.00248	0.001	-0.0000003	-0.0000007
2407712.887	787481.448	1959.421	214459.08104	1021313.93551	1945.920	21.7497447	-102.2205376	0.037	0.071	0.001	0.00116	-0.00248	0.001	-0.0000003	-0.0000007

Resultados en el época del levantamiento

Diferencias

Tabla 4. Descriptores de identificadores contenidos en la tabla de resultados

Columna	Identificador	Descripción del Identificador	Ejemplo	Tipo	Fórmula	Formato	Aliación
A	EST_GPS	Identificación de la marca geodésica.		V2187		Carácter	Centrada
B	DIR_REG	Identificación de la Dirección Regional responsable de los trabajos.		ORIENTE		Carácter	Centrada
C	FECHA_OB	Fecha en que se realizó la observación en campo.	09-mar-2005	Fecha		d4-mm-aaaa	Centrada
D	LINEA	Identificación del número de línea de trabajo que contiene la imagen fotográfica o la imagen que se empleó en la actividad de campo.	NO	Número			Centrada
E	FOT_TRAB	Identificación del número de la imagen fotográfica o la imagen que se empleó en la actividad de campo.	NO	Número			Centrada
F	ESC_FOT	Identificación de la escala de vuelo que se usó para la toma de la imagen fotográfica.	NO	Número			Centrada
G	CLA_CART	Identificación de la clase cartográfica que se utilizó en la actividad geodésica en terreno 1:50,000.	NO	Número			Centrada
H	ALT_PRO	Altura vertical de la antena que se usó para el proceso de datos.	1.665	Número		3 decimales	Derecha
I	MEDIDO_A	Identificación desde donde se consideró la altura de la antena.	AL	Carácter			Centrada
J	INI_PERS	Inicio de la persona responsable de la observación (GPS) (de la brigada).	FABR	Carácter			Centrada
K	SOFTWARE	Identificación del software y versión que se utilizó en el procesamiento de datos.	TGO V1.50	Carácter			Centrada
L	T_EFFEM	Identificación del tipo de estensiones empleadas en el procesamiento de datos.	PRECISA	Carácter			Centrada
M	MOD_GEOI	Identificación del Modelo Geodésico incorporado en el procesamiento de datos.	CGM10	Carácter			Centrada
N	NORTE	Valor de la coordenada del eje "X" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF08 época 2010.0	2449230.885	Número		3 decimales	Derecha
O	ESTE	Valor de la coordenada del eje "Y" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF08 época 2010.0	786392.882	Número		3 decimales	Derecha
P	ALT_OR	Valor de la altura ortométrica resultante de la suma algebraica del valor de la altura elipsoidal y el valor de la altura geoidal, en el Marco ITRF08 época 2010.0	2098.700	Número		3 decimales	Derecha
Q	LATTUD	Valor de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	1945.403	Número		5 decimales	Derecha
R	LONGITUD	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	960594.17645	Número		5 decimales	Derecha
S	ALT_ELP	Valor de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0	2862.641	Número		3 decimales	Derecha
D	D_ST_LAT	Valor de la desviación estándar de la componente de la "Latitud".	0.000	Número		3 decimales	Centrada
U	D_ST_LON	Valor de la desviación estándar de la componente de la "Longitud".	0.000	Número		3 decimales	Centrada
V	D_ST_ALT	Valor de la desviación estándar de la componente de la "Altura Elipsoidal".	0.000	Número		3 decimales	Centrada
W	EQUIPO	Identificación del modelo de antena del equipo GPS que se usó en el levantamiento.	LEICA CRX120	Carácter			Centrada
X	INICIO	Tiempo registrado en el inicio de la observación GPS.	16:01	Hora		hh:mm	Centrada
Y	TERMINO	Tiempo registrado al término de la observación GPS.	19:52	Hora		hh:mm	Centrada
Z	PERIODO	Lapso registrado en la observación GPS.	03:07	Hora	h:m	hh:mm	Centrada
AA	EPV	Valor del Índice de Error Probable que se obtuvo para la marca geodésica trabajada.	0.000	Número	+1.2237875	3 decimales	Centrada
AB	EPV	Valor de la Exactitud de Posicionamiento Vertical que se obtuvo para la marca geodésica trabajada.	0.000	Número	+1.96V	3 decimales	Centrada
AC	CROQUIS	Identificación del archivo que contiene el formato de croquis que se elaboró durante el establecimiento de la marca geodésica.	NO	Carácter			Izquierda
AD	IMAGEN	Identificación del archivo que contiene la imagen digital que se obtuvo durante el levantamiento de la marca geodésica.	NO	Carácter			Izquierda
AE	D_LAT_DEC	Valor de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados y decimales de grados.	19.7020950	Número	+1.2237875	7 decimales	Izquierda
AF	D_LON_DEC	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados y decimales de grados.	-102.3347597	Número	+1.2237875	7 decimales	Izquierda
AG	PROYECTO	Identificación del tipo de actividad trabajada.	EVU	Carácter			Centrada
AH	OBSERVAC	Identificación de la estación, trabajada.	nea-Chignahuapan - Zacatitan - Verrea Diaries	Carácter			Izquierda
AI	NUM_OFI	Identificación del número de control de oficina que se elaboró para la entrega de resultados al área usuaria.	Correo Electrónico	Carácter			Centrada
