

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA
LA REALIZACIÓN DE CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA A CUALQUIER ESCALA.
(PRIMER BORRADOR)**

1. CONDICIONES ESPECÍFICAS.

- 1.1. OBJETO.
- 1.2. ESCALA Y EQUIDISTANCIA DE CURVAS.
- 1.3. ORIGEN DE ALTITUDES.
- 1.4. PROYECCIÓN Y REFERENCIA GEOGRÁFICA A UTILIZAR.
- 1.5. ELEMENTOS ALTIMÉTRICOS, PLANIMÉTRICOS, SÍMBOLOS Y FORMATO.
- 1.6. CATASTRO A REPRESENTAR.
- 1.7. PUNTOS ACOTADOS PARA DEFINIR LA ALTIMETRÍA
- 1.8. PRECISIONES FINALES EN LA ALTIMETRÍA, PLANIMETRÍA Y CATASTRO.
 - a) PLANIMETRÍA.
 - b) ALTIMETRÍA.
 - c) CATASTRO

2. VUELO FOTOGRAMÉTRICO.

- 2.1. OBJETO DEL VUELO.
- 2.2. CONDICIONES DEL VUELO.
 - a) LÍNEAS DE VUELO
 - b) RECUBRIMIENTO
 - c) CONDICIONES METEOROLÓGICAS
- 2.3. CONDICIONES DE LA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA QUE REALICE EL VUELO.
 - a) CONDICIONES GENERALES
 - b) OBJETIVO Y FORMATO
 - c) DOCUMENTACIÓN DE LA CÁMARA
- 2.4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS FOTOGRAMAS.
 - a) ESCALA DE FOTOGRAMAS.
 - b) VERTICALIDAD.
 - c) INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.
 - d) SOPORTE DE LOS FOTOGRAMAS
 - e) TIPO DE EMULSIÓN
 - f) NEGATIVOS
 - g) POSITIVOS
- 2.5. GRÁFICOS DEL VUELO.
- 2.6. SISTEMA DE NAVEGACIÓN
- 2.7. METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

3. TRABAJOS DE APOYO.

- 3.1. CONDICIONES DE LA RED
 - a) TRIANGULACIÓN, TRILATERACIÓN O POLIGONALES.
 - b) LOS VÉRTICES DE LA RED.
 - c) LOS CÁLCULOS DE LA RED.
 - d) LA SEÑALIZACIÓN
 - e) LONGITUD DE LOS LADOS
 - f) BASES.
 - g) ORIENTACIÓN.
 - h) PRECISIONES
- 3.2. CONDICIONES DE LOS PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

- a) MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO
- b) CÁLCULO
- c) MONOGRAFÍAS Y CROQUIS
- 3.3. PRECISIONES.
 - a) PLANIMETRÍA.
 - b) ALTIMETRÍA.
- 3.4. TOPÓNIMOS
- 3.5. DOCUMENTOS A ENTREGAR.
- 3.6. PLAZO DE ENTREGA.

4. AEROTRIANGULACIÓN.

- 4.1. PLANIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE FOTOGRAMAS.
- 4.2. BARRIDO O SCANNING
 - a) CONDICIONES GENERALES
 - b) CARACTERÍSTICAS DEL ESCÁNER.
 - c) UBICACIÓN
 - d) CALIBRACIÓN
 - e) CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES
 - f) PRODUCTOS.
 - g) MEMORIA DE EJECUCIÓN.
- 4.3. PLANIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE CONTROL.
 - a) APOYO AÉREO CINEMÁTICO
 - b) APOYO TOPOGRÁFICO
- 4.4. PREPARACIÓN Y OBSERVACIONES
- 4.5. PROCESAMIENTO
- 4.6. PRECISIONES
- 4.7. PRODUCTOS
- 4.8. METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

5. RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA.

- 5.1. CONDICIONES GENERALES.
 - a) ESCALA.
 - b) PROYECCIÓN.
 - c) SISTEMA DE REFERENCIA.
 - d) EQUIPOS DE RESTITUCIÓN.
 - e) MATERIALES PARA RESTITUCIÓN.
 - f) ÍNDICE DE MODELOS.
 - g) ÁREA(S) A RESTITUIR.
 - h) SISTEMA DE COORDENADAS.
- 5.2. AJUSTE DE PARES ESTEREOSCÓPICOS.
- 5.3. CONDICIONES DE LA INFORMACIÓN A RESTITUIR.
 - a) PLANIMETRÍA.
 - b) ALTIMETRÍA.
 - c) CATASTRO.
- 5.4. TOLERANCIAS.
 - a) PLANIMETRÍA.
 - b) ALTIMETRÍA.
- 5.5. REVISIÓN DE CAMPO.
- 5.6. METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN



Fecha: 17 de Mayo 2006

Página 3 de 29

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

6. CARTOGRAFÍA.

6.1. CONDICIONES GENERALES.

- a) SOPORTE DE LA INFORMACIÓN.
- b) FORMATO.

6.2. CONDICIONES DE LA INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.

- a) TOPONIMIA.
- b) NORMAS DE ROTULACIÓN.
- c) DIVISIONES ADMINISTRATIVAS.

6.3. INTERPRETACIÓN.

6.4. METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

7. COMPROBACIONES DE CALIDAD.

7.1. GABINETE.

7.2. CAMPO.

8. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA
LA REALIZACIÓN DE CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA A CUALQUIER ESCALA.
(PRIMER BORRADOR)****1. CONDICIONES ESPECÍFICAS.****1.1. OBJETO.**

Entregar a las empresas naturales o jurídicas las especificaciones técnicas generales que, junto con las prescripciones técnicas particulares de cada trabajo, servirán para su ejecución; ejemplo, para cartografía Nacional y hojas hemisféricas, el Instituto Geográfico Militar, sigue las normas establecidas en los manuales del NGA y del IPGH.

1.2. ESCALA Y EQUIDISTANCIA DE CURVAS.

La equidistancia de curvas estará dado básicamente por la escala del mapa; así, para la cartografía de series nacionales las fijará el Instituto Geográfico Militar (IGM) y para cartografía a escalas mayores ó iguales a 1:10.000 será la milésima parte del denominador de la escala, en metros.

1.3. ORIGEN DE ALTITUDES.

El origen de altitudes será el nivel medio del mar, materializado en un mojón localizado en el mareógrafo de La Libertad (Provincia del Guayas), o de los hitos de primero, segundo o tercer orden existentes en el territorio nacional extendidos del hito origen y establecidos por el Instituto Geográfico Militar; o aquel que el Ecuador adopte.

1.4. PROYECCIÓN Y REFERENCIA GEOGRÁFICA A UTILIZAR.

La Cartografía se obtendrá en la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), con base en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), materializada en el Marco Internacional de Referencia terrestre 1994 (ITRF94) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 1995.4 y relacionado con el Elipsoide de Referencia Geodésico 1980 (GRS80). El origen de longitudes es el meridiano de Greenwich y de latitudes es el paralelo cero o Ecuador. La referencia que utilizarán todos los levantamientos será la Cuadrícula Universal Transversa de Mercator (CUTM). Cuando el área geográfica se encuentre en zonas de traslape se hará constar la cuadrícula del huso a la que pertenezca y figurará también la otra cuadrícula. El intervalo cuadrícula para series nacionales será de 1.000 m a la escala del mapa y para cartografía mayor o igual a escala 1:10.000 será aquella que responda al algoritmo: módulo de la escala dividida para 10. Ejemplo: señalemos a la escala 1:10.000 el intervalo cuadrícula será de 1.000 m, a la escala (10cm).

