

ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

VIGENTE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA TOPOGRAFÍA

1 TERMINOS DE REFERENCIA DE TOPOGRAFÍA

1.1 ALCANCES

El alcance de estos Términos de Referencia (TDR) apunta a normar la ejecución de los trabajos de Geomática y Topografía en la ingeniería básica de los diferentes estudios de prefactibilidad, factibilidad, anteproyecto y estudios definitivos.

1.2 GEOMATICA APLICADA

Dentro de la elaboración de los TDR, el avance tecnológico permite desarrollar una nueva y moderna área llamada Geomática, la cual hace referencia a un conjunto de ciencias en las cuales se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica. También llamada información espacial o geoespacial, la cual la dividiremos en Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica.

1.2.1 Sensores Remotos

1.2.1.1 Levantamiento aerofotogramétrico

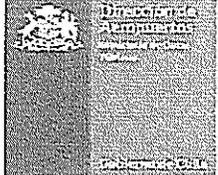
La aerofotogrametría es un método de levantamiento que consiste en la captura de fotografías aéreas a través de una cámara aerotransportada, la cual sus características ópticas deben ser conocidas a su perfección.

Esta tecnología se recomienda ser aplicada para levantamientos topográficos de escalas intermedias; 1:2.000 – 1:5.000 – 1:10.000, y para superficies mayores a 1000 ha.

1.2.1.1.1 Obtención de fotografías

Las fotografías aéreas deben ser capturadas con una escala determinada que de acuerdo con la capacidad del equipo de restitución, esta podrá ser ampliada para poder trazar la equidistancia de las curvas de nivel que se requieren para el trabajo final.

La programación de captura de las fotografías debe contar con un traslape entre ellas de al menos de un 60% longitudinal (en una misma línea de vuelos) y un 15% lateral (entre líneas de vuelo).

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.2.1.1.2 Apoyo terrestre

Al igual que la aerofotogrametría convencional, se necesitan instalar marcas de prevuelo en la zona de proyecto, para generar la orientación absoluta del modelo final de terreno generado.

La disposición de los puntos debe ser de al menos 5 puntos por polígono de vuelo, y estos deben ser medidos en terreno con GPS doble frecuencia (L1/L2).

El apoyo terrestre debe tener una tolerancia máxima en altimetría de 1/8 a 1/9 de la equidistancia de la curva nivel del plano a restituir, esta tolerancia incluye los errores en el transporte de la cota en la red básica, red auxiliar o cualquier otro inducido al dar cota a los puntos estereoscópicos.

En cuanto a planimetría el cierre de los circuitos del sistema de transporte de coordenadas no deben exceder 1/3 de la tolerancia de la restitución para cada escala.

1.2.1.1.3 Restitución

Corresponde al proceso de generación de los elementos planimétricos, que en conjunto a los pares estereoscópicos generados se podrán trazar en forma continua las curvas de nivel del plano. Tanto la altimetría como la planimetría deben estar en tolerancia a la escala a trabajar. Para los requisitos específicos de restitución para cada escala, refiérase al volumen 2 del Manual de Carreteras capítulo 2.313.305.

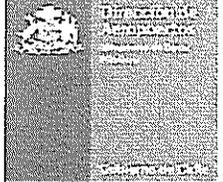
1.2.1.2 **Tolerancias**

Las tolerancias máximas dependerán de la escala a trabajar, y de las diferentes etapas del levantamiento fotogramétrico.

1.2.1.2.1 Etapas de Terreno

A. Altimetría

Durante la planificación del apoyo terrestre mediante puntos estereoscópicos, se debe considerar que la tolerancia máxima asociada debe ser de 1/8 a 1/9 de la equidistancia de la curva de nivel a restituir del plano final, esta tolerancia incluye los errores en el transporte de la cota en la red básica, red auxiliar o cualquier otro inducido al dar cota a los puntos estereoscópicos.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

B. Planimetría

El cierre de los circuitos del sistema de transporte de coordenadas no debe exceder 1/3 de la tolerancia de la restitución para cada escala.

1.2.1.2.2 Etapa de Gabinete

C. Altimetría

Durante el proceso de orientación altimétrica de los modelos, no se debe presentar discrepancias entre la cota del terreno y la lectura del equipo de restitución, mayores a 1/6 de la equidistancia entre curvas de nivel.

D. Planimetría

Los puntos estereoscópicos llevados al plano de la restitución, no deben diferir del equipo de restitución en las de 1/3 mm a la escala del plano.

1.2.1.2.3 Verificación en terreno

E. Altimetría

El 90% de los puntos de la restitución que se comprueben en cota, no deben diferir en más de 50% de la equidistancia de la curva de nivel.

F. Planimetría

Cualquier punto del plano restituido, no debe diferir con las coordenadas obtenidas en terreno en más de 0,5 mm medidos sobre el plano según su escala.

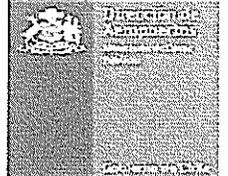
1.2.1.3 Tolerancias por escala

Resumen tolerancias para cada escala.

Tabla N° 1.2-1

Escala del plano	Intervalo de curvas	Tolerancia Apoyo Terrestre, en metros		Verificación en Terreno, no más del 10% puede presentar un error mayor que : (m)	
		Altimetría	Planimetría	Altimetría	Planimetría
1:500	50 cm	0,06	0,085	0,12	0,12
1:1.000	1 m	0,11	0,17	0,25	0,25
1:2.000	2 m	0,22 – 0,25	0,34	0,5	0,5

Fuente: Elaboración Propia

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.2.2 Levantamiento Lidar Aerotransportado

El sistema LIDAR es un sistema de levantamiento topográfico en base a rayos laser, cuyo rebote sobre el terreno permite calcular las coordenadas del punto de incidencia de la señal al estar referido a un sistema GPS instalado en la aeronave, con esto obtendremos una masa de puntos con coordenadas x, y, z con una densidad por metro cuadrado según lo programado por el operador.

Las ventajas comparativas con esta tecnología son; posee una alta precisión; en zonas boscosas se comporta de mejor manera (mayor porcentaje de puntos en terreno) debido a la gran cantidad de puntos emitidos; no influye la luminosidad para los puntos laser.

La aeronave puede ser un avión o helicóptero, dependiendo de las características de lugar donde se vaya a realizar el levantamiento, altura, vientos, humedad, cobertura de nubes, cobertura vegetal, etc.

Esta tecnología se recomienda utilizar para levantamientos escala 1:500, 1:1.000 y 1:2.000, para superficies mayores a 1000ha, principalmente por la relación precio por hectárea y deberá utilizar metodología complementaria con una cámara digital para generación de ortofoto y posterior planimetría.

1.2.2.1 **Equipamiento**

El sistema de levantamiento LIDAR incluye equipamiento en la aeronave y equipamiento terrestre, el cual debe funcionar en forma simultánea y coordinada.

1.2.2.1.1 Equipamiento Aerotransportado

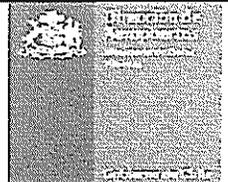
El equipamiento mínimo que debe tener integrado la aeronave que vaya a ejecutar el levantamiento LIDAR es:

Sistema lidar, el cual genere más de 70.000 pulsos por segundo.

Cámara digital, que tenga al menos 40 mega pixel para poder realizar metodología complementaria con ortofotos.

Sistema Inercial, sistema que registra los movimientos inerciales del equipo, con esto podremos compensar y calcular la ubicación exacta de cada pulso laser.

Sistema GPS airborne, un equipo GPS instalado en la aeronave el cual le da la georeferenciación a cada pulso del láser.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.2.2.1.2 Equipamiento Terrestre

El equipamiento terrestre consiste en equipos GPS geodésicos (L1/L2) doble frecuencia, el cual se instalara sobre un punto conocido en coordenadas y cota. Este equipo debe estar en funcionamiento una hora antes y hasta una hora posterior terminado el levantamiento LIDAR, por lo cual los equipos deben tener una gran capacidad de almacenamiento de datos y energía.

Con una base de apoyo terrestre, la cual puede estar ubicada hasta 60 km (30 km radiales) es suficiente, pero se recomienda utilizar una segunda base por seguridad, y así no perder los datos del vuelo realizado.

1.2.2.2 Densidad de puntos

La densidad de puntos necesarias para la generación de un plano, estará condicionada a la cantidad de vegetación y a la escala del plano deseado, lo cual podemos clasificar de la siguiente manera:

Tabla N° 1.2-2

Tipo de suelo	escala	Densidad de puntos x m ²
Sin vegetación	1:500	2
	1:1.000	1
	1:2.000	0,5
Vegetación media	1:500	4
	1:1.000	2
	1:2.000	1
Vegetación frondosa	1:500	-
	1:1.000	8
	1:2.000	6

Fuente: Elaboración Propia

1.2.2.3 Tolerancias por escala

Resumen tolerancias para cada escala.

Tabla N° 1.2-3

Escala del plano	Intervalo de curvas	Verificación en Terreno, no más del 10% puede presentar un error mayor que : (m)	
		Altimetría	Planimetría
1:500	50 cm	0,12	0,12
1:1.000	1 m	0,25	0,25
1:2.000	2 m	0,5	0,5
1:5.000	5 m	1,25	1,25
1:10.000	10 m	2,5	2,5

Fuente: Elaboración Propia

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.2.3 Levantamiento Aerofotogramétrico Sistemas Aéreos no Tripulados

Los desarrollos tecnológicos han permitido que los vehículos aéreos no tripulados permitan ser manejados en forma autónoma mediante los pilotos automáticos que poseen una gran precisión en su navegación, controlando tanto la dirección del sistema como el funcionamiento de los sensores instalados.

Un complemento importante es que en paralelo se han desarrollado los software fotogramétrico para poder procesar las imágenes capturadas por los UAS, las cuales poseen las características de ser de formato pequeño y deben ser capturadas con mucho traslape, estos deben ser superiores a un 70%.

Esta tecnología posee importantes ventajas frente a otras que le permite generar un producto de calidad a menor costo, como por ejemplo los costos operacionales, la facilidad de vuelo en diferentes condiciones meteorológicas debido al vuelo a baja altura, fácil de transportar, etc.

Se recomienda el uso de esta tecnología para escalas 1:500, 1:1.000 y 1:2.000, para levantamientos de superficies menores a 1000 ha, ya que en este intervalo se acentúa la diferencia positiva en los costos operacionales.

1.2.3.1 Equipamiento

Los sistemas no tripulados pueden ser aviones o cuadricópteros, que deben poseer las siguientes características:

- a) Cámara digital mayor a 10 mega pixel, la cual este calibrada.
- b) Sistema GPS incorporado
- c) Sistema inercial
- d) Piloto automático

1.2.3.2 Apoyo Terrestre

Al igual que la aerofotogrametría convencional, se necesitan instalar marcas de prevuelo en la zona de proyecto, para generar la orientación absoluta del modelo final de terreno generado.

La disposición de los puntos debe ser de al menos 5 puntos por polígono de vuelo, y estos deben ser medidos en terreno con GPS doble frecuencia (L1/L2).

1.2.3.3 Tolerancias por escala

Resumen tolerancias para cada escala.

Tabla N° 1.2-4

Escala del plano	Intervalo de curvas	Verificación en Terreno, no más del 10% puede presentar un error mayor que : (m)	
		Altimetría	Planimetría
1:500	50 cm	0,12	0,12
1:1.000	1 m	0,25	0,25
1:2.000	2 m	0,5	0,5

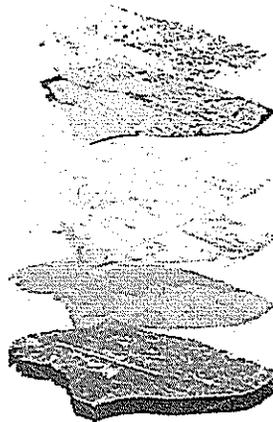
Fuente: Elaboración Propia

1.3 TECNOLOGÍA SIG

Los Sistemas de información Geográfica se han convertido en elementos fundamentales en la toma de decisiones, en todos los ámbitos del que hacer público y privado. Esencialmente todos nos vemos enfrentados a diario a tomar decisiones relacionadas con el territorio, sin embargo existen áreas de la sociedad donde esas decisiones se deben tomar considerando una gran cantidad de variables y en tiempos acotados, tratando de que las soluciones sean lo más efectivas posibles. Es en este ámbito donde los SIG prestan una ayuda importante a los usuarios.

Fundamentalmente los SIG funcionan con el método de sobreposición de capas de información, de tal forma de componer modelos que representan las distintas dimensiones de un territorio.

Figura N° 1.3-1
Sobreposición de dimensiones de información en SIG



Fuente: Elaboración Propia

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Esta forma de sobreponer información permite desplegar, analizar y almacenar gran cantidad de información, dando sustento a un gran número de potencialidades y aplicaciones. Es posible mencionar dentro de ellas las siguientes:

- a) Planificación territorial
- b) Gestión de Infraestructura y Redes de utilidad
- c) Sectores productivos, agricultura de precisión, extracciones mineras, generación de energía.
- d) Segmentación de mercados de consumo y localizaciones óptimas.
- e) Monitoreo de procesos ambientales, seguimiento de compromisos ambientales.
- f) Planificación de Sistemas de Transporte urbano e interurbano.
- g) Gestión de recursos forestales.

1.3.1 Principales Plataformas Comerciales

Se presentan en esta sección las plataformas de información geográficas más comunes en su uso y operatividad, no representado necesariamente las principales en relación con su potencial como sistema de información de datos espaciales o en sentido de ocupación en el mercado.

1.3.1.1 **Plataforma ARCGIS de ESRI**

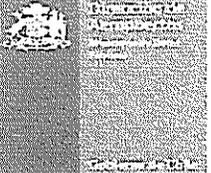
Es una completa plataforma informática dedicada de forma exclusiva al manejo de información geográfica. Presenta soluciones de software en toda la cadena de producción, manejo y entrega de información geoespacial. La plataforma está conformada por 4 productos que dependiendo de los usuarios y necesidades son escalables entre sí.

ArcGis Online: plataforma de colaboración basada en la nube para hacer y compartir datos, mapas, aplicaciones y contenido geográfico en general.

ArcGis for Desktop: Software dedicado a la visualización, administración, creación y análisis de datos geográficos. En versiones escalables Basic – Standard y Avanced, entrega múltiples herramientas para el manejo de datos y creación de cartografía de alto nivel.

Posee rutinas de importación y exportación a formatos DWG de AutoCAD Map y KML del Google Earth.

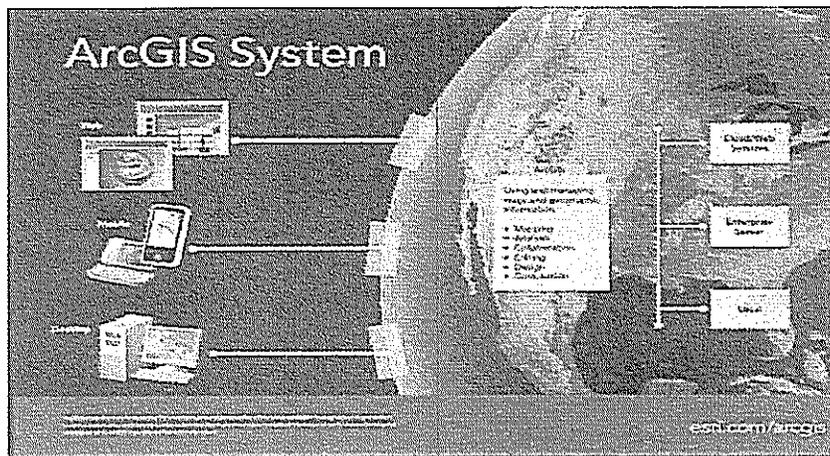
ArcGis Mobile: utilizado para implementar aplicaciones GIS móviles y productivas, para mejorar la precisión y actualización de información levantada en terreno.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

ArcGis Server: Entrega la capacidad de crear, administrar y distribuir servicios GIS a través de la Web apoyando y soportando aplicaciones de mapas Web en escritorios o dispositivos móviles.

Se utiliza para crear servicios GIS, a partir de contenido creado en ArcGis for Desktop, como por ejemplo mapas o herramientas GIS, luego se realiza la publicación del contenido utilizando ArcGis for Server con fin de ser consumido dentro de un entorno corporativo o en cualquier lugar por la Web.

Figura N° 1.3-2
Plataforma ArcGis ESRI



Fuente: ww.esri.com

La plataforma Desktop de ArcGis presenta 3 niveles de licenciamiento, Básico, Estándar y Avanzado, siendo las antiguas versiones de ArcView, ArcEditor y ArcInfo en versiones anteriores del programa. Las 3 formas de licenciar la aplicación cuentan con las mismas aplicaciones básicas, interfaz de usuario y ambientes de desarrollo, las diferencias fundamentales se centran en el concepto de escalabilidad, aumentando las prestaciones y funcionalidades, según se avanza en el tipo de licenciamiento. Lo anterior en directa relación con los costos en los cuales se requiere incurrir en cada una de las versiones.

Las principales características y diferencias de los tres tipos de versionamiento de ArcGis Desktop se presentan en la

Tabla N° 1.3-1.

