



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



Instituto
Geográfico
Militar

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA
FISCALIZACIÓN DE ORTOFOTO VERDADERA
PARA PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA
CON FINES CATASTRALES A ESCALA 1:1 000**

Elaborado Por:

**INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR Y
MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA**

SEPTIEMBRE 2024



CRÉDITOS

AUTORIDADES IGM

CRNL EMC. IVÁN RAMÍREZ
DIRECTOR DE IGM

TCRN DE EM. MARCELO TORRES
SUBDIRECTOR DE IGM

TCRN. DE EM. DARWIN IBAÑEZ
DIRECTOR CARTOGRÁFICO

CAPT E. BLADIMIR LÓPEZ
DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA INSTITUCIONAL DE DATOS ESPACIALES (IIDE), NORMATIVA
Y ARCHIVO NACIONAL CARTOGRÁFICO - GEOGRÁFICO

DOCUMENTO EN COLABORACION CON AUTORIDADES MIDUVI

ARQ. HUMBERTO APARICIO PLAZA ARGUELLO
MINISTRO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

MGS.MARGOTH PATRICIA RECALDE MARTÍNEZ
SUBSECRETARIA DE USO, GESTIÓN DE SUELO Y CATASTRO

ING. TANIA ELIZABETH GALLEGOS FREIRE
DIRECTOR DE CATASTRO

AUTORES

Ing. Lizbeth Jiménez - IGM
Personal MIDUVI - Subsecretaria de uso, Gestión de Suelo y Catastro

Revisión técnica

Generación de Normas Técnicas Cartográficas y Geográficas
Dirección Cartográfica



PRESENTACIÓN

El Instituto Geográfico Militar es un organismo especializado en la gestión aplicada de la información cartográfica-geográfica necesaria para alcanzar la seguridad, defensa y desarrollo del Ecuador; en consecuencia, en cumplimiento de las competencias que le otorga la ley de la Cartografía en materia de normalización, generación y estandarización de la información geoespacial, genera datos e información del territorio a través de múltiples procesos dentro de los cuales se incluye la elaboración de documentos con estándares adaptados a la realidad nacional como sustento técnico para la ejecución de diferentes proyectos vinculados a la generación de cartografía topográfica del país.

Son justamente estas premisas las que han hecho posible generar el documento, en formato digital: “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FISCALIZACIÓN DE ORTOFOTOS VERDADERAS CON FINES CATASTRALES A ESCALA 1:1.000”, el cual se genera la primera versión a partir de la experiencia del Instituto Geográfico Militar, y documentos técnicos publicados por revistas científicas, debido a que es una metodología que actualmente está siendo aplicada para generación de cartografía a gran escala.

Esta publicación, constituye una herramienta para que los diferentes usuarios/productores de información geoespacial vinculados a la actividad catastral urbana, a fin de que consideren criterios técnicos que han sido funcionales en la obtención de estos productos para escala 1:1 000.

Contenido

1	ANTECEDENTES.....	5
2	DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE.....	6
3	OBJETO.....	6
4	ALCANCE.....	6
5	DEFINICIONES GENERALES.....	6
6	SIGLAS ACRÓNIMOS.....	9
7	REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS.....	9
8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA GENERACIÓN DE ORTOFOTOS VERDADERAS ESCALA 1:1.000.....	10
8.1	GENERALIDADES.....	10
8.1.1	Elipsoides y proyecciones.....	11
8.1.2	Ortofotos verdadera conceptos.....	11
8.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	13
8.2.1	Resolución Espacial.....	13
8.2.2	Exactitud posicional.....	13
8.2.3	Consideraciones.....	14
8.2.4	Recopilación de la información.....	14
8.3	CONTROL DE CALIDAD.....	14
8.3.1	Etapas Preliminar – Revisión.....	15
8.3.2	Primera Etapa – Calidad de ortofoto verdadera.....	15
8.3.3	Segunda etapa – exactitud posicional.....	19
8.4	CRITERIOS DE ACEPTACION / RECHAZO DE LAS ORTOFOTOS.....	21
8.4.1	PRIMERA ETAPA – CALIDAD DE ORTOFOTOS VERDADERA.....	21
8.4.2	SEGUNDA ETAPA – EXACTITUD POSICIONAL.....	21
8.5	RESULTADOS.....	21
9	REFERENCIAS.....	22



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FISCALIZACIÓN DE ORTOFOTO VERDADERA PARA PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA CON FINES CATASTRALES A ESCALA 1:1 000

1 ANTECEDENTES

Según el Art. 1 de la Ley de Cartografía Nacional, el Instituto Geográfico Militar (IGM), tendrá a su cargo y responsabilidad la planificación, organización, dirección, coordinación, ejecución, aprobación y control de las actividades encaminadas a la elaboración de la Cartografía Nacional y del Archivo de Datos Geográficos y Cartográficos del País.

Según el Art. 23 de la Ley de Cartografía Nacional, los trabajos cartográficos autorizados de conformidad con el Art. 19, son supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar.

Según el Art. 44 del Reglamento a la Ley de la Cartografía Nacional, indica que los trabajos autorizados de conformidad con el Art. 42 del Reglamento, serán supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar.

En referencia a los artículos antes citados y a la creciente demanda de información geoespacial asociada a las necesidades del país para la planificación, desarrollo, gestión de riesgos, etc., requiere de sistemas de captura más eficientes basados en la incorporación de nuevas tecnologías para la obtención de productos cartográficos que emplean para la adquisición de datos como los sistemas GNSS, fotografía aérea métrica y LIDAR; los cuales, en combinación con los procedimientos de fotogrametría digital o digitalización, permiten cartografiar el territorio nacional que presenta características topográficas escarpadas y una alta nubosidad durante el año, dificultando la adquisición de datos para la generación de productos derivados.