AJ	FECH_OFI	Identificación de la fecha del día que se elaboró para la entrega de resultados al área usuaria.	10/12/2010	Fecha		d4mm/aaaa	Centrada
AK	N_E_L	Valor de la coordenada del eje "X" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	2449230.885	Número		3 decimales	Derecha
AL	E_L	Valor de la coordenada del eje "Y" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	786392.882	Número		3 decimales	Derecha
AM	A_E_L	Valor de la altura ortométrica resultante de la suma algebraica del valor de la altura elipsoidal y el valor de la altura geoidal, en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	2098.700	Número		3 decimales	Derecha
AN	L_A_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	1945.403	Número		5 decimales	Derecha
AO	L_O_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	960594.17645	Número		5 decimales	Derecha
AP	B_L_E_L	Valor de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	2862.641	Número		3 decimales	Derecha
AQ	LAD_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados y decimales de grados.	19.7020950	Número	+1.2237875	7 decimales	Derecha
AR	LOD_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados y decimales de grados.	-102.3347597	Número	+1.2237875	7 decimales	Derecha
AS	DN_E_L	Valor de la diferencia de coordenada del eje "Z" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0	-0.000	Número		3 decimales	Derecha
AT	DE_E_L	Valor de la diferencia de coordenada del eje "X" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0	-0.000	Número		3 decimales	Derecha
AU	DA_E_L	Valor de la diferencia de altura ortométrica, en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0	0.000	Número		3 decimales	Derecha
AV	DLA_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "Z", en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	-0.00002	Número	+H-N-G	5 decimales	Derecha
AW	DLO_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "X", en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	0.00018	Número	+H-D-I	5 decimales	Derecha
AX	DEL_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0	0.000	Número	+H-P-S	3 decimales	Derecha
AY	DLD_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados y decimales de grado	0.0000004	Número	+H-G-E	7 decimales	Derecha
AZ	DLOD_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados y decimales de grado	0.0000004	Número	+H-R-F	7 decimales	Derecha
BA	N_E_L	Valor de la coordenada del eje "X" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF32 época 1988.0	2449230.885	Número		3 decimales	Derecha
BB	E_L	Valor de la coordenada del eje "Y" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF32 época 1988.0	786392.882	Número		3 decimales	Derecha
BC	A_E_L	Valor de la altura ortométrica resultante de la suma algebraica del valor de la altura elipsoidal y el valor de la altura geoidal, en el Marco ITRF32 época 1988.0	NO	Número		3 decimales	Derecha
BD	L_A_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF32 época 1988.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	1943.32762	Número		5 decimales	Derecha
BE	L_O_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF32 época 1988.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	960594.17294	Número		5 decimales	Derecha
BF	B_L_E_L	Valor de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF32 época 1988.0	2862.642	Número		3 decimales	Derecha
BG	LAD_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF32 época 1988.0, en formato de grados y decimales de grados.	19.7020950	Número	+1.2237875	7 decimales	Derecha
BH	LOD_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF32 época 1988.0, en formato de grados y decimales de grados.	-102.3347597	Número	+1.2237875	7 decimales	Derecha
BI	DN_E_L	Valor de la diferencia de coordenada del eje "Z" en la proyección U.T.M. en el Marco ITRF32 época 1988.0 y el Marco ITRF08 época 2010.0	-0.000	Número		3 decimales	Derecha
BK	DE_E_L	Valor de la diferencia de altura ortométrica, en el Marco ITRF32 época 1988.0 y el Marco ITRF08 época 2010.0	NO	Número		3 decimales	Derecha
BL	DA_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "Z", en el Marco ITRF32 época 1988.0 y el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	-0.00002	Número	+H-N-G	5 decimales	Derecha
BM	DLO_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "X", en el Marco ITRF32 época 1988.0 y el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	0.00018	Número	+H-D-I	5 decimales	Derecha
BN	DEL_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF32 época 1988.0 y el Marco ITRF08 época 2010.0	-0.000	Número	+H-P-S	3 decimales	Derecha
BO	DLD_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "Z" en la superficie geom					

