



INSTRUCCIONES HIDROGRÁFICAS N° 9

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL EMPLEO Y
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO
GLOBAL EN TRABAJOS GEODÉSICOS,
HIDROGRÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS

3ª EDICIÓN 2005

TABLA DE MATERIAS

| | Pág. |
|---|----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 3 |
| II. PRESENTACIÓN | 3 |
| 2.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) | 4 |
| 2.1.1 Segmento Espacial | 4 |
| 2.1.2 Segmento de Control | 5 |
| 2.1.3 Segmento Usuario | 5 |
| 2.2 FUENTES DE ERROR | 5 |
| 2.2.1 Disponibilidad Selectiva | 5 |
| 2.2.2 Retardo Inosférico | 5 |
| 2.2.3 Multipath | 5 |
| 2.2.4 Configuración Geométrica de los Satélites (DOP) | 6 |
| 2.3 ESTRUCTURA DE LA SEÑAL | 6 |
| 2.4 SISTEMAS DE MEDIDAS | 6 |
| 2.4.1 Seudodistancias | 6 |
| 2.4.2 Medidas de Fase | 6 |
| 2.5 MÉTODOS DE POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL (DGPS) | 6 |
| 2.5.1 Estático | 6 |
| 2.5.2 Cinemático | 6 |
| 2.5.3 Cinemático Tiempo Real (RTK) | 7 |
| III. CONTROL GEODÉSICO PRINCIPAL CON GPS | 7 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 7 |
| 3.2 MEDICIÓN | 7 |
| 3.3 TRABAJO DE GABINETE | 7 |
| 3.4 TOLERANCIA | 8 |
| 3.5 MONOGRAFÍAS | 8 |
| 3.5.1 Vértice | 8 |
| 3.5.2 Lugar | 8 |
| 3.5.3 Croquis Parcial | 8 |
| 3.5.4 Croquis General | 8 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 3.5.5 | Descripción | 9 |
| 3.5.6 | Coordenadas | 9 |
| 3.5.7 | Fotografías | 9 |
| 3.6 | FORMULARIO DE MEDICIÓN GPS | 9 |
| 3.7 | CONSTRUCCIÓN DE MONOLITOS | 9 |
| IV. | BATIMETRÍA DE PRECISIÓN | 9 |
| 4.1 | INTRODUCCIÓN | 9 |
| 4.2 | MEDICIÓN | 9 |
| 4.3 | METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN | 10 |
| 4.4 | DESPLAZAMIENTO EXISTENTE ENTRE LA HORA UTC Y LA HORA GPS | 10 |
| 4.5 | TOLERANCIA | 11 |
| V. | CONCESIONES DE ACUICULTURA | 11 |
| 5.1 | INTRODUCCIÓN | 11 |
| 5.2 | MEDICIÓN | 11 |
| 5.2.1 | Medición de Vértices | 11 |
| 5.2.2 | Replanteo de la Concesión | 12 |
| VI. | DETERMINACIÓN DE LA PLAYA Y TERRENO DE PLAYA EN LA COSTA DEL LITORAL Y EN LA RIBERA DE RÍOS Y LAGOS | 12 |
| 6.1 | INTRODUCCIÓN | 12 |
| 6.2 | MEDICIÓN | 12 |
| 6.2.1 | Vinculación a la Red Geodésica Nacional | 12 |
| VII. | ANTECEDENTES QUE DEBEN ENTREGAR LAS EMPRESAS EJECUTORAS | 12 |
| 7.1 | INTRODUCCIÓN | 12 |
| 7.2 | INFORME DEL APOYO GEODÉSICO CON SUS RESPECTIVOS ARCHIVOS MAGNÉTICOS | 13 |
| 7.3 | MONOGRAFÍAS DE VÉRTICES | 13 |
| 7.4 | FORMULARIO DE MEDICIÓN CON EQUIPOS GPS | 14 |
| 7.5 | CERTIFICADOS DE VÉRTICES | 14 |
| 7.6 | FIRMA PROFESIONAL | 14 |
| 7.7 | APOYO FOTOGRAMÉTRICO | 14 |
| 7.8 | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | 14 |
| ANEXOS: | | |
| | ANEXO “A” FORMULARIO DE MONOGRAFÍAS | 15 |
| | ANEXO “B” LISTADO DE COORDENADAS REFERIDAS AL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS-84 | 16 |
| | ANEXO “C” CONSTRUCCIÓN DE MONOLITOS | 17 |
| | ANEXO “D” ESTÁNDARES DE PRECISIÓN | 18 |
| 4.1 | STOP & GO | 19 |
| 4.2 | CINEMÁTICO CONTINUO | 19 |

I. INTRODUCCIÓN

En conformidad con lo establecido en la Ley N° 16.771, publicada en el Diario Oficial N° 27.000 del 22 de marzo de 1968; al Decreto Supremo N° 192, publicado en el Diario Oficial N° 27.320 del 16 de abril de 1969, modificado por el Decreto Supremo N° 784 del 14 de agosto de 1985; y al Decreto Supremo N° 660, publicado en el Diario Oficial N° 33.232 del 28 de noviembre de 1988, "el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile constituye el servicio oficial, técnico y permanente del Estado en todo lo que se refiere a levantamiento hidrográfico marítimo, fluvial y lacustre".