Por lo antes expuesto, el Instituto Geográfico Militar (IGM) como organismo que genera cartografía ha creído conveniente brindar a la ciudadanía las especificaciones técnicas para obtener ortofotos verdaderas a fin de efectuar cartografía base con fines catastrales para escala 1: 1.000 a través de métodos de digitalización.

Con los avances tecnológicos y cambios metodológicos se puede realizar la obtención de la cartografía a fin de identificar de forma correcta los objetos a través de una correcta ortofoto verdadera.

La Ley de la Cartografía Nacional, estipula que el IGM tiene la facultad de generar cartografía a nivel Nacional, siguiendo las especificaciones y normativas de entidades productoras, sea a nivel nacional (IGM) como internacional, con el fin de homogenizar la información cartográfica



contenida en la producción a grandes escalas y desarrollar las presentes especificaciones para obtener una exactitud posicional y cartografía básica a escala 1: 1.000.

2 DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE

- Contrato suscrito entre el Gobierno Autónomo Descentralizado y el Consultor.
- Términos de referencia (TDR).
- Contrato suscrito entre el Instituto Geográfico Militar y el Consultor
- Acuerdo Ministerial Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A de Norma Técnica Nacional de Catastros o en su defecto el documento habilitante que se encuentre vigente a la fecha.

3 OBJETO

Este documento establece especificaciones técnicas y requerimientos para la fiscalización de ortofotos verdaderas a escala 1: 1 000.

4 ALCANCE

Estas especificaciones deben ser aplicadas por todas las personas naturales o jurídicas, autorizadas por la Ley, que elaboran insumos y productos cartográficos con fines catastrales urbanos a escala 1: 1 000.

5 DEFINICIONES GENERALES

Los términos empleados en estas especificaciones, corresponden a las definiciones que se encuentran en diferentes fuentes de información; entre las cuales se pueden mencionar: 1) Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de metodología (VIM), 2) Glosario de términos cartográficos de la Universidad de Alicante; y, 3) Glosario de Términos Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE).

- **Abatimiento:** efecto de la perspectiva de fotografía aérea donde aparecen en los elementos con altura con cierta inclinación, y se pueden identificar las fachadas y/o perspectiva lateral de cualquier elemento con altura.
- **Bloque fotogramétrico:** Término usado para describir y caracterizar la información de aerotriangulación asociada total o parcialmente a un proyecto fotogramétrico.
- **Calidad:** Grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos (Norma ISO 9000).
- **Cámara digital:** Es el dispositivo fotográfico matricial o de línea que permite la colecta de fotografías en formato digital; sus características ópticas (distorsiones de la lente) y elementos de orientación interior (distancia focal y geometría de



construcción) son determinados con exactitud e integrados a un reporte de calibración

- **Cartografía básica:** Es aquella que se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre, sirviendo de base y referencia para su uso generalizado como representación gráfica de la Tierra. La cartografía básica puede ser topográfica o náutica.
- **Cartografía digital.** Conjunto de operaciones con las que, partiendo de datos numéricos obtenidos por cualquier procedimiento, se elabora una carta trabajando sobre un ordenador con ayuda de software específico.
- **Compleción:** Se relaciona con la presencia o ausencia de objetos presentes en una base cartográfica.
- **Consistencia lógica:** Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de los datos, atributos y relaciones (la estructura de los datos puede ser conceptual, lógica o física).
- **Control de Calidad:** Proceso de verificación (cuantitativo) del cumplimiento de los elementos de calidad definidos en las especificaciones técnicas.
- **Exactitud posicional:** Proximidad del valor de la coordenada respecto al valor verdadero o aceptado en un sistema de referencia especificado.
- **Exactitud temática:** Exactitud de los atributos cuantitativos y corrección de los atributos no cuantitativos y de las clasificaciones de objetos y sus relaciones.
- **Exactitud:** Grado de concordancia entre el resultado de una prueba y el valor de referencia aceptado.
- **Fotografía aérea:** la imagen de la superficie terrestre colectada verticalmente o con un ángulo determinado, mediante una cámara fotográfica analógica o digital desde una aeronave;
- **Georreferenciación:** Asignar coordenadas geográficas o planas a cualquier objeto en base a un sistema de referencia local, nacional o global.
- **GSD (Ground Sample Distance):** Define la resolución en distancia sobre el terreno que puede detectar un sensor de imágenes digitales
- **Mapa:** Es la imagen plana de una parte, mayor o menor de la superficie terrestre, que además de la situación mutua de los objetos geográficos considera también las relaciones bidimensionales o tridimensionales, los hechos geofísicos, culturales, y las ciencias de la naturaleza, representándolos gráficamente en forma clara de tal modo que es posible entender el significado y medir los objetos representados. No existe una diferenciación conceptual entre mapa, carta y plano; sin embargo, en la actualidad, se ha vinculado este criterio más bien en función de la escala; así, a las representaciones a escalas grandes (representaciones a escalas mayores a 1:25 000), se las conoce como “planos”; a las de escalas medias (representaciones a escalas comprendidas entre 1:25 000 y 1:250 000), “cartas topográficas”; y, a las escalas pequeñas (representaciones a escalas menores a 1:250 000), “mapas”.