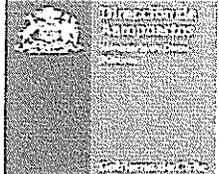
	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Tabla N° 1.3-1
Principales Características y Diferencias Versiones ArcGis Desktop

	Básica (ArcView)	Estándar (ArcEditor)	Advanced (ArcInfo)
Visualización y Visualización Interactiva			
Visualmente el modelo y analizar espacialmente un proceso o flujo de trabajo.	✓	✓	✓
Crear mapas interactivos de archivos, bases de datos y fuentes en línea.	✓	✓	✓
Crear mapas a nivel de calle que incorporan ubicaciones GPS.	✓	✓	✓
Ver los datos de CAD o imágenes satelitales.	✓	✓	✓
Generar informes y gráficos.	✓	✓	✓
Edición Interactiva / Capacidad de Edición Avanzada			
Capacidades de edición de datos SIG completos.		✓	✓
Editar una geodatabase corporativa multiusuario.		✓	✓
Utilice la edición desconectada en el campo.		✓	✓
Almacenar instantáneas históricas de sus datos.		✓	✓
Automatizar el control de calidad.		✓	✓
Crear los datos espaciales de mapas escaneados.		✓	✓
Utilice la conversión de raster a vector.		✓	✓
Analisis de Datos SIG Avanzada y Modelado / Capacidad de Edición Avanzada y Procesamiento			
Análisis de datos SIG avanzada y modelado			✓
Atlaslike, mapas con calidad de publicación			✓
Traducción de datos avanzada			✓
Manipulación característica avanzada y procesamiento			✓
La conversión de datos de CAD, raster, dBASE, y formatos de cobertura			✓

Fuente <http://www.esri.com/software/arcgis/about/gis-for-me>

1.3.1.2 AutoCAD de AutoDesk

Ampliamente utilizado desde el año 1982 en el trabajo de diseño de ingeniería AutoCAD representa un estándar en la confección de planos de detalle de obras civiles, piezas mecánicas, arquitectura, etc. Posee una extensión o módulo MAP 3D el cual, cuenta con las herramientas dedicadas al manejo de información geográfica.

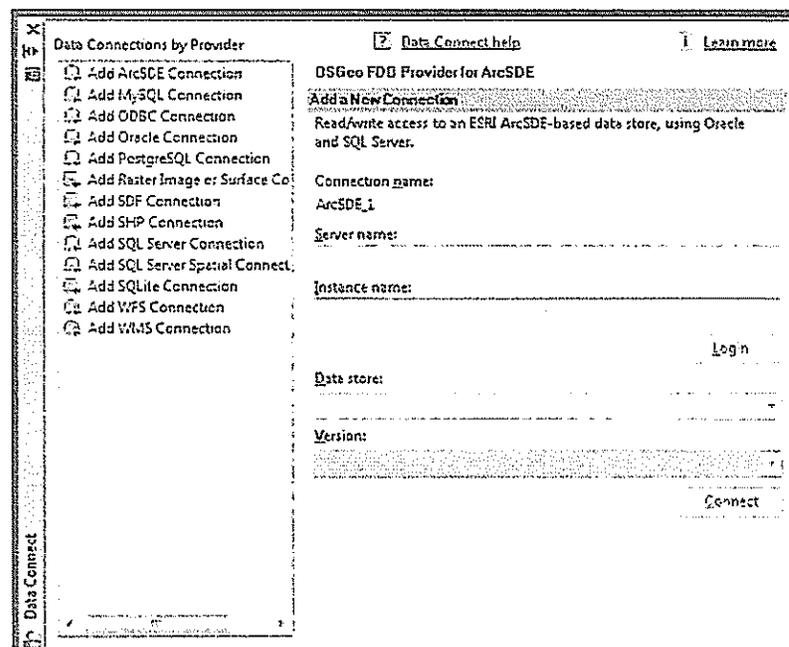
Guarda la información de archivos con extensión DWG y DFX los dos soportados por la totalidad de los sistemas de información comerciales y de libre acceso.

La plataforma ofrece además un publicador de mapas en la WEB en formato nativo DWG, integrado con la aplicación en la nube Autodesk 360, que posee el fabricante. Hasta su versión 2013 era posible exportar directamente desde la aplicación mapas georreferenciados al visualizador de datos espaciales Google Earth. Dicha

funcionalidad no se encuentra disponible en la versión 2014 soporta los principales formatos Raster, sin embargo no cuenta con un módulo específico para el análisis y procesamiento de imágenes satelitales o multiespectrales.

Posee la factibilidad de conexión con los principales motores de bases de datos espacial, en su versión 2014 es posible cargar directamente archivos Shapefile de ArcGis.

Figura N° 1.3-3
Conexiones a bases de datos espaciales AutoCAD

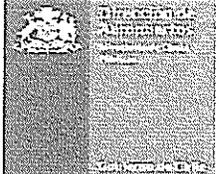


Fuente: Elaboración Propia vista de AutoCAD Map 3D 2012

La plataforma entrega una gran gama de herramientas para el manejo, edición y creación de cartografía vectorial (donde presenta ventajas importantes con otros SIG), no obstante lo anterior se requiere mucha disciplina al momento de colocar información asociada a cada uno de los vectores, en las definiciones de los objetos en los respectivos paneles de propiedades, lo anterior para contar con un real soporte SIG al momento de utilizar la información.

1.3.1.3 Google Earth de Google Inc.

Plataforma informática que maneja los conceptos de un Sistema de Información Geográfica, creado por la empresa Keyhole Inc., permite visualizar imágenes en 3D del

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

todo el planeta, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de búsqueda de Google.

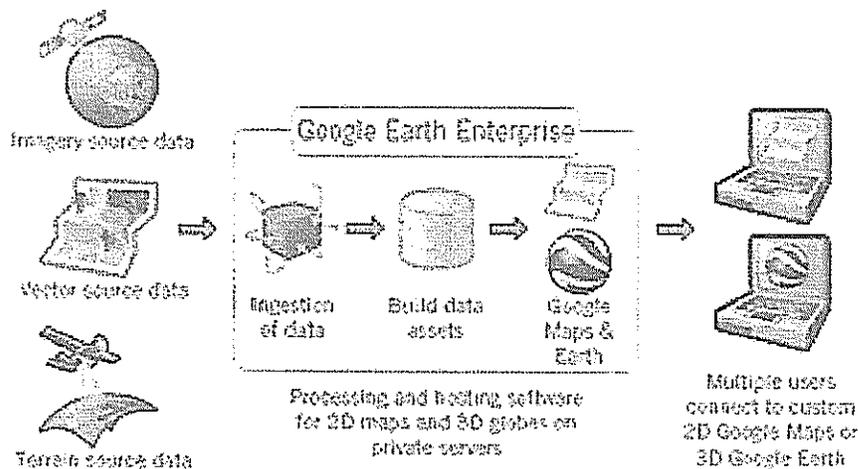
GE es un programa que se instala y se comunica con una potente base de datos residente en un servidor compartido con Google Maps mediante la tecnología Stream el programa se conecta al servidor y despliega los contenidos solicitados por el usuario. Maneja imágenes satelitales de alta resolución en arreglo de banda RGB. El formato nativo de los archivos es el KML, que posee una estructura similar a un archivo XML.

Posee 3 versiones disponibles a usuario, GE (sin costo) como visualizador de datos espaciales, GE Pro que aumenta las capacidades de subida de información y exportación de imágenes y la versión GE Enterprise.

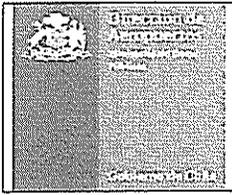
GE Enterprise se presenta como un SIG corporativo donde es posible la importación directa de múltiples formatos Vector (Shp, CSV, Kml) y la superposición de imágenes Raster (GEOTIFF, IMG, JPG) y modelos digitales de terreno (DTED, DEM, ASCII DEM, GEOTIFF), posee la capacidad de impresión en alta resolución de hasta 4.800 píxeles.

Google Earth Enterprise consta de dos paquetes de software diferentes que funcionan en conjunto para crear y montar capas privadas en Google Earth y Google Maps. Los usuarios pueden ver los mapas mediante el cliente de Google Earth Enterprise o en un navegador, en forma de mapas de Google Maps.

Figura N° 1.3-4
Plataforma Google Earth Enterprise



Fuente: <http://www.google.com/earth/>

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.3.2 Tipos de Información y Formatos

1.3.2.1 Formato Raster

Este tipo de almacenamiento de información es un arreglo matricial donde cada celda contiene un valor de información. Dentro de la categoría de datos Raster se encuentran las imágenes satelitales, fotografías aéreas, y cualquier imagen cartográfica escaneada.

1.3.2.1.1 Ventajas de almacenamiento de datos Raster

- Estructura de datos simple: matriz de celdas con valores que representan una coordenada y que, en ocasiones, se encuentra vinculada a una tabla de atributos
- Formato potente para análisis espacial y estadístico avanzado
- Capacidad de representar superficies continuas y llevar a cabo análisis de superficie
- Capacidad de almacenar representaciones de elementos puntuales, lineales, poligonales y de superficies dentro de un mismo archivo matricial (Ej: escaneos de cartas topográficas, Planos de diseño de infraestructura, etc).
- Capacidad de llevar a cabo superposiciones rápidas con datasets complejos

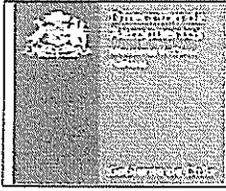
1.3.2.1.2 Principales consideraciones para la utilización de datos Raster

Dado que los Raster son un tipo de arreglo matricial de la información a mayor cantidad de celdas de la matriz o pixeles mayor es el tamaño del archivo en cantidad de bytes, por tanto para el correcto manejo de la información Raster hay que considerar que a mayor resolución o a menor tamaño del pixel mayor es la capacidad de almacenamiento en disco que se quiere en la base de datos y mayor cantidad de memoria RAM en el hardware para el despliegue en pantalla.

1.3.2.1.3 Principales Formatos Raster utilizados

Los principales formatos de imágenes utilizados en SIG son JPG, geo TIFF, y ECW, no obstante la plataforma ArcGis soporta una gama amplia de formatos Raster.

JPG: Joint Photographic Expert Group, y Jpg2 nació como método de compresión de imágenes digitales y adoptando el nombre el archivo que se genera aplicando el método. Creado originalmente para el manejo y transmisión de fotografías en la WEB,

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

en el ámbito de los SIG se le agrega al JPG un archivo generalmente de texto, el cual contiene la referencia espacial del primer pixel del extremo superior derecho de las imágenes. Hay que considerar que si bien este formato es eficiente en el manejo y transmisión de las imágenes JPEG es un método de compresión con pérdidas, en decir que al desplegar la imagen no se obtiene exactamente la misma resolución con la cual fue capturada en el sensor.

GeoTiff: El formato GEOTIFF nace a partir de la utilización del archivo TIFF como elemento estándar de intercambio de información georreferenciada entre múltiples programas y aplicaciones. Las principales características de los GeoTiff son la alta definición que se puede plasmar en el arreglo matricial, gestión de los colores y atributos de los mismos. Utiliza campos y etiquetas predefinidas y un código numérico para describir los tipos de proyecciones, sistemas de coordenadas, datums, elipsoides, etc.

ECW: Formato desarrollado por la empresa Earth Resource Mapping (hoy Leica Geosystems), al igual que jpg es un archivo comprimido muy eficiente que mantiene la calidad gráfica de la imagen

Este formato ECW es ampliamente utilizado en geomática específicamente en programas de procesamiento de imágenes digitales dado que, además de sus ventajas de compresión y rapidez de carga, preserva la georeferenciación de la imagen mediante un archivo de cabecera con extensión .ers. Su relación compresión/calidad de imagen la hacen superior a los archivos jpg. No presenta diferencias sustanciales en la resolución espacial respecto de una imagen GEOTIFF.

1.3.2.2 Formatos Vector

Los archivos vectoriales son todos aquellos que utilizan una representación vectorial (Línea o punto) para componer una imagen, a diferencia de los archivos Raster que contienen una trama o malla que dependen del valor de un pixel. Las imágenes construidas por vectores no pierden su resolución al ser ampliadas en pantalla.

Al contrario de un formato Raster, el formato vectorial define objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos) mediante la codificación explícita de sus coordenadas. Los puntos se codifican en formato vectorial por un par de coordenadas en el espacio, las líneas como una sucesión de puntos conectados y los polígonos como líneas cerradas (formato orientado a objetos) o como un conjunto de líneas que constituyen las diferentes fronteras del polígono (formato Arco/nodo).

Este formato resulta especialmente adecuado para la representación de entidades reales ubicadas en el espacio (carreteras, ríos, usos de suelo, etc.).

1.3.2.2.1 Principales Formatos Vector utilizados en SIG

Los principales formatos de vector utilizados en sistema geográficos son Shape File de Esri, DWG de AutoCAD DGN de MicroStation.

1.3.2.2.2 Interoperabilidad

La plataforma ESRI cuenta con la extensión de Interoperability Data (integración del Software Safe) la cual agrega soporte para más de 70 formatos los cuales se pueden utilizar directamente dentro del entorno ArcGis. Permite inter-operar con las principales fuentes de datos de software comerciales y opensource.

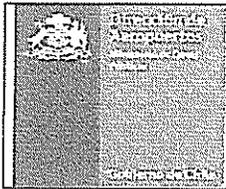
1.3.2.3 Geodatabase de ESRI.

La Geodatabase es la fuente de datos nativa para la plataforma ArcGis, es una colección de Dataset geográficos los cuales se almacenan con una lógica relacional aprovechando todas las potencialidades de las bases de datos relacionales tradicionales, pero agregando la componente espacial como elemento distintivo de una base geobase.

ArcGis define tres tipos de Geodatabase, Geodatabase de Archivos, Geodatabase Personales y Geodatabase ArcSDE. La Tabla N° 1.3-2 , muestra las principales características de cada una de las Geodatabase.

Tabla N° 1.3-2
Características de las Geodatabase de ArcGis

Características principales	Geodatabase de ArcSDE	Geodatabase de archivos	Geodatabase personal
Descripción	Conjunto de varios tipos de datasets SIG alojados como tablas en una base de datos relacional. (Este es el formato de datos nativos almacenados y administrados en una base de datos relacional recomendado para ArcGis).	Conjunto de varios tipos de datasets SIG alojados en una carpeta de sistema de archivos. (Este es el formato de datos nativos almacenados y administrados en una carpeta de sistema de archivos recomendado para ArcGis).	Formato de datos original para Geodatabase de ArcGis almacenadas y administradas en archivos de datos de Microsoft Access. (Limitado en tamaño y vinculado al sistema operativo de Windows).
Cantidad de usuarios	Multiusuario: varios lectores y varios escritores	Usuario único y pequeños grupos de trabajo; varios lectores o un escritor por dataset de entidades, clase de entidad independiente o tabla. El uso concurrente de cualquier archivo específico finalmente se degrada para gran cantidad de lectores.	Usuario único y pequeños grupos de trabajo con datasets más pequeños; algunos lectores y un escritor. El uso concurrente finalmente se degrada para gran cantidad de lectores.
Formato de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Oracle • Microsoft SQL Server • IBM DB2 	Cada dataset es un archivo individual en el disco. Una Geodatabase de archivos es una carpeta de archivos que aloja a los archivos de los datasets.	Todo el contenido de cada Geodatabase personal se aloja en un único archivo de Microsoft Access (.mdb).



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

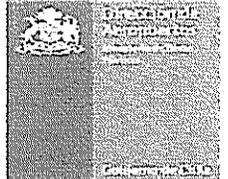
Características principales	Geodatabase de ArcSDE	Geodatabase de archivos	Geodatabase personal
	<ul style="list-style-type: none"> • IBM Informix • PostgreSQL 		
Límites de tamaño	Hasta los límites del DBMS	Un TB para cada dataset. Cada geodatabase de archivos puede contener muchos datasets. El límite de 1 TB se puede aumentar a 256 TB para los datasets de imagen extremadamente grandes. Cada clase de entidad puede escalar hasta cientos de millones de entidades vectoriales por dataset.	Dos GB por base de datos Access. Comúnmente, el límite efectivo antes de que el rendimiento se degrade es entre 250 y 500 MB por archivo de base de datos Access.
Compatibilidad de versionado	Totalmente compatible en todos los DBMS; incluye replicación de bases de datos cruzadas, actualizaciones con check-out y check-in, y archivado histórico.	Sólo se admite como una geodatabase para clientes que publican actualizaciones con checkout y check-in y como un cliente al que se le pueden enviar actualizaciones con la replicación unidireccional.	Sólo se admite como una geodatabase para clientes que publican actualizaciones con checkout y check-in y como un cliente al que se le pueden enviar actualizaciones con la replicación unidireccional.
Plataformas	Conexiones de Windows, UNIX, Linux y directas a DBMS que pueden ejecutarse potencialmente en cualquier plataforma en la red local del usuario.	Multiplataforma.	Sólo Windows.
Seguridad y permisos	Proporcionados por DBMS	Seguridad del sistema operativo de archivos.	Seguridad del sistema de archivos de Windows.
Herramientas de administración de la base de datos	Funciones de DBMS completas para copias de seguridad, recuperación, replicación, compatibilidad SQL, seguridad, etc.	Administración del sistema de archivos.	Administración del sistema de archivos de Windows.
Notas	Requiere el uso de la tecnología de ArcSDE; ArcSDE para SQL Server Express incluido con <ul style="list-style-type: none"> • ArcEditor y ArcInfo • ArcGIS Engine • ArcGIS Server Workgroup ArcSDE para todos los DBMS, incluido con ArcGIS Server Enterprise	Puede almacenar datos opcionalmente en un formato comprimido de sólo lectura para reducir los requisitos de almacenamiento.	Frecuentemente utilizado como administrador de tabla de atributos (a través de Microsoft Access). Los usuarios prefieren el manejo de cadenas de caracteres para los atributos de texto.

Fuente: <http://help.arcgis.com>

1.3.2.4 Modelos Digitales de Elevación MDE y Modelo Digitales de Terreno MDT

Una de las formas básicas de representación de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Elevación, de forma genérica un MDE puede estar representados por una imagen con valor de píxel de altura, triángulos irregulares o isolíneas como curvas de nivel.

A partir de un modelo de elevación es factible de construir modelos Digitales de Terreno (sólo considera el terreno sin elementos de superficie) y Modelos Digitales de Superficies (considera todos los elementos que se emplazan sobre el terreno).

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Algunos de los MDT de alcance global se presentan en la Tabla N° 1.3-3. Estos modelos tienen la particularidad de ser construidos sobre la toma de datos de sensores remotos satelitales.

**Tabla N° 1.3-3
Características MDT de acceso Público**

Nombre	Resolución	Cobertura geográfica	Editor	Postprocesamiento
DEM ASTER	30 m	La Tierra entera (bajo demanda)	NASA	No
GTOPO30	30" de arco (~ 1 km)	La Tierra entera	USGS/NASA	Si
Shuttle Radar Topography Mission SRTM-3	90 m	80% de las tierras emergidas	NASA/NIMA	No
MOLA MEGDR	463 m	Marte (excepto zonas polares) NASA	Si	
Reference3D	30m	54 millones de km², 80 millones en 2014	IGN, Spot Image	Si

Fuente: Elaboración a partir de datos Wikipedia y USGS

1.3.2.5 Información LIDAR y Nubes de Puntos

LIDAR (light detection and ranging) es una técnica de teledetección óptica que utiliza un haz de luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas de x, y y z en cada punto de rebote del Láser.