Por Decreto Supremo N° 290 del 28 de mayo de 1993, publicado en el Diario Oficial N° 34.624 del 26 de julio de 1993 y la modificación publicada en el Diario Oficial del 13 de enero de 1995, se aprobó el "Reglamento de Concesiones y Autorizaciones de Acuicultura". El artículo 10, del citado reglamento, identifica los planos que los interesados deben acompañar a la solicitud de concesión o autorización de acuicultura, dando las características para cada uno de ellos y establece que las mediciones deben ser hechas con tecnología GPS.

Dentro de las facultades que la legislación otorga al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), están las de "controlar, revisar y aprobar todo trabajo de levantamiento hidrográfico o de cartografía marítima, fluvial o lacustre, que para fines de obras portuarias, concesiones marítimas u otros objetivos, sean ejecutados en circunstancias especiales, con previa autorización del SHOA, por entidades fiscales, semifiscales, autónomas, municipales o particulares".

Ante el avance tecnológico de este último tiempo, la aparición y amplia utilización de los Sistemas de Posicionamiento Satelital NAVSTAR-GPS, GLONASS y próximamente GALILEO, el SHOA se ha visto en la necesidad de establecer las normas y procedimientos de estandarización que permitan a los usuarios del sistema, efectuar sus trabajos en la forma más ágil y efectiva posible, aprovechando en todas sus capacidades los modernos equipos que actualmente el mercado ofrece.

Las presentes Instrucciones Hidrográficas tienen por objeto, establecer las especificaciones técnicas que deberán cumplir los trabajos geodésicos, hidrográficos y topográficos que realicen las entidades y empresas empleando tecnología y metodología de Posicionamiento Satelital, y requieran ser visados por el SHOA, debiendo, además, cumplir las normas establecidas en las Instrucciones Hidrográficas N° 4, N° 5, N° 8 y N° 10, respectivamente.

II. PRESENTACIÓN

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) nació en Estados Unidos con el objetivo de mejorar su anterior sistema militar de satélites de navegación denominado TRANSIT, en servicio desde 1967 y ampliamente usado en mediciones geodésicas en el mundo. De esta forma, se pretendía conseguir una navegación precisa y de forma continua ya sea en mar, tierra o bien en aire, sin importar las condiciones meteorológicas y bajo un sistema unificado de cobertura global con precisiones de unos pocos metros en coordenadas. Una vez consolidado militarmente dicho sistema, sus enormes aplicaciones no pasaron desapercibidas en el área comer-

cial, la cual inició rápidamente su uso y divulgación en toda la comunidad científica, aprovechando que se obtenía un posicionamiento muy aceptable.

Por otra parte, en Rusia a principios de los setenta, se desarrolló el Global' naya Navigatsionnaya Sputnikova Sistema o Sistema Global de Navegación por Satélite (GLONASS) y en el año 1993, oficialmente el Gobierno Ruso colocó dicho programa en manos de Fuerzas Espaciales Militares Rusas (RSF). Este organismo es el responsable del desarrollo de satélites GLONASS, de su mantenimiento, puesta en órbita y certificación a los usuarios. Este organismo opera en colaboración con el CSIC (Coordinational Scientific Information Center), el que publica el documento ICD (Interface Control Document), el cual es similar en estructura al Segmento Espacial del sistema NAVSTAR GPS, donde se describe el sistema, sus componentes, estructura de la señal y el mensaje de navegación para uso civil.

Las efemérides GLONASS están referidas al Dátum Geodésico Parametry Zemli 1990 o PZ-90, la constelación completa se compone de 24 satélites en tres planos orbitales, cuyo nodo ascendente es de 120° y argumento de latitud de 15° . Cada plano contiene 8 satélites espaciados regularmente, con argumento de latitud de 45° . Los planos están inclinados $64,8^\circ$ respecto al ecuador. Los satélites se encuentran a una distancia de aproximadamente 19.100 km y se sitúan en órbitas casi circulares con semieje mayor de aproximadamente 25.510 km, siendo el período orbital de 675,8 minutos, es decir, 11 horas y 15 minutos. Esto garantiza, con la constelación completa, la visibilidad de un mínimo de 5 satélites en todo el mundo con adecuada geometría, sin embargo a enero de 1998, sólo 13 satélites estaban operativos.

Ambos sistemas NAVSTAR y GLONASS fueron concebidos para fines militares, lo cual marca considerablemente sus campos de acción, pero a partir del año 2008 estará operativo "GALILEO" el primer Sistema de Posicionamiento Global de la Unión Europea, está diseñado con fines civiles y con el propósito de ser compatible e interoperable con los sistemas actuales de forma que un mismo receptor sea, en un futuro, capaz de recibir los tres sistemas.

El sistema GALILEO estará constituido por una constelación de 30 satélites distribuidos en 3 planos orbitales circulares de 10 satélites cada uno con una inclinación de 56° respecto al plano ecuatorial y a una altitud de 23.616 km y con un período orbital de 14 horas, cada plano tendrá repuestos activos capaces de reemplazar cualquier falla en ese plano.

2.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

Está constituido por tres segmentos bien diferenciados:

2.1.1 Segmento Espacial

Comprende la constelación de satélites denominada NAVSTAR. Dicha constelación está formada por 24 satélites, de los cuales por lo menos cuatro serán visibles al mismo tiempo a cualquier hora del día y en cualquier punto de la superficie terrestre. Los satélites se distribuyen en seis órbitas circulares con una inclinación de 55° respecto al plano ecuatorial terrestre y 60° con respecto a las órbitas adyacentes a una altitud aproximada de 20.200 km y con un período orbital de 12 h.

