



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

PROTOCOLO DE FISCALIZACIÓN PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA BASE CON FINES CATASTRALES ESCALA 1 : 1 000, OBTENIDA A TRAVÉS DE MÉTODO AEROFOTOGRAMÉTRICO, DIGITALIZACIÓN 2D SOBRE ORTOFOTO O LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

**VERSIÓN 4
JUNIO DE 2019**



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



CONTENIDO:

1.- Antecedentes	3
2.- Documentos de soporte	3
3.- Objeto	3
4.- Campo de aplicación	3
5.- Referencias normativas	3
6.- Definiciones	4
7.- Síntesis metodológica	5
7.1.- Etapas de fiscalización	6
7.2.- Insumos	6
7.3.- Unidad de muestreo, tamaño y selección de la muestra	7
7.4.- Métodos de control de primera etapa exactitud posicional	8
7.5.- Métodos de control de segunda etapa	11
7.5.1.- Parámetros de los componentes de calidad	11
7.5.2.- Compleción	12
7.5.3.- Consistencia lógica	12
7.5.4.- Exactitud temática	12
7.6.- Criterios de rechazo o aceptación productos cartográficos	12
8.- Resultados	13
9.- Recomendaciones	14



1. ANTECEDENTES

Protocolo de fiscalización versión 3.0 marzo de 2018.

- Art. 1 de la Ley de Cartografía Nacional “El Instituto Geográfico Militar (IGM), entidad de derecho público y personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, orgánica y disciplinariamente subordinado a la Comandancia General del Ejército con sede en la ciudad de Quito 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”.
- Art. 23 de la Ley de Cartografía Nacional “Los trabajos cartográficos autorizados de conformidad con el Art. 19, serán supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar”.
- Art. 44 del Reglamento a la Ley de la Cartografía Nacional, que indica “Los trabajos autorizados de conformidad con el Art. 42 del presente Reglamento, serán supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar”.

2. DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE

- Contrato suscrito entre el Gobierno Autónomo Descentralizado y el Consultor.
- Términos de referencia (TDR).
- Oferta presentada y demás documentos habilitantes del proceso.
- Contrato suscrito entre el Instituto Geográfico Militar y el Consultor.
- Acuerdo Ministerial MIDUVI 029-16 de Normas Técnicas Nacionales para el Catastro de Bienes.
- Inmuebles Urbanos Rurales y Avalúos de Bienes Operación y Cálculo de Tarifas de la DINAC.
- Documentos técnico-legales suscritos por las máximas autoridades del GAD, Fiscalizador y/o
- Administrador del Contrato respecto de modificaciones realizadas a cualquier documentación técnico-legal vigente.

3. OBJETO

Establecer el procedimiento técnico para la fiscalización de los productos de la cartografía básica con fines catastrales escala 1:1 000, realizada a través de los métodos: aerofotogramétrico, digitalización sobre ortofoto o topografía.

4. CAMPO DE APLICACIÓN

Levantamientos cartográficos escala 1:1 000 que se utilicen de base para la realización de proyectos de catastro urbano.

5. REFERENCIAS NORMATIVAS

- Norma ISO TC 19157 (calidad de los datos)
- Norma NTE INEN-ISO 2859-1:2009 (muestreo)
- National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA)



6. DEFICIONES

Cartografía base con fines catastrales: Es cartografía que contiene elementos fundamentales con la precisión necesaria para la elaboración e implementación de catastros multifinalitarios de áreas urbanas. Como referencia opcional, se puede incluir a lo anterior, ortofotografía con la misma referencia espacial y exactitud de la cartografía. Se considerarán objetos fundamentales mínimos los correspondientes a edificaciones, demarcación, equipamiento, vialidad, hidrografía.

Catálogo de objetos geográficos: Catálogo que contiene definiciones y descripciones de los tipos de objetos geográficos, atributos del objeto geográfico, y asociaciones de objetos geográficos que ocurren en uno o más conjuntos de datos geográficos, junto con cualquier operación de objetos geográficos que se pueda aplicar.

Calidad: Grado con el que un conjunto de características inherentes cumplen los requisitos. (Norma ISO 9000)

Compleción: 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).

Exactitud: Grado de concordancia entre el resultado de una prueba y el valor de referencia aceptado. (Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de metrología VIM).

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.

Georreferenciación: Asignar coordenadas geográficas o planas a cualquier objeto en base a un sistema de referencia local nacional o global.

Ortoimagen: Imagen en la que, por medio de una proyección ortogonal a una superficie de referencia, se ha removido el desplazamiento de los puntos de la imagen debido a la orientación del sensor y el relieve del terreno. La cantidad de desplazamiento depende de la resolución y el nivel de detalle de la información de elevación y de la implementación del software.

Ortofototo u Ortofotomapa: 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 vertical.

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 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.

Punto de control en el terreno: Punto de la tierra que tiene una posición conocida con precisión geográfica.

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.

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.

Topología: Propiedades de las formas geométricas que permanecen sin variación cuando las formas se deforman o transforman por expansión, contracción o inclinación (Glosario de Términos CONAGE).



7. SÍNTESIS METODOLÓGICA

7.1. Etapas de Fiscalización

Con el fin de atender y garantizar el control de calidad de la información de forma oportuna, se establece que la fiscalización se realizará en dos etapas:

La primera etapa considera la verificación de la exactitud posicional de los productos cartográficos y geodésicos entregados por el ejecutor. Se realizará sobre archivos digitales, que contengan el levantamiento de los detalles georreferenciados que servirán de soporte para la intervención catastral en campo, según lo definido en el Catálogo de Objetos escala 1:1000 con fines catastrales vigente.