Existen dos tipos de LIDAR los Aerotransportados y los terrestres. En el caso de los aerotransportados, el sistema se instala en un helicóptero o en un avión. La luz de láser infrarrojo se emite hacia el suelo y es devuelta al sensor LIDAR aerotransportado en movimiento. Hay dos tipos de sensores aerotransportados: topográficos y batimétricos.

Existen dos tipos principales de LIDAR terrestre: móvil y estático. En el caso de la adquisición móvil, el sistema LIDAR se monta en un vehículo en movimiento. En el caso de la adquisición estática, el sistema LIDAR normalmente se monta en un trípode o dispositivo estacionario.

La plataforma ArcGis de Esri soporta datos LIDAR en el formato LAS (o ASCII), los cuales son administrados de tres formatos diferentes dentro de una Geodatabase, dependiendo de los requerimientos específicos: Dataset LAS, Dataset de Terreno y Dataset de Mosaicos. ArcGis cuenta con una extensión con la cual es posible el manejo de la información LIDAR. No obstante lo anterior es posible leer los puntos LIDAR cargándolos como archivos de texto y luego desplegándolo en base a las coordenadas X, Y, Z.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.3.3 Normas para la Generación de Cartografía en Sig.

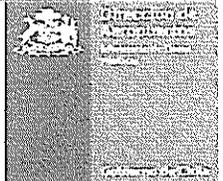
1.3.3.1 Normas para GDB en planes maestros de la F.A.A.

La Federal Aviation Administration de Estados Unidos FAA en su documento 150_5300_18b GENERAL GUIDANCE AND SPECIFICATIONS FOR SUBMISSION OF AERONAUTICAL SURVEYS TO NGS: FIELD DATA COLLECTION AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) STANDARDS, entrega lineamientos generales de los aspectos a tener en cuenta en el levantamiento de información y posterior ingreso a su SIG. Menciona dentro de las ventajas del cumplimiento de las normas y estándares lo siguiente:

- Contar con un Procedimiento de distribución de datos uniforme que cumpla con los requisitos de la FAA
- Eliminar los métodos de distribución digital para el personal del aeropuerto para usar consistentemente
- Flexibilidad para satisfacer las cambiantes expectativas y los requisitos técnicos de los usuarios finales
- Creación de documentación y calidad de datos de información sobre los conjuntos de datos
- Automatizar los métodos de distribución, en la mayor medida posible, por lo que los datos pueden ser entregados en la demanda
- Los datos disponibles "en bruto" se puede implementar rápidamente en otros proyectos y utilizados adecuadamente (es decir, la documentación)

1.3.3.1.1 Respecto de Contratista

El contratista deberá proporcionar toda la mano de obra, equipos, suministros, materiales y transporte para producir y entregar datos y productos cartográficos. El contratista será responsable de asegurar que todos los empleados (incluidos los subcontratistas) cumplen con los requisitos de seguridad del aeropuerto y sigan cualquier otro requisito de la autoridad aeroportuaria.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

1.3.3.1.2 Datos originales

Los registros originales de observación, archivos electrónicos y otros registros preparados u obtenidos bajo los términos del contrato, son instrumentos de servicio y son propiedad de la F.A.A. a menos que se acuerde de otra forma por ambas partes. Enviar los datos requeridos por la FAA en estas especificaciones al aeropuerto FAA Agrimensura-Programa del Sistema de Información Geográfica (SIG) en <https://airports-gis.faa.gov>.

1.3.3.1.3 Control Horizontal

El contratista que realizará el control horizontal debe hacer referencia al Datum de Norteamérica de 1983 y el año del último ajuste [abreviada NAD83 (AAAA)]. NOTA: El año de ajuste se encuentra en la hoja de datos NGS junto a la latitud y longitud. Para el caso Chileno el Datum debe hacer referencia a Geocéntrico SIGAS (Elipsoide GRS-80 Época de Ajuste 2002).

1.3.3.1.4 Modelo Geoidal

El contratista utiliza el modelo de NGS más reciente, que se encuentra actualmente en el territorio continental de EE.UU. y GEOID03 GEOID06 en Alaska.

1.3.3.1.5 Formatos de Los Datos

El contratista debe presentar los datos recopilados a la Autoridad del Aeropuerto en la página web de GIS Aeropuertos FAA (<https://airports-gis.faa.gov/>). Debe incluir un inventario de todos los datos digitales geoespaciales en el Informe Final del Proyecto e identificar los formatos de archivos físicos. Con el fin de facilitar la comunicación y el intercambio de información, utilizar los siguientes formatos estándar para la presentación de datos.

1.3.3.1.6 Imágenes

Utilizar el formato JPEG (Joint Photographic Experts Group) para imágenes digitales tomadas con una cámara digital de mano. Esto incluye las imágenes necesarias de los puntos de control de fotos.

Los contratistas deben utilizar una nomenclatura convencional de archivos para los nombres de las fotografías. El nombre del archivo se compone de la ubicación del aeropuerto identificador asignado por la FAA, Código de pista, el número de la foto, y la fecha, seguido de la extensión del tipo de archivo, como en el ejemplo siguiente.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Separe cada sección del nombre de archivo con un guion bajo, excepto preceder el número de fotos con un guión.

Ejemplo: LAX_CL_END_RWY_12R-3_04MAY2001.jpg

1.3.3.1.7 Archivos vectoriales

Se deben enviar los datos al Programa de Reconocimiento-GIS de la FAA en cualquiera de los siguientes formatos de archivo geoespaciales vectoriales 3D:

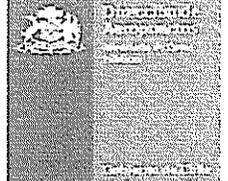
- DWG / DXF (AutoCAD Autodesk).
- SHP (ESRI).
- DGN (MicroStation Design Archivo V7/V8).

1.3.3.1.8 Formatos de atributos en archivos SHP de ESRI

Al presentar los datos en formato SHP en el programa de Topografía, SIG FAA aeropuerto, se deben tener algunas consideraciones respecto de la nomenclatura estándar especificadas por la FAA, esto es la de cambiar dicha nomenclatura para adaptarla restricciones de anchos de campos en la base de datos del SHP . Esta limitación es descrito por ESRI™ en su documentación como "El nombre de un campo debe ser no más de 10 caracteres de longitud, caracteres adicionales se truncan". En la mayoría de los casos dentro de la estructura de nombres FAA especificado esto no es un problema, solo en aquellos nombres que se duplican, el programa trunca a 10 caracteres. Una lista completa de todas las características y atributos de la FAA con los nombres truncados, según lo establecido en la FAA Aeropuertos -GIS, se proporciona en el Apéndice D para su uso en la garantía de calidad de los datos antes de su presentación.

1.3.3.1.9 Imágenes Raster

Las imágenes Raster son una forma de datos espaciales donde las celdas rectangulares se organizan en filas y columnas. Una de las formas más comunes de la trama de datos es una imagen digital en la que cada celda o pixel de la imagen tiene un valor de escala de grises en el caso de fotografías en negro y blanco o los valores de rojo / verde / azul en el caso de fotografías en color. Las imágenes tomadas desde plataformas aéreas o por satélite deben ortorectificar, lo cual significa que las celdas o píxeles de la imagen están en condiciones de representar a su verdadera posición sobre el terreno (es decir, la eliminación de las distorsiones causadas por el ángulo de la cámara, el terreno, etc.).

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Geospatial Specifications and Standards se especifica explícitamente la integración de los SIG y la información técnica levantada.

Los datos de ingeniería, por lo general en forma de dibujos de registro son la fuente de la mayoría de los datos GIS. La base de las normas de la FAA es el SIG Nacional CADD Normas y el modelo conceptual de información aeronáutica (AICM). Para que un sistema único puedan ser compatible con dos normas es una tarea de compleja, pero, con la gestión apropiada de los datos, es posible. The National CADD Normas forman parte de las especificaciones maestras utilizadas para la ingeniería de contratación en cada contrato de la FAA. El AICM define el modelado y el intercambio de funciones aeronáuticas a nivel mundial. La adopción de estas normas permite el flujo de los datos de la fuente o la fase de diseño para la carga de información a la FAA.

1.3.3.1.10 Relación de los SIG y los Layers de CAD

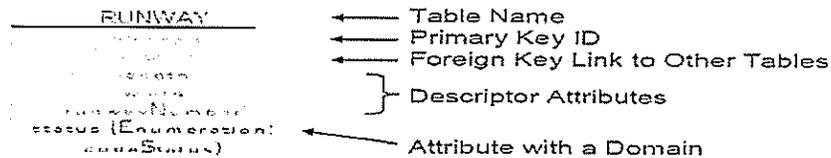
Existe en la industria la tendencia a utilizar de los archivos CAD como fuentes de información por sobre los archivos GIS. Existe una relación muchos- a-uno natural en la adecuación de CAD a capas SIG. Para gestionar los dibujos CAD y las capas asociadas con eficacia, los productores de datos deben establecer y seguir una jerarquía de gestión de dibujo. Esta jerarquía debe establecer cada dibujo en una cascada de datos desde el Aeropuerto hasta el más mínimo detalle de una característica. En el nivel más alto del sistema en cascada es el dibujo aeropuerto principal. El nombre este dibujo con el nombre completo del aeropuerto o su identificador OACI (es decir KBOS, de Boston Logan International). Se hace referencia a este dibujo maestro o plata general son dibujos que representan a cada uno de los principales grupos de características (espacio aéreo , Aeródromo, catastral , etc.).

El último nivel es las capas individuales que componen cada uno de los dibujos de características, se deben nombrar de acuerdo a las National Specifications CAD. El último nivel de la jerarquía es la denominación de las capas individuales de cada dibujo.

1.3.3.1.11 Atributos

Los atributos agregan descriptores alfanuméricos a la geometría de una capa temática. Los atributos contienen información como el nombre, el tipo o condición de una función. Por ejemplo, los atributos de una pista de aterrizaje pueden incluir la designación (por ejemplo, 15R/33L), el tipo de material (por ejemplo, hormigón) y la duración (por ejemplo, 6,500 pies). En este atributos estándar se escriben en letras lowerCamelCase. La figura 4 muestra una lista típica de atributos asociados a un tipo de entidad. Los concesionarios aeroportuarios deben trabajar con los consultores en atributar todas las capas de información que se presentarán a la FAA.

Figura N° 1.3-5
Atributos para una entidad en base de datos FAA

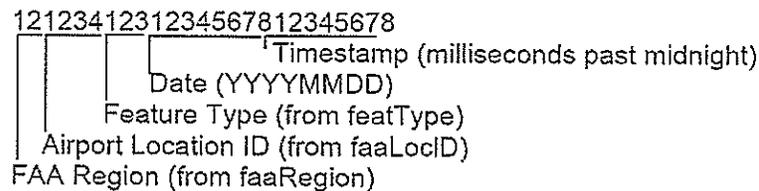


Fuente: Federal Aviation Administration de Estados Unidos FAA

1.3.3.1.12 Los identificadores de clave primaria

Las claves primarias son atributos únicos que el sistema utiliza para identificar cada registro (es decir, las instancias de entidad). Los valores de campos claves hacen único al elemento, lo que significa que no hay otro registro en el sistema GIS Aeropuertos FAA o cualquier otro sistema de intercambio de datos con el sistema GIS Aeropuertos FAA que tiene el mismo identificador. Mantener esta singularidad es fundamental para garantizar la integridad de los datos a largo plazo del sistema. Para ayudar a establecer la singularidad, un identificador numérico que contiene la región FAA, el aeropuerto de ID de la población, tipo de entidad, la fecha. La nomenclatura del campo clave debe ser:

Figura N° 1.3-6
Clave Primaria para base de datos FAA

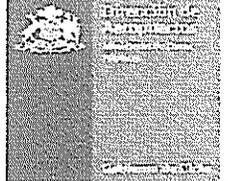


Fuente: Federal Aviation Administration de Estados Unidos FAA

1.3.3.1.13 Metadatos

Metadatos es la información sobre los datos en sí, origen, precisión, fechas en las que es válida, etc. Los valores de metadatos toman la forma de descriptores alfanuméricos de los datos y de esta manera son muy similares a los atributos.

Los metadatos se pueden aplicar a diferentes niveles de agregación de datos. Una colección puede comprender uno o más dibujos que contienen varias capas, tales como las que integran el *Plan de Disposición de Aeropuerto*; Los metadatos también pueden describir la geometría y atributos en una capa dada o tipo de característica, como es el caso con metadatos FGDC tradicional.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

La norma también considera los metadatos del tipo objeto, instancia de entidad y atributo a diferentes niveles. Los Metadatos detallados aumentan la utilidad de la información. En consecuencia, se recomienda a los proveedores de información presentar los metadatos en el nivel más detallado posible.

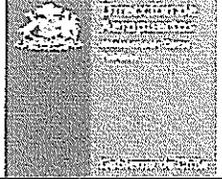
Se utiliza como estándar para la construcción de Metadatos la norma ISO 19115. De los 409 elementos definidos en la norma ISO 19115, sólo 29 son utilizados por esta norma porque muchos de los elementos definidos en la norma ISO se clasifican como opcional o condicional y no se aplican a la norma. Por otra parte, algunos de los elementos obligatorios de la norma ISO son redundantes con las especificaciones de esta norma y por lo tanto no son necesarios para el intercambio de datos.

1.3.3.1.14 Relevancia temporal

Uno de los elementos críticos de los metadatos en la industria de la aviación es el tiempo de actualización de los datos. Con los cambios en la tecnología, es posible que los datos se vuelvan obsoletos. En consecuencia, los datos espaciales tienen que llevar una indicación del período de tiempo durante el cual es válida. La ubicación de una aeronave a lo largo de una trayectoria de vuelo sólo puede ser válida por un momento, mientras que la existencia de una pista de aterrizaje podría ser válida desde el momento en que fue autorizada para su uso hasta nuevo aviso. Esta norma define la fecha de inicio y finalización y el tiempo durante el cual cada elemento es válido. Todas las funciones deben llevar una fecha de inicio (es decir, los datos son válidos hasta nuevo aviso), la fecha de fin (es decir, los datos se acaba a una hora determinada) o de ambos (es decir, los datos son válidos únicamente durante el período especificado). Las fechas y horas deben registrarse sobre la base de los requisitos definidos en el anexo de la OACI Servicios de Información 15 - aeronáutica (AIS) Aeronáutica Regulación y Control de la Información (AIRAC).

1.3.3.1.15 Precisión

Un elemento de los metadatos de especial importancia para las aplicaciones SIG en Aeropuertos, es la exactitud. "Precisión " se define en términos generales como la calidad de la cercanía al valor verdadero. La norma, por lo tanto, establece los límites de la absoluta precisión de la posición horizontal de cada tipo de entidad. Estos límites se describen como un número máximo de los pies (o equivalente métrico) entre la posición real de un elemento y la posición indicada en los datos proporcionados. La posición real se define como la verdadera ubicación de la entidad en el datum o elipsoide especificado. Además, se requiere que la diferencia entre las posiciones reales y grabadas de una función a un nivel de confianza del 95 por ciento. Esto

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

significa que, estadísticamente, el 95 por ciento o más de los elementos proporcionados estén dentro del límite de precisión requerido.

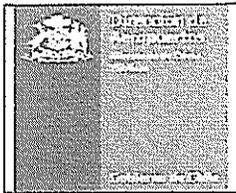
Para algunos tipos de elementos, también se proporcionan límites de precisión verticales. Estas precisiones se expresan como el número máximo de metros de altitud registrada de un elemento puede diferir de su elevación real. Dado que la superficie de la tierra tiene muchas variaciones, que se aproxima a un GEOIDE, con la elevación real medida a partir de la elevación Geoidal en esa ubicación. Las elevaciones también se proporcionan en un nivel de confianza del 95 por ciento.

El factor determinante en los requisitos de precisión se refiere a cómo se utilizan los datos. La ubicación de un aeropuerto en un mapa utilizado para la navegación de la aeronave debe ser mucho más precisa que su ubicación en un mapa nacional de aeropuertos destinados a fines informativos. La norma proporciona directrices de precisión de los mapas utilizados en muchos aeropuertos y funciones aeronáuticas. Las guías de precisión proporcionadas en esta norma se derivan de varias fuentes y compilados. Para más información sobre las definiciones y métodos para evaluar la exactitud de los datos existentes precisión se puede encontrar en las normas de exactitud de posicionamiento geoespacial del FGDC, Parte 3: Norma Nacional de Datos Espaciales Precisión (FGDC -STD - 007,3-1998).

1.3.3.1.16 Sistemas de Coordenadas

Considerando que existe una variedad de sistemas de coordenadas, datums, y unidades de medida, es importante que estos elementos se definan apropiadamente. Se deben enviar los datos espaciales, ya sea en un sistema de coordenadas de la base de latitud / longitud (sin proyección) o una grilla proyectada como plano Local o UTM.

- a) Proporcionar datos de latitud / longitud en grados decimales con los valores de latitud positivos en el hemisferio norte y valores de longitud negativos en el hemisferio sur.
- b) Se deben utilizar los siguientes sistemas de referencia para el cumplimiento de la norma:
 - Todos los datos horizontales deberán presentar referencia al Datum Geocéntrico SIRGAS (Elipsoide GRS-80 Época de Ajuste 2002) o WGS-84, según corresponda.
 - Todos los datos verticales deben hacer referencia al nivel medio del mar, para lo cual se debe ligar a un punto de nivelación PN de la Red Altimétrica del IGM. Si no es factible de ligar se debe utilizar la corrección con el modelo.



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

1.3.3.2 Guía Básica para la Confección de Cartografía en el MOP

El Ministerio de Obras Públicas en su documento Guía Básica para la Confección de Cartografía Temática en el MOP versión 2.0 de Diciembre 2011, da cuenta de los lineamientos generales para la confección de cartografía temática, entregando una visión institucional para la generación de mapas digitales e impresos, homologando simbologías, y estandarizando campos relevantes para el quehacer del Ministerio.