2.1.2 Segmento de Control

Está constituido por cinco estaciones de control repartidas alrededor del mundo y con coordenadas muy precisas. Todas ellas reciben continuamente las señales GPS con receptores de dos frecuencias y provistas de osciladores de cesio. También se registran, en forma precisa, otras series de parámetros como presión y temperatura, que afectan de manera muy importante a la propagación de la información que se recibe de los satélites.

2.1.3 Segmento Usuario

Está formado por todos los equipos utilizados para la recepción de las señales emitidas por los satélites, así como el software necesario para la comunicación del receptor con el ordenador y efectuar el post proceso de la información y la obtención de la posición. El equipo GPS está compuesto de tres elementos principales: el receptor, la antena y los accesorios.

2.2 FUENTES DE ERROR

2.2.1 Disponibilidad Selectiva

Es la degradación intencional de la señal transmitida por la constelación de satélites que conforma el sistema. Con fecha 1 de mayo de 2000, fue suspendida, razón por la cual la precisión en la determinación de la posición, en forma absoluta, mejora alrededor de 10 veces.

2.2.2 Retardo Ionosférico

Es la dispersión no lineal de las ondas electromagnéticas emitidas desde los satélites al pasar por la ionosfera.

2.2.3 Multipath

Es la desviación y reflexión de la señal satelital en objetos, edificaciones, bosques y accidentes geográficos, en su trayectoria hacia la antena.

2.2.4 Configuración Geométrica de los Satélites (DOP)

El factor DOP (Dilución de la Precisión) es el efecto de la configuración geométrica de los satélites, que es la razón entre la incertidumbre de precisión y la distancia, entre los que tenemos:

VDOP, incertidumbre en altura.

HDOP, incertidumbre 2D.

PDOP, incertidumbre 3D.

TDOP, incertidumbre de tiempo.

GDOP, incertidumbre 3D y tiempo.

2.3 ESTRUCTURA DE LA SEÑAL

Consta de dos fases portadoras L1 y L2, dado que el utilizar dos frecuencias permite determinar el retardo ionosférico. Sobre la L1, se modulan el código C/A y el P. En la L2, sólo se modula el código P. Las señales van acompañadas de los mensajes de navegación.

2.4 SISTEMAS DE MEDIDAS

2.4.1 Seudodistancias

Distancia medida entre la antena del receptor GPS y el satélite. Esta distancia debe ser corregida de errores de estado de los osciladores del receptor y del satélite, como así también de retardos producidos por la propagación de la señal a través de la ionosfera y la troposfera.

2.4.2 Medidas de Fase

El método de medidas de fase es el que permite mayor precisión. En forma general, corresponde a un número entero de longitudes de onda (ambigüedad) y al momento exacto de recepción de la señal en el elemento de la antena. La resolución de la ambigüedad se realiza sobre la base de un extenso proceso de cálculo, que resuelve el estado de los relojes y, por supuesto, el incremento de coordenadas entre estaciones. Una vez obtenidos dichos valores, los resultados de las mediciones contienen errores centimétricos e incluso menores. Todo lo anterior es proporcional al tiempo de captura de datos.

2.5 MÉTODOS DE POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL (DGPS)

Para las aplicaciones geodésicas, hidrográficas y topográficas se empleará metodología GPS diferencial (DGPS), con el objeto de optimizar las precisiones y tiempos de trabajo, a continuación se detallan algunas de las metodologías más usadas para la determinación de coordenadas por medio del sistema de posicionamiento global GPS:

2.5.1 Estático

Este modo de posicionamiento consiste en la instalación de dos o más receptores (GPS geodésicos) sin variar su posición durante la etapa de observación por un periodo de tiempo en común. La referencia puede establecerse en cualquiera de ellos y la precisión será en función del tiempo de observación, de la geometría satelital y del instrumental utilizado.

2.5.2 Cinemático

Este método de posicionamiento consiste en determinar las coordenadas de un receptor en movimiento (móvil), a partir de otro, instalado en un vértice con coordenadas conocidas (base). El período de observación, al igual que el método anterior, deberá tener tiempos comunes para toda la medición, y es esencial que desde el comienzo hasta el término, ambos receptores registren datos continuos con un mínimo de cuatro satélites.

2.5.3 Cinemático Tiempo Real (RTK)

Una base GPS (estática con coordenadas WGS-84) transmite a través de un Radio-Módem las correcciones diferenciales a un móvil GPS, que recibe por medio de un radio módem de iguales características estas correcciones y las transforma de una manera instantánea en una posición o en una coordenada. Esta metodología es muy útil para llevar por ejemplo el control de las líneas de sondaje en una batimetría.

III. CONTROL GEODÉSICO PRINCIPAL

3.1 INTRODUCCIÓN

Se entenderá por Control Geodésico Principal, aquellas mediciones que se realicen a partir de vértices pertenecientes a la red geodésica nacional y cuyo propósito sea crear polígonos para la materialización de puntos con coordenadas, referidas a un sistema de referencia geodésico global, con el objeto de apoyar un trabajo determinado. Cabe agregar que se aceptarán vectores radiales medidos directamente de vértices pertenecientes a la red geodésica nacional o del apoyo geodésico principal, considerándose éstas como estaciones secundarias(Ver anexo "D").

Para el uso de puntos de control no pertenecientes al SHOA o IGM, vinculados a la red geodésica nacional, se deberá informar al SHOA con antelación a los trabajos, con el objeto de revisar los antecedentes involucrados, evaluando así la factibilidad de utilizarlos.