- **Metadatos.** Información adjunta a un conjunto de datos, que documenta las características de adquisición, metodología, precisión, autoría y encuadre cronológico de los datos a los que hace referencia.
- **Modelo digital del Terreno (MDT):** Representa la forma del terreno una vez que fueron removidos todos los elementos ajenos al mismo como son la vegetación, edificaciones y demás elementos que no forman parte del terreno.
- **Modelo digital de superficie (MDS):** Representa todos los elementos existentes sobre la superficie de la Tierra (vegetación, construcciones y el terreno propiamente).
- **Mosaico.** Conjunto de datos (generalmente una imagen) compuesto por varias porciones más pequeñas, adyacentes entre sí, que ha sido unida en una sola más grande.
- **Ortofoto Tradicional:** Ortofoto que es corregida en todas sus deformaciones principalmente a nivel del suelo, debido a que utiliza un Modelo Digital del Terreno (MDT). Es típica de la fotogrametría tradicional.
- **Ortofoto Verdadera:** Ortofoto que permite visualizar verticalmente todos los elementos, eliminando la inclinación de los edificios y permitiendo ver cualquier punto en el terreno. Utiliza para su generación un Modelo Digital de Superficie (MDS).
- **Ortofoto:** es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico, se obtiene a partir de las perspectivas de la imagen y se ha rectificado la imagen del terreno según una proyección ortogonal.
- **Ortofotomapa:** Ortofotomosaico transformada a formato de mapa digital o impreso que suele tener elementos cartográficos como la cuadrícula del mapa, la escala, la flecha del norte, el título, etc.
- **Ortofotomosaico / ortomosaico:** Es el resultado de la unión ortofotos, este producto dispone de una corrección geométrica y radiométrica de área de estudio o proyecto.
- **Píxel:** Contracción de las palabras inglesas Picture Element. Elementos gráficos dispuestos sistemáticamente en filas y columnas para formación de una imagen. 7
- **Posicionamiento estático:** Método de medición caracterizado por la ocupación simultánea de dos o más puntos durante un tiempo suficientemente prolongado de tiempo mientras los receptores GNSS se mantienen estacionarios en tanto registran los datos.
- **Precisión:** Medida de la repetitividad de un conjunto de mediciones, se expresa generalmente como un valor estadístico basado en un conjunto de mediciones repetidas, tales como la desviación estándar de la media de la muestra.
- **Proyección cartográfica:** es un sistema de líneas dibujadas en una superficie plana, paralelos de latitud y meridianos de longitud para una porción de la tierra. Todos los mapas del IGM muestran las unidades convencionales sexagesimales (grados, minutos y segundos de arco) con el Ecuador y Greenwich como el paralelo y meridiano de referencia u origen. Diferentes proyecciones tienen características únicas y sirven para varios propósitos. La proyección utilizada en Ecuador es la Transversa de Mercator.



- **Punto de control en el terreno fotoidentificable:** Punto de control en el terreno asociado con una marca u otro objeto en el terreno que puede ser reconocido en una imagen. El punto de control en el terreno puede ser marcado en la imagen, o el usuario puede estar provisto con una descripción inequívoca del punto de control en el terreno para que pueda ser encontrado en la imagen.
- **Punto de control en el terreno:** Punto de la tierra que tiene una posición conocida con precisión geográfica.
- **Recubrimiento o traslapo:** Porcentaje del área común de terreno cubierta por dos o más fotografías o imágenes satelitales.
- **Red Geodésica:** Conjunto de puntos o vértices enlazados y ajustados que se encuentran ubicados y distribuidos con cierta simetría sobre un espacio terrestre determinado, donde se establece su posición a través de un marco de referencia nacional o global y sirven como referencia para posicionamiento dentro del territorio en mención.

6 SIGLAS ACRÓNIMOS

ASPRS:	Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data
CONAGE:	Consejo Nacional de Geoinformática
IDE:	Infraestructura de Datos espaciales
IGM:	Instituto Geográfico Militar
IPGH:	Instituto Panamericano de Geografía e Historia
MDE	Modelo Digital del Elevación
MDS	Modelo Digital del Superficie
MDT	Modelo Digital del Terreno
MGCP:	Multinational Geospatial Co-production Program
NGA:	National Geoespatial - Intelligence Agency
NSSDA:	National Standard for Spatial Data Accuracy
PEM:	Perfil ecuatoriano de metadatos
RTK:	Real Time Kinematic
SIG:	Sistema de Información Geográfica
VIM:	Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de metodología

7 REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS

Las especificaciones técnicas para la elaboración de cartografía base a escala 1: 1 000, han sido tomadas de los documentos técnicos publicados por el IGM y por Agencias Cartográficas u organismos internacionales, de acuerdo al siguiente detalle:

ASPRS Positional_Accuracy_Standards_Edition1_Version100_November, 2014



IGM, Especificaciones técnicas para levantamientos Aerofogramétricos a gran formato (cámara digital).

IGM, Instituto Geográfico Militar 2019. Protocolo de fiscalización para proyectos de generación de Cartografía base con fines catastrales a escalas: 1: 1000.

IGN, Instituto Geográfico Nacional de Gobierno de España (2022), Especificaciones Técnicas para Vuelo Fotogramétrico Digital Versión 221123.

IGN, Instituto Geográfico Nacional de Gobierno de España (2023), Especificaciones Técnicas para la generación de ortofotos de PNOA, Versión 240223.

IPGH, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, documento de especificaciones topográficas denominado: Requisitos básicos para el diseño y contenido de mapas en todas las escalas estándar (IPGH, 1978).

ISO, International Organization for Standardization, 2005. ISO: 19110, Geographic information — Methodology for feature cataloguing.

ISO, International Organization for Standardization, 2005. ISO: 19135, Geographic information — Procedures for item registration.

ISO, International Organization for Standardization, 2009. ISO: 19126, Geographic information — Feature concept dictionaries and registers.

NSSDA National Standard for Spatial Data Accuracy

8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA GENERACIÓN DE ORTOFOTOS VERDADERAS ESCALA 1:1.000

8.1 GENERALIDADES

El Instituto Geográfico Militar, es un organismo especializado en la gestión aplicada de información cartográfica-geográfica del territorio ecuatoriano, necesaria para alcanzar la seguridad, defensa y desarrollo del país; en consecuencia, genera datos e información cartográfica fundamental a través de múltiples procesos.