1.5. ELEMENTOS ALTIMÉTRICOS, PLANIMÉTRICOS, SÍMBOLOS Y FORMATOS.

Los elementos altimétricos y planimétricos a representar dependerá de la escala y el uso que se vaya a dar a la información; será, una para aplicaciones con sistemas de información geográfica y otra, para realizar impresión en papel, en la que se utilizarán símbolos, signos y formatos de acuerdo a la escala.

1.6. LÍMITES PARCELARIOS A REPRESENTAR.

Para la representación de límites prediales se diferenciarán dos casos:

- a) Cuando no existan levantados los polígonos del Catastro Topográfico Parcelario.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

b) Cuando estén levantados estos polígonos.

En el primer caso, para el catastro rural como urbano se representarán los límites de las parcelas visibles en la fotografía aérea.

En el segundo se identificarán los predios del catastro topográfico existente en las fotografías y se restituirán dichos predios.

Cuando tras el examen de las fotografías no sea posible identificar dichas parcelas, por existir evidencias de modificaciones en ellas, se restituirán como aparecen en los fotogramas.

Se rotulará una leyenda que diga "parcelario interpretado con la información de la ficha catastral o documento utilizado".

1.7. PUNTOS ACOTADOS PARA DEFINIR LA ALTIMETRÍA

Deberán figurar las cotas de todos los puntos que convenga definir, como: vértices geodésicos, placas de nivelación, puntos fijos topográficos, puntos de apoyo, cumbres y collados, cruces de vías, estaciones de ferrocarril, puentes, cambios de pendiente y otros detalles planimétricos importantes.

Cuando la topografía del terreno tienda a ser plana se deberá aumentar el número de puntos acotados a efectos de mejor representación. En los casos urbanos se acotarán los cruces de calles y las plazas.

1.8. PRECISIONES FINALES.

a) Planimetría.

La posición en el mapa digital del 95% de los puntos bien definidos, no diferirá de la verdadera en más de 0.3 mm por el denominador de la escala.

b) Altimetría.

Las elevaciones del 90% de los puntos acotados en el mapa digital, no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{4}$ del valor del intervalo de curva de nivel, el 5% restante nunca excederá del valor del $\frac{1}{2}$ del intervalo de curva de nivel. Las elevaciones del 90% de los puntos, cuyas cotas se obtengan por interpolación entre curvas de nivel, no diferirán de las verdaderas en más de $\frac{1}{2}$ del intervalo de curva de nivel. El 10% restante no podrá exceder del valor de la equidistancia.

c) Parcelas.

En el caso de no existir polígonos del catastro parcelario, el 90% de las parcelas visibles en los fotogramas a la fecha de adquisición de la información, deberán ser representadas en el mapa.

Cuando existan los polígonos del catastro parcelario, todos los polígonos de dichas parcelas, estarán representadas, a excepción de lo establecido en el numeral 1.6 respecto a evidentes modificaciones en las mismas.

2. VUELO FOTOGRAMÉTRICO.

2.1. OBJETO DEL VUELO.

El vuelo tendrá por objeto obtener imágenes fotogramétricas verticales de una zona geográfica

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

específica.

En lo posible y si la topografía del terreno lo permite la escala será equivalente a 5 veces la escala del mapa.

2.2. CONDICIONES DEL VUELO.**a) LÍNEAS DE VUELO**

La zona a fotografiar se deberá cubrir con una o varias pasadas en el sentido que permita la conformación de la topografía, con las siguientes condiciones:

- Los ejes de dos fotogramas sucesivos no formarán en ningún caso ángulos superiores a 5 grados.
- Los ejes de dos fotogramas de número de orden n y $n+2$ no formarán un ángulo superior a 5 grados.
- Las líneas de vuelo deben ser paralelas, la recta que une los puntos principales de los dos fotogramas extremos de cada línea de vuelo no formarán en ningún caso ángulo superior a 5 grados con las rectas análogas de las pasadas contiguas.

b) RECUBRIMIENTO**• Traslado longitudinal**

Dependiendo del tipo del terreno y la finalidad del estudio, el traslado longitudinal será:

Tipo de terreno	Traslado
Plano	60%
Ondulado	65%
Montañoso	70%

El recubrimiento promedio será de +/-10%.

Las fotografías con las que se pretende obtener cartografía por medio de ortofotos, se recomienda utilizar traslados longitudinales de hasta 80%.

• Traslado lateral

Dependiendo del tipo del terreno y la finalidad del estudio, el traslado lateral será:

Tipo de terreno	Traslado
Plano	20%
Ondulado	25%
Montañoso	30%

El recubrimiento promedio será de +/-10%.

c) CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Los vuelos deberán realizarse cuando el cielo esté despejado, puedan obtenerse imágenes bien definidas y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, sin nieve ó zonas inundadas.

La altitud solar mínima será la especificada en el plan de vuelo a menos que esto sea modificado

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

por los datos específicos del proyecto.

No se obtendrán fotografías cuando el terreno aparezca oscurecido por niebla, bruma, humo ó polvo, ó cuando las nubes ó sus sombras puedan ocupar el 5 % de la superficie del fotograma.

Los cursos de agua de los ríos en el área del proyecto no deberán estar afectados por fenómenos meteorológicos anormales.

2.3. CONDICIONES DE LA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA QUE REALICE EL VUELO.**a) CONDICIONES GENERALES**

Para la obtención de las fotografías se utilizará una cámara aerofotogramétrica de precisión, que dispondrá de los dispositivos necesarios para la correcta obtención de los fotogramas que deberán ser utilizados para restitución.

Para cámaras digitales se deberá tener en cuenta la cobertura de cada fotograma a través de la resolución espacial y el tamaño de cada pixel que será dependiente de la escala.

b) OBJETIVO Y FORMATO

La cámara estará dotada de un objetivo normal, gran-angular, super-gran-angular, en concordancia con la planificación de vuelo, debiendo señalarse la distancia focal con su respectiva desviación estándar (RMS), que permitirá obtener fotogramas de 23 x 23 cm.

En caso que fuera cámara digital se señalará el tamaño de pixel con su respectiva profundidad.

c) DOCUMENTACIÓN DE LA CÁMARA

La cámara deberá estar provista del correspondiente certificado de calibración, cómo máximo 2 años antes de la obtención de los fotogramas. Una copia de este certificado deberá figurar entre los documentos de vuelo.

El certificado de calibración de la cámara debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Distancia principal calibrada.
- Curva de distorsión radial para cada una de las cuatro semi-diagonales referidas al centro de simetría.
- Curva promedio de distorsión.
- Ubicación del centro óptico de simetría y el centro de auto-colimación, con respecto al punto determinado por las marcas fiduciales.
- Coordenadas de las marcas fiduciales.

2.4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS FOTOGRAMAS.**a) ESCALA DE FOTOGRAMAS.**

La escala de las fotografías será de más menos 10% de la escala planificada.

b) VERTICALIDAD.

La distancia nadiral de cada fotografía será siempre inferior a 3 grados sexagesimales, rechazándose cuando el 6% de las fotografías no cumplan esa condición o exista alguna fotografía

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

cuya distancia nadiral supere los 4 grados sexagesimales.

c) INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.

Cada fotograma llevará las referencias marginales necesarias para su identificación, tales como:

- Nombre del Contratista o proyecto.
- Escala aproximada.
- Identificación de la línea de vuelo.
- No. de fotograma.
- Día, mes y año de toma.
- Hora de obtención.
- Altitud de vuelo (dada por el altímetro del avión sobre el nivel del mar).
- Nivel indicativo de la verticalidad.
- Coordenadas de los puntos principales de cada fotograma.