3.2 MEDICIÓN

Las mediciones deben ser hechas con receptores "GPS geodésicos" (de simple o doble frecuencia) y su utilización debe estar de acuerdo a las especificaciones técnicas de su fabricante.

Toda medición geodésica del apoyo principal debe iniciarse y terminar en puntos con coordenadas ya establecidas.

3.3 TRABAJO DE GABINETE

El resultado de coordenadas debe estar referido al Sistema Geodésico Mundial WGS-84. Se debe indicar el nivel de referencia utilizado en las alturas de acuerdo a lo siguiente:

El vértice geodésico cuyo valor de altura sea obtenido por observaciones de marea o por medio de una nivelación geométrica desde una cota fija de marea, se denominará "referido al N.M.M."

El vértice geodésico cuyo valor de altura sea obtenido mediante el proceso y posterior ajuste de un vector, utilizando un punto de control con altura referida al N.M.M. y el

modelo geoidal EGM96, se denominará "referida al N.M.M. determinada o medida con GPS", cabe destacar que este último valor es solo referencial y no corresponde al valor real del nivel medio del mar (NMM).

En caso de emplear parámetros de transformación para la obtención de coordenadas en un sistema de referencia distinto al WGS-84, indicar detalladamente la metodología, procedimiento empleado y como se obtuvieron los parámetros de transformación para realizar el cálculo. En este caso, la empresa ejecutora deberá informar a este Servicio con una antelación de 5 días hábiles, antes de enviar la solicitud de autorización para realizar una transformación de dátum, con el fin de analizar la situación en particular.

3.4 TOLERANCIA

El control geodésico principal deberá cumplir como mínimo los estándares de precisión "C primero", descrito en el anexo "D".

3.5 MONOGRAFÍAS

Todo el apoyo geodésico deberá ser documentado con las respectivas monografías de los vértices que sean creados. Estos antecedentes deben ser confeccionados por los observadores en terreno, los que además deberán ser entregados en formato digital, tal como se indica en el anexo "A". Para completar dicho formulario, el observador debe ajustarse a las siguientes definiciones:

3.5.1 Vértice

Identificación del punto geodésico creado, con un nombre descriptivo. Se recomienda colocar en el momento de la medición en el equipo GPS identificadores alfanuméricos, por lo cual la tendencia natural y aconsejada es la de asociar, conforme con alguna abreviatura nemotécnica o acrónimo, al lugar con los citados dígitos.

3.5.2 Lugar

Se debe indicar la localidad, pueblo, ciudad, etc., que mejor identifique el lugar donde se sitúa el vértice.

3.5.3 Croquis parcial

Es la descripción gráfica detallada del entorno topográfico adyacente al punto medido. Se deberá sacar una fotografía en colores de la zona donde se encuentra el vértice, la cual deberá ser nítida.

3.5.4 Croquis general

Es la descripción más generalizada del área donde se sitúa el vértice. También se conoce como "Croquis de Ubicación Geográfica", ya que entrega al usuario una visión general a escala menor, pero de buen detalle, de la ubicación del área en cuestión. Una buena medida para confeccionar este croquis puede ser la de utilizar

la reducción al tamaño del formato de una carta SHOA, IGM o bien una fotografía en colores que muestre en forma panorámica el área de interés.

3.5.5 Descripción

Se debe describir en forma clara y precisa la ubicación y acceso al nuevo punto, utilizando como apoyo: trayecto, medios de acceso, nombres geográficos y características del entorno natural.

3.5.6 Coordenadas

Los valores de coordenadas deben entregarse en coordenadas rectangulares UTM al milímetro y geodésicas al quinto decimal de segundo, indicando la referencia geodésica, así como también el valor de altura del punto y su respectivo nivel de referencia.

3.5.7 Fotografías

Se recomienda incluir como complemento, fotografías panorámicas que permitan reconocer en mejor forma el vértice. Para estos casos, es aconsejable incluir la(s) fotografía(s) como anexo a la monografía.

3.6 FORMULARIO DE MEDICIÓN GPS

Señala las horas de inicio y término de cada medición, además entrega datos adicionales como: nombre del punto, altura de antena, tipo de antena, nombre del archivo GPS, método de medición. En anexo "B" se entrega el formato respectivo.

3.7 CONSTRUCCIÓN DE MONOLITOS

Es importante que los vértices, al ser materializados garanticen su permanencia en el tiempo, para ello se deben considerar una serie de variables las cuales se detallan en el anexo "C".

IV. BATIMETRÍAS DE PRECISIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

En lo que respecta a Batimetría de Precisión, ver Publicación SHOA N° 3105

4.2 MEDICIÓN

En el posicionamiento de las batimetrías de precisión se debe utilizar el método GPS Diferencial, cinemático en posproceso.

4.3 METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN

Se usará al menos una estación base con coordenadas conocidas y tantos móviles como se requieran.

Los tiempos de medición, cantidad mínima de satélites, intervalo de grabación y distancias de la estación base estarán de acuerdo con las especificaciones técnicas del equipo. Lo importante e ineludible para el operador en este aspecto, es no degradar la precisión de las mediciones por error en la selección de alguno de estos parámetros.

4.4 DESPLAZAMIENTO EXISTENTE ENTRE LA HORA UTC Y LA HORA GPS

De acuerdo con lo señalado en el boletín informativo del Observatorio Naval de EE.UU. (USNO), con fecha 1 de enero de 2006, el actual desfase que existe entre la hora GPS y la hora UTC, es de catorce segundos, estando el tiempo GPS adelante del tiempo UTC.