En los tiempos actuales es innegable el incremento sostenido en cuanto a la generación de información geográfica digital que obliga a que su ejecución se realice mediante la aplicación de normativas técnicas específicas concordantes con el desarrollo tecnológico.

El Ecuador Continental e Insular tienen bordes formados por paralelos de latitud y meridianos de longitud llamados también líneas marginales. El Ecuador Insular se encuentra ubicado en la dirección correcta respecto al continente, haciendo coincidir el paralelo cero del Ecuador Insular con el Continental, convirtiéndolo en un mapa inserto.

8.1.1 Elipsoides y proyecciones

Marco de referencia utilizado: Sistema de referencia geocéntrico para las Américas SIRGAS ECUADOR – ITRF08, ÉPOCA 2016.43.



Elipsoide utilizado: GRS80 o WGS84, es necesario aclarar que el elipsoide WGS84 no correspondería al sistema de referencia oficial (SIRGAS – ECUADOR). Sin embargo, la diferencia entre los elipsoides WGS84 y GRS80 (elipsoide oficial de SIRGAS) es que este último, es ligeramente más achatado. Por lo que, se puede considerar que para fines prácticos, no hay diferencia significativa al usar cualquiera de estos dos elipsoides.

Dentro de este contexto, el motivo por el cual el IGM puede también acoger el elipsoide WGS84, se debe a que el uso, diseño y creación de bases (BDG), Rasters y de mas productos geográficos se realizan a través de SIG o herramientas que poseen vastas bibliotecas de sistemas de referencia locales y universales; sin embargo, el carácter histórico de su mayoría, ha determinado que dichas bibliotecas no lleguen a superar las versiones del año 2000 para el elipsoide de SIRGAS (GRS80).

Fuente: Resolución IGM-2016-005-e-1.

Dátum vertical: Nivel medio del mar, mareógrafo La Libertad

Dátum vertical: Para la coordenada en Z obtenida por GNSS, se utilizará el Modelo Geoidal EGM-96.

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM), zonas: 15, 16, 17 y 18.

8.1.2 Ortofotos verdadera conceptos

El IGM ha realizado ortofoto desde el año 2006 con ortografía analógica y desde el año 2010 con fotografía aérea digital generando así insumos de ortofotos a nivel nacional de ciertos sectores del país con una escala 1:5.000. La Ortofotografía se basa en la corrección de las fotografías aéreas a nivel del terreno, eliminando así distorsiones de objetos localizados a nivel del suelo.

La ortofoto verdadera es un producto cartográfico que permite realizar el levantamiento de información para las zonas urbanas, en términos de ortofoto es considerado dato geoespacial fundamental por las Naciones Unidas UNN-GGI. En el caso de la ortofoto verdadera, es eliminado los abatimientos propios de la fotografía aérea, con la finalidad de proporcionar una correcta posición de las edificaciones o infraestructuras que disponen de altura.

Dentro de la metodología contemplada para generación de ortofotos verdaderas, específicamente debe cumplir con requerimientos en la toma de fotografía aérea acorde con la obtención final de producto, traslajos transversales y longitudinales adecuados y generación de un MDS para evitar que exista el abatimiento en las ortofotos específicamente en los objetos que disponen del componente altura.

La generación de ortofotos verdaderas tiene que considerar la proyección ortogonal con un MDS, la detección de áreas ocultas y el relleno de las mismas. El generar un adecuado MDS, permitirá que los objetos con altura serán proyectados a su verdadera posición geométrica, es



decir, una proyección ortogonal. El problema es que existen áreas ocultas por los objetos, que no son visibles en la imagen.

En la fotografía aérea se puede disponer de áreas de ocultación, si estas no son detectadas por el software de rectificación se rellenará con contenido de la misma imagen, por lo tanto, se creará un “efecto fantasma (ghosting effect)”, esto dependerá del algoritmo de ortofotos y el porcentaje de traslape longitudinal y transversal para que estos efectos fantasmas, sean rellenados con la ortofotografía que cubra estos sectores. Una ortofoto basada en un MDS y con las áreas ocultas reemplazadas (fusionadas) es conocida como “Ortofoto verdadera”, debido a que los objetos son verdaderamente proyectados (edificios) en la dirección paralela y perpendicular sobre el plano de la ortofoto (2005, Santos Luis).

8.1.2.1 Parámetros técnicos recomendados

a) Consideraciones para el vuelo

El vuelo para la obtención de las fotografías aéreas digitales se podrá realizar cuando el cielo este despejado y puedan obtenerse imágenes bien definidas y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, sin nieve o zonas inundadas. No se obtendrán fotografías cuando el terreno aparezca oscurecido por niebla, bruma, humo, polvo, o cuando las nubes o sus sombras puedan ocultar los objetos de superficie.

Se recomienda la toma de fotografía de 09h00 a 11h00 en horas y de 14h00 a 16h00 afin de disminuir efectos de hot spot o sombras, de tal forma se garantice que la altura del Sol sobre el horizonte sea $\geq 40^\circ$.

b) Traslape longitudinal y Traslape lateral

Se obtendrán las huellas de las pasadas teniendo en cuenta la orografía del terreno y analizando cada fotograma y su relación con las pasadas adyacentes. Se calcularán los valores máximos y mínimos de los recubrimientos longitudinales y transversales.

- El recubrimiento longitudinal mínimos será del 80%.
- El recubrimiento transversal mínimo será del 80%.

Estos traslapos son considerados, en función al cubrimiento de las zonas ocultas al momento de generar las ortofotos verdaderas.

c) Tamaño de GSD o pixel para representación del terreno

El tamaño mínimo de representación del terreno o GSD (Ground Sample Distance) está asociado a la escala. La medida se obtiene mediante el porcentaje de variación entre la Resolución espacial planeado (GSD planificado) y la resolución espacial de la imagen (GSD tomado). Se debe verificar que la variación GSD (%) sea menor al 10%, para escala 1:1000

Los siguientes valores de GSD son comúnmente usados en cartografía, se debe considerar +/- el 10% de variación con respecto al pixel establecido.