D. Monumentación

Para los trabajos que requieran contar con una marca física que identifique a las Estaciones Geodésicas Horizontales, en el INEGI se utiliza la misma metodología usada para la monumentación de Estaciones Geodésicas Verticales (EGV) o Bancos de Nivel, descrita a continuación:

Es importante considerar que para trabajos de monumentación de Bancos de Nivel se deberán concertar los permisos necesarios (en caso de requerirse) para su establecimiento, sobre todo cuando se realicen en zonas urbanas.

Para obtener mejores resultados, se recomienda que la mezcla para la construcción del monumento contenga una proporción 1:2:4 (una parte de cemento, dos partes de arena, cuatro partes de grava y el agua necesaria para la compenetración de estos materiales). En caso de que se requiera medir en un tiempo muy próximo a la monumentación (después de los cinco primeros días a su establecimiento), se debe agregar a la mezcla un aditivo acelerante de fraguado para concreto.

De no agregar el aditivo acelerante, es recomendable que se realice la medición después de 30 días de establecido el monumento de concreto.

Como se mencionó en puntos anteriores, el establecimiento de Bancos de Nivel podrá consistir en:

- a) Placa ahogada en monumento de concreto.
- b) Placa empotrada en roca sana.
- c) Placa empotrada verticalmente sobre un paramento.
- d) Placa empotrada en obra de concreto o estructura arquitectónica.

Placa ahogada en monumento de concreto

Se asentará en terrenos compactos o con manto rocoso en donde se pueda excavar hasta un metro de profundidad; para terrenos o manto rocoso de menor profundidad, se excavará hasta encontrar la superficie de la roca sana o del manto rocoso que presente dificultad para continuar la excavación, que no sea menor que 0.60 m.

Es importante señalar que la placa que define la Estación Geodésica deberá ser orientada al Norte tomando como referencia alguna de las letras que identifican a la Unidad del Estado responsable de su establecimiento.

Para una mayor referencia, en las siguientes imágenes se muestran como ejemplo las características de la placa y monumento utilizados por el INEGI en el establecimiento de Estaciones Geodésicas.