Deberán figurar también:

Las características de la cámara utilizada (marca y distancia focal).

Será motivo de rechazo, los fotogramas que no contengan la información anterior, o que ésta no sea legible.

d) SOPORTE DE LOS FOTOGRAMAS

El soporte de los fotogramas podrá ser en CD, DVD ó cualquier otro que la tecnología tenga vigente, si la información está en formato digital; y, en película si es analógica. Para el primer caso se definirán los formatos, tamaño y profundidad del pixel y para los segundos será de material indeformable tipo poliéster.

e) TIPO DE EMULSIÓN

Las emulsiones fotográficas deberán tener características técnicas óptimas que garanticen la calidad de la imagen fotográfica para fines cartográficos.

f) NEGATIVOS

Los negativos tendrán la calidad suficiente de tal manera que figuren nítidamente todas las marcas fiduciales, para poder ser utilizados sin dificultad en la restitución y/o foto-interpretación. Deberán estar exentos, entre otros, de manchas, sombras y densidades excesivas que oculten la información. La entrega de los negativos será en rollos originales, en cuyo exterior figurarán los datos necesarios para su identificación.

g) POSITIVOS

Además de los negativos, se obtendrán copias por contacto, obtenidos en papel fotográfico o base star, dimensionalmente estables, con densidad uniforme y exenta de defectos.

El papel de las copias será siempre del mismo tipo y marca. Cada colección se entregará por separado en sobres agrupados por líneas de vuelo. En el exterior de los sobres figurarán los datos necesarios para la identificación de su contenido.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

2.5. GRÁFICOS DEL VUELO.

Deberán realizarse los gráficos de vuelo para poder establecer la situación relativa de cada uno de los fotogramas. Dichos gráficos se dibujarán a escala 1:50.000 y sobre la cartografía más actual realizada por el Instituto Geográfico Militar. En ellas deberán figurar los ejes de las líneas de vuelo y los recuadros de los fotogramas con su numeración correspondiente. Los ejes de las líneas de vuelo se presentarán uniendo los puntos principales de los fotogramas, cuyo número ordinal dentro de la línea sea múltiplo de 5, también se consignarán los números de línea de vuelo y la altura de ésta sobre el nivel del mar y sobre el nivel medio del terreno. Del original se realizarán dos copias sobre material reproducible. En los gráficos figurará también la designación del trabajo, datos de la cámara, escala de la foto, escala del gráfico, fecha y nombre del contratista.

Los negativos originales del vuelo (primera generación), serán propiedad exclusiva del contratante y reposarán en el archivo del Instituto Geográfico Militar.

2.6.SISTEMA DE NAVEGACIÓN CINEMÁTICO.

Se utilizará un sistema de navegación que permita determinar la posición tridimensional de los puntos principales de cada fotograma a partir de las coordenadas de la antena a la que se incorporará el vector excentricidad en el cálculo de la aerotriangulación, para este efecto se deberá:

- Planificar el vuelo en tierra.
- Realizar las correcciones en tiempo real basadas en la planificación previa para las continuas medidas de posición realizadas con un receptor GPS y los instrumentos del avión.
- Obtener luego del vuelo un archivo ASCII con los datos de captura de cada fotograma que incluyan la fecha y la hora de la exposición, las coordenadas del centro de proyección en el sistema SIRGAS ó WGS-84, el nombre del proyecto, el rumbo, el identificador de línea y de la foto.

2.7. METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

Al término de los trabajos, se introducirán los metadatos correspondientes a esta fase, los que constituirán parte de la memoria técnica, que irá acompañada de los planes de vuelo ejecutados, copias en papel o soporte magnético de los datos técnicos que sirvieron para su ejecución, y la información final resultante obtenida.

La información anterior deberá acompañarse de un fotoíndice.

3. TRABAJOS DE APOYO.

Las actividades de apoyo comprenderán trabajos de campo y gabinete que sean necesarios en la obtención de datos que se requieran para determinar la posición planimétrica y altimétrica de los puntos de apoyo geodésico y puntos de referencia para el soporte del sistema de navegación del avión, la restitución fotogramétrica de los fotogramas y/u otras aplicaciones métricas.

Para la obtención del apoyo aéreo, simultáneamente a la captura de las imágenes se registrarán los datos con al menos dos equipos GPS que cumplan con las precisiones requeridas (equipos de una o doble frecuencia, L1 o L1/L2); uno instalado en el avión y sincronizado con la cámara métrica y otro en una estación de referencia. La distancia máxima entre ambos receptores, dependiendo del caso, son equipos GPS de una frecuencia no superará los 20 Km.; y, con receptores de GPS de doble frecuencia no superará los 150 km.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

La planificación y selección de las ubicaciones de los puntos de apoyo de campo terrestre, se realizará previamente sobre un juego de fotografías, con apoyo de un fotoíndice, considerando la geometría del bloque fotogramétrico y de la precisión del levantamiento.

Se realizará un reconocimiento de cada uno de los sectores planificados, a fin de escoger el mejor sitio fotoidentificable de características puntuales, acorde a la escala de la fotografía. El sitio escogido deberá disponer de gran parte de las condiciones propias para la recepción GPS, así como condiciones de accesibilidad y permanencia.

3.1. CONDICIONES DE LA RED

Para iniciar cualquier trabajo geodésico o topográfico se deberá chequear el control geodésico existente del sector a trabajar, utilizando procedimientos satelitales o convencionales de acuerdo a la capacidad económica y técnica.

Todo trabajo geodésico o de topografía deberá servirse de la Red Geodésica Nacional de primero, segundo o tercer orden, establecida por el Instituto Geográfico Militar, de tal manera que garantice las precisiones establecidas para cada trabajo, sea restitución, ortofotografía, topografía y otros.

a) TRIANGULACIÓN, TRILATERACIÓN, POLIGONALES, METODO INERCIAL Y TÉCNICAS DIFERENCIALES DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.

En la actualidad con el uso del Sistema GPS, la triangulación formará, en lo posible, una malla homogénea no mayor a 200 Km. (con receptores GPS de doble frecuencia), debiendo siempre partir de vértices de primero, segundo o de tercer orden; pertenecientes a la Red GPS del Ecuador enlazada a la red continental SIRGAS; se deberá tener cuidado en tomar puntos de un grado de orden superior al que se determina.

La trilateración es un método de levantamiento según el cuál se miden las longitudes de los lados; deberá comenzar y terminar en estaciones de triangulación o poligonal básicos ya existentes; debe comprender observaciones de control de azimut, proporcionando los cierres correspondientes.

Las poligonales se fundamentan en la medición de distancias y direcciones, deben comenzar y cerrarse de puntos conocidos del control básico, después se mide los ángulos y las distancias a lo largo de una línea de puntos de levantamiento con las que se podrá calcular la posición geográfica de cada uno de los puntos de poligonal. Si la poligonal regresa a su punto de partida se le llama poligonal cerrada, cuando esto último no sucede se dice que la poligonal es abierta.

El método inercial se “fundamenta en la medida de variaciones de aceleración referidas a tres ejes que se estabilizan mediante giróscopos, conjunto montado sobre una plataforma móvil. Las variaciones se traducen en desplazamientos que referidos a una cierta posición de origen, producen las coordenadas geodésicas requeridas.”*

Las técnicas diferenciales del Sistema de posicionamiento global “consiste en recibir la señal electromagnética emitida por los satélites de la constelación que conforman el Sistema de Posicionamiento Global para determinar la posición relativa de puntos sobre la superficie terrestre.”

*Tomado de normas_peru.pdf Instituto Geográfico Nacional

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

b) LOS VÉRTICES.