Se presenta el documento como de carácter obligatorio al interior del MOP, para la generación de cartografía temática de competencia del Ministerio manifestado fundamentalmente en cartas y mapas de la totalidad del territorio.

No aplica el carácter de obligatorio en los casos en que existiesen estándares establecidos, dentro de esta definición están los planos de ingeniería y diseño normados por los instructivos del Manual de Carreteras y las Normas Generales para el dibujo y presentación de Planos de Obras Hidráulicas.

erías y las Normas Generales para el dibujo y presentación de Planos de Obras Hidráulicas.

1.3.3.2.1 Sistema de Referencia Geodésico y Proyección Cartográfica

La norma toma como único sistema de referencia geodésico a SIRGAS – Chile (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas – Chile) apoyado en la Red Geodésica Nacional RGN.

Los parámetros simplificados de SIRGAS adoptados son:

Tabla N° 1.3-4
Parámetros RGN SIRGAS - Chile

RED GEODÉSICA NACIONAL SIRGAS – CHILE	
Sistema de Referencia	SIRGAS
Marco de Referencia	ITRF ⁷ 2000
Tipo de Datum	Geocéntrico
Elipsoide	GRS-80
Época de Ajuste	2002.0

Fuente: IGM

1.3.3.2.2 Proyección Cartográfica

Asume como proyección cartográfica la Universal Transversal de Mercator UTM y especifica que el huso se utilizará según el área geográfica en cual se quiere construir

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

la cartografía. Particularmente en Chile se utilizan los husos 19S Centro Norte, 18S Sur, 17S y 12S Chile Insular.

Las distintas proyecciones según el huso se resumen en la Tabla N° 1.3-5.

**Tabla N° 1.3-5
Husos horarios por Región**

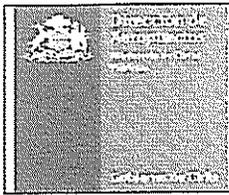
Región	Huso	Criterio Fundamento
Arica y Parinacota	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
Tarapacá	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
Antofagasta	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
Atacama	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
Coquímbo	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
Valparaíso	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
Metropolitana de Santiago Del Libertador	19S	El territorio se encuentra totalmente en el huso 19S
General Bernardo O'Higgins	19S	El territorio se concentra mayoritariamente en el huso 19S, una pequeña porción costera se encuentra en 18S
Maule	19S	El territorio se concentra mayoritariamente en el huso 19S, una sección costera se encuentra en 18S
Biobío	18S	Los asentamientos humanos e infraestructura MOP se concentra principalmente en el huso 18S
La Araucanía	18S	El territorio se concentra mayoritariamente en el huso 18S
Los Ríos	18S	El territorio se concentra mayoritariamente en el huso 18S
Los Lagos	18S	El territorio se concentra mayoritariamente en el huso 18S
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	18S	El territorio se concentra mayoritariamente en el huso 18S
Magallanes y la Antártica Chilena	19S	Los asentamientos humanos e infraestructura MOP se concentra principalmente en el huso 19S

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

1.3.3.2.3 Transformación y Proyección de la Cartografía.

La guía entrega referencias para realizar transformación de proyecciones cartográficas, dada la variación de sistemas de referencias utilizados en Chile para la elaboración de cartografía. Se entregan los parámetros de transformación entre los datums más utilizados en Chile WGS84 – Psad56- SAD69 – SIRGAS. Como herramienta para la transformación de proyecciones geodésicas se explicita la configuración de ArcGis para el método de Molodensky con una precisión de +- 5m.

En la Tabla N° 1.3-6 se entregan los parámetros de transformación de referencia geodésica para los distintos datums utilizados en Chile.



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

Tabla N° 1.3-6
Parámetros de Transformación entre Datums para Chile

Lat. Inicial 17° 30'	Lat. Inicial 26° 00'	Lat. Inicial 36° 00'	Lat.
Lat. Final 26° 00'	Lat. Final 36° 00'	Final 44° 00'	
$\Delta X = 302 \text{ m}$	$\Delta X = 328 \text{ m}$	$\Delta X = 352 \text{ m}$	
$\Delta Y = -272 \text{ m}$	$\Delta Y = -340 \text{ m}$	$\Delta Y = -403 \text{ m}$	
$\Delta Z = 360 \text{ m}$	$\Delta Z = 329 \text{ m}$	$\Delta Z = 287 \text{ m}$	
Transformación de PSAD-56 a SIRGAS			
Lat. Inicial 17° 30'	Lat. Inicial 26° 00'	Lat. Inicial 36° 00'	Lat.
Lat. Final 26° 00'	Lat. Final 36° 00'	Final 44° 00'	
$\Delta X = -302 \text{ m}$	$\Delta X = -328 \text{ m}$	$\Delta X = -352 \text{ m}$	
$\Delta Y = 272 \text{ m}$	$\Delta Y = 340 \text{ m}$	$\Delta Y = 403 \text{ m}$	
$\Delta Z = -360 \text{ m}$	$\Delta Z = -329 \text{ m}$	$\Delta Z = -287 \text{ m}$	
Lat. Inicial 17° 30'	Lat. Inicial 32° 00'	Lat. Inicial 36° 00'	Lat. Inicial 44° 00'
Lat. Final 32° 00'	Lat. Final 36° 00'	Lat. Final 44° 00'	Lat. Final 56° 00'
$\Delta X = 59 \text{ m}$	$\Delta X = 64 \text{ m}$	$\Delta X = 72 \text{ m}$	$\Delta X = 79 \text{ m}$
$\Delta Y = 11 \text{ m}$	$\Delta Y = 0 \text{ m}$	$\Delta Y = -10 \text{ m}$	$\Delta Y = -13 \text{ m}$
$\Delta Z = 52 \text{ m}$	$\Delta Z = 32 \text{ m}$	$\Delta Z = 32 \text{ m}$	$\Delta Z = 14 \text{ m}$
Transformación de SAD-69 a SIRGAS			
Lat. Inicial 17° 30'	Lat. Inicial 32° 00'	Lat. Inicial 36° 00'	Lat. Inicial 44° 00'
Lat. Final 32° 00'	Lat. Final 36° 00'	Lat. Final 44° 00'	Lat. Final 56° 00'
$\Delta X = -59 \text{ m}$	$\Delta X = -64 \text{ m}$	$\Delta X = -72 \text{ m}$	$\Delta X = -79 \text{ m}$
$\Delta Y = -11 \text{ m}$	$\Delta Y = 0 \text{ m}$	$\Delta Y = 10 \text{ m}$	$\Delta Y = 13 \text{ m}$
$\Delta Z = -52 \text{ m}$	$\Delta Z = -32 \text{ m}$	$\Delta Z = -32 \text{ m}$	$\Delta Z = -14 \text{ m}$

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

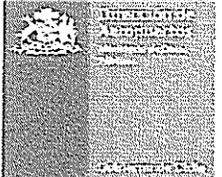
1.3.4 Plataformas Open Source

1.3.4.1 Aplicaciones

Este punto tiene por objetivo entregar un visión general de las aplicaciones de libre acceso orientadas a la creación y edición de información geográfica, así como también su almacenamiento y puesta a disposición de usuarios.

Al igual que en plataformas comerciales la corriente de software libre dispone de productos para cada una de las etapas del ciclo de vida de información geoespacial, en el contexto de los SIG. Esto es, desde que se crean y editan los datos provenientes de múltiples fuentes de información (herramientas Desktop), su disposición en bases de datos con capacidades de almacenamientos de geometrías, la publicación vía web de cartografía digital y mapas temáticos, la visualización por parte de los usuarios y la capacidad de administración búsquedas y generación de metadatos.

Dentro de las aplicaciones Desktop es posible mencionar las siguientes:

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

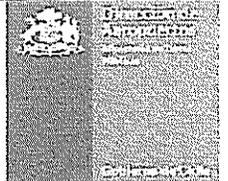
- a) GvSig Plataforma integral de interfaz amigable e intuitiva, soporta los principales formatos Raster y Vectoriales. Corre bajo los sistemas operativos Microsoft y Linux. Para instalaciones en 64 Bits, debe ser lanzando con una máquina virtual java de 32 bits.
- b) Quantum GIS: soporta formatos Raster y Vector, su principal característica es que cuenta con potentes sets de herramientas para el procesamiento digital de imagines. Exporta a formato ShapeFile de Esri.
- c) OpenJUMP GIS: desarrollado en Java tiene buen despliegue de información vectorial, no así Raster. Se diferencia por contar con herramientas potentes en la edición de vectores y atribución de los mismos en base de datos. Soporta todos los formatos vectoriales más utilizados.
- d) Grass GIS: Corre con todos los sistemas operativos en Desktop, potente en la gestión y análisis de datos y en el procesamiento de imágenes, su ámbito principal de acción es académico.

En el caso de las Bases de Datos

- a) **PostGIS:** Entrega soporte espacial a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL. Se utiliza de la misma forma que Oracle Spatial hace con la base de datos Oracle. PostGIS es estable, rápido, compatible con estándares, cuenta con funciones espaciales y actualmente es la base de datos espacial de código abierto más ampliamente utilizada.
- b) **MySQL Spatial:** Implementación espacial de la base de datos MySQL, donde se le incorporo el manejo de elemento geográfico, permitiendo su análisis, manejo y almacenamiento
- c) **Spatialite:** Potente motor de bases de datos SQLite a la que se han agregado funciones espaciales. SQLite es simple, robusto, fácil de usar y liviano. Cada base de datos es un archivo, que puede ser copiado, comprimido, enviado a través de una red o la web sin problemas en la transferencia.

Servidores de Mapas:

- a) **MapServer:** MapServer es un motor de renderización de datos geográficos escrito en C. MapServer permite crear "mapas de imágenes geográficas", es decir, mapas de contenidos para los usuarios.
- b) **GeoServer:** Permite servir mapas y datos de diferentes formatos para aplicaciones Web, ya sean clientes Web ligeros (navegadores), o programas GIS desktop. GeoServer es la implementación de referencia de los estándares

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

OGC: WFS y WCS, y está certificado como implementación de alto rendimiento del estándar WMS.

- c) **MapGuide:** MapGuide Open Source es una plataforma basada en la web que permite a los usuarios desarrollar y desplegar aplicaciones de mapas y servicios web geoespaciales. Contiene un visor interactivo que incluye el apoyo a las funciones de selección, vista de tablas, ayuda, etc.
- d) **Deegree:** Es una solución de Sistemas de Información Geográfica e Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE's) basada tanto en Web, como desktop. Está compuesto de un conjunto de Interfaces de Aplicación (API's) Java y un potente mapeo objeto-relacional para esquemas espaciales simples y complejos

Catálogo de Geo-información:

GeoNetwork: explorador de información geográfica en línea con la cual es posible ver la información en formato de catálogo, construir y editar metadatos y desarrollar búsquedas avanzadas, carga y descarga de información Geoespacial. Herramienta muy útil similar a ArcCatalog de ArcGis.

Se puede encontrar información, acceso a los programas, motores de bases de datos y herramientas espaciales, documentación específica y definiciones de estándares en la página del Open Geospatial Consortium (OGC) <http://live.osgeo.org/es/index.html>

1.3.4.2 Datos y Tipos de Archivos de Acceso Libre

De la misma manera en que existe acceso a aplicaciones SIG de código abierto, existe también la posibilidad de contar con datos geográficos de libre de acceso. La principal fuente de información geoespacial es sin lugar a dudas el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS United States Geological Survey), el cual se encarga de publicar una serie de información levantada y recopilada por diferentes servicios públicos de los Estados Unidos entre ellos la NASA (National Aeronautics and Space Administration) con distintas misiones de captura de información satelital.

Mediante una aplicación web es posible verificar la disponibilidad de información de diferentes sensores remotos, seleccionar el área geográfica específica y bajar la información. Se accede a la información a través del sitio <http://glovis.usgs.gov/>

En lo fundamental, para el caso de Sudamérica, se encuentra disponible para bajar información de los sensores que se detallan en la

Tabla N° 1.3-7:

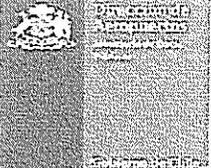
	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Tabla N° 1.3-7
Información disponible para su descarga en sistema de la USGS

	Sensor	Descripción de Los Datos
Aerial	<u>NAPP</u>	National Aerial Photography Program (1987 - present)
	<u>NHAP</u>	National High Altitude Photography (1980 - 1989)
ASTER	<u>ASTER Level-1B U.S. Day</u>	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer - Descending/Day - United States (2000 - present) Product includes Visible and Near Infrared (VNIR), Thermal Infrared (TIR), and Shortwave Infrared (SWIR) bands; VNIR is shown
	<u>ASTER Level-1B U.S. Night</u>	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer - Ascending/Night - United States (2000 - present) Product includes Shortwave Infrared (SWIR) and Thermal Infrared (TIR) bands; TIR is shown
EO-1	<u>EO-1 ALI</u>	Earth Observing One - Advanced Land Imager (2001 - present)
	<u>EO-1 Hyperion</u>	Earth Observing One - Hyperion (2001 - present)
Landsat Archive	<u>Landsat 8 OLI (2013-->)</u>	Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) (April 2013 - present)
	<u>Landsat 8 OLI Pre-WRS-2</u>	Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) (February 27 - April 10, 2013)
	<u>L7 SLC-off (2003-->)</u>	Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) Scan Line Corrector Off (SLC-off) (May 2003 - present)
	<u>L7 SLC-on (1999-2003)</u>	Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) (1999 - May 2003)
	<u>Landsat 4-5 TM</u>	Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM) (1982 - 2012)
	<u>Landsat 4-5 MSS</u>	Landsat 4-5 Multispectral Scanner (MSS) (1982 - 1992, 2012 - 2013)
	<u>Landsat 1-3 MSS</u>	Landsat 1-3 Multispectral Scanner (MSS) (1972 - 1983)
Landsat MRLC	<u>MRLC/MTBS Radiance</u>	Multi-Resolution Landsat Characterization Terrain Corrected (TC)
	<u>MRLC/MTBS Reflectance</u>	Multi-Resolution Landsat Characterization Reflectance Adjusted
Global Land Survey	<u>GLS2010</u>	Global Land Survey 2010; Landsat 7 ETM+ and Landsat 5 TM (2008 - 2011)
	<u>GLS2010 - Islands (EO-1)</u>	Global Land Survey 2010; Earth Observing 1 (EO-1) Advanced Land Imager (ALI) - Islands (2009 - 2011)
	<u>GLS2005</u>	Global Land Survey 2005; Landsat 7 ETM+ and Landsat 5 TM (2003 - 2008)
	<u>GLS2005 - Islands (EO-1)</u>	Global Land Survey 2005; Earth Observing 1 (EO-1) Advanced Land Imager (ALI) - Islands (2004 - 2008)
	<u>GLS2000</u>	Global Land Survey 2000; Landsat 7 ETM+ and Landsat 5 TM (1999 - 2003)
	<u>GLS1990</u>	Global Land Survey 1990; Landsat 4-5 TM (1984 - 1997)
	<u>GLS1975 (Landsat 4-5)</u>	Global Land Survey 1975; Landsat 4-5 MSS (1982 - 1987)
	<u>GLS1975 (Landsat 1-3)</u>	Global Land Survey 1975; Landsat 1-3 MSS (1972 - 1983)
Landsat Legacy	<u>ETM+ Pan Mosaics (1999-2003)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified Pan-Sharpened ETM+ Mosaics
	<u>TM Mosaics (1984-1997)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified Thematic Mapper (TM) Mosaics
	<u>ETM+ Pan (1999-2003)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified Pan-Sharpened ETM+ (1999 - 2003)
	<u>ETM+ (1999-2003)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified ETM+ (1999 - 2003)
	<u>TM (1987-1997)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified Thematic Mapper (TM) (1987 - 1997)
	<u>MSS 4-5 (1982-1987)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified Multispectral Scanner (MSS) 4-5 (1982 - 1987)
	<u>MSS 1-3 (1972-1983)</u>	Tri-Decadal Global Landsat Orthorectified Multispectral Scanner (MSS) 1-3 (1972 - 1983)
	<u>Systematic ETM+ 11G (1999-2003)</u>	Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus Systematically Terrain Corrected (1999-May 2008)
	<u>NALC Triplicates</u>	North American Landscape Characterization (NALC) Triplicates

Fuente: <http://glovis.usgs.gov/>

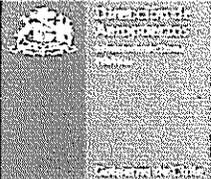
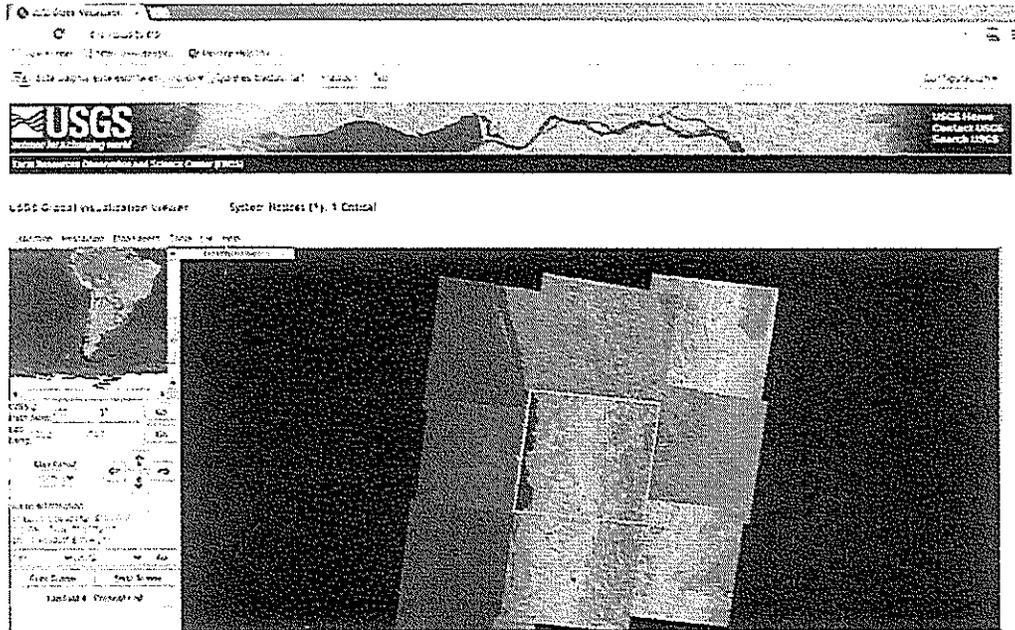
	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Figura N° 1.3-7
Aplicación Web USGS para bajar información