Figura 34. Placa para Estación Geodésica

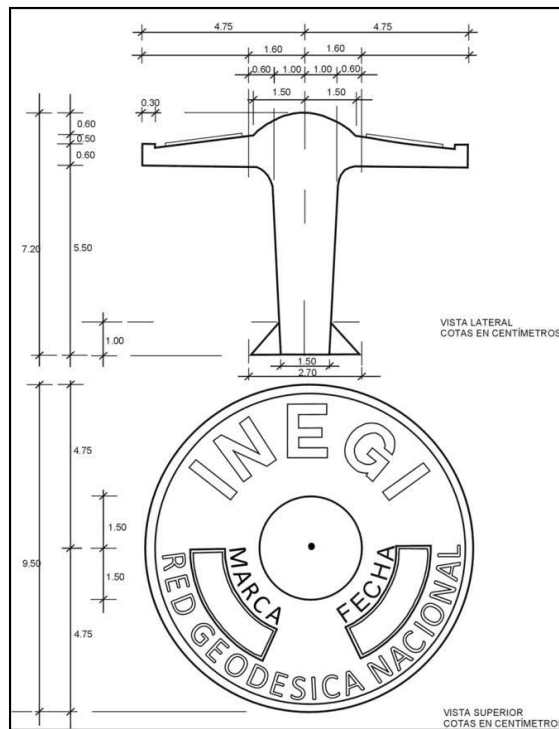


Figura 35. Monumento estándar para nivelación

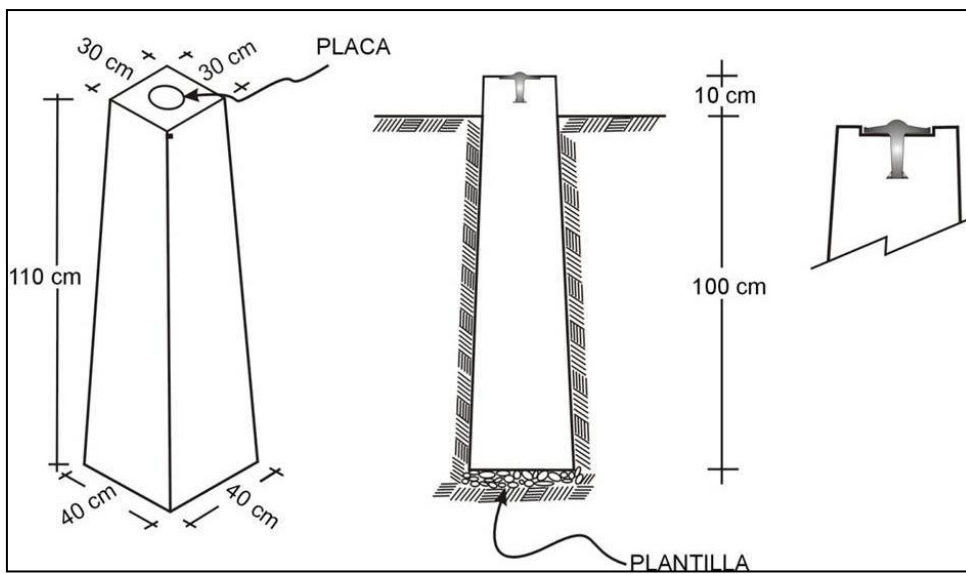
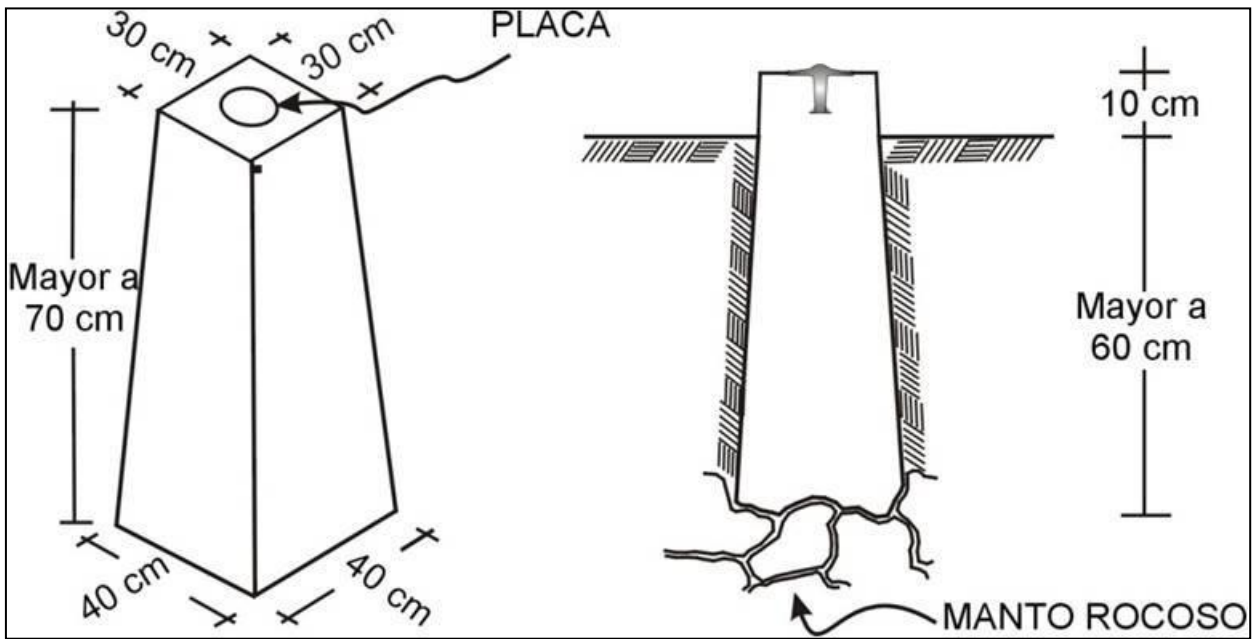
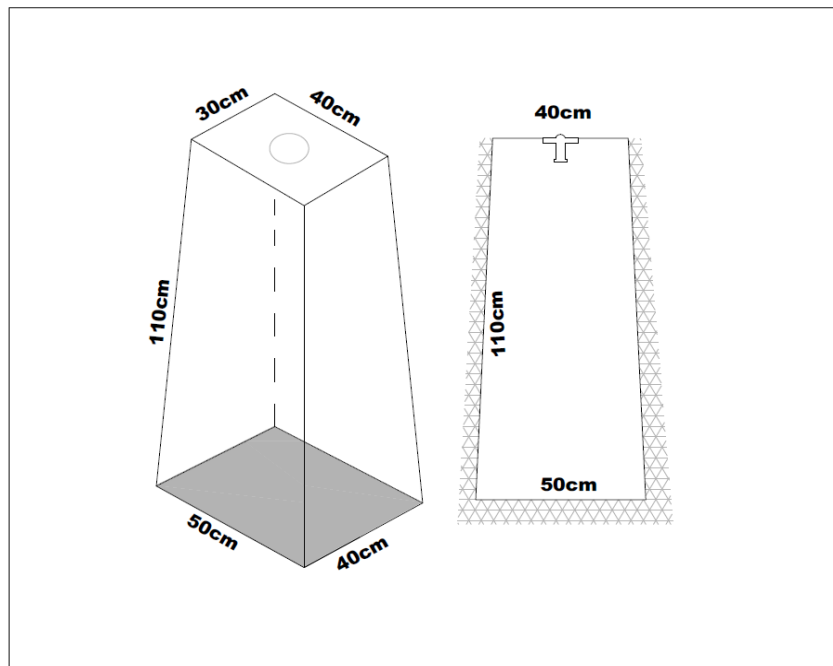