Este desplazamiento es de gran importancia en el trabajo de posproceso de la información obtenida con equipos GPS, ya que el registro de coordenadas obtenido en un levantamiento cinemático queda desfasado, con respecto a la realidad del terreno. En otras palabras, si se considera que una embarcación sonda a una velocidad de 5 nudos, cada sonda o posición de profundidad estará desplazada 36 metros de su verdadera posición.

A continuación se explican dos metodologías de trabajo para obtener los datos en terreno y posteriormente efectuar el posproceso de datos GPS, ya que al efectuar mediciones en tiempo real, el error de desfase entre la hora UTC y GPS no se registra.

Metodología N° 1

- Programar los equipos GPS para intervalos de grabación cada 1 segundo.
- Realizar los top en el ecograma cada 15 ó 30 segundos.

Procesamiento de la información:

- Se eliminan las 14 primeras posiciones del listado de coordenadas, desplazando las restantes hacia el inicio, quedando de esta forma ajustada la hora GPS y UTC respectivamente, es decir, la coordenada del segundo 15 pasa a ser la coordenada de la primera sonda medida.

Desventajas:

- Se utiliza gran cantidad de memoria de los equipos GPS.

Metodología N° 2

- Ajustar previamente la hora con el SHOA o con un navegador GPS.
- Adelantar el reloj del ecosondista en 14 segundos.
- El intervalo de grabación del GPS, se definirá de acuerdo con la cantidad de interpo-

laciones que permita establecer una densificación con una separación de sondas en el plano, de acuerdo con lo indicado en las Instrucciones Hidrográficas N° 5.

- Realizar los top en el ecograma cada 15 ó 30 segundos.

Ventajas:

- Buen aprovechamiento de la memoria de los equipos.
- La hora GPS y UTC quedan ajustadas en el ecograma.

Debido a este desfase, el ejecutor deberá dejar claramente establecido el procedimiento usado para indicar los horarios de sondaje.

Para mayores antecedentes sobre el desfase oficial entre la hora GPS y UTC, se puede visitar el acceso FTP del Observatorio Naval de Estados Unidos (<ftp://tycho.usno.navy.mil/pub/gps/gpstd.txt>) o consultar directamente al Servicio Hidrográfico Oceanográfico de la Armada de Chile.

4.5 TOLERANCIA

Para el uso de la metodología GPS diferencial en modo cinemático, se acepta un error no superior a 1.0 metro (RMS), con un PDOP inferior a 5 y con un mínimo de 4 satélites.

V. CONCESIONES DE ACUICULTURA

5.1 INTRODUCCIÓN

En lo que respecta a Concesiones de Acuicultura, ver publicación SHOA N° 3108.

5.2 MEDICIÓN

5.2.1 Medición de vértices

5.2.1.1 Vértices base

En el sector de la concesión, se deberán materializar dos vértices intervisibles, vinculados cada uno de ellos a la red geodésica nacional.

Estos vértices serán la base para la determinación y posterior replanteo de coordenadas con GPS u otro instrumental topográfico de la concesión o futuras concesiones en la misma zona. La vinculación de los vértices para el apoyo principal, debe realizarse usando equipos GPS de precisión geodésica (Ver número III.- Control Geodésico Principal).

5.2.2 Replanteo de la concesión

El replanteo de la concesión puede ser efectuado con equipos GPS en tiempo Real o topográficos (Estación Total), cuya tolerancia será de 1 metro, en posición respecto a la coordenada del vértice de la concesión.

VI. DETERMINACIÓN DE LA PLAYA Y TERRENO DE PLAYA EN LA COSTA DEL LITORAL Y EN LA RIBERA DE RÍOS Y LAGOS

6.1 INTRODUCCIÓN

En lo que respecta a determinación de la playa y terreno de playa en la costa del litoral y en la ribera de ríos y lagos, ver publicación SHOA N° 3104.

6.2 MEDICIÓN

6.2.1 Vinculación a la Red Geodésica Nacional

Para la vinculación a la Red Geodésica Nacional, se debe dar cumplimiento a lo especificado en el número III.

6.2.2 Levantamiento topográfico y determinación de la línea hasta donde llegan las olas durante las más altas mareas.

Los levantamientos topográficos con GPS deben seguir las siguientes especificaciones:

- Se utilizará el método GPS Diferencial, en modo Cinemático, descrito en el punto 2.5.2, respetando las normas establecidas en las Instrucciones Hidrográficas N° 4.

VII. ANTECEDENTES QUE DEBEN ENTREGAR LAS EMPRESAS EJECUTORAS

7.1 INTRODUCCIÓN

Con el objeto de efectuar la revisión del trabajo, se remitirán al Sr. Director del SHOA todos los datos magnéticos recabados durante las mediciones en terreno, ya sean Batimetrías de Precisión, Líneas de Playa, Planos del Borde Costero o bien Concesiones de Acuicultura.

En todos los antecedentes deben identificarse claramente la empresa ejecutora y el profesional responsable de cada trabajo en particular.

7.2 INFORME DEL APOYO GEODÉSICO CON SUS RESPECTIVOS ARCHIVOS MAGNÉTICOS

El informe geodésico debe contener:

- Resumen de coordenadas UTM - geodésicas y altura, indicando el sistema de referencia horizontal y vertical respectivo, como se indica en el punto 3.5.6, de acuerdo al formato del anexo "B".
- Gráfico esquemático de cada uno de los vectores medidos, indicando los puntos de control y el tipo de fijación (horizontal - vertical).