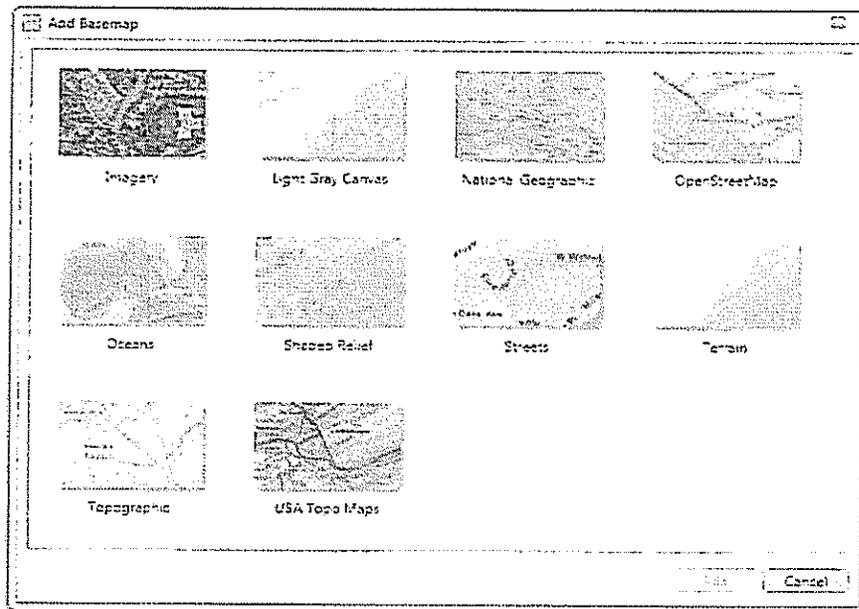
Fuente: <http://glvis.usgs.gov/>

Otra fuente de información gratis es la que dispone ESRI en sus comunidades de ArcGis.com, donde es posible acceder a una serie de datos base y capas temáticas publicadas en servicios WEB. Dichos servicios pueden ser consumidos por los diferentes aplicativos de la plataforma ESRI, ArcGis, ArcExplorer, ArcGis online, ArcReader. En lo principal ArcGis entrega mapas base con diferentes vistas:

- 1) Imágenes
- 2) Escala de Grises
- 3) Cobertura National Geographic
- 4) OpenStreetMap
- 5) Océanos
- 6) Relieve Sombrado
- 7) Calles
- 8) Terreno
- 9) Topografía
- 10) Topo Map USA

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Figura N° 1.3-8
Mapas Base en ArcGis 10.1



Fuente: Elaboración propia a partir de vista de ArcGis 10

En ámbito de la información pública diversas instituciones disponibilizan información geográfica en sus portales corporativos mediante servicios de mapas. En la mayoría de ellos la plataforma utiliza es ArcGis, con lo cual existe la posibilidad de incorporar la información en los diferentes aplicativos ESRI, como un Layer más dentro de un vista de ArcMap o incorporarlos dentro de aplicaciones montadas en ArcGis Server.

La Infraestructura de Datos Espaciales de Chile compuesta por todas las instituciones públicas generadoras y usuarios de información geoespacial entrega en su portal www.ide.cl servicios de mapas e información de base para análisis territorial.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Tabla N° 1.3-8
Información pública en IDE- Chile

IDE Minagri
Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Agricultura
IDE MMA
Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Medio Ambiente
IDE Región del Bío Bío
Sistema Estándares Mínimos de Registro del Patrimonio Arqueológico
IDE Región de Los Ríos
Instituto Geográfico Militar IGM
SIT Municipalidad de Las Condes
SITMA Municipalidad de Maipú
Sistema de Información Geológico/SERNAGEOMIN
Plan Regulador Municipalidad de Santiago
Observatorio Geodésico TIGO
Servicio de Mapas Escolares - Ministerio de Educación
Departamento de Epidemiología - MINSAL
Mapas MOP / Ministerio de Obras Públicas
Observatorio Urbano / Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Instituto Nacional de Estadísticas INE
Observatorio de Planificación Regional de desarrollo GORE Metropolitana
Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile SAF
Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada SHOA
Sistema de Información Territorial CIREN
Sistema Integrado de Información Territorial/ Biblioteca del Congreso Nacional

Fuente: www.ide.cl

1.3.4.2.1 Solución Airports Gis de ESRI

ESRI cuenta con una aplicación específica que soporta íntegramente la norma 150/5300-18B de la FAA y que se integra a su plataforma SIG ArcGis, como herramienta en entorno ArcMap y como servicios de mapas con ArcGis Server.

Incluye herramientas que permiten la gestión de la información aeronáutica y la producción de cartografía en bases de datos y cartas Aeronáuticas.

Las principales herramientas que ofrece la aplicación se enuncian a continuación:

1.3.4.2.2 Herramientas para la gestión

- a) Creación de coberturas con características geodésicas
- b) Validación de cartografía basada en reglas.
- c) Capacidad de trabajo con equipos distribuidos.
- d) Visualizadores de información
- e) Edición relacional basada en modelos
- f) Apoyo temporal (versionado de bases de datos)
- g) Seguimiento y visualización de informes

- h) Importación y exportación de AIXM 4.5 y producir gráficos utilizando AIXM 5.1 habilitados a través de la extensión Data Interoperability de ArcGIS para conectar con la solución de Aeronáutica Esri y la información aeronáutica Modelo Conceptual (AICM).

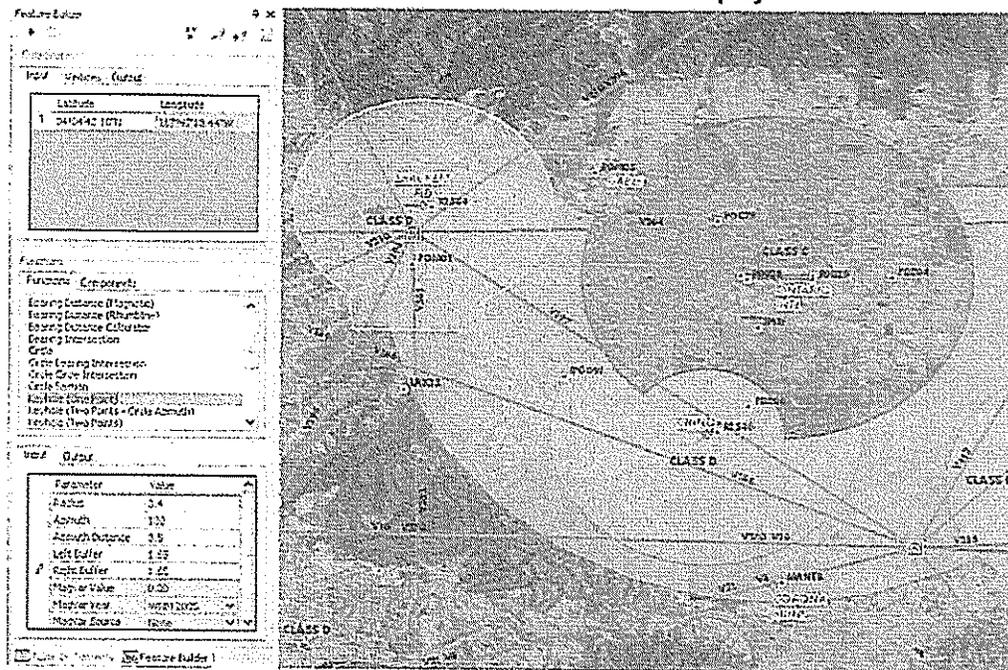
1.3.4.2.3 Herramientas de gestión de productos

- a) Control de simbologías y textos.
- b) Generación automática de Textos y utilidades de administración
- c) Gráfica basada en datos del entorno

Herramientas de Gestión de Flujo de Trabajo.

Gestión de flujo de trabajo y seguimiento de los flujos de trabajo SIG y no-SIG, procesos de control, mantenimiento y seguimiento de procesos de edición en ArcMap.

Figura N° 1.3-9
Creación de Funciones Aeronáuticas Complejas



Fuente: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/aero-solution/key-features>

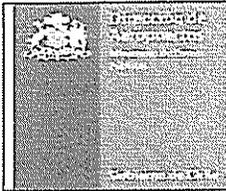
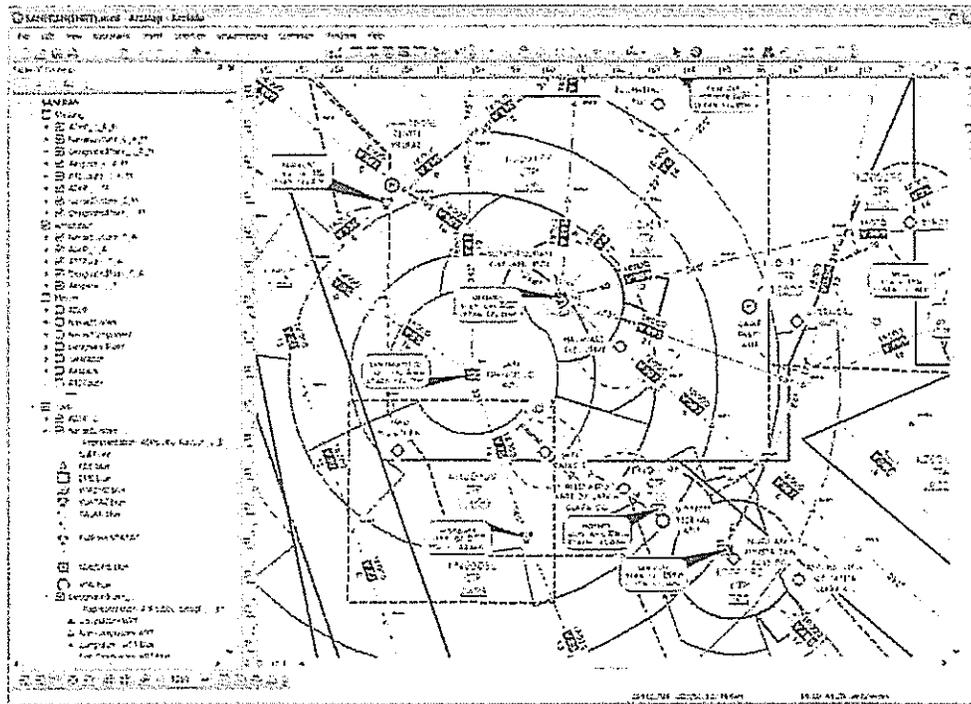


Figura N° 1.3-10
Gráficos de Rutas



Fuente: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/aero-solution/key-features>

1.3.5 Estructura General de Datos Requerida para el SIG

1.3.5.1 Modelo de Base de Datos.

Para un correcto ingreso de la información al sistema de información corporativo de la DAP, se deberá entregar un modelo de base de datos en algún formato compatible con la plataforma ArcGIS de ESRI, siendo aconsejable la utilización de la File Data Base o XML File como mecanismo abierto de intercambio entre plataformas Open Source y softwares licenciados.

En el caso de que en la construcción del sistema de información se utilicen aplicativos Open Source se deberá entregar la información de la base de datos (con sus relaciones y definiciones) en formato XML Workspace Document File.

La estructura de la base de datos deberá considerar a lo menos las siguientes definiciones:

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- Conservar la geometría para los los elementos identificados en los levantamientos, así como también los nombres que les son asignados.
- Toda la información, debe estar referida al Datum WGS 1984.
- Considerar Data Set diferenciados por pistas. Ejemplo si el Aeropuerto cuenta con 6 pistas se deben entregar 3 data Set, de tal forma de conservar la geometría lineal de los elementos.
- Datos levantados en terrenos y con proyecciones locales LTM, deben ser entregados en un data set independiente.

La información deberá ser entregada con sus respectivos metadatos, para su correcta gestión dentro del Ministerio. Como definición general el formato de los metadatos deberá ser cualquiera que esté validado por la IDE Chile y deberá contener a lo menos los siguientes campos de información:

- Autor del dato
 - Área responsable del dato
 - Nombre del responsable
 - Email Responsable
- Descripción de la información
- Límites del uso del archivo (Privado / Público)
- A Objetivo
- Metodología de Elaboración (SI tiene Validación Topológica SI / NO; de ser SI, indicar cuales)
- Fecha de levantamiento de información.
- Fuente primaria o secundaria (según corresponda)
- Escala de Trabajo
- Sistemas de referencia cartográficos y geodésicos.

1.3.5.2 Información Topográfica Levantada en Terreno

Para la correcta compatibilización de la información de coberturas levantadas en terreno y la información SIG Corporativa, se deberá entregar toda la información en el sistema de referencia cartográfico UTM referida al datum vertical WGS84. No obstante lo anterior la información levantada en terreno, deberá ser entrega en los planos locales correspondientes según lo especificado las especificaciones técnicas de topografía.

Para áreas reducidas la idea de levantar la información en locales de proyección es minimizar las diferencias de ángulos y distancias en el terreno. Según MCV2 del MOP, las distancias desde el meridiano central local (MCL) los planos locales no deberían corresponder a más de 30 minutos de longitud a casa lado del MCL lo que equivale a 53 km en el extremo norte de Chile y 31 Km en el extremo sur del País.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Se deberán entregar además los parámetros de transformación que permiten la correcta reproyección de la información levantada en planos locales a su correspondiente valor en el sistema UTM estos son:

- Meridiano Central
- Factor de Escala K
- Ancho del huso
- Falso Norte
- Falso Este

Para efectos de la incorporación de la información a la Geobase de datos, deberá ser entrega dentro de la estructura de base de datos SIG, considerando para ello disponer de un data set o folder exclusivo para la información de terreno en coordenadas UTM y datum WGS84.

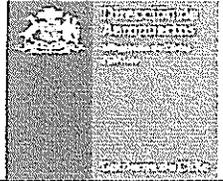
1.3.5.3 Formatos Raster

Las imágenes deberán ser entregadas ortorectificadas y ser compatibles en términos de formatos de archivo, para ser desplegadas en plataformas licenciadas ArcGis y Autodesk así como también programas Open Sourcer.

Para efectos de la entrega de información de datos Raster dentro de una File Geodatabase y en el caso en que las imágenes sean de diferentes sensores (satelitales, vuelos uav, Lidar, etc.), se deberán almacenar las imágenes en data set para cada dato concreto, lo anterior dado porque la configuración y mantenimiento de un dataser en más sencilla si todas las imágenes administradas tienen el mismo origen, número de bandas y bits.

Se mencionan a modo de ejemplo algunas clasificaciones de datos Raster:

- Ortoimágenes preprocesadas de la misma fecha
- Las imágenes adquiridas desde un sensor similares con el mismo número de bandas y profundidad de bits
 - Colecciones de imágenes de 16 bits con cuatro bandas (QuickBird, IKONOS).
 - RapidEye (4 bandas).
 - SPOT.
 - Landsat 5 o 7.
 - ASTER.
 - Pléiades

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- Imágenes de un solo proyecto topográfico aéreo
- Datos de elevación de un origen
 - SRTM
 - Lidar

1.4 ASPECTOS TOPOGRAFICOS EN ESTUDIOS DE INGENIERÍA

1.4.1 Unidades de Medida

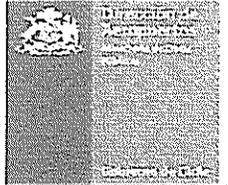
En este campo, se pretende unificar criterios y establecer el sistema de medida que regirá para todos los estudios. En la actualidad, de acuerdo a los Términos de Referencia de estudios vigentes, se establece que el sistema de unidades, el sistema de referencia, procedimientos, normas y recomendaciones serán indicadas por la DAP y aprobadas por el IF, lo que genera un amplio margen de criterios.

Se utilizará lo señalado en el Manual de Carreteras, Volumen 2, acápite 2.301.2, donde se establece que en todos los trabajos topográficos se aplicará el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las distintas magnitudes serán medidas de la siguiente forma: Las unidades de longitud serán expresadas como sigue: Milímetro (mm), Centímetro (cm), Metro (m) y Kilómetro (km). Las unidades de superficie serán expresadas en metros cuadrados (m²), hectáreas (10000 m²) y Kilómetros cuadrados (km²). La medición angular se realiza en graduación centesimal (0-400G). El valor del grado centesimal será dividido en décima, centésima, milésima y diezmilésima. Todo ángulo será medido en el sentido de los punteros del reloj (derecho), el valor cero angular se encuentra orientado hacia el Norte. Para la medición del ángulo vertical, el valor cero se encuentra orientado en el cenit. La temperatura será medida en escala Celsius (°C) y la presión en mmHg o milibares. Si fuese necesario la utilización de otra unidad, esta deberá pertenecer al sistema internacional (SI).

1.4.2 Georeferenciación

Según el Manual de Carreteras Volumen N°2, acápite 2.301.3, el Sistema de Referencia WGS-84 es un sistema geocéntrico global con origen en el centro de masa de la Tierra, cuya figura analítica es el Elipsoide Internacional GRS-80. Al determinar las coordenadas de un punto sobre la superficie de la Tierra mediante GPS, se obtienen las coordenadas cartesianas X, Y, Z y sus equivalentes geodésicas: latitud, longitud y altura elipsoidal.

La DAP adoptará el Sistema Geodésico WGS-84 como su Sistema de Coordenadas Georeferenciadas UTM, con los diferentes husos cartográficos correspondientes a las

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

diferentes regiones de país y la altura tendrá su referencia a partir del Nivel Medio del Mar (NMM).

La Georeferenciación, debe tener como siempre su origen en un vértice y/o PN del Instituto Geográfico Militar.

Complementariamente a la Georeferenciación UTM, debe existir un sistema de coordenadas locales para cada estudio, donde se vincula el origen (0,0) al inicio de la pista principal cuyo eje de las abcisas coincide con el eje de la misma pista principal.