La segunda etapa, que se ejecutará una vez aprobada la primera etapa, se procederá a la verificación de completitud, consistencia lógica y exactitud temática de la cartografía, sobre un archivo digital entregado por el ejecutor., que contenga el levantamiento cartográfico según lo definido en el Catálogo de Objetos escala 1:1000 con fines catastrales vigente.

Adicionalmente se verificará la completitud de coberturas levantadas (número), que estén definidas en el catálogo de objetos y TDRs vigentes a la fecha de realizar el trabajo.

7.2. Insumos

Considerando que de acuerdo al método de obtención de la cartografía el producto no debe variar, la diferencia radica en el número de objetos que serán levantados, por tal motivo es importante que el consultor aplique estrictamente la metodología indicada en los TDR•s o justifique los cambios realizados en la metodología mediante documentos suscritos por la máxima autoridad del GAD, o por el Administrador del contrato, y/o Fiscalizador.

Los trabajos que estén ejecutándose (Fiscalización-validación) en cualquiera de las dos etapas no podrán ser interrumpidos, por lo que se culminarán, tendrán su informe y se contabilizará en la liquidación de número de veces fiscalizadas-validadas en cada una de sus etapas correspondientes.

El ejecutor del levantamiento entregará la información en formato digital, de acuerdo al método de obtención cartográfico definido, según el siguiente detalle:

a) Levantamiento aerofotogramétrico (restitución fotogramétrica)

Carpeta Fotografía aérea

- Archivos digitales de la planificación del vuelo (centros de exposición, huella y líneas planificadas). Formato *.shp, *.kmz o *.dxf
- Archivos digitales de la ejecución del vuelo (centros de exposición, huella y líneas planificadas). Formato *.shp, *.kmz o *.dxf. Los centros de exposición deben tener información de coordenadas y ángulos de giro.
- Monografía y datos de la estación GNSS terrestre utilizada durante el vuelo, formato RINEX.
- Datos de navegación: Datos GNSS-IMU
- Imágenes digitales formato *.jpg, *.tiff u otro formato compatible, a 8 bits Resolución espectral RGB o RBGI, con archivo de georeferencia
- Certificado de calibración
- Memoria técnica que contenga el diseño del plan de vuelo, operación ejecutada sobre el proyecto y los resultados del control de calidad de la toma, equipos utilizados y método de obtención.

Carpeta Red Geodésica

- Memoria técnica de la red, que especifique: las estaciones de enlace a la red GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados. Detalle de usuario utilizado para la descarga de datos GNSS.
- Monografías de los vértices de la red con fotografías.



- Datos de procesamiento.
- Datos crudos y datos rinex, intervalos 30" de los puntos de los vértices obtenidos con GPS de precisión.
- Elenco de coordenadas de los vértices de la red en formato digital y en shp.

Carpeta Aerotriangulación

- Memoria técnica.
- Ajustes de aerotriangulación y/o orientación externa ajustada

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica completa de la cartografía que especifique: el proceso ejecutado, equipos utilizados y en caso de existir, las particularidades del levantamiento.
- Fotos/imágenes utilizadas en el ajuste de aerotriangulación.
- Límites de áreas de intervención en formato digital SHP o equivalentes.
- Archivo digital (final y con información completa de toda el área de intervención) de la base cartográfica debidamente estructurada, con base a términos de referencia (capas definidas) y según catálogo de objetos (Anexo 1)3, en 3D y 2D.
- DTM o DSM según TDR.

b) Digitalización sobre ortofoto (mosaico ortofotogramétrico)

Carpeta Fotografía aérea

- Archivos digitales de la planificación del vuelo (centros de exposición, huella y líneas planificadas). Formato *.shp, *.kmz o *.dxf
- Archivos digitales de la ejecución del vuelo (centros de exposición, huella y líneas planificadas).
- Formato *.shp, *.kmz o *.dxf. Los centros de exposición deben tener información de coordenadas y ángulos de giro.
- Monografía y datos de la estación GNSS terrestre utilizada durante el vuelo, formato RINEX.
- Datos de navegación: Datos GNSS-IMU
- Imágenes digitales formato *.jpg, *.tiff u otro formato compatible, a 8 bits Resolución espectral
- RGB o RBGI, con archivo de georeferencia
- Certificado de calibración.
- Memoria técnica que contenga el diseño del plan de vuelo, operación ejecutada sobre el proyecto y los resultados del control de calidad de la toma, equipos utilizados.

Carpeta Red Geodésica

- Memoria técnica de la red, que especifique las estaciones de enlace a la red GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados. Detalle de usuario utilizado para la descarga de datos GNSS.
- Monografías de los vértices de la red con fotografías.
- Datos de procesamiento.
- Datos crudos o datos rinex, de los puntos de los vértices obtenidos con GPS de precisión.
- Elenco de coordenadas de los vértices de la red en formato digital y en shp.

Carpeta Aerotriangulación

- Memoria técnica.
- Ajustes de aerotriangulación y/o orientación exterior ajustada.



Carpeta Ortofoto

- Modelo digital de elevación (MDT o MDS) utilizado para generación de ortofoto (formato *.las o *.tiff)
- Ortofotos original (8 bits, *.jpg, *.tiff u otro formato compatible)
- Seamlines o líneas de costura
- Ortofotomosaico
- Memoria técnica.
- Mosaico Ortofotográfico en formato tiff u otro formato georeferenciado.

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica completa y con firmas de responsabilidad de la cartografía que especifique el proceso ejecutado, software utilizado y en caso de existir, las particularidades o consideraciones de la digitalización.
- Límites de áreas de intervención en formato digital SHP o equivalentes
- Archivo digital de la base cartográfica debidamente estructurada, con base a términos de referencia (capas definidas) o según catálogo de objetos (Anexo 1) .

c) Levantamiento topográfico

Carpeta Red