Figura 36. Monumento sobre terrenos compactos o con manto rocoso



Para Bancos de Nivel maestros, bancos nodales y sitios que se señalen como especiales, y en el caso de no encontrarse extensiones notables de roca sana o grandes estructuras de concreto estables, se usarán monumentos especiales.

Figura 37. Monumento especial para nivelación



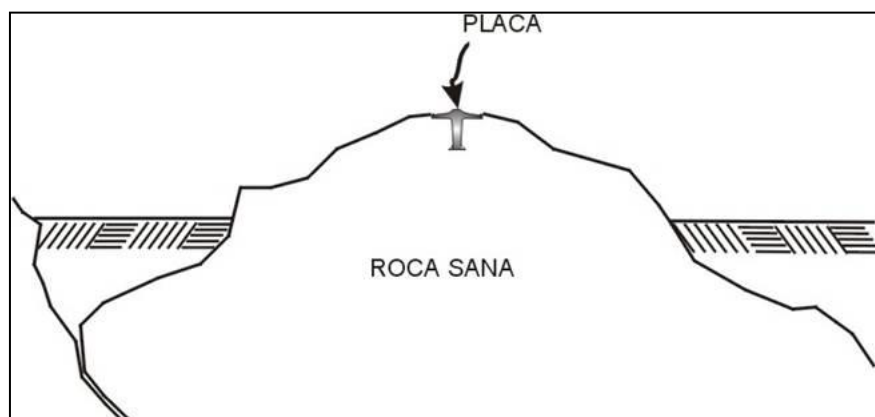
Este tipo de monumento también puede emplearse cuando se sospeche su destrucción en un futuro. Esta situación puede presentarse en: estaciones mareográficas, lugares de tránsito continuo de peatones, escuelas, etcétera. Se debe elaborar un formato de croquis e itinerario por cada uno de estos Bancos de Nivel.