Tabla 1. Valores de GSD a escala 1: 1000

ESCALA	GSD (m)
1:1.000	$\leq 0.07 \pm 10\%$

Se debe tomar en cuenta que la fotografía aérea debe ser menor, por lo menos en 3 pixel, del tamaño de pixel resultante, con la finalidad de prever la propagación de los errores que pueden presentarse en los procesos subsiguientes hasta llegar a la ortorectificación, es decir, hasta obtener la ortofoto verdadera con resolución espacial de 0.10 metros que estipula especificación técnica escala 1:1.000.

8.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

8.2.1 Resolución Espacial

La resolución espacial está asociada a la escala. Un mayor tamaño de píxel indica menor resolución y por consiguiente menor posibilidad de identificar elementos, al mismo tiempo que está asociado a una menor precisión final del producto. De acuerdo a la escala 1:000, la resolución requerida para disponer de ortofotos verdaderas se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Resolución espacial conforme a escala 1: 1000

ESCALA DE ORTOFOTO	RESOLUCION DE ORTOFOTO	OBSERVACION
1:1.000	0.10 m o menores.	Zonas urbanas

8.2.2 Exactitud posicional

La exactitud horizontal del ortofotomosaico digital depende de las características de la cámara o sensor, así como de la escala de la fotografía original, a exactitud de los puntos de control y aerotriangulación; por lo que se requiere que disponer de las memorias técnicas que incluya las características de los insumos, procesos y equipos empleados. La exactitud posicional planimétrica refleja todas las incertidumbres del proceso de ortorectificación, incluyendo aquellas introducidas por la exactitud de los insumos.

La descripción de la exactitud horizontal de los ortomosaicos digitales se realiza mediante un análisis estadístico en los términos establecidos en los Estándares de Exactitud Posicional del ASPRS 2014. Considerando que éste documento se estructura para generación de ortofotos verdaderas con fines catastrales y acogiendo la Norma Técnica Nacional de Catastros, según

Acuerdo Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003 Cartografía Básica con fines Catastrales, se establece que los RMS para catastro urbano corresponderá a:

Tabla 3. RMS para escala 1: 1000

ESCALA DE ORTOFOTO	RMS XY
1:1.000	0,33 metros

8.2.3 Consideraciones

La ortofoto verdadera no debe disponer de abatimientos considerando que esta será utilizada para realizar proceso de digitalización para creación y /o actualización del catastro urbano

8.2.4 Recopilación de la información

La información necesaria para realizar la fiscalización de estos productos es la siguiente:

- Memoria técnica con firmas de responsabilidad que especifique: insumos utilizados, metodología aplicada, especificaciones técnicas del producto, conclusiones.
- MDS utilizado para la generación de ortofoto verdadera (formato *.tiff).
- Seam lines o líneas de costura (Opcional).
- Ortofotomosaico en formato *.tiff u otros formatos compatible.
- Fotografías originales en formato comprimido con georeferencia y centros de cada fotografía en archivo (shp, kml, Excel), de ser el caso.

Tabla 4. Cuadrícula para escala 1: 1000

CARTOGRAFÍA	FORMATO DE HOJA	EQUIDISTANCIA DE LA CUADRICULA
Cartas a escala 1:1 000	15" de Latitud por 15" de Longitud	100 metros

Fuente: IGM, 2019

8.3 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de las ortofotos verdaderas, deben realizarse en los productos definitivos que serán entregados a este Instituto, mediante documento para la fiscalización, conforme a los siguientes lineamientos:



8.3.1 Etapa Preliminar – Revisión.

Ortofotomosaico

En primera instancia se evaluará el producto en términos de verificación de la información general y calidad radiométrica. Toda esta información a ser revisada proviene del metadato del producto entregado, además debe ser declarado en la memoria técnica del producto a fin de verificar la información. Esta información también será verificada en la documentación de soporte remitida al inicio de la fiscalización.

De ser el caso, se presenten observaciones en la etapa preliminar, se comunicará al Consultor mediante correo electrónico en el cual se adjuntará un reporte breve de los ejemplos con las observaciones localizadas, a fin de que se realice una nueva entrega del proyecto en un lapso de 5 días calendario a partir de la notificación del mismo.

8.3.2 Primera Etapa – Calidad de ortofoto verdadera

Una vez realizada la entrega final de la ortofoto verdadera, para la fiscalización del ortofotomosaico, se utilizará un SIG y se evaluará objetos geográficos fijos principales y continuos (Ej. vías, ríos, puentes), además serán evaluada las edificaciones y elementos propios de la zona urbana como canchas coliseos, etc.). Los elementos móviles, como carros, cables eléctricos, no serán evaluados.

La fiscalización de la ortofoto verdadera se evaluará conforme a los siguientes lineamientos:

Fiscalización del ortofotomosaico: se realizará un barrido al ortofotomosaico entregado y se realizará la revisión de los parámetros de información general y una inspección visual sobre los parámetros de calidad radiometría.

Fiscalización conforme el muestreo: Se aplicará para parámetros de calidad geométrica, el tamaño de la muestra de la población (cantidad de hojas a evaluarse escala 1:1.000) nivel de general de inspección II Normal, mediante la norma INEN ISO-2859-1:2009. La revisión visual de las muestras se realizará a escala 1:500 a 1: 250 para escala 1: 1000, a fin de identificar claramente los objetos en la ortofoto.

8.3.2.1 Lineamientos para selección de muestreo

- Se utilizará como insumo de muestreo la cuadrícula para cartografía base a escala 1:1000 definida por el IGM.
- No deberán contemplarse hojas que no tengan información (total o parcialmente).
- La distribución de muestreo debe ser homogéneo, a lo largo de toda el área de estudio declarada en el proyecto

- De ser el caso, existan varios ortofotomosaicos en zonas urbanas dispersas, la mayoría de muestreo deberá ser considerado en el área urbana principal, sin descuidar las áreas dispersas.
- En una nueva revisión se podrá o no escoger las mismas áreas de muestreo.