A los vértices se les dará elevación con la precisión requerida para la escala, partiendo siempre de la red básica de nivelación del Ecuador, para lo cual se ligarán con nivelación de precisión (geométrica o trigonométrica), o utilizando el modelo de ondulación geoidal.

Cada línea de nivelación se dividirá en tramos de 2 Km, como máximo. Los extremos de cada tramo se señalarán de forma permanente. La longitud máxima de vistas será de 150 m en condiciones favorables entre vista atrás vista adelante. La discrepancia parcial máxima entre vista atrás vista adelante será de 10 m y en la totalidad de la línea será de 20 m. Cuando la línea sea cerrada, el error de cierre no será en ningún caso superior a $4 \text{ mm } \sqrt{K}$, siendo K la longitud en kilómetros.

c) LOS CÁLCULOS DE LA RED.

Se comprenderán como cálculos de la red, al procesamiento y ajuste de los puntos dentro de los estándares de precisión adoptados por el IGM (Departamento de Geodesia), proporcionada por el RMS (error medio cuadrático) y varianza de las mediciones.

Los valores definitivos de las coordenadas en los puntos de la red, procederán de un ajuste final del bloque.

d) LA SEÑALIZACIÓN.

Los vértices se señalarán en el lugar y forma que garanticen su permanencia, usando mojones tipo IGM-A o B, de acuerdo a las necesidades del usuario.

Las dimensiones de estos tipos de mojones son las siguientes:

IGM-A

Base superior : 0,40 X 0,40 m
Base inferior : 0,60 X 0,60 m
Altura : 1,10 m
Profundidad : 1,0 m

IGM-B

Base superior : 0,25 X 0,25 m
Base inferior : 0,30 X 0,30 m
Altura : 0,20 m
Profundidad : 0,60 m

En el centro del mojón deberá ir empotrada una placa de aluminio en el que se inscribirá: el nombre de la empresa de la institución que contrató la posición del punto, se prohíbe destruir, nombre del proyecto, nombre o número del punto, orden del punto, en el caso que fuera otra institución que no sea el Instituto Geográfico Militar, el número de registro de la empresa en el IGM, que determinó el punto, fecha de determinación del punto, Ecuador; tal como se muestra en la figura 01.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01



Fig. 01. Diseño de la inscripción en la placa de aluminio empleada para señalar el punto colocado

e) LONGITUD DE LOS LADOS¹

La información que a continuación se presenta, muestra las longitudes de las distancias de los lados triangulados permisibles en los levantamientos geodésicos tradicionales, que dependerán de la escala del levantamiento:

ESCALA	LONGITUD MAYOR (m)	LONGITUD MENOR (m)
1: 500	2.000	500
1:1.000	3.000	1.000
1:2.000	3.000	1.000
1:5.000	5.000	2.000
1:10.000	7.000	3.000
1:25.000; 1:50.000; 1:100.000	20.000	10.000

f) BASES.

Se definirán estaciones base con procedimientos satelitarios y equipos GPS de doble frecuencia, realizando correcciones diferenciales con los puntos determinados.

El tiempo de observación de cada sesión dependerá de la distancia entre el nuevo punto y la base.

¹ Información recopilada de “Cartografía y Fotografía Aérea – Manual de contratación” 1981.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

Tiempo de Observación GPS			
Distancia (km)	Minutos	Horas	Minutos
10	50	0	50
20	70	1	10
30	90	1	30
40	110	1	50
50	130	2	10
60	150	2	30
70	170	2	50
80	190	3	10
90	210	3	30
100	230	3	50
120	270	4	30
140	310	5	10
160	350	5	50
180	390	6	30
200	430	7	10

La fórmula para calcular el tiempo de observación GPS = 30minutos + (2minutos * Distancia en km)

g) ORIENTACIÓN.

En caso de realizar procedimientos tradicionales, la orientación se obtendrá a partir de la Red Geodésica o de la GPS del Ecuador. Cuando se utilice equipos satelitarios la determinación de las coordenadas bajo un sistema de referencia implícitamente conlleva esta orientación.

3.2 CONDICIONES DE LOS PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO

- Los puntos de apoyo fotogramétrico se determinarán a partir de la Red GPS del Ecuador.
- Se utilizará receptores GPS geodésicos: de una frecuencia L1 o de doble frecuencia L1/L2 y código C/A.
- Cada sesión de observación se planificará previamente para horas en las que el PDOP sea inferior a 4, determinándose horas comunes de recepción.

a) MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO

La determinación de los puntos de apoyo geodésico, se realizará por el método de levantamiento disponible, en el caso de posicionamiento GPS Relativo Estático Diferencial con radiales, se deberá tener como fijo un vértice de la Red GPS del Ecuador y/o de puntos determinados previamente para el proyecto u otro que obtenga iguales resultados de precisión.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

b) CÁLCULO

El procesamiento de datos, se hará en función del tipo de levantamiento realizado, así por ejemplo, para el caso de posicionamiento GPS se hará con los programas de ajuste GPS; en todos los casos deben cumplir con los requerimientos de precisión exigidos por Aerotriangulación, considerando los siguientes detalles:

- Ubicación y determinación de puntos, de alta precisión, con equipos geodésicos, enlazados a la red básica del Ecuador.
- Ubicación y determinación de marcas Azimutales de precisión, que nos permitan el cálculo de un azimut de partida, así como un azimut de llegada como base para realizar los cierres de los polígonos respectivos.
- De igual manera para realizar los ajustes de la poligonal se tomará en cuenta los siguientes factores*:

1) Cálculo de reducción de Distancia Horizontal a Nivel Medio del Mar o Distancia Geodésica.

Fórmula: $C = DH * (H / R)$
 $DG = DH - C$
 $FNMM = DG / DH$

Siendo: C = Corrección de la distancia.
DH = Distancia horizontal.
H = Altura promedio de los dos puntos de la línea.
R = Radio de curvatura (6.375.480 m).
DG = Distancia geodésica o distancia a nivel medio del mar cuando la distancia no pasa de 9 km.
FNMM = Factor de corrección Nivel Medio del Mar.

2) Cálculo del factor de Escala que nos permite transformar una distancia geodésica en distancia de cuadrícula.

Fórmula: $P = ((E2 + E1) / 2 - 500000) * 0.000001$
 $FE = (1 + (0.012383) * P^2 + 0.00003 * P^4) * 0.9996$

Siendo: E1 y E2 = Coordenadas UTM en Este.
FE = Factor de escala
P = Promedio de la distancia en coordenadas UTM Este.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

3) Cálculo del factor combinado.

Nos permite calcular directamente una distancia horizontal a distancia de cuadrícula.

Multiplicamos el FNMM * FE y obtenemos el factor combinado.

4) Cálculo de altitudes con corrección por refracción y curvatura.

Fórmula: $ALT = \cos AV * DI + AI - AVI + (\sin (DI * 14 / 1000 / 3600)) * DI + COTA DE PARTIDA.$

En donde:

AV = Ángulo vertical.
DI = Distancia inclinada.
AI = Altura instrumental.
AVI = Altura visada.

c) RECONOCIMIENTO, PINCHADO Y MONUMENTACIÓN.

Se realizará el reconocimiento en el terreno con la fotografía aérea del proyecto (puede ser a diferente escala, desde 1:5.000 a 1:60.000), se identificará un detalle característico en el terreno, el mismo que será fotoidentificable; en la fotografía aérea con numeración impar, se pinchará el detalle con una aguja lo más fina posible, a fin de ayudar al fotogrametrista.