Los datos crudos de las mediciones GPS se deben entregar en medio magnético o disco compacto de acuerdo con el siguiente diagrama:

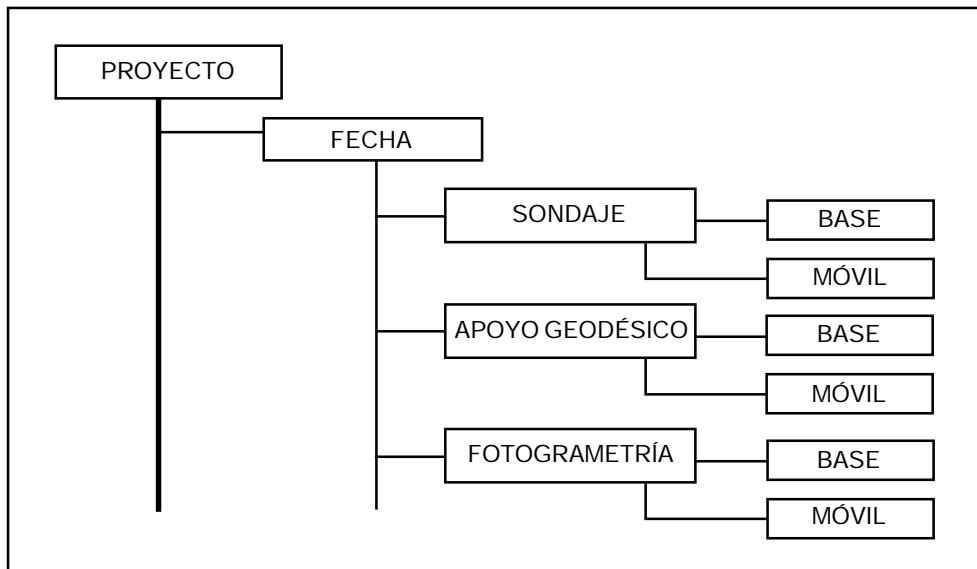


DIAGRAMA DIRECTORIO DE DATOS

La entrega de los datos de terreno debe ser en formato estándar (Archivos B, E y S) u otro, de común acuerdo con el SHOA (Como por ejemplo, Archivos Rinex).

7.3 MONOGRAFÍAS DE VÉRTICES

El contenido de las monografías debe estar referido al punto 3.5, de acuerdo al formato del ANEXO "A".

7.4 FORMULARIO DE MEDICIÓN CON EQUIPOS GPS

Se debe indicar para cada punto medido las variables mencionadas en el punto 3.6 de acuerdo al formato del ANEXO "B".

7.5 CERTIFICADOS DE VÉRTICES

Los certificados y monografías de vértices geodésicos, adquiridos por las empresas particulares al SHOA o IGM, deberán adjuntarlos al informe técnico correspondiente, objeto acreditar la autenticidad de las coordenadas.

Si el vértice geodésico utilizado no pertenece a los organismos antes mencionados, se deberá proceder de acuerdo a lo expuesto en el punto 3.1. y de igual modo adjuntar al informe técnico el o los certificados y monografías de los puntos de control utilizados.

7.6 FIRMA PROFESIONAL

El procesamiento de los datos GPS y todo lo relacionado con topografía y geodesia debe adjuntar al final del informe, el nombre, firma y Rut del profesional responsable, el cual deberá ser: Ingeniero Geomensor, Ingeniero Hidrógrafo u otro profesional especialista en geomensura y posicionamiento satelital.

7.7 APOYO FOTOGRAMÉTRICO

Si existe apoyo fotogramétrico, se deberá adjuntar:

Los datos crudos de las mediciones GPS y antecedentes de acuerdo al punto 7.2.


7.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Deberán adjuntarse fotocopias de las especificaciones técnicas de los equipos utilizados, con el objeto de verificar los tiempos y métodos de medición.

ANEXO "A"

FORMULARIO DE MONOGRAFÍAS

MONOGRAFÍA DE VÉRTICE

| | | | |
|---|---------------------------------------|--|--|
| VÉRTICE: ISME | | LUGAR: ISLA DEL MEDIO, CANAL NOGUEIRA | |
| CROQUIS GENERAL | | CROQUIS PARCIAL | |
|  | |  | |
| COORDENADAS GEOGRÁFICAS/UTM | | DESCRIPCIÓN: | |
| NORTE | : 4525170.797 m. | <p>El vértice "ISME" se encuentra ubicado en la parte más alta de la isla del Medio, al noreste del seno Titus, frente a la punta San Gregorio, su acceso es por el canal Nogueira. Está monumentado por un disco de bronce empotrada en roca, con la inscripción ISME 2005.</p> | |
| ESTE | : 469714.962 m. | | |
| COTA | : 8.299 m al NMM. (medido con GPS) | | |
| M. CENTRAL | : 75° | | |
| DÁTUM | : WGS-84 | | |
| LATITUD | : 49° 25' 31",37964 S | | |
| LONGITUD | : 75° 25' 03",44557 W | | |

ANEXO “B”

LISTADO DE COORDENADAS REFERIDAS AL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS-84

| ID. GPS | NOMBRE | COORDENADAS UTM M.C. 75° | | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | ALTURA |
|---------|---------|-----------------------------|------------|-------------------------|------------------|-----------|
| | | NORTE | ESTE | LATITUD (S) | LONGITUD (W) | |
| PALM | PALMERA | 5937282.777 | 669166.532 | 36° 41'42.25377" | 73° 06'22.95312" | 5.789 NMM |
| GOLF | GOLFO | 5935850.226 | 668567.330 | 36° 42'29.10319" | 73° 06'45.95149" | 8.587 GPS |