A continuación, se presenta la descripción de parámetros de análisis que serán aplicados durante la fiscalización:

8.3.2.2 Verificación de Información general

El Sistema de Referencia adecuado (SIRGAS ECUADOR – ITRF08, ÉPOCA 2016.43.), de acuerdo a las especificaciones indicadas por del cliente. La verificación se realizará mediante la observación del metadato de la Ortofotografía. Este análisis se realizará sobre el mosaico de ortofotos del proyecto entregado por el cliente.

Tabla 5. Información general del ortomosaico

INFORMACION GENERAL	REQUERIMIENTO
FORMATO DE ENTREGA	TIF, ECW, IMG, JP2 o cualquier otro formato estándar (formato con compresión, sin pérdida de resolución). Recomendado: LZW al 5% de compresión
ARCHIVO RASTER	Mínimo 8 Bits/banda, Bandas RGB (obligatorias)
SISTEMA DE REFERENCIA	SIRGAS, UTM zonas: 15, 16, 17 y 18 según corresponda
MEMORIA TÉCNICA	Formato: pdf, (con firma electrónica del responsable técnico) Descripción completa del proceso, debe indicar equipos y software utilizados, RMSE, de los subprocesos y del producto final.
DESPLIEGUE DE ARCHIVOS	En software libre (QGIS O GVSIG) o comercial (ENVI, ArcGis, Global Mapper)
COMPLETITUD DE INFORMACIÓN	Verificación del ortofotomosaico entregado exclusivamente dentro del límite establecido en el contrato. Sin embargo, la entrega efectiva del ortofotomosaico deberá contemplar un área de influencia adicional de al menos 100 metros por fuera del límite contratado.



8.3.2.3 Verificación de Radiometría

En el ortofotomosaico se verificará que las hojas cumplan el pliego de prescripciones técnicas, datos de radiometría como número de bandas, número de bits por bandas, etc. Se detectará degradación de color del mosaico, zonas difuminadas, cortes entre pasadas, desplazamientos entre pasadas, zonas de pixelado y borrosas, diferencias de elementos en las zonas de traslape.

Tabla 6. Verificación de calidad de radiometría

RADIOMETRÍA	REQUERIMIENTO
HOMOGENEIDAD RADIOMETRICA	Tonos homogéneos en todo el mosaico, no se permitirá cambios abruptos de tonalidades, estas deben estar en armonía con el mosaico.
BRILLO, CONTRASTE , SATURACIÓN,	Inspección visual a fin de que los objetos geográficos puedan distinguirse, se observará la saturación de blancos, el suficiente brillo y contraste que permita la visualización de límites de objetos geográficos y total distinción del objeto
NUBES	< 10% de nubes en todo el mosaico. Si existen áreas dispersas se valorará por cada ortofotomosaico. Las nubes por ningún motivo deberán encontrarse sobre zonas urbanas

8.3.2.4 Verificación calidad Geométricas

Se verificará que no existan discontinuidades en los elementos geométricos realizando una evaluación visual de toda la superficie que abarca cada bloque, prestando especial interés a las siguientes zonas conflictivas:

- Aquéllas que recorren las líneas de mosaico o zonas de "cosido" entre ortofotos brutas.
- Aquéllas donde discurren elementos constructivos, importantes tales como vías de comunicación, puentes. Para escala 1: 1000, se prestará atención a la continuidad y definición de las edificaciones.

Para localizar posibles discrepancias con la realidad, ocasionado por desplazamientos y estiramientos de píxeles, objetos duplicados (objetos fantasmas), entre otros es importante tomar en cuenta la información altimétrica adecuada. El análisis se realizará conforme al



método de muestreo por atributo estipulado en la norma INEN ISO-2859-1:2009, derivado de las hojas que cubren el ortofotomosaico través del área de estudio.

Tabla 7. Verificación de calidad geométrica

GEOMETRÍA	DESCRIPCIÓN
DISCONTINUIDAD DE DETALLES	<ul style="list-style-type: none"> • La discontinuidad de detalles se refiere a elementos geográficos no continuos, estos son mayormente detectados en elementos lineales, polígonos que están representados en la ortofoto. • No debe existir un corte o cambio de dirección y forma en un elemento continuo como son vías, puentes, edificaciones, ríos, chanchas, etc. • Cuando la cobertura vegetal obstaculice la visibilidad de los elementos fotoidentificables, no será considerado como error. • Cuando se visualice la definición y la regularidad de los objetos en análisis, no se considerará como error.
CORRIMIENTOS / DISTORSIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Los corrimientos y distorsiones se observan como estiramiento en un objeto de la ortofoto, oleaje u ondas que pueden formarse. • No se considerará este error en cobertura vegetal, ni construcciones que obstaculice la cobertura vegetal. • No se observará este error en sectores con edificios contiguos y con altura superior a 4 pisos. Se anotará como observación para verificación por parte del contratista, sin embargo, no será reportado como error.
OBJETOS DUPLICADOS / ELIMINADO/ NO DEFINIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Los efectos de esta observación se dan al momento de efectuar el mosaico, se identifica por la duplicidad de un lado del objeto representado en la ortofoto.
FALTA DE INFORMACIÓN / ZONAS NEGRAS	<ul style="list-style-type: none"> • Píxeles negros que no disponen de información. • No se observará este error en sectores de cobertura vegetal. • No se observará este error en sectores con edificios contiguos y con altura superior a 4



	pisos.
TAMAÑO DE PIXEL	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a los TDR y lineamientos emitidos por el IGM para que la ortofoto verdadera debe cumplir con el tamaño de pixel 10 cm o menores.