1.4.3 Estructura de los Trabajos Topograficos en Estudios de Ingeniería

1.4.3.1 Vinculación

El Consultor deberá realizar la Vinculación a la Red Geodésica Nacional al menos a dos Puntos de Referencia (PRs) del Aeropuerto o Aeródromo desde un Vértice IGM y en Sistema de Referencia Georeferenciado WGS-84 y las alturas o cotas referidas al Nivel Medio del Mar (NMM). Además, se deberá georeferenciar todo el cerco y la propiedad fiscal con destinación a la DGAC.

El trabajo de vinculación georeferenciada podrá ser ejecutado con equipos GPS diferenciales de doble frecuencia, preferentemente en modo DGPS.

Paralelamente, se deberá realizar el Sistema de Coordenadas Cartesianas (X, Y) locales del sector del proyecto, con origen (0,0) al extremo de la pista para el umbral usado antes y cuyo eje de las abcisas también deberá ser el mismo eje de la pista. Este Sistema local, deberá estar ligado en forma precisa al Sistema Georeferencial UTM.

Además, se deberá analizar la existencia de pertenencias mineras del terreno y determinar si se requieren expropiaciones o traspasos de terrenos.

1.4.3.2 Planificación

Previo al inicio de los trabajos topográficos, el CONSULTOR deberá presentar a la Inspección Fiscal para su aprobación, una planificación que permita determinar la forma de ejecución del trabajo, además, deberá incluir una programación que permita una correcta organización entre los trabajos de terreno y oficina. La planificación será estructurada de la siguiente forma:

- a) Nómina del personal técnico que ejecutará los trabajos.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- b) Metodología adoptada para la ejecución de los trabajos. Se deberá incluir un diagrama o carta Gantt de las actividades a realizar, como por ejemplo, reconocimiento, Monumentación de poligonal y PRs, balizado, nivelación, medición de poligonal, levantamientos, cubicaciones, etc.
- c) Cantidad, especificaciones y características de los equipos y software topográfico que serán utilizados para desarrollar los trabajos topográficos y geodésicos.
- d) Certificados de calibración de los equipos con una antigüedad no mayor a 1 mes del inicio de los trabajos.

Este programa no deberá ser modificado, excepto por causa de fuerza mayor, la presentación del nuevo programa se realizará en una reunión citada para tal efecto por la Inspección. La Inspección aprobará por escrito las modificaciones propuestas, previa verificación que la calidad del estudio no sea afectada negativamente.

Para la ejecución de las labores de terreno, es necesario planificar la campaña de terreno, en la cual se debe considerar un roce y despeje de arbustos o vegetación, como también la construcción de monolitos y PRs, colocación de balizados, entre otros.

Los trabajos ejecutados en propiedad privada deberán contar con la respectiva autorización de los propietarios de los predios, para evitar cualquier reclamo o impugnación posterior.

La tramitación de los permisos para ingresar a propiedades privadas, será de exclusiva responsabilidad del Consultor, el que deberá gestionarlos para la ejecución del estudio y su posterior chequeo por parte de la inspección.

En caso que la zona se encuentre señalizada con existencia de materiales radiactivos, minas antipersonales o faenas con uso de explosivos, el consultor deberá velar por la seguridad con las instancias y procedimientos necesarios para minimizar los riesgos asociados.

1.4.3.3 Personal Técnico

La Inspección Fiscal exigirá al CONSULTOR que disponga para la supervisión y dirección del estudio topográfico, de personal profesional y técnico competente.

El CONSULTOR deberá contar entre su personal para el proyecto, con al menos con un Ingeniero en Geomensura o un Ingeniero de Ejecución en Geomensura de reconocida capacidad, quien analizará y revisará los métodos de trabajo, equipos a emplear, trabajos de terreno e informes técnicos finales. Este profesional será llamado el Geomensor Revisor y será responsable profesionalmente de la información

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

entregada a la Dirección y estará disponible todo el tiempo que dure el estudio. El resto del personal que realice trabajos topográficos deberá poseer estudios superiores certificados. No serán admitidos prácticos en topografía.

El personal que el CONSULTOR deberá destacar en el terreno, con dedicación exclusiva mientras duren los trabajos topográficos, es el siguiente:

- a) Jefe residente de Profesión Ingeniero Geomensor o Ingeniero de Ejecución en Geomensura, titulado con experiencia a lo menos diez años en ejecución de trabajos topográficos y experiencia acreditada en estudios o proyectos similares.
- b) Personal para trabajos topográficos, de Profesión Ingeniero Geomensor, Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Técnico Topógrafo titulados, con experiencia a lo menos cinco años en ejecución trabajos topográficos y experiencia acreditada en estudios o proyectos similares. En casos especiales, cuando el estudio o proyecto así lo amerite, se podrá exigir mayor cantidad de años de experiencia lo cual se solicitará expresamente en los TDR.

El CONSULTOR deberá presentar para aprobación de la Inspección Fiscal la nómina completa del personal profesional que destinará para la ejecución del trabajo topográfico y que cumple con los requisitos anteriores. Deberá agregar además el correspondiente Curriculum Vitae y título o certificado de título de cada profesional.

El CONSULTOR que subcontrate la parcialidad o totalidad del trabajo topográfico lo expresará por escrito, además, deberá indicar el grado de participación del sub-contratista en el estudio. El subcontratista deberá estar inscrito en el registro de consultores del MOP en la especialidad 3.3, categoría 2da superior, 2da o 3ra, esta condición se encuentra normada en el Reglamento para Contratación de Trabajos de Consultoría. Los requisitos exigidos al personal del sub-contratista serán los mismos que el exigido al personal del CONSULTOR.

El CONSULTOR, tiene la obligación de cumplir ó hacer cumplir a sus subcontratistas, la normativa laboral vigente, con el objetivo, que las personas contratadas en terreno no se vean vulneradas en sus derechos como trabajadores y puedan tener sus elementos de protección personal obligatorios.

La Inspección Fiscal tendrá la facultad de objetar o rechazar al personal o contratista topográfico basándose en antecedentes profesionales que consten en esta Dirección.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Cualquier cambio del personal por parte del consultor de topografía o del subcontratista durante el transcurso de los trabajos estará sujeto a la aprobación de la Inspección.

1.4.3.4 Equipos Topográficos y Softwares

Se solicitará cierto tipo de equipos e instrumentos para realizar los trabajos topográficos en terreno. Estos instrumentos han sido clasificados según tecnología, trabajo y precisión.

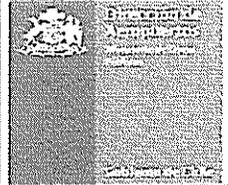
- a) GPS: Los receptores GPS detectan, decodifican y procesan las señales que reciben de los satélites para determinar el punto donde se encuentran situados. Los Equipos que se aceptaran serán:
 - o Equipos GPS tiempo real: Receptores doble frecuencia.
 - o Equipos GPS postproceso: Receptores diferenciales con capacidad de recibir código.

- b) Estaciones Totales: Equipos coaxiales, medición angular electrónica, medición de distancia por diodo infrarrojo o dispositivo láser. Estos equipos deben poseer memoria interna que permita almacenar información medida en terreno, sin necesidad de utilizar transcripción manual. Por lo tanto solo se aceptaran estaciones con colector de datos o memoria interna.

- c) Niveles: Son instrumentos topográficos fabricados para dirigir visuales horizontales, permitiendo de esa forma determinar diferencias de altura. Se aceptaran los siguientes niveles:
 - o Nivel con placas plano paralela y/o micrométrico.
 - o Nivel Automático.
 - o Nivel con tornillo de trabajo (uso en montaje o nivelaciones de alta precisión).
 - o Nivel electrónico de lectura por código de barra.

Se exigirá al CONSULTOR, antes de la iniciación de los trabajos, un chequeo y certificación de calibración por escrito de cada instrumento que se utilizará en la ejecución de levantamientos y nivelaciones. Este documento deberá ser enviado a la Inspección antes del comienzo de cada estudio y deberá ser emitido por un Laboratorio Certificado no pudiendo presentar una fecha de revisión de los equipos mayor a un mes del inicio del trabajo..

La Inspección Fiscal podrá rechazar o suspender cualquier trabajo realizado por personal no calificado y/o con equipos que no hayan sido especificados y chequeados,

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

la INSPECCION está facultada para determinar esta situación en una visita a terreno. Los equipos topográficos deberán poseer un certificado de revisión emitido por un servicio técnico oficial y con una fecha de certificación no mayor a 30 días de iniciados los trabajos en terreno.

Los Softwares y aplicaciones Topográficas Computacionales utilizadas deberán ser especificadas en:

- Nombre del programa.
- Versión del programa.
- Capacidad de procesamiento.
- Participación del software en el estudio.
- Cualquier software utilizado deberá permitir la exportación de la información a formatos universales para ser revisados por la DAP y su compatibilidad con los Softwares CAD (Autodesk Civil 3D).

Los Software de cubicación de movimiento de material deberá cumplir con las especificaciones entregadas en el Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

1.4.3.5 Tecnología GPS

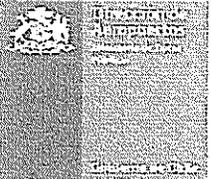
Esta tecnología permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de milímetros a través de señales transmitidas por satélites.

El trabajo tradicional de la tecnología GPS consta en general de dos fases; toma de datos en terreno y cálculo de coordenadas.

El método recomendado para hacer mediciones GPS para la Vinculación Georeferenciada, es el modo DGPS, el cual se caracteriza por la transmisión de correcciones a las seudo distancias, o correcciones DGPS, generadas por un receptor instalado en una estación de coordenadas fijas (estación base), atendiendo a uno o varios receptores móviles.

1.4.3.6 Poligonales GPS y Topográfica

El término poligonal GPS se refiere a la medición de una serie de vectores, donde el último(s) cierra(n) sobre un vértice conocido de una red de mayor orden o sobre el mismo punto de inicio. La tolerancia se define para la componente horizontal y se calcula mediante la raíz cuadrada de la suma de las diferencias de coordenadas y cotas al cuadrado.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

La tolerancia para una poligonal GPS que parte en un vértice IGM y cierra sobre otro vértice IGM u otro vértice de una red de mayor orden es de 2PPM ó 2mm por Km, lo que en razón es 1:500.000.

La tolerancia de cierre para una poligonal GPS sobre el mismo vértice de inicio es de 4PPM ó 4mm por km, lo que en razón es 1:250.000.

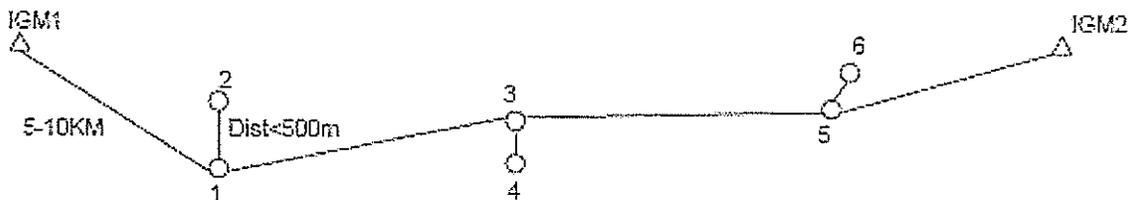
Una red GPS contempla la medición de puntos desde varios vértices, es un concepto similar a un cuadrilátero de geodesia tradicional, donde un punto recibe varias visuales. Se busca la redundancia de información para procesar los vectores y luego realizar un ajuste por un método estadístico.

El proceso de ajuste es realizado y tiene sentido cuando existe una red GPS, esto quiere decir, que hay vértices generados por varios vectores, generalmente el ajuste se realiza por mínimos cuadrados y los resultados deben superar pruebas estadísticas como Chi-cuadrado o Tau.

La red de medición GPS será solicitada en todos los trabajos de la DAP, ella podrá ser compuesta por una poligonal, triángulos, cuadriláteros u otras figuras, la configuración escogida deberá poseer vértices monumentados e intervisibles. En caso de no existir intervisibilidad, se deberá materializar un par a no más de 5Km del último vértice observable en forma directa.

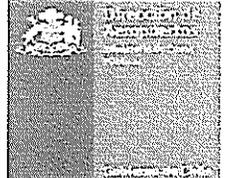
Cuando por condiciones del terreno las líneas bases no superen los 500m, se debe utilizar la siguiente metodología:

Figura N° 1.4-1
Poligonal



Fuente: ETT DOH

De la figura anterior se desprende que los vectores primeros en medir son: IGM1-1, 1-3, 3-5 y 5-IGM2, esto sirve para no mezclar en el proceso líneas largas (5-10km) con líneas cortas (menores a 500m), ya que al mezclarlas dentro de una misma figura estas se ven afectadas por los errores de las más largas, disminuyendo la calidad de la Línea

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Base. Posteriormente se deben medir las líneas 1-2, 3-4 y 5-6, estas deben ser medidas en una ocasión. El vector debe ser chequeado por topografía tradicional.

El procedimiento en terreno para las mediciones GPS, donde uno de los elementos de mayor importancia es la ubicación y el entorno de los puntos en donde se realizarán las observaciones. Para asegurar una correcta medición se definen los siguientes requisitos para los puntos utilizados como base:

- a) Puntos sin obstrucción, en consideración a un ángulo de corte de 10° la distancia en la cual no deben existir obstrucciones es de 113m, esta restricción debe ser considerada especialmente en zonas boscosas y de alta vegetación.
- b) No debe existir objetos que provoquen multitrayectoria, como letreros metálicos, poste o construcciones.
- c) Una base no podrá ser instalada en fondos de quebrada o en zonas donde exista una ventana satelital reducida por efectos de cerros o fuertes pendientes, se deberá considerar que la base siempre tenga menores obstrucciones que el móvil.
- d) Si el vértice IGM estuviese bajo o en las inmediaciones de antenas de televisión, radio o telefonía celular, no podrá ser utilizado como base en forma permanente. El CONSULTOR deberá generar una base GPS auxiliar distante a lo menos 200m del punto inicial, de modo que el proceso no sea afectado por el campo electromagnético que generan estas antenas. El nuevo punto deberá poseer las mismas características de un punto base normal y deberá ser monumentado. El procedimiento para generar la nueva base deberá ser por una medición en método estático.

La Poligonal Topográfica son los procedimientos topográficos que emplean la medición angular y de distancia para la determinación de las coordenadas de los puntos materializados mediante vértices y que serán utilizados para realizar al menos los siguientes trabajos:

- Densificación de vértices en una zona de proyecto.
- Vértices para ejecución de levantamientos topográficos.
- Coordenadas de los PRs de los estudios.
- Estaciones para levantamientos topográficos de obras existentes
- Coordenadas de los vértices que permitan la materialización de PRs de replanteo de obras Civiles.
- Apoyo terrestre de levantamientos fotogramétricos o de láser aerotransportado.

Las coordenadas que serán generadas en una poligonal deben pertenecer a un sistema definido según los requerimientos del proyecto. La mayoría de los estudios que

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

realiza la DAP, están orientados a la ejecución de obras, es decir las obras diseñadas serán materializadas en terreno. Por tal razón, las coordenadas deben pertenecer a un sistema topográfico u ortogonal local, que no posea deformaciones originadas en la utilización de la proyección UTM. Sin embargo cada poligonal deberá poseer su origen angular en un azimut UTM obtenido desde dos vértices que posean coordenadas de la proyección. Las poligonales utilizadas dentro del ámbito topográfico deberán definirse siempre en coordenadas planas, solo a petición expresa de la DAP y considerando el objetivo del trabajo podrán aceptarse una poligonal con coordenadas UTM, como por ejemplo en apoyo a las restituciones.

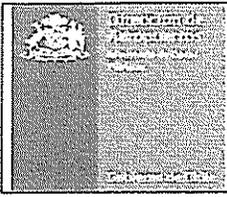
El tipo de poligonal utilizada, estará orientada por un azimut definido en base a dos vértices IGM o vértices que hayan sido densificados, comienza sobre un vértice con coordenadas conocidas y cierra sobre los mismos vértices de partida o sobre vértices de igual orden de precisión. Otro tipo de poligonal es la que se utiliza exclusivamente para obras lineales existentes o proyectadas de difícil acceso, o en las cuales no existan vértices de control. Las mediciones angulares deberán comprender medición de ángulo interno y externo, la diferencia entre ellos no podrá exceder los 0.0015^g . Además deberán disponerse pares GPS para verificar cierres de coordenadas. Este tipo de poligonal deberá ser autorizada por la inspección antes de ser ejecutada en terreno.

El instrumento que se empleará en las mediciones de ángulos horizontales y verticales y de distancia, será una estación total con las siguientes características técnicas:

- Aumento mínimo 28X y del tipo coaxial.
- Precisión para la medición angular al segundo centesimal.
- Precisión mínima del distanciometro, $5\text{mm} + 3\text{ppm}$.
- Memoria interna para almacenar las mediciones de terreno.
- Corrección automática por presión y temperatura.
- Compensadores electrónicos de 2 ejes.
- Capacidad para almacenar ángulos, distancia, descriptores y/o coordenadas.
- Iluminación del retículo.

La poligonal deberá ser altimétrica y planimétrica, es decir, la información medida en terreno permitirá definir coordenadas y cota trigonométrica. Consecuentemente la forma de medición será la siguiente:

- a) La Poligonal planimétrica deberá ser medida considerando tres reiteraciones en posición directa y tránsito, fijando el ángulo de inicio en 0^g , 100^g y 200^g o repitiendo tres veces la medición angular, en la reducción la diferencia angular no podrá superar los 0.0015^g . Se considera esta forma de medición para reducir los errores producidos principalmente por el calaje. La medición



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

en distancia se realizará en cada una de las mediciones angulares, se aceptará una diferencia máxima de 0,02m y su valor final deberá ser promediado.