Al reverso de la fotografía, alrededor de la huella del pinchado, se realizará un croquis en el que se incluirá los detalles planimétricos existentes en un radio de 30 metros; el gráfico será orientado al norte y con la elevación del detalle pinchado.

También se indicará si es mojón o placa y la altura que sobresale sobre el terreno.

El pinchazo debe ser fotoidentificado en las zonas de traslapo lateral y longitudinal de las fotos contiguas.

También se elaborará una monografía del punto en la que constará: coordenadas geográficas y planas, altura, ubicación geopolítica, orden, descripción geográfica del punto, tipo de monumentación, vías de penetración, fecha de determinación, proyecto, autores y gráfico debidamente orientado al norte, además del tipo de parámetros usados para la transformación entre sistemas.

Para efectos prácticos se ha diseñado dos tipos de monografías: una para puntos de control horizontal y/o vertical, figura 02; y, otra para puntos de control básico vertical, figura 03.

	Fecha: 17 de Mayo 2006	Página 16 de 29
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01	INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR	REVISIÓN:01

(LOGO DE LA EMPRESA DUEÑA DE LA MONOGRAFÍA)

NOMBRE DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN
Monografía de Punto de Control



REGISTRO EN EL IGM
No. _____

ENTIDAD EJECUTORA:			
PROYECTO:	NOMBRE DEL PUNTO:		COD.:
DÁTUM HORIZONTAL:	ÉPOCA DE REFERENCIA:	ELIPSOIDE:	
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:		

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO

CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (°'"): _____	ZONA: _____	TIPO DE PROYECCIÓN: _____	ORDEN
LONGITUD (°'"): _____	NORTE (m): _____	NORTE (m): _____	
ALTURA ELIPSOIDAL(m): _____	ESTE (m): _____	ESTE (m): _____	
PARÁMETROS PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: _____ LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: _____	FALSO ESTE: _____	FACTOR DE ESCALA: _____ LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: _____

CONTROL VERTICAL:

ELEVACIÓN (m): _____	ORDEN: _____	FECHA DE NIVELACIÓN: _____	TIPO DE NIVELACIÓN: _____
----------------------	--------------	----------------------------	---------------------------

CROQUIS	FOTOGRAFÍA PANORÁMICA	
UBICACIÓN: _____		
ACCESIBILIDAD: _____		
MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
ELABORADO	SUPERVISADO	
_____	_____	

Figura 03. Monografía para Puntos de Control horizontal y/o vertical

	Fecha: 17 de Mayo 2006	Página 17 de 29
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01	INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR	REVISIÓN:01

(LOGO DE LA EMPRESA DUEÑA DE LA MONOGRAFÍA)

NOMBRE DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN
Monografía de Control Básico Vertical


 REGISTRO EN EL IGM
 No.

ENTIDAD EJECUTORA:		MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	
DÁTUM VERTICAL:	PROYECTO:		NOMBRE DEL PUNTO:
		CÓDIGO:	

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO

CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO

FECHA DE NIVELACIÓN	NOMBRE DE LA LÍNEA DE NIVELACIÓN	CÓDIGO LÍNEA	TRAMO

CONTROL VERTICAL: _____ **COORD. APROX. UTM WGS 84 PRECISIÓN 10 m.** _____

ORDEN	ELEVACIÓN	TIPO DE NIVELACIÓN	ZONA	NORTE (m)	ESTE (m)

CROQUIS	FOTOGRAFIA PANORAMICA
---------	-----------------------

UBICACIÓN:

ACCESIBILIDAD:

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES

ELABORADO _____	SUPERVISADO _____
--------------------	----------------------

Figura 03. Monografía de control básico vertical.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

3.3. PRECISIONES.

a) PLANIMETRÍA.

El error medio cuadrático de las coordenadas de los puntos de apoyo será como máximo más menos 0.01 centímetros por el módulo de la escala del mapa a obtener.

$$P = 0.01 M \text{ (cm).}$$

Siendo M = Módulo de la escala del mapa a obtener.

b) ALTIMETRÍA.*

Primer orden

RED BÁSICA DE CONTROL VERTICAL.

$$4mm \sqrt{K} \quad \text{Donde; } K = \text{DISTANCIA EN KILÓMETROS}$$

$$6mm \sqrt{K} \quad \text{CUANDO SE REPITE UNA SECCIÓN O RECORRIDO (IDA O REGRESO)}$$

Segundo orden

PROYECTOS ESPECIALES

$$8.4 mm \sqrt{K} \quad \text{Donde; } K = \text{DISTANCIA EN KILÓMETROS}$$

PLANOS DE CIUDADES

$$9.0 mm \sqrt{K} \quad \text{CUANDO SE REPITE UNA SECCIÓN O RECORRIDO (IDA O REGRESO)}$$

3.4. TOPÓNIMOS

La obtención de topónimos se lo realizará en el campo, y se materializará en la fotografía aérea de acuerdo a las especificaciones técnicas de clasificación de campo para la escala del levantamiento.

3.5. DOCUMENTOS A ENTREGAR AL FINALIZAR EL ESTABLECIMIENTO DEL CONTROL.

- Elenco de coordenadas y monografías de los puntos de apoyo fotogramétrico, control horizontal y vertical determinados, acompañados por un croquis georeferenciado de su ubicación.
- Elenco de coordenadas y monografías de los vértices de la Red GPS del Ecuador ocupados, que sirvieron de base en el posicionamiento, acompañados por croquis georeferenciados de ubicación.
- Fotografía aérea con los puntos de control básico y suplementario fotoidentificados y/o pinchados, ilustrados con el croquis de ubicación del punto al reverso de la misma.
- Fotografía aérea clasificada.

Esta información deberá estar acompañada de una memoria técnica en la que se hará constar la descripción de los metadatos soportados en cualquier programa que cumpla con los estándares FGDC (Federal Geographic Data Comite).

*Fuente: Manual de Nivelación Geodésica del Servicio Geodésico Interamericano del año 1.970



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

3.6. PLAZO DE ENTREGA.

La documentación a la que se refiere el numeral 3.5., deberá entregarse antes de comenzar la fase de aerotriangulación, no pudiéndose empezar ésta, mientras no se exprese la conformidad del trabajo realizado.

4. AEROTRIANGULACIÓN.

Esta fase constituye el soporte de la precisión de la restitución, los parámetros cartográficos que se utilicen en esta actividad, estarán dados por los requerimientos del método de aerotriangulación que se vaya a emplear.

4.1 PLANIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE FOTOGRAMAS.

Los trabajos de aerotriangulación serán convenientemente planificados en gabinete seleccionando los fotogramas a aerotriangular en función del límite geográfico requerido.

4.2 BARRIDO O SCANNING

Una vez aceptado el vuelo se procederá a la digitalización de los negativos y/o diapositivas mediante un escáner fotogramétrico.

a) CONDICIONES GENERALES

- **Barrido**

El barrido se hará de manera que los niveles de las tres componentes de color RGB se generen proporcionalmente a la densidad de la película.

Se determinarán los valores máximo y mínimo de un conjunto de originales, para minimizar las diferencias radiométricas entre las imágenes de un mismo bloque, cuidando de que los extremos no se saturen y evitando un excesivo número de valores no utilizando los extremos del histograma. Las condiciones indicadas no son aplicables a imágenes en las que predomina la nieve, arena, agua o zonas con sombras.

- **Área de Barrido**

La superficie a barrer será un rectángulo que contenga el área expuesta más una orla de 3mm de manera que se incluya todas las marcas fiduciales.

- **Resolución**

El tamaño del pixel estará en función de la escala de la fotografía aérea y del levantamiento aerofotogramétrico.

b) CARACTERÍSTICAS DEL ESCÁNER.