8.3.3 Segunda etapa – exactitud posicional

El control de calidad de la exactitud posicional debe realizarse en base a los productos aceptados en la etapa anterior (Calidad de la ortofoto). El proceso de cálculo del RMS o EMC (Error Medio Cuadrático) estará basado en función de la norma estadounidense “NSSDA National Standard for Spatial Data Accuracy de la Federal Geographic Data Committee (FGDC)”.

La verificación de la exactitud posicional se realizará a todo el proyecto de ortofoto verdadera, mediante el levantamiento en campo de puntos fotoidentificables que será previamente planificados distribuidos de forma homogénea sobre el producto final presentado por el Contratista. Se realizará la evaluación de un rango de 20 (mínimo para estadístico NSSDA) hasta 30 (depende planificación y acceso terrestre) puntos de control distribuidos de forma homogénea a lo largo de todo el proyecto. Para el caso de la presencia de poblados dispersos dentro del proyecto, se contemplará el posicionamiento del 5-10% de puntos de control por cada poblado disperso de ser necesario y si la planificación así lo considere.

Para el posicionamiento se utilizará receptores GNSS de doble frecuencia, por métodos Estático, Estático Rápido y/o métodos NTRIP, se considerarán las intersecciones de aceras con un contraste alto en la ortofoto, bordillos o canales claramente definidos; así como también, vértices de viviendas, elementos recomendables dentro de la escala del proyecto (LMIC, 1999).

El método para realizar la ubicación de los puntos de control, conforme al reporte geodésico llevando en campo. Se realizará el acercamiento al objeto identificado, hasta distinguir el límite del pixel y ubicar la posición que corresponderá al centro del mismo, hasta determinar la coordenada en el producto presentada por la empresa. El tiempo de recepción de cada sesión dependerá de la distancia de la línea base y se calculará en función del tiempo de recepción de cada sesión de acuerdo a la distancia de la línea base según se señala a continuación:

Tabla 8. Consideraciones de rastreo de los puntos con el método Estático Rápido

Tipo de posicionamiento	Estático rápido
Longitud máxima de Línea base	3 km
Número de satélites enganchados	Mínimo 5
Tiempo de recepción	15-20 minutos



Ángulo de enmascaramiento	10grados
GDOP	<5
Correcto nivelado y centrado de la antena sobre el punto, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico del punto a determinarse.	
Correcta orientación de la antena, de forma que señale al norte magnético.	

La norma para determinar la exactitud planimétrica se encuentra en función del factor de escala del producto, siendo necesario que el 90% de los puntos bien definidos no difiera del valor verdadero en más de 0,3 mm multiplicado por el factor de escala (IGM,2008). Sin embargo, según el acuerdo ministerial Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A, en la sección III CARTOGRAFÍA BÁSICA CON FINES CATASTRALES; especifica que, para escala 1: 1 000, la precisión final no debe diferir en más de 30cm + 3cm.

Tabla 9. Evaluación Ortofoto Escala 1:1000

Error máximo permitido	0,33 m
Escala	1: 1 000

Para realizar la determinación exactitud posicional a partir del Error Medio Cuadrático o Root Mean Square Error (RMSE), corresponde a la raíz cuadrada de la media de los residuos.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Es necesario realizar las correcciones pertinentes en los errores groseros en la obtención y procesamiento de datos, así como en las inconsistencias encontradas en los residuos, antes de iniciar el cálculo (FGDC, 1998). Luego de las revisiones, se calcularán las componentes Este (x) y Norte (y) del RMSE:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{empresa} - x_{IGM})^2}$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{empresa} - y_{IGM})^2}$$

Para calcular la componente planimétrica se procederá de la siguiente manera:

$$RMSE_r = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$



De este modo, el valor obtenido como exactitud posicional del producto cartográfico no deberá ser mayor a la exactitud esperada en función del factor de escala.

8.4 CRITERIOS DE ACEPTACION / RECHAZO DE LAS ORTOFOTOS

El proyecto será rechazado automáticamente de existir omisiones de los Términos De Referencia (TDR) planteados por la entidad contratante.

8.4.1 PRIMERA ETAPA – CALIDAD DE ORTOFOTOS VERDADERA

De acuerdo a los parámetros de calidad de ortofoto verdadera, correspondientes a información general y calidad radiométrica, de ser el caso el IGM encuentre este tipo de errores en la Etapa Preliminar, y una vez notificado por el IGM al contratista se contará 5 días calendario, a partir de la notificación del mismo. Al finalizar el plazo de 5 días calendario, el contratista deberá entregar los nuevos productos subsanados con la finalidad de que el IGM inicie la fiscalización completa del producto. Si persisten las observaciones notificadas en la Etapa Preliminar, se completará el informe y se RECHAZARÁ el proyecto. Caso contrario, si se subsanaron las observaciones de la Etapa Preliminar, se continuará con la fiscalización de la calidad geométrica de las ortofotos.

Para la aprobación y rechazo considerando la calidad geométrica de la ortofoto, se aplicará sobre el tamaño de muestreo el nivel de inspección Normal II de la norma INEN ISO-2859-1:2009. La aprobación o rechazo de las hojas, dependerá de los errores encontrados, exigiendo un nivel de calidad aceptable AQL (Accuracy Quality Limit) de 6.5%. Las hojas que tengan un error que comprometa la calidad geométrica (Tabla 7), serán consideradas rechazadas.

8.4.2 SEGUNDA ETAPA – EXACTITUD POSICIONAL

La exactitud posicional de la ortofoto verdadera escala 1:1.000 debe dar cumplimiento a lo establecido en las especificaciones técnicas de exactitud posicional para ortofotos verdaderas con fines catastrales, la evaluación se realizará a los valores de RMS, establecidos en la Norma Técnica Nacional de Catastros, según Acuerdo Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003, Disposición Transitoria Sexta. De ser el caso que la información no de cumplimiento a lo establecido el proyecto será RECHAZADO.