TABLA DE OBSERVACIONES

| ID. PUNTO | ALT. INS. | ALT. INS. VERT.-INC. | TIPO ANTENA | HORA | | NOMBRE ARCHIVO | TIPO MEDICIÓN |
|-----------|-----------|----------------------|-------------|----------|----------|----------------|---------------|
| | | | | INICIO | FINAL | | |
| PALMERA | 1.458 | INCLINADA | AT-2775 | 10:27:05 | 17:33:30 | B3602C03.147 | ESTÁTICO |
| GOLFO | 1.587 | INCLINADA | AT-2775 | 10:30:05 | 15:30:00 | BGOBTE03.147 | ESTÁTICO |

Se debe indicar en la parte superior del listado de coordenadas el sistema de referencia geodésico utilizado.

Para cada punto se deberá indicar el tipo de referencia de altura, de acuerdo al punto 3.3, en la tabla se abreviara de la siguiente forma:

ALTURA N.M.M. = NMM
 Altura medida con GPS = GPS

ANEXO “C”

CONSTRUCCIÓN DE MONOLITOS

Todo punto que sea vinculado a la red geodésica nacional y sea parte del control principal en un determinado trabajo, debe ser monumentado en terreno, de tal modo que se asegure su permanencia y estabilidad.

En relación con la permanencia y estabilidad de los monumentos, se deberán construir con la solidez que las circunstancias lo permitan considerando la seguridad y las características geológicas locales.

Se aceptarán como marcas geodésicas las de tipo metálica, con dimensiones aproximadas a la Fig. 1, empotrada sobre una superficie rocosa sana o en monumentos de concreto de forma piramidal o tronco cónica. Se aceptarán también como monumentos los construidos en terrenos poco firmes, siempre y cuando sea posible introducir verticalmente un elemento metálico en forma de tubo, hasta el lecho firme del terreno, con el objeto de asegurar su estabilidad.

El disco de bronce de todo monumento, debe llevar en su parte superior una cruz o un punto que indique donde se hace la medición como también una inscripción que lo identifique y año de su creación Fig. 2.

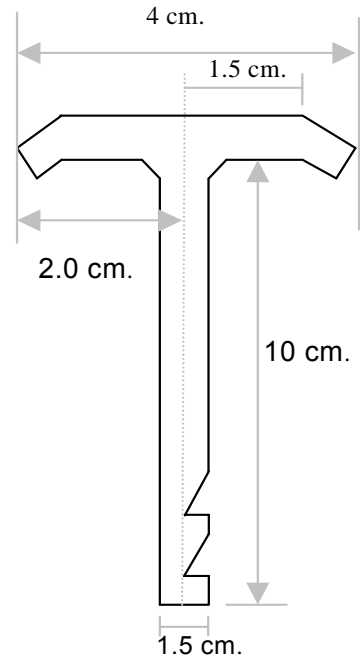


Fig. 1.

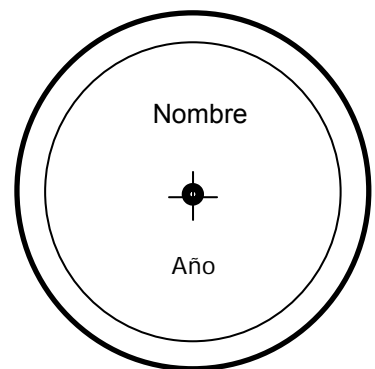


Fig. 2.

ANEXO “D”

ESTÁNDARES DE PRECISIÓN

1. De acuerdo a las técnicas diferenciales del Sistema de Posicionamiento Global en los levantamientos geodésicos, éstos se clasifican de acuerdo a un orden de exactitud relativa con un nivel de confianza del 95%.

| ORDEN | ERROR BASE (CM) | NIVEL DE CONFIABILIDAD DE 95% | |
|-------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | P (ppm) | (1 : a) |
| AA | 0,3 | 0,01 | 1 : 100.000.000 |
| A | 0,5 | 0,1 | 1 : 10.000.000 |
| B | 0,8 | 1 | 1 : 1.000.000 |
| C 1 | 1,0 | 10 | 1 : 100.000 |

LUEGO:

El orden AA es utilizado para estudios sobre la deformación regional y global de la corteza terrestre y de efectos geodinámicos entre otra aplicaciones que requieran de esa exactitud.

El orden A se aplica para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia nacional básico.

El orden B es destinado a levantamientos de densificación del sistema de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica.

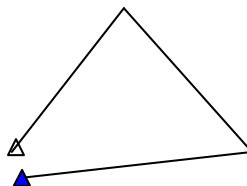
El orden C PRIMERO es destinado a levantamientos geodésicos horizontales de control primario en áreas metropolitanas, al apoyo para el desarrollo de proyectos importantes de ingeniería, con fines de investigación científica, y en general a cualquier trabajo que requiera una exactitud no menor a 1 : 100.000, debiéndose enlazar a la red geodésica nacional.

2. Considerando que se exigirá cerrar toda densificación de punto geodésico, se deberá cumplir exactitudes de cierre relativo de orden C PRIMERO:

TENIENDO: $(X_i+Y_i+Z_i)$ = Coordenadas cartesianas de inicio (fijas) \triangle
 $(X_t+Y_t+Z_t)$ = Coordenadas cartesianas de término (cierre) \blacktriangle

ENTONCES: $\Delta X = (X_i-X_t)$
 $\Delta Y = (Y_i-Y_t)$
 $\Delta Z = (Z_i-Z_t)$

PARA: $D3D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$ (m)



D3D = DISTANCIA DEL ERROR DE CIERRE 3D

ORDEN DE EXACTITUD DE CIERRE RELATIVO (RATIO)

$$1: (\Sigma L/D3D)$$

DONDE ΣL = LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO (m.)

Bajo la misma perspectiva se puede obtener como equivalente a la expresión anterior, el cierre relativo en partes por millón, utilizando la relación:

$$(\text{ppm}) \longleftrightarrow (D3D/\Sigma L) * 1.000.000$$

3. Las estaciones secundarias para el posicionamiento local que no sean usadas para extender el apoyo principal, se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

| Tipo de Estación | Error Base (cm) | Nivel de confiabilidad de 95% | |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------|
| | | ppm | 1 : a |
| Puntos Fotogramétricos | 1 | 10 | 1 : 100.000 |
| Estaciones Topográficas | 2 | 20 | 1 : 50.000 |
| Estaciones de Sondaje | 2 | 20 | 1 : 50.000 |

4. Levantamientos Topográficos

Para los levantamientos topográficos en general, empleando GPS Diferencial, se podrá recurrir a dos metodologías, las cuales son:

4.1 Stop & Go

Utilizada para posicionar un punto con el receptor móvil, en donde se realiza una parada en el respectivo punto observando unas pocas épocas. Después se efectuará el desplazamiento al siguiente punto procediéndose de la misma forma anterior. La metodología se mantendrá hasta completar el trabajo o hasta sufrir una pérdida de señal que obligue a inicializar otra vez.

Aplicación: Levantamientos taquimétricos en general, determinación de superficies y parcelaciones, obtención de perfiles transversales, etc.

Precisión requerida: 0,3 metros (RMS), con un PDOP inferior a 5 y con un mínimo de 4 satélites, siendo la coordenada final del punto medido, el promedio de las coordenadas obtenidas durante las épocas observadas en ese punto.

4.2 Cinemático continuo

En este caso, el receptor móvil no efectúa ninguna parada, normalmente porque no le es posible. Está indicado para el uso de estaciones en movimiento, en donde basta con señalar el tiempo transcurrido entre una grabación y otra (épocas de grabación) para obtener la respectiva posición de un punto.

Aplicación: Levantamientos Batimétricos, Navegación, Determinación de carreteras, canales, líneas de enlace de redes, etc.

Precisión requerida: 1,0 metro (RMS), con un PDOP inferior a 5 y con un mínimo de 4 satélites.

En ambos métodos de medición, es imprescindible mantener la verticalidad de la antena en todo momento.

La precisión de ambos métodos, estará en función del tipo de instrumental GPS utilizado, y las variables geométricas existentes al momento de la medición entre la antena del receptor y los satélites.

**Títulos de la Serie “Instrucciones Hidrográficas y Oceanográficas”
del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico
de la Armada de Chile (SHOA)**

| | |
|---|---|
| SHOA Pub. 3101 Instrucciones Hidrográficas N° 1 | “Líneas de Sondas para completar Sondaje de Cartas Náuticas”. |
| SHOA Pub. 3103 Instrucciones Hidrográficas N° 3 | “Determinación de Nombres Geográficos”. |
| SHOA Pub. 3104 Instrucciones Hidrográficas N° 4 | “Instrucciones para la Determinación de la Playa y Terreno de Playa en la Costa de Litoral y en la Ribera de Lagos y Ríos”. |
| SHOA Pub. 3105 Instrucciones Hidrográficas N° 5 | “Especificaciones Técnicas para la realización de Sondajes de Precisión”. |
| SHOA Pub. 3106 Instrucciones Hidrográficas N° 6 | “Instrucciones Generales para la Mantenición y Actualización de los Derroteros de la Costa de Chile en Terreno”. |
| SHOA Pub. 3107 Instrucciones Hidrográficas N° 7 | “Especificaciones Técnicas para Sondaje Oceánico”. |
| SHOA Pub. 3108 Instrucciones Hidrográficas N° 8 | “Instrucciones para la Confección de los Planos de Ubicación Geográfica y de la Concesión o Autorización de Acuicultura”. |
| SHOA Pub. 3109 Instrucciones Hidrográficas N° 9 | “Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS en Trabajos Geodésicos, Hidrográficos y Topográficos”. |
| SHOA Pub. 3110 Instrucciones Hidrográficas N° 10 | “Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Planos Marítimos del Borde Costero”. |
| SHOA Pub. 3201 Instrucciones Oceanográficas N° 1 | “Mediciones y Análisis Oceanográficos”. |
| SHOA Pub. 3202 Instrucciones Oceanográficas N° 2 | “Cálculo de los valores no Armónicos de la Marea”. |
| SHOA Pub. 3203 Instrucciones Oceanográficas N° 3 | “Instrucciones Generales sobre el Sistema Nacional de Alarmas de Maremotos”. |

Estas publicaciones pueden adquirirse directamente en el SHOA o en Melgarejo 59, local 5, Valparaíso, correo electrónico: ventas@geoceano.cl, fono-fax 32-257731 - 450387. Asimismo, en agencias autorizadas o en las Gobernaciones Marítimas a lo largo de todo el país.