Para la digitalización de los fotogramas se utilizará un escáner fotogramétrico de alta resolución radiométrica y geoméricamente preciso, con las siguientes características:

- Escáner plano con una precisión mejor a las 3 μm de error medio cuadrático.
- Capacidad de discriminación de 256 tonos de gris para imágenes en blanco y negro o por

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

componente de color (rojo, verde y azul).

- Apto para un rango de densidades entre 0.1D y 2D para blanco y negro y entre 0.2D y 3.5D para color.
- Ruido radiométrico del orden de 0.03D para píxeles de 10 μm .

c) UBICACIÓN

Para evitar que se deteriore la calidad de la imagen, el equipo estará situado en una sala limpia y en condiciones ambientales adecuadas de temperatura y humedad.

El suministro eléctrico del escáner será estabilizado e ininterrumpido.

d) CALIBRACIÓN

El escáner estará calibrado geoméricamente y radiométricamente con la frecuencia necesaria de manera que no introduzca ningún defecto del tipo bandeado, escaqueado, registro defectuoso entre bandas de color, o defectos debido a la compresión de imagen, que impidan la realización de los trabajos fotogramétricos tradicionales o induzcan a confusión en la interpretación de los objetos.

La calibración la llevará a cabo un técnico especializado que proporcionará un certificado de calibración con la fecha de la misma y vigencia del certificado. Periódicamente se realizarán controles para garantizar la estabilidad del equipo.

e) CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES

Las imágenes obtenidas deberán estar exentas de manchas, partículas de polvo, pelos, rayas, por ello debe examinarse y limpiarse si es necesario el material original. Se comprobará que estén correctamente etiquetadas y que todas las marcas fiduciales sean visibles.

• Geométricas.

Se hará un control geométrico por imagen, a partir de la medida de las coordenadas pixel en las marcas fiduciales y se comprobará que el error medio cuadrático de los residuos de la orientación interna de cada imagen sea inferior a 10 μm y que el máximo residuo sea inferior a 15 μm en el 99% de los casos.

• Radiométricas.

Se hará un control radiométrico que verifique que el histograma por componente de color de cada una de las imágenes sigue una distribución normal y que la saturación en los extremos no sea superior al 0.5%.

f) PRODUCTOS.

El resultado del escaneo (barrido) de los fotogramas son un grupo de archivos digitales que se almacenarán en un servidor de imágenes, en formato comprimido JPG o similar para su posterior utilización durante las etapas de aerotriangulación y rectificación digital.

g) MEMORIA DE EJECUCIÓN.

Una vez finalizado el proceso se elaborará un informe que incluya una descripción detallada de las características de los equipos utilizados, el test de control del escáner y la frecuencia con que se

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

aplica los distintos controles realizados para garantizar el cumplimiento de las condiciones técnicas establecidas para obtener un material de calidad.

4.3 PLANIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE CONTROL.

La georeferenciación de los diferentes bloques fotogramétricos será aquel proporcionado por el apoyo aéreo cinemático y por el fotogramétrico terrestre. El primero consiste en la determinación de las coordenadas de la antena del GPS montado en la aeronave, en el momento de tomar las fotografías; y, el segundo en la observación geodésica de los puntos de apoyo realizados en el campo.

a) APOYO AÉREO CINEMÁTICO

El proceso de observaciones GPS registradas en el avión y la estación de referencia junto con los datos de sincronización del receptor embarcado y la cámara métrica, proporciona las coordenadas geocéntricas del centro de fase de la antena del receptor móvil en el sistema WGS84 en el instante de obtención de cada fotograma con una precisión relativa de 10 cm.

Para calcular las coordenadas del centro de proyección de cada fotografía a partir de las coordenadas de la antena, se incorpora el vector excentricidad de la antena (offset) al cálculo de la aerotriangulación.

b) APOYO TOPOGRÁFICO

Sobre los fotogramas se elige la ubicación de los puntos de apoyo teniendo en cuenta la geometría del vuelo fotogramétrico y la existencia del apoyo aéreo cinemático. En la medida que sea posible, los puntos de apoyo se harán coincidir con los elementos estables del terreno y fácilmente identificables en las fotografías; además se podrán aprovechar puntos procedentes de otros proyectos siempre que sean claramente identificables y se garantice su precisión.

La cantidad de puntos estará definido por la geometría y la escala del área a mapear.

4.4 PREPARACIÓN Y OBSERVACIONES

Sobre cada imagen se seleccionarán al menos tres puntos distribuidos en las posiciones de Von Grubber que cumplirán las funciones de puntos de paso (entre modelos consecutivos) y de enlace (entre líneas adyacentes). Estos se observarán en las imágenes anterior y posterior (excepto al inicio y final de cada faja).

Para la transferencia digital de los puntos, se requerirá, al menos de la visualización simultánea de hasta seis imágenes en la pantalla, sobre las que se superpondrá la distribución de los puntos, seleccionado el punto en una imagen, éste se transferirá mediante correlación automática a las otras imágenes con una precisión de medio pixel.

4.5 PROCESAMIENTO

La obtención de los parámetros necesarios para la orientación de los pares estereoscópicos, se obtendrán a partir del ajuste de una densa red fotogramétrica por el Método de Haces de Rayos con auto calibración.

El cálculo se efectuará con el programa de ajuste que permita combinar distintos tipos de observaciones geodésicas, inerciales, fotogramétricas, GPS cinemáticas y otras.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

4.6 PRECISIONES

La media de las desviaciones estándar de los puntos de aerotriangulación seleccionados no excederá del 0.1% de la altura de vuelo sobre el terreno en planimetría y del 0.15% de la altura de vuelo sobre el terreno en altimetría.

Cuando se maneja información digital se debe considerar los errores estándar en función del pixel:

- Error estándar para la orientación interior 0.6 de pixel
- Error estándar para el ajuste relativo 1 pixel
- Error estándar para el ajuste absoluto 2 pixeles

4.7 PRODUCTOS

- Un grupo de archivos digitales que contienen los datos del ajuste en formato ASCII.
- Un set de fotografías en formato digital TIFF o similar (fotogramas escaneados) del área del proyecto. Se incluyen los puntos pinchados digitalmente del control de campo y los aerotriangulados.

4.8 METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

Una vez concluida esta etapa se elaborará un informe que incluya los metadatos y una descripción de las características de los equipos y del software utilizado, de los diferentes controles realizados para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y del material generado.

5. RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA.

La restitución fotogramétrica, podrá realizarse en forma analógica, semianalítica, analítica, en formato digital y en tres dimensiones de la cobertura aérea y con las características técnicas que se detallan en las especificaciones técnicas particulares del proyecto y en la tabla de Estructuración respectiva (ver ANEXO 1).

5.1 CONDICIONES GENERALES.

Para iniciar la restitución fotogramétrica se debe entregar por escrito a los operadores la siguiente información:

a) ESCALA.

La escala a la que se va a restituir.

b) PROYECCIÓN.

La proyección cartográfica en la que fueron calculados los puntos de control geodésico y aerotriangulados.

c) SISTEMA DE REFERENCIA.

El nombre del sistema de referencia al cual está referida la información de los puntos utilizados.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

d) EQUIPOS DE RESTITUCIÓN.

El nombre de los restituidores en los cuales se hará la restitución.

e) MATERIALES PARA RESTITUCIÓN.

Se enlistará el material a entregarse para la restitución.

f) ÍNDICE DE MODELOS.

En el caso que el área a restituir sea grande, se entregará también el índice de modelos fotogramétricos.

g) ÁREA(S) A RESTITUIR.