8.5 RESULTADOS

Informe de fiscalización de la ortofoto verdadera donde se incluya la evaluación de la primera etapa y segunda etapa de fiscalización.



Tabla 10. Resultado de evaluación de la primera y segunda etapa de fiscalización del ortomosaico

PRIMERA ETAPA CALIDAD DE ORTOFOTO	CRITERIO DE FISCALIZACIÓN
1. INFORMACION GENERAL	
FORMATO DE ENTREGA	ACEPTADO / RECHAZADO
ARCHIVOS RASTER	ACEPTADO / RECHAZADO
SISTEMA DE REFERENCIA	ACEPTADO / RECHAZADO
MEMORIA TÉCNICA	ACEPTADO / RECHAZADO
DESPLIEGUE DE ARCHIVOS	ACEPTADO / RECHAZADO
COMPLETITUD DE LA INFORMACION	ACEPTADO / RECHAZADO
2. CALIDAD RADIOMETRIA	
HOMOGENEIDAD RADIOMETRICA	ACEPTADO / RECHAZADO
BRILLO, CONTRASTE, SATURACIÓN, NUBES	ACEPTADO / RECHAZADO
3. CALIDAD GEOMETRIA	
DISCONTINUIDAD DE DETALLES	ACEPTADO / RECHAZADO
CORRIMIENTOS/ DISTORSIONES	ACEPTADO / RECHAZADO
OBJETOS DUPLICADOS / ELIMNADOS/ ELEMENTOS NO DEFINIDOS	ACEPTADO / RECHAZADO
TAMAÑO DEL PIXEL	ACEPTADO / RECHAZADO
FALTA DE INFORMACIÓN / ZONAS NEGRAS	ACEPTADO / RECHAZADO
SEGUNDA ETAPA EXACTITUD POSICIONAL	
EXACTITUD POSICIONAL	
EXACTITUD EN ORTOFOTOS	ACEPTADO / RECHAZADO

9 REFERENCIAS

- ASPRS, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (2016). Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data.
- Cabrera y Morales. (2012). Propuesta metodológica para el establecimiento de un sistema de control altimétrico utilizando mediciones geodésicas satelitales, nivelación de alta precisión y mediciones de gravedad.
- Huerta, Mangiaterra y Noguera (2005). GPS posicionamiento satelital.



- IGM, Instituto Geográfico Militar (2011). Catálogo de objetos del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 5 000.
- IGM, Instituto Geográfico Militar (2017). Memoria técnica para la actualización de geometrías y elaboración del catálogo de objetos a escala 1: 25 000.
- IGM, Instituto Geográfico Militar (2017). Modelo Semántico IGM, versión 7.0.
- IGM, Instituto Geográfico Militar (2019). Protocolo de fiscalización para proyectos de generación de cartografía base con fines catastrales a escalas: 1: 1000.
- IGM, Instituto Geográfico Militar (2020a). Catálogo de objetos a escala 1: 1 000 con fines catastrales.
- IGM, Instituto Geográfico Militar (2020a). Catálogo de objetos para cartografía base a escala 1: 25 000.
- IGM, Instituto Geográfico Militar (2020b). Matriz de representación de geometrías para la elaboración de cartografía a escala 1: 25 000.
- IGN, Instituto Geográfico Nacional de Gobierno de España (2022), Especificaciones Técnicas para Vuelo Fotogramétrico Digital Versión 221123.
- IGN, Instituto Geográfico Nacional de Gobierno de España (2023), Especificaciones Técnicas para la generación de ortofotos de PNOA, Versión 240223.
- IPGH, Instituto Panamericano de Geografía e Historia. (1978). Especificaciones para mapas topográficos. Panamá: Instituto Panamericano de Geografía e Historia – IPGH, Panamá, 1978.
- MIDUVI, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2022). Norma Técnica para Formación, Actualización y Mantenimiento del Catastro Urbano y Rural y su Valoración. Quito: Registro ACUERDO Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A
- NSSDA, National Standard for Spatial Data Accuracy (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards, Subcommittee for Base Cartographic Data, FGDC-STD-007.3-1998.
- Quiroz, E. (2014). Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicada a la Ingeniería Civil. (Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones, Ed.).
- Santos Luis (2005) Ortofoto verdadera (True-Ortho) y Lidar, el posible futuro de la cartografía catastral urbana
- Sevilla de Lerma. (1999). Introducción histórica a la Geodesia. Madrid: Instituto de Astronomía y Geodesia, 51 p. Publicación. Instituto de Astronomía y Geodesia, N° 193.
- Tremel, H. y Urbina, R. (2000). Processing of the Ecuadorian National GPS Network Within The SIRGAS Reference Frame. DGFI – Alemania. Reporte 73.



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



Instituto
Geográfico
Militar

24

Documento elaborado por:

Ing. Lizbeth Jiménez
IGM –DIRECCIÓN CARTOGRÁFICA

Documento revisado por:

CAPT E. Bladimir López
DIRECTOR DE (IIDE), NORMATIVA Y ARCHIVO NACIONAL

Documento aprobado por:

Tcn. de EM. Darwin Ibáñez
JEFE DE LA DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA OFICIAL

CRNL EMC. IVÁN RAMÍREZ
DIRECTOR DE IGM



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



Instituto
Geográfico
Militar

25

ANEXOS



OBSERVACIONES PROPIAS DE LAS ORTOFOTOS VERDADERAS



No se considera un error en Ortofoto verdadera



No se considera un error en Ortofoto verdadera



Distorsión por Cobertura vegetal – no se tomara en cuenta



Distorsión por Cobertura vegetal – no se tomara en cuenta



Objetos móviles no te tomara en cuenta