Asimismo, sí se requiere puede utilizarse un monumento de dimensiones especiales, considerando el enfoque y alcances del proyecto que apoya.

Placa empotrada en roca sana

Consiste en el empotramiento de la placa al nivel de la superficie seleccionada, este tipo de monumentación es la de mayor estabilidad y por lo cual es recomendable que tenga una mayor prioridad en su establecimiento.

Figura 38. Placa empotrada en roca sana



Placa empotrada en obra de concreto o estructura arquitectónica

Este tipo de empotramiento se debe realizar en lugares que tengan una planta de cimentación que garantice su estabilidad principalmente; los lugares más frecuentes son la dala de alcantarilla, guarnición de puente, entre otros. No es recomendable empotrar placas en lugares cuya planta de cimentación sea de mampostería y el grabado de la placa debe hacerse utilizando el equipo necesario (incluido en la tabla 3), antes de ser colocada en el lugar seleccionado, esto para evitar el desprendimiento de la misma.

Equipo y materiales recomendados para realizar trabajos de reconocimiento y monumentación:

Tabla 5. Equipo y material

Concepto	Cantidad
Vehículo de transporte	1
Navegador GPS para posiciones puntuales	1
Brújula	1
Nivel de Mano	1
Cinta métrica de 50 m	1
Juegos de letras y número de golpe	1
Barretas	2
Cava hoyos	1
Palas	2
Marros	2
Cinzel plano	4
Barrena de golpe	2
Cucharas de albañil	2
Moldes para monumentos (de madera o metálicos)	6
Brochas	2
Placas para la monumentación tradicional y vertical	Según necesidades
Cemento, grava y arena	Según necesidades
Aditivo de fraguado rápido (si se requiere)	Según necesidades
Pintura de secado rápido	Según necesidades
Bidones para agua de 50 litros	2
Machetes	2
Equipo de protección (chalecos, banderas, etcétera)	Según necesidades

Nota: el agua, el cemento, la grava y la arena necesarios para la elaboración del monumento pueden adquirirse en la zona de trabajo.

E. Elaboración de metadatos

Como parte de las especificaciones de la Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional los datos del Marco Geodésico deberán estar documentados con metadatos en el momento de documentarse (Artículo 6); los metadatos deberán apegarse a la Norma Técnica sobre Elaboración de Metadatos Geográficos. Dicha norma establece las disposiciones mínimas para promover su armonización y homogeneidad.

Esta norma adopta los elementos relacionados con el sistema de referencia estándar FGDC-STD-001-1998 y la inclusión de los elementos del núcleo del estándar ISO 19115:2003. Dentro de estos elementos existen algunos que por su importancia tienen el carácter de obligatorios (O), algunos que pueden convertirse en obligatorios bajo ciertas circunstancias llamados Condicionales (C) y aquellos que son de documentación sugerida denominados opcionales (Opc). El listado de los elementos de la Norma deberá respetar su respectiva nomenclatura, la cual se describe a continuación:

0. Información del Metadato;
1. Identificación del conjunto de datos espaciales o producto (O);
2. Fechas relacionadas con el conjunto de datos espaciales o producto (O);
3. Parte responsable del conjunto de datos espaciales o producto (O);
4. Localización geográfica del conjunto de datos espaciales o producto (C); (representación espacial);
5. Sistema de referencia (C);
6. Calidad de la información (O);
7. Entidades y Atributos (C);
8. Distribución (Opc), y
9. Información del contacto para los metadatos (O).

La norma técnica se encuentra a disposición de los usuarios en el sitio de internet del Instituto.