Las zonas mínimas a restituir, serán las definidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

h) SISTEMA DE COORDENADAS.

Para el Ecuador, los mapas se referirán a un sólo sistema de coordenadas, que será la U.T.M. En el uso que le corresponda.

5.2. AJUSTE DE PARES ESTEREOSCÓPICOS.

Para el caso que fuera restitución analógica, semianalítica o analítica se hará un reporte de cada ajuste en el que se indicarán los parámetros angulares y lineales del mismo, así como los valores de los errores residuales y de los puntos de apoyo, tanto en planimetría como en altimetría, incluyendo un pequeño croquis de situación de los puntos de apoyo.

Las tolerancias para errores residuales serán las siguientes:

- Para planimetría $0.2 M / 1000$ metros.
- Para altimetría $0.3 H / 1000$ metros.

Siendo M el denominador de la escala de la restitución y H la altura de vuelo en metros.

En caso que la restitución fuera digital únicamente se desplegará en pantalla el modelo a restituir.

5.3. CONDICIONES DE LA INFORMACIÓN A RESTITUIR.**a) PLANIMETRÍA.**

La restitución planimétrica deberá reflejar todos los detalles identificables, en su exacta posición y verdadera forma, con dimensión mínima a escala de 1 mm. Bajo un sistema topológico.

Para la restitución digital el error para el trazo de detalles planimétricos, el error estándar de trazo de dibujo de restitución será máximo el tamaño de dos pixels respecto al modelo ajustado.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

b) ALTIMETRÍA.

El relieve se presentará por curvas de nivel con equidistancia de nivel definidas para la escala y su estructura estará definida por la finalidad que tenga el documento.

c) CATASTRO.

Se representará el catastro que se especifique para el efecto.

5.4. TOLERANCIAS.**a) PLANIMETRÍA.****Puntos bien definidos en Planimetría**

La posición del noventa por ciento (90%) de los puntos bien definidos, no diferirá de la verdadera, en más de dos décimas de milímetro (0,2 mm.), a la escala del mapa.

Los mapas deberán reflejar todos los detalles planimétricos del terreno y de las construcciones que puedan aparecer en el mismo, con dimensión mínima mayor de quince décimas de milímetro (1,5 mm.) a la escala del mapa.

Serán de interés los ríos, lagos, embalses; las zonas de arbolado y de cultivo, caminos, carreteras, ferrocarriles.

Elementos a representar, signos convencionales, tipos de rotulación normas de dibujo.

Se cumplirá lo establecido en las Normas Técnicas definidas para la escala y el tratamiento de sus elementos se harán de acuerdo a especificaciones propias de cada proyecto, siempre que no contradiga lo aquí especificado, que prevalecerá.

b) ALTIMETRÍA.**Puntos bien definidos en Altimetría.**

En los mapas deberán figurar las cotas altimétricas de todos aquellos puntos que, por su situación o condiciones, convenga definir, tales como vértices geodésicos identificables en los fotogramas, la superficie del agua de los lagos, depósitos y lagunas; vértices de montañas, collados y puertos; depresiones y vaguadas; intersecciones de carreteras; líneas de ferrocarril en las estaciones; extremos de los ejes de viaducto, puentes y estructuras análogas, etc.

Precisión altimétrica relativa de la restitución.

Las cotas del noventa por ciento (90%) de los puntos bien definidos, no diferirán de las verdaderas en función de la escala en más de 1/10 del intervalo de curva de nivel:

Escala:	Precisión altimétrica
1/500	5 cm.
1/1000	10 cm.
1/2000	20 cm.
1/5000	50 cm.
1/10000	100 cm.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

Equidistancia entre curvas de nivel

La equidistancia entre curvas de nivel, para series nacionales, será aquella que el organismo rector la formule y para cartografía a escala grande será:

$$ICN = M/1000 \text{ m.}$$

En donde:

ICN = Intervalo curva de nivel

M = Denominador de la escala

Precisiones en las curvas de nivel.

Las curvas de nivel en terreno no enmascarado por vegetación, se dibujarán con una exactitud tal, que el noventa por ciento (90%) de las cotas obtenidas por interpolación de aquellas, no diferirán de las verdaderas en más de la mitad de la equidistancia.

En las zonas enmascaradas por vegetación, las curvas de nivel se dibujarán con trazo discontinuo, aceptándose entonces una tolerancia igual a la equidistancia, que se logrará sin modificación alguna del propuesto, por métodos terrestres, si es preciso.

5.5. REVISIÓN DE CAMPO

Una vez realizada la restitución, y a efecto de que los planos resultantes cumplan los requisitos de los apartados anteriores, se llevará a cabo in situ la comprobación de los datos reflejados, realizando todas las correcciones, adiciones y omisiones necesarias que no se han podido identificar con la exactitud requerida en la restitución, o son posteriores a la fecha del vuelo, asegurando de esta forma la precisión e integridad del mapa, debiendo si es preciso modificar o introducir estos datos en el plano original. Se prestará especial atención en esta fase a la correcta representación de las alineaciones de las calles, debiendo corregirse los errores que introducen a este efecto los aleros de las casas, así como la existencia de arcos, pasajes y callejones. También será propio de esta fase discernir y reflejarlo así en el plano, la diferencia entre callejones o entrantes de las vías públicas y la existencia de predios sin edificar.

5.6 METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

Una vez concluida esta etapa se elaborará un informe que incluya los metadatos y una descripción de las actividades técnicas realizadas, se acompañará las características de los equipos y del software utilizado, así como las tolerancias y los diferentes controles realizados para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y del material generado.

6. CARTOGRAFÍA.**6.1 CONDICIONES GENERALES.**

A partir de los originales de restitución sean en formato digital o analógico, deberán revisarse a través de un sistema gráfico interactivo dotado de los programas adecuados para introducir las modificaciones de la revisión de campo, así como realizar los empalmes y fusiones de arcos de tal manera que en un solo nodo siempre exista un mínimo de tres arcos del mismo cierre topológico.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

En esta fase también deben incorporarse los topónimos y rótulos de cota de las curvas de nivel, para lo cual las zonas de arcos que deban estar tras los rótulos debe cambiarse la codificación, a efecto de no salir en el plano de edición, pero manteniendo su trazado.

Una vez completa la información, se solicitará al coordinador de los trabajos, que defina las esquinas de las hojas para introducir los contornos de las mismas en la cobertura global.

Posteriormente se realizarán las particiones por hojas a la escala respectiva, cuyos contornos ya estarán en la cobertura global, generándose tantas coberturas como hojas, añadiendo a las mismas la información marginal respectiva, en archivos de tres dimensiones.

a) SOPORTE DE LA INFORMACIÓN.

El soporte de la cartografía podrá ser CD ó DVD, si la información está en formato digital; y, en película o papel si es analógica.

b) FORMATO.

Los archivos digitales podrán estar en cualquier formato de CAD, preferentemente en MicroStation Design File (DGN).

6.2. CONDICIONES DE LA INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.**a) TOPONIMIA.**

En los planos se reflejarán los topónimos de la zona; a este efecto deberán rotularse los accidentes principales del relieve (nevados, montañas, cerros, picos, collados, desfiladeros, etc.) y de la hidrografía (ríos, arroyos, lagos, embalses, canales, manantiales, fuentes, etc.).

Deberán rotularse también, todos los núcleos de población, edificios habitados que tengan nombre propio y construcciones aisladas de importancia (monasterios, presas, fábricas, granjas, etc.) así como todos los servicios destinados a usos y servicios públicos.

Se rotularán los vértices geodésicos con el nombre con que figuran en el archivo geodésico del IGM.