- b) La Poligonal altimétrica considera mediciones recíprocas entre los vértices. El ángulo vertical deberá medirse en posición directa y en tránsito, considerando dos mediciones a altura de jalón distinta. Una medición recíproca implica la medición simultánea de ambos ángulos cenitales para cancelar el efecto de la refracción, sin embargo, para esta poligonal podrá medirse con un instrumento asegurando el menor tiempo posible entre ambas mediciones.
- c) Los prismas deberán instarse sobre trípodes y base nivelante para evitar la variabilidad de la distancia y asegurar la verticalidad de la ubicación de la tarjeta portaprismas.
- d) Es necesario considerar la influencia de las condiciones atmosféricas principalmente la refracción, por lo cual es conveniente realizar la medición de la poligonal en las primeras horas del día. Se deberán aplicar las correcciones de curvatura y refracción en cada medida de distancia, el valor normal de este factor es 0.14, sin perjuicio de lo anterior para zonas en las cuales el factor de refracción sea distinto se deberá proponer y justificar a la Inspección un nuevo factor.

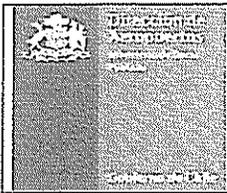
La poligonal deberá ser de cierre lineal con tolerancia 1:40.000, en donde:

- a) La tolerancia aceptable en la determinación de los desniveles entre las estaciones de una poligonal primaria será:
 - i. $e = \pm 0,03 * K^{0,5}$
 - ii. dónde:
 - iii. e= error de cierre expresado en metros.
 - iv. K= distancia entre estaciones expresada en kilómetros
 - v. La distancia entre estaciones de poligonal no podrá superar la razón 1/5 entre el lado menor y el mayor; el desnivel deberá medirse a dos alturas de jalón distintas y en forma recíproca.
- b) El valor máximo de error angular azimutal (e), expresado en notación centesimal estará definido por la expresión:

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- i. $e = \pm 0,0010 * N^{0,5}$
 - ii. dónde:
 - iii. N = número de lados que tiene la poligonal en su recorrido.
- c) El error máximo de cierre en posición referido al sistema ortogonal está representado por ΔN y ΔE , y determinado por la relación:
- i. $e = \pm (\Delta N^2 + \Delta E^2)^{0,5}$
 - ii. dónde:
 - iii. ΔX , ΔY = son las proyecciones de los errores de cierre de la poligonal en un sistema de ejes ortogonales (x, y).
 - iv. El error máximo admisible de cierre, expresado en metros, estará dado por la expresión:
 - v. $e = 1:40.000$ de L
 - vi. dónde:
 - vii. L = longitud total de la poligonal en metros.
- d) El ángulo vertical leído entre estaciones vecinas debe estar comprendido entre 85 y 115 grados centesimales con respecto al cenit.
- e) Se deberán realizar 5 reiteraciones como mínimo, no pudiendo supera una dispersión de $0,0017^g$ respecto al valor reducido medio.
- f) Es recomendable la utilización en poligonales primarias de equipos que posean la lectura angular de $0,0001^g$.

Se deberá compensar el error final en la componente angular y lineal de cada tramo de poligonal. Este cálculo será realizado, si los errores iniciales son menores o iguales a la tolerancia establecida, si los errores son mayores a la tolerancia, deberá reejecutarse parcial o totalmente la poligonal.



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

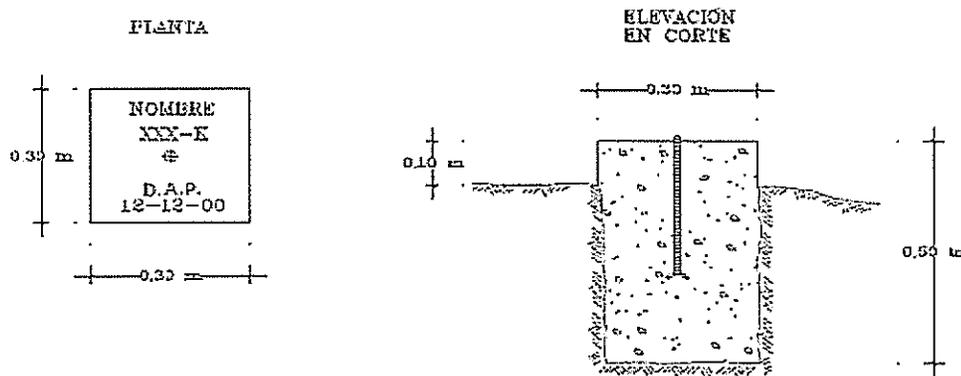
OCTUBRE 2014

VERSION A

1.4.3.7 Monolitos y Puntos de Referencia

Se llaman puntos de referencia (PRs) y monolitos de triangulación aquellos antecedentes topográficos que se han materializado en la zona de proyecto. Estos puntos se encuentran ligados al sistema de coordenadas definidas para el estudio por una poligonal GPS o Topográfica y en cota mediante una Nivelación Geométrica. La forma de materializar el PR en terreno es importante pues será el único elemento del estudio que permanecerá en el tiempo.

Figura N° 1.4-2
HITO TIPO PARA PR
(kilometraje de canales) y
VERTICES DE POLIGONAL

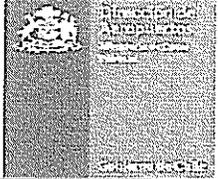


Fuente: ETT DOH

Los PRs deberán ser construidos en terreno prohibiendo expresamente la utilización de PRs preconstruidos o que no se adecuen a la presente norma.

La ubicación de los puntos deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- Deberán ser construidos cercanos a la zona de estudio, permitiendo que de una sola operación instrumental sea posible el control o los replanteos correspondientes.
- La ubicación de los puntos de referencia (PRs) deberá fijarse considerando el proyecto en su totalidad, con el objeto de evitar su reposición por la construcción de pistas, calles de rodaje, caminos o canales, ensanches o variantes de obras, acopio de materiales, instalaciones anexas, etc.
- La ubicación de estos puntos deberá situarse en lo posible, alejadas de construcciones en altura, líneas de alta tensión o árboles. No obstante deberán mantener la distancia entre ellos de 300 m como máximo.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- d) La señalización de los puntos de referencia tiene por objeto ubicar en el terreno la referencia topográfica. Cada PR deberá ser pintado en color azul y deberá marcarse con cintas fosforescentes en el entorno. Además deberá quedar pintado en terreno dos mediciones a objetos permanentes con el objetivo de reponer dicho punto si es tapado o destruido.
- e) El nombre de los PRs deberá ser acordado previamente con la inspección topográfica.
- f) Los monolitos se construirán en el terreno natural con hormigón, las dimensiones de estos en planta debe ser un cuadrado de 0,30 x 0,30m y estará constituido por un fierro de diámetro 16mm, el que quedará empotrado en la masa de hormigón con su extremo superior sobresaliendo unos 10mm respecto a la cara superior del monolito. Mediante cortes con sierra se grabará una cruz de 2 a 3mm de profundidad. Este monolito debe tener una profundidad de 0,50m, no sobresaliendo más de 0,10m del terreno natural.
- g) Se incluirán placas metálicas con numero de golpe que especifiquen el nombre y la fecha de construcción o en su remplazo podrán ponerse placas de bronce con los mismos datos.

1.4.3.8 Nivelaciones de Precisión

Es de gran relevancia la información altimétrica correspondiente a todos los proyectos de la DAP. Por esta razón el proceso de nivelación será normado en este escrito.

Las coordenadas de un punto en un sistema tridimensional contemplan dos coordenadas horizontales y una vertical. Se llama cota a la distancia vertical entre una superficie de referencia y un plano paralelo a dicha superficie, en el cual se encuentra materializado cada PR.

La nivelación es un procedimiento para determinar diferencias de alturas entre puntos medidos con un nivel equialtímetro, su nombre genérico es nivelación geométrica. La nivelación geométrica es el único medio para la determinación de las cotas de los PRs que la DAP autoriza en forma normal.

La nivelación geométrica será utilizada para la definición altimétrica de PRs, el origen altimétrico será el nivel medio del mar deducido de los pilares de nivelación del IGM (PN). El consultor deberá buscar el punto de nivelación más cercano a la zona de estudio y ligar todos los PR a dicho pilar.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Los monolitos deberán construirse de acuerdo a las normas mencionadas anteriormente. Se denominarán genéricamente PRs y deberán ser construidos a lo largo de canales existentes u obras proyectadas a una distancia de 300 m o cuando se cumpla un desnivel de 40m. La distancia entre PRs deberá ser medida sobre la trayectoria de la obra proyectada. El punto de materialización deberá ser de fácil acceso y que asegure la mayor duración del PR en el sitio de trabajo.

En la nivelación geométrica el instrumental utilizado será el nivel, debiendo considerar las siguientes especificaciones técnicas:

- Aumento 24X.
- Imagen Directa.
- Limbo con graduación al grado centesimal.
- Precisión de 0,005m por cada 500m con cierre.
- Nivel automático, compensador en rango de trabajo de 15'.

Las miras deberá tener graduado el centímetro, poseer nivel esférico y en los puntos de cambio deberá utilizarse un dispositivo metálico (pizón o sapo) que permita mantener sin alteración el punto de cambio de la nivelación.

Los niveles digitales que utilizan la tecnología de correlación de imágenes deberán ser utilizados con memoria interna para luego adjuntar los archivos magnéticos de nivelación.

El método de nivelación se realizará utilizando preferentemente el método con cierre en tramos ida y vuelta. Esta nivelación se realiza avanzando desde un PR al siguiente y luego retornar al PR inicial. Las visuales no podrán exceder los 50 metros, esta distancia podrá ser estimada a pasos (previamente calibrado) por el alarife.

La tolerancia máxima admisible para la nivelación está determinada por la expresión:

$e = \pm 0,0005$, Nivelación de alta Precisión (Pistas, Calles de Rodajes, Plataformas)

$e = \pm 0,005 * K^{0,5}$, Nivelación de Precisión.

$e = \pm 0,01 * K^{0,5}$, Nivelación Corriente.

Dónde:

e = error de cierre expresado en metros.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

K = distancia total del recorrido ida y vuelta, medido en kilómetros.

Si la nivelación cerrada cumple con la tolerancia definida anteriormente, deberá ejecutarse la compensación del error, el cual se distribuirá por partes iguales si las distancias son constantes o una distribución proporcional a la distancia existente entre cada punto.

Otro método para obtener diferencia de desniveles, es la nivelación trigonométrica, que utiliza una función que relaciona el ángulo vertical y la distancia para determinar la cota de un punto, solo podrán ser utilizadas estaciones totales en este tipo de nivelación y se empleara en los levantamientos topográficos generales. Sin embargo no se utilizara para dar cota a los PRs.

1.4.3.9 Levantamientos Topográficos

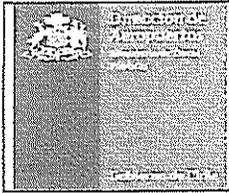
El levantamiento topográfico comprende el conjunto de trabajos que permiten obtener la posterior representación gráfica del relieve de una superficie y de todos los elementos existentes. Todo levantamiento topográfico deberá estar ligado a una poligonal que se ha materializado con anticipación en el estudio. De acuerdo a este concepto, para el presente documento, los levantamientos topográficos se dividirán en:

a) Levantamientos Generales.

Corresponden a la obtención del relieve de una zona y los detalles como vegetación, urbanización, obras civiles, líneas características, etc. La información generada es representada en una proyección a escala en un plano horizontal. Todo levantamiento deberá ser entregado en la etapa respectiva del estudio en medio magnético y formato DWG, el levantamiento, las curvas de nivel, las obras existentes y las proyectadas deberán estar dibujadas en escala real y ubicadas en espacio real (coordenadas reales).

Dentro de estos Levantamientos contemplamos:

- Levantamientos de la franja de pista para el diseño geométrico de los proyectos
- Levantamientos de la zona de aproximación y despegue, la cual debe considerar una longitud de 500 m a partir del término de la franja en ambos umbrales.
- Levantamientos de todo el aeropuerto y/o aeródromo incluyendo sus instalaciones verticales, antenas, subestaciones eléctricas, estaciones meteorológicas, estanques de agua potable, cercos, vialidad interior, camino aeronáutico, zona de estacionamientos, entre otros.
- Levantamientos para determinar los efectos del proyecto respecto de infraestructura vertical afectada por el proyecto y que deba ser relocalizada, incluyendo su relocalización.



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

- Otros Levantamientos a petición del I.F.

En general las tolerancias admisibles que se aceptarán en los levantamientos generales estarán condicionadas a la escala del plano, la cual será 1:2.000 y los planos deberán ser confeccionados según las siguientes tolerancias admisibles:

- El origen de la referencia del apoyo topográfico, deberá ser de una exactitud equivalente a la exigida para determinar las coordenadas y cotas de una poligonal.
 - Los puntos se tomaran en el terreno con una distancia igual o menor a 20m. La densificación de puntos contempla una cantidad mínima de 25 puntos por hectárea, además de considerar los puntos que correspondan a líneas de quiebre y detalle Planimétrico.
 - Las curvas de nivel se trazaran con una secuencia altimétrica de 0,5m.
- b) Levantamientos Específicos de Pista, Calles de Rodajes, Plataformas de Estacionamiento de Aeronaves.

Corresponden a la representación de perfiles corte de la obra existente o de una proyectada o del terreno natural. Este levantamiento se genera a través de nivelación geométrica, donde se realizan cortes que puede ser en forma longitudinal, al cual se le denomina Perfil Longitudinal o en forma transversal que se conoce con el nombre de Perfil Transversal.

Las tolerancias admisibles que se aceptarán en los levantamientos Específicos de Pista, Calles de Rodajes, Plataformas de Estacionamiento de Aeronaves, al igual que en los levantamientos generales, estarán condicionadas a la escala del plano, la cual será 1:2.000 y los planos deberán ser confeccionados según las siguientes tolerancias admisibles: Incompatible con Trabajos de Ingeniería.

- El origen de la referencia del apoyo topográfico, deberá ser de una exactitud equivalente a la exigida para determinar las coordenadas y cotas de una poligonal.
 - Los puntos se tomaran en el terreno de ambos perfiles se encuentran definido por un Perfil Longitudinal cada 10m, tomando perfiles cada 10m en dirección longitudinal y puntos cada 5m en dirección transversal, considerando los puntos singulares adicionales con claras irregularidades del terreno y puntos relevantes (bordes de pista, existentes y de proyecto), en un ancho tal que se cubra con holgura el ancho del diseño.
 - Las curvas de nivel se trazaran con una secuencia altimétrica de 0,5m.
- c) Levantamientos Específicos para Drenajes.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Se deberá contemplar levantamientos topográficos necesarios para el diseño de obras de drenaje que se requieran proyectar.

Se deberá tener presente el saneamiento longitudinal y transversal de los nuevos sectores a intervenir, de modo que éstas no produzcan interferencia en los drenajes, desagües naturales, además de cualquier tipo de obra existente en terreno, implicando tener en consideración la totalidad de las áreas importantes a las obras de drenaje, a fin de realizar un correcto diseño de éstas.

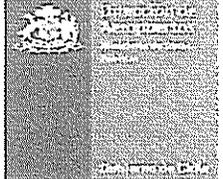
El consultor deberá definir en terreno los sectores de evacuación de aguas-lluvias y tomar las precauciones necesarias en los alcances de la topografía a fin de contar con suficiente información en gabinete para el proyecto de drenaje. Para ello se deberán tener presente las dimensiones mínimas de franja de pista nivelada y demás consideraciones indicadas en el Anexo 14 "Aeródromos", Vol. I "Diseño de Operaciones de Aeródromos" de la OACI y el DAR-14 "Reglamento de Aeródromos" de la DGAC.

Se deberá realizar un levantamiento topográfico de toda el área factible portadora de aguas-lluvia y de evacuación de las mismas. Se considerará en cada caso la toma de los datos necesarios para determinar y/o redefinir la capacidad de obras de arte a proyectar.

Las obras de arte existentes se deberán tomar con un buen nivel de detalle, a fin de contar con toda la información necesaria en gabinete a fin de desarrollar los proyectos de extensión y/o modificación que se requiera.

Para las alcantarillas que crucen la pista se deberán efectuar los siguientes trabajos:

- Perfil Longitudinal del radier de la alcantarilla, con puntos cada 10m, indicando en éste lugar que cruza en la proyección del eje de pista. Este perfil longitudinal deberá cubrir una extensión más allá de los muros de boca existentes, lo suficiente como para desarrollar adecuadamente los correspondientes proyectos de drenaje.
- Se deberá medir la geometría de la alcantarilla y de sus muros de boca. Estos detalles y cualquier otro que se considera de interés serán entregados en dibujos a escala adecuada, con planta y elevaciones.
- Se deberá entregar una tabla donde se indique, para cada punto del perfil longitudinal, la altura libre al interior de la alcantarilla, a fin de definir la actual condición de deformación de ésta.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Para las alcantarillas que crucen la calle de rodaje hacia plataforma, se deberán efectuar los siguientes trabajos:

- Perfil Longitudinal del radier de la alcantarilla, con puntos cada 5m, indicando en éste lugar que cruza en la proyección del eje de rodaje. Este perfil longitudinal deberá cubrir una extensión más allá de los muros de boca existentes (o extremos de la alcantarilla), lo suficiente como para desarrollar adecuadamente los correspondientes proyectos de drenaje.
- Se deberá medir la geometría de la alcantarilla y de sus muros de boca o condiciones de borde. Estos detalles y cualquier otro que se considera de interés serán entregados en dibujos a escala adecuada, con planta y elevaciones.

d) Levantamientos Específicos para Expropiación.

Complementando el levantamiento topográfico general, considerando las mismas condiciones y tolerancias, se deberá generar la topografía necesaria que permita definir adecuadamente los lotes de expropiación fiscal, en aquellos proyectos cuyos límites se ubiquen fuera de los actuales límites.

Estos trabajos topográficos a ejecutar en propiedad privada, deberán contar con la respectiva autorización de los propietarios de los predios, para evitar cualquier reclamo o impugnación posterior.

1.4.3.10 Generación de Perfiles Longitudinales y Transversales

Tanto los perfiles longitudinales como transversales de la pista, calles de rodaje, plataforma de estacionamientos y obras de drenaje, será levantado a través de una nivelación geométrica, con los alcances mencionados anteriormente.

1.4.3.11 Cubicaciones

Los valores calculados deberán ser diferenciados para cada tipo de material, la cubicación se obtendrá por perfiles transversales, de los cuales se deberá calcular el área y luego el volumen.