F. Administración de riesgos

En el INEGI, como parte de los procesos de trabajo se aplican estrategias de control interno mediante una metodología para la administración de riesgos que contiene elementos conceptuales básicos de la norma ISO 31000 para identificar, analizar, evaluar y tratar los riesgos que pudieran afectar el logro de objetivos y metas institucionales, así como herramientas y formatos que facilitan su entendimiento e implementación.

Algunos de los beneficios de establecer esta administración son:

- Asegurar de manera razonable el cumplimiento de objetivos y metas.
- Minimizar el impacto, en caso de que los riesgos se materialicen.
- Contar con planes de contingencia.
- Ayudar en la toma de decisiones.

La aplicación de la metodología considera el entorno en el que opera el Instituto ya sea de manera interna o externa, partiendo de ello se identifican con objetividad los posibles riesgos por proceso. El análisis del riesgo consiste en desarrollar una mayor comprensión del mismo mediante la determinación de las causas que pudieran originarlo y los efectos en caso de materializarse; esto es, estructurar el riesgo en función de causas y efectos: *Riesgo + Causa + Efecto = Estructura del Riesgo*

La evaluación de riesgos se puede llevar a cabo con diferentes niveles de detalle, en función de la información y recursos disponibles, esta podrá hacerse de manera cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa.

Para realizar la evaluación del riesgo se utilizan clasificaciones o niveles en función de elementos como: si requiere atención inmediata o implementar controles correctivos, requiere atención del responsable del proceso, asegurarse que se pueda detectar y manejar apropiadamente o administrarse con procedimientos de rutina.

El tratamiento del riesgo dentro del Instituto tiene tres opciones o acciones a seguir.

- Aceptar el riesgo: cuando se decide no realizar ninguna acción.
- Reducir el riesgo: lo que implica establecer acciones tendientes a reducir la posibilidad e impacto del riesgo en caso de materializarse, y
- Transferir el riesgo: que un tercero asuma la responsabilidad del riesgo.

Las medidas de control son las políticas, procedimientos, técnicas y mecanismos que se determinan con base en la respuesta al riesgo para contribuir a minimizar la posibilidad de ocurrencia e impacto del riesgo. Las actividades de control tienen lugar a través de la institución, a todos los niveles y en todas las funciones.

Medidas preventivas: diseñadas con el propósito de anticiparse a la posibilidad de que ocurran situaciones no deseadas o inesperadas. Es la actividad de control más efectiva

Medidas correctivas: se establecen con la finalidad de corregir o subsanar en algún grado los efectos que se hubiesen materializado.

En función de lo anterior cada Unidad del Estado que aplique la presente metodología deberá considerar la aplicación de la administración de riesgos para producir por sí misma o a través de terceros datos de la Red Geodésica Horizontal.

Bibliografía

INEGI “Guía para la obtención de Puntos de Control Terrestre con el Método Estático Rápido”. Aguascalientes, México. 2010.

INEGI “Manual de Planeación Supervisión y Validación Geodésica Horizontal” Aguascalientes, México 2017

INEGI “Guía para la Fotoidentificación de Puntos de Control Terrestre con Fotografía analógica y digital”. Aguascalientes, México. 2010.

INEGI. “Guía para el establecimiento de Campos de Control para apoyo en la tecnología LIDAR”. Aguascalientes, México. 2010.

INEGI. “Guía para Trabajos de Campo”. Aguascalientes, México.2005

INEGI. “Guía para la Actualización de GPS sobre Bancos de Nivel”. Aguascalientes, México. 2010

INEGI “Geodesia y GPS1”.Aguascalientes, México. 2010

INEGI “Elementos Insulares”. Aguascalientes, México. 2009

INEGI NTG-001 “Sistema Geodésico Nacional”. Aguascalientes, México. 2009

INEGI NTG-002 “Estándares de Exactitud Posicional”. Aguascalientes, México. 2009

INEGI. Geodesia <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/default.aspx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Norma Técnica Sobre Elaboración de Metadatos Geográficos Sitio web:

http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/normastecnicas/doc/norma_tecnica_sobre_elaboracion_de_metadatos_geograficos.pdf