Los nombres figurarán en el idioma o dialecto propio de la región correspondiente. La abundancia de la toponimia será la correspondiente a este tipo de escala. Se rotularán de acuerdo a las especificaciones técnicas para el efecto.

b) NORMAS DE ROTULACIÓN.

La colocación correcta de la rotulación en un mapa requiere atención, discernimiento y un procedimiento metódico. Se puede destruir el efecto final de un mapa bien dibujado por falta de cuidado en la colocación de la letra, y la ambigüedad que resulte puede causar un error cartográfico serio.

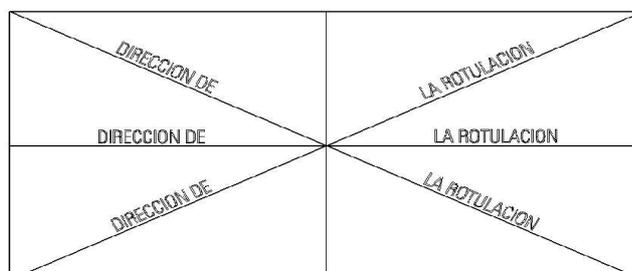
La rotulación debe ser legible desde la parte inferior o desde el margen derecho de la hoja. Es permisible colocar la rotulación para los objetos localizados a un ángulo del alineamiento horizontal normal; el ángulo preferido debe ser en dirección SO a NE. Cuando sea necesario, se puede colocar en otros ángulos; sin embargo, esta clase de alineamiento debe ser restringida a un mínimo.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

**c) DIVISIONES ADMINISTRATIVAS.**

Si fuere del caso, se situarán los límites definidos por la Comisión Ecuatoriana de Límites Internos de la República (CELIR) o de acuerdo a documentos legales creados para el efecto.

6.3. INTERPRETACIÓN.

Cualquier duda que se pudiera suscitar en la interpretación de estas especificaciones técnicas o en la realización del trabajo a que ellas se refieren, deberán consultarse, por escrito, con el IGM.

6.4. METADATOS Y MEMORIA DE EJECUCIÓN

Una vez concluida esta etapa se elaborará un informe que incluya los metadatos y la descripción de las actividades técnicas realizadas, se acompañará las características de los equipos y del software utilizado, así como las tolerancias finales conseguidas y los diferentes controles realizados para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y del material generado.

7. COMPROBACIONES DE CALIDAD.

La cartografía final y demás documentos que constituyen el trabajo objeto de las presentes especificaciones técnicas, serán comprobadas por el organismo contratista o por quien este designe.

El IGM para avalar cualquier cartografía, realizará bajo pedido, comprobaciones de precisión para la escala tanto en gabinete como en campo.

7.1. GABINETE.

Los productos cartográficos generados deberán ser sometidos a un control de calidad final, consistente en observaciones visuales directas de la representación de las características de la superficie terrestre en la cartografía, la simbología utilizada y la información marginal; así como también la precisión con la cual han sido representadas.

El control de calidad en gabinete, en cuanto a su contenido, se sugiere hacerlo utilizando cartografía a escala más grande, de haberla, o fotografía aérea actualizada del sector; información que se comparará visualmente, determinando posibles errores que al no ser críticos permitan la libre circulación de los productos cartográficos; complementándose con la observación de normas técnicas propias para la escala.

También se puede realizar evaluaciones de la precisión geométrica con la cual cada objeto geográfico es identificado y vinculado con el resto de los demás objetos, utilizando cartografía a



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

escala más grande, seleccionando puntos identificables en los dos documentos (mínimo 30), obteniendo sus coordenadas planas para compararlas y deducir la precisión del documento evaluado dentro de la norma.

7.2 CAMPO.

Actividad que consiste en comprobar los detalles cartografiados, realizando recorridos in situ, determinando de esta forma la vigencia del producto; a la vez que se realiza por observación directa (tradicional o satelitario) la posición de los puntos (mínimo 30) identificables en el campo y en la cartografía a evaluar para un tratamiento de depuración a través de tests estadísticos y estimadores de la precisión cartográfica que pueda asegurar el documento.

8. GLOSARIOS DE TÉRMINOS.

Barrido o Scanning. *Acción de digitalizar una imagen utilizando un escáner.*

Base star; *Película especialmente preparada de base estable dimensional (butyrate, acetato de celulosa o poliéster) adecuadas en apoyo de la fotogrametría para que las distorsiones sean mínimas. Calibración; Acción por la cual se determina la relación entre la medida tomada sobre un instrumento con un standard de valores conocidos.*

Cartografía Digital. *Conjunto de operaciones con las que partiendo de datos numéricos obtenidos por cualquier procedimiento, se elabora un mapa trabajando sobre un ordenador con ayuda de software específico para diseño gráfico "CAD".*

Cota. *Número que en los mapas, cartas y planos topográficos indica la altitud de un punto sobre el nivel del mar o respecto a cualquier otro punto de referencia.*

Escaquedo. Apariencia de casilleros de los tableros de ajedrez y de damas.

Fotoíndice: *Conjunto de fotografías aéreas que se presentan superpuestas en fajas con su correspondiente superposición transversal y longitudinal; en los que en cada uno de ellos están codificadas y numeradas a la misma escala o escala reducida.*

In situ; *Expresión latina que significa <en el mismo lugar>.*

Metadatos; *Documentación adjuntada con un conjunto de datos geográficos que documenta las características de adquisición, metodología, precisión, autoría y encuadre cronológico de los datos a los que hace referencia.*

Mosaico; *Conjunto de datos (generalmente una imagen) compuesto por varias porciones más pequeñas, adyacentes entre sí, que ha sido unidas en una sola más grande.*
Nadir, *Vector de la vertical de un determinado punto de la superficie terrestre que apunta en dirección opuesta a la bóveda celeste.*

Orla; Franja de adorno que se pone al borde de ciertas cosas.

Ortofoto; *Fotografía aérea rectificadas a la que se han corregido las deformaciones derivadas de la perspectiva cónica innata a la toma fotográfica y los efectos de la ondulación del terreno, y que en consecuencia tiene las mismas propiedades métricas de proyección y escala que un mapa.*



Fecha: 17 de Mayo 2006

Página 29 de 29

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CÓDIGO: IGMC-PG-N-ET-01

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

REVISIÓN:01

Parcela; Representación cartográfica de la porción de terreno, de extensión variable, destinada a la agricultura, la cual se asigna a cada uno de los miembros del ejido para su explotación en forma individual o colectiva.

Sistema de Información Geográfica (SIG). Conjunto de datos numéricos del terreno y elementos georeferenciales que poseen cualidades topológicas.

Quito, 24 de enero de 2006

BIBLIOGRAFÍA

Bailón Gabriel; topógrafo IGM

Drews / Sánchez:

Geodesia Dpto. De – IGM:

ICONTEC Parte 3. Estándar Nacional para la precisión de los datos espaciales.

Instituto Geográfico Militar – Ecuador Principales conceptos, normas y procedimientos de Fotografía Aérea V2.0. 2005.

Instituto Geográfico Nacional Normas_Perú.pdf.

José Luis Gutiérrez Gorlat, Antonio Sampaño Cortiñas:

Ruano Nieto Miguel; Ing. Geógrafo

Servicio Geodésico Interamericano

Apuntes de procedimiento topográfico. 2005

Apuntes de Geodesia; 1990

Procedimientos operativos normales – 2004.

Cartografía y Fotografía Aérea, Manual de Contratación. 1981.

Apuntes cartográficos prácticos (1977-2005)

Manual Técnico No. 45, edición 1968.