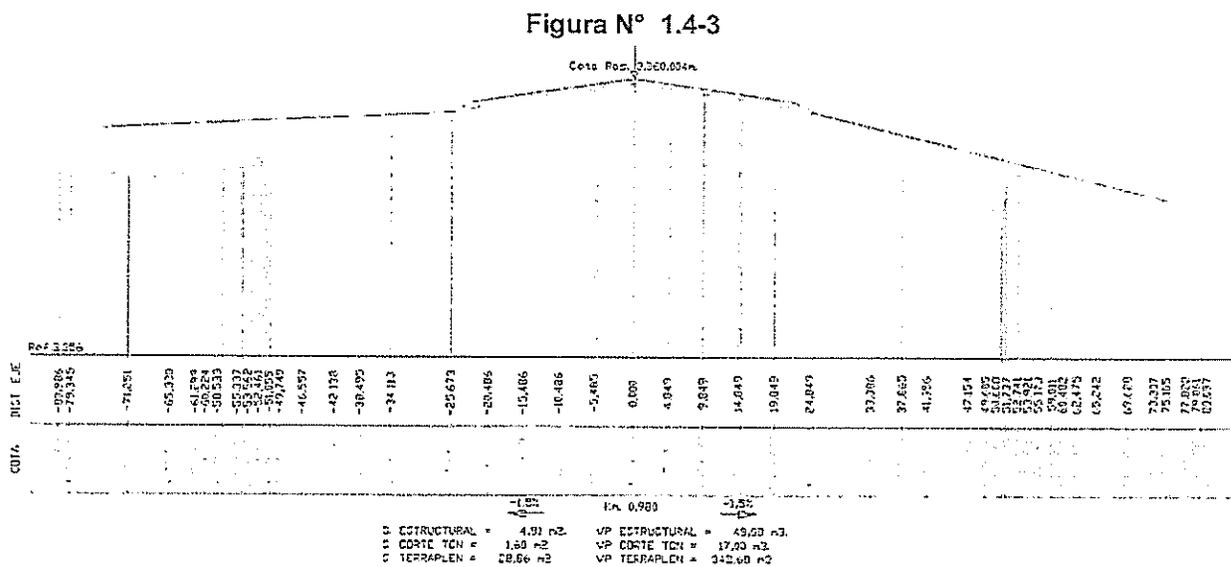
Se entregarán listados de cálculos que contengan los siguientes datos; Área por cada perfil, distancia parcial, volumen corte parcial, volumen de terraplén parcial, volumen de corte acumulado, volumen de terraplén acumulado.

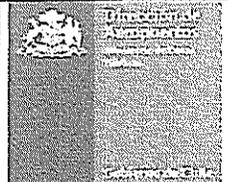
Los software o planillas que se utilicen para estos cálculos deberán ser presentados para la revisión por parte de la DAP, la cual podrá aceptar o rechazar, según formulas y

procedimientos empleados, estos deberán registrarse por los métodos de cubicación definidos en el Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad.

La DAP revisará los valores calculados considerando para su aprobación tolerancias en metros cúbicos o porcentaje, el criterio dependerá de la magnitud del volumen en estudio. Sin embargo la tolerancia normal de trabajo es del 1%.

La siguiente Lamina da como ejemplo el detalle de volúmenes por tipo de material con valores de las superficies y volúmenes.



	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

La tolerancia de replanteo deberá ser mínima en consideración al instrumental y procedimientos normados por la DIRECCIÓN, con todo cada vértice no podrá exceder los 5 cm, respecto a su valor de diseño. Cabe señalar que esta tolerancia será aplicada punto a punto, se utilizarán distintos colores para representar los elementos replanteados.

Se Deberá revisar las tolerancias aceptables para levantamientos.

1.4.3.13 Planos y Representaciones Gráficas

Los planos que contendrán la información gráfica, los denominaremos planos de topografía básica.

Estos planos representarán la forma del terreno obtenida por fotogrametría, láser aerotransportado, levantamientos topográficos o levantamientos de perfiles. La información contenida en estos planos deberá ser aprobada por la Inspección con anterioridad a su utilización en los diseños de ingeniería.

- a) Planta de Levantamientos Generales: La escala de entrega será 1:2.000.
- b) Planta de Levantamientos Específicos de Pista, Calles de Rodajes, Plataformas de Estacionamiento de Aeronaves: La escala de entrega será 1:2.000.
Los Perfiles Longitudinales y Transversales escalas de entrega serán horizontal 1:1000 y vertical 1:100 u horizontal 1:500 y vertical 1:50.
- c) Planta de Levantamientos Específicos para Drenajes: La escala de entrega será 1:1000.
Los Perfiles Longitudinales y Transversales escalas de entrega serán horizontal 1:2000 y vertical 1:100.
- d) Planta de Levantamientos Específicos para Expropiación: La escala de entrega será 1:2.000.

Estas escalas podrían ser modificadas a petición de la Inspección Fiscal.

2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE TOPOGRAFIA

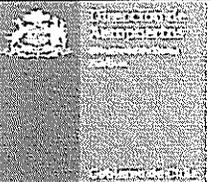
Por su parte las ETG abordarán toda la normativa pertinente a la topografía requerida en el desarrollo de la construcción de la obra.

Deberá existir un libro de comunicación de topografía, el cual será el nexo entre el contratista y la AIF, donde quedaran estipulado todas las entregas, autocontroles, resoluciones, consultas y comunicaciones entre ambas partes.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Todos los aspectos y especificaciones Topográficas son las mismas de las mencionadas en los TDR de Topografía.

- **Unidades de Medida:** Se aplicará el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las distintas magnitudes serán medidas de la siguiente forma: Las unidades de longitud serán expresadas como sigue: Milímetro (mm), Centímetro (cm), Metro (m) y Kilómetro (km). Las unidades de superficie serán expresadas en metros cuadrados (m²), hectáreas (10000 m²) y Kilómetros cuadrados (km²). La medición angular se realiza en graduación centesimal (0-400G). El valor del grado centesimal será dividido en décima, centésima, milésima y diezmilésima. Todo ángulo será medido en el sentido de los punteros del reloj (derecho), el valor cero angular se encuentra orientado hacia el Norte. Para la medición del ángulo vertical, el valor cero se encuentra orientado en el cenit. La temperatura será medida en escala Celsius (°C) y la presión en mmHg o milibares. Si fuese necesario la utilización de otra unidad, esta deberá pertenecer al sistema internacional (SI).
- **Georeferenciación:** Se adoptara el Sistema Geodésico WGS-84 como su Sistema de Coordenadas Georeferenciadas UTM, con los diferentes usos cartográficos correspondientes a las diferentes regiones de país y la altura tendrá su referencia a partir del Nivel Medio del Mar (NMM). Paralelo a la Georeferenciación UTM, debe existir un sistema de coordenadas locales para cada estudio, donde se vincula el origen (0,0) al inicio de la pista principal cuyo eje de las abscisas también coincide con el eje de la misma pista principal.
- **Equipos Topográficos:** Se solicitara cierto tipo de equipos e instrumentos para realizar los trabajos topográficos en terreno. Estos instrumentos han sido definidos en los TDR y consisten en GPS, Estaciones Totales, Niveles. Se exigirá al CONTRATISWTA como a la AIF, antes de la iniciación de los trabajos, un chequeo y certificación de calibración por escrito de cada instrumento que se utilizará en la ejecución de levantamientos y nivelaciones. Este documento deberá ser enviado a la Inspección antes del comienzo de cada estudio y deberá ser emitido por un Laboratorio Certificado no pudiendo presentar una fecha de revisión de los equipos mayor a un mes del inicio del trabajo. La Inspección Fiscal podrá rechazar o suspender cualquier trabajo realizado por personal no calificado y/o con equipos que no hayan sido especificados y chequeados, la INSPECCION está facultada para determinar esta situación en una visita a terreno. Los equipos topográficos deberán poseer un certificado de revisión emitido por un servicio técnico oficial y con una fecha de certificación no mayor a 30 días de iniciados los trabajos en terreno. Además de lo anterior, tanto el CONTRATISTA como la AIF, deberá hacer quincenalmente un chequeo de los instrumentos emitiendo un escrito y registro donde se indica el chequeo de las condiciones de operación de cada instrumento por separado.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- Poligonales y Nivelaciones Auxiliares: Estas, adoptan los mismos procedimientos, precisiones y alcances de las mencionadas en los TDR y todo Monolito o PRs nuevo deberá ser informado y validado por la inspección.
- Levantamiento de la Línea de Tierra: El Contratista deberá levantar topográficamente la Línea de terreno por donde se emplazaran los diseños proyectados. La AIF deberá validar dichos levantamientos. Por ningún motivo, la AIF deberá utilizar los mismos datos del Contratista, como así tampoco el Contratista deberá utilizar los datos de la AIF. De existir mayores diferencias de las Líneas de Tierra de ambos levantamientos con los del Consultor del Estudio del Proyecto, esto deberá ser informado inmediatamente al Inspector Fiscal.
- Replanteo de todos los Elementos Proyectados: El Contratista deberá replantear todos los elementos diseñados y proyectados en los Planos y ser entregado e informado a la AIF a través del libro de comunicaciones de topografía.
- Autocontrol: El contratista deberá hacer autocontrol de todo elemento replanteado y entregado en el libro de comunicaciones. La AIF deberá validar el 100% de los elementos entregados, aceptando o rechazando dicha entrega en caso de no cumplir con las tolerancias mínimas exigidas.
- Control de Avance de Obra: El contratista podrá utilizar el autocontrol para llevar un registro de los controles de avance de obra y su posterior aprobación del Estado de Pago, todo con la validación y aprobación de la AIF.
- Levantamientos para Planos As Built: El Contratista deberá hacer un Levantamiento Topográfico de todo lo modificado del proyecto original y reflejarlo en los Planos As Built, todo bajo la validación y aprobación de la AIF.
- Levantamientos para Planos de Cierre de Obra: El Contratista deberá hacer un Levantamiento Topográfico de todo lo replanteado del proyecto original como así las modificaciones y reflejar todo en los Planos de Cierre de Obra, todo bajo la validación y aprobación de la AIF.

	ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

2.1 REPLANTEO DEL TERRENO

En el acápite 5.002,2 del Manual de Carreteras Volumen N°5, se establece que los trazados podrán identificarse mediante trazados en terreno o bien a través de elementos de apoyo de los mismos como monolitos de replanteo, amarras de sus puntos principales, coordenadas UTM y Locales, parámetros de diseño definidos en los documentos del proyecto, o cualquier otro medio alternativo que señalen o presenten las Bases. La entrega del trazado o sus elementos de apoyo o replanteo, se referirá exclusivamente a los elementos que a la fecha pudiera existir en terreno.

Una vez entregado el terreno o el trazado o sus elementos de replanteo y previo a la ejecución de los trabajos, será de responsabilidad del Contratista replantear la totalidad del trazado de la obra y conservar todos sus elementos, reponiendo periódicamente aquellos que sufran daños y emplazando los auxiliares que sean necesarios para la ubicación y ejecución de los trabajos. Este replanteo deberá ser validado y aceptado por el Inspector Fiscal.

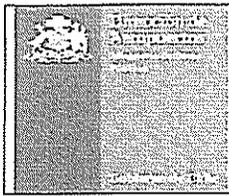
En el caso de fundaciones de estructuras, los trabajos de movimiento de tierras no podrán comenzar, sin que previamente se hubieren demarcado los pies de los terraplenes, los bordes superiores de los cortes, y los extremos de las excavaciones.

2.2 MAGNITUDES, TOLERANCIAS Y PRECISIONES

De acuerdo a lo señalado en el Manual de Carreteras Volumen N°5, acápite 5.001.4, es importante interpretar correctamente las magnitudes y tolerancias ahí señaladas, que conlleva a la aceptación o rechazo de la obra. La tolerancia se expresa en el número de cifras significativas con que se realiza cada medición.

Las mediciones se deberán establecer con una cifra decimal adicional al número de cifras indicadas en la tolerancia. Así, si se especifica como valor tolerable una magnitud en centímetros, deberá medirse con precisión de milímetro, con lo que se asegura la exactitud de la penúltima cifra y posibilita compararla con la tolerancia definida. Las mediciones deben redondearse a la penúltima cifra, llevándola hacia arriba si la cifra es mayor o igual que 5.

El número de cifras significativas con que se expresan las magnitudes en el proyecto, determinan automáticamente la forma de hacer el control.



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

2.2.1 Tolerancias del Autocontrol de las diferentes capas en Áreas de Movimientos (AIR-SIDE)

En las áreas de movimiento, después que el sello de excavación o que la última capa del terraplén haya sido compactada, se deberá verificar instrumentalmente el grado de exactitud en la nivelación de la superficie de la subrasante como así en las diferentes capas que componen el paquete estructural del proyecto.

La tabla siguiente refleja las tolerancias permitidas.

Tabla N° 2.2.1-1

Superficie	Tolerancia (mm)
Escarpes	± 30
Excavaciones y Construcción de Terraplenes (Sellos de Fundación)	En zonas a pavimentar ± 10 En zonas que no lleva pavimento ± 30
Base de Material Chancado	± 10
Sub Base Granular	± 10
Base Granular	± 6
Pavimentos Bituminosos tipo Mezcla en Planta	± 19
Pavimentos de Hormigón	± 12

Fuente: Elaboración Propia

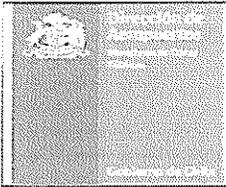
2.2.2 Autocontrol de obras fuera del Área de Movimientos (LAND-SIDE)

Las obras fuera del área de movimientos, corresponden generalmente a instalaciones u obras verticales, estacionamientos y vialidad exterior. Acá deberá replantearse como controlarse geométricamente las ubicaciones y emplazamientos horizontales como verticales de todos los elementos proyectados y entregados en el Libro de comunicaciones de Topografía.

2.3 BALIZADO Y PUNTOS DE REFERENCIA

De acuerdo al Manual de Carretera Volumen N°5, acápite 5.002.2, se establece que el Contratista deberá ejecutar o reponer el balizado del proyecto cada 20 metros, demarcando el kilometraje completo cada 100 m, además el Contratista deberá balizar los kilometrajes de inicio y termino o cualquier otro elemento singular.

El Contratista deberá instalar Puntos de Referencia (PR) altimétricos distanciados como máximo 500 m entre sí, ubicados fuera de la zona de trabajo y en lugares donde no sufran ningún deterioro durante el período de construcción. Los PR estarán materializados por elementos fijos inamovibles, y su ubicación y cotas, deberán ser entregadas por el Inspector Fiscal, antes de iniciar cualquier trabajo que los requiera.



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

2.4 PLAN DE CALIDAD DE TOPOGRAFÍA

El Contratista como la AIF, deberán presentar antes de comenzar la obra, un Plan de Calidad, donde cada ente especifique los procedimientos topográficos de construir en el caso del contratista y los procedimientos topográficos de inspeccionar en el caso de la AIF, además de llevar el control de los registros y chequeos de las condiciones de operación de cada instrumento topográfico de manera independiente.

3 PARTIDAS DEL PRESUPUESTO Y BASES DE MEDICIÓN

Esta partida considera 2 sub ítem: TDR y ETG que por la diversidad de las actividades que comprenden deben definirse diferentes formas de medición y pago.

3.1 TDR

Todas las actividades de topografía y diseño que conforman un proyecto pueden medirse para el pago en planos y documentos a los que debe agregarse la actividad de replanteo en terreno. En la siguiente tabla se presentan las unidades de medición de las distintas partidas.

Tabla N° 3.1-1
Unidades de medición

Descripción	Unidad de medida
Administración	Gi
Amarra a puntos SIRGAS IGM	Gi
Puntos GPS Red de Apoyo	N°
Construcción de PRs	Un
Nivelación Geométrica	Km
Levantamientos Terrestres	Ha
Gabinete	Gi
Replanteo	Km

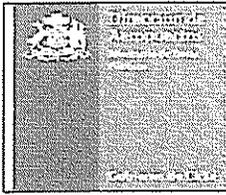
Fuente: Elaboración Propia

3.2 ETG

Las actividades inherentes a construcción se refieren al replanteo, que se paga por Km.


RCR/EVL


MAURICIO ORTIZ ORDEN
Jefe Departamento de Ingeniería
Dirección Nacional de Aeropuertos
Ministerio de Obras Públicas



ETG N° 40: PARA TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA DAP

OCTUBRE 2014

VERSION A

ÍNDICE

1	TERMINOS DE REFERENCIA DE TOPOGRAFÍA.....	1
1.1	ALCANCES.....	1
1.2	GEOMATICA APLICADA.....	1
1.2.1	Sensores Remotos.....	1
1.2.2	Levantamiento Lidar Aerotransportado.....	4
1.2.3	Levantamiento Aerofotogramétrico Sistemas Aéreos no Tripulados.....	6
1.3	TECNOLOGÍA SIG.....	7
1.3.1	Principales Plataformas Comerciales.....	8
1.3.2	Tipos de Información y Formatos.....	13
1.3.3	Normas para la Generación de Cartografía en Sig.....	18
1.3.4	Plataformas Open Source.....	27
1.3.5	Estructura General de Datos Requerida para el SIG.....	35
1.4	ASPECTOS TOPOGRAFICOS EN ESTUDIOS DE INGENIERÍA.....	38
1.4.1	Unidades de Medida.....	38
1.4.2	Georeferenciación.....	38
1.4.3	Estructura de los Trabajos Topograficos en Estudios de Ingeniería.....	39
2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE TOPOGRAFIA.....	57
2.1	REPLANTEO DEL TERRENO.....	60
2.2	MAGNITUDES, TOLERANCIAS Y PRECISIONES.....	60
2.2.1	Tolerancias del Autocontrol de las diferentes capas en Áreas de Movimientos (AIR-SIDE).....	61
2.2.2	Autocontrol de obras fuera del Área de Movimientos (LAND-SIDE).....	61
2.3	BALIZADO Y PUNTOS DE REFERENCIA.....	61
2.4	PLAN DE CALIDAD DE TOPOGRAFIA.....	62
3	PARTIDAS DEL PRESUPUESTO Y BASES DE MEDICIÓN.....	62
3.1	TDR.....	62
3.2	ETG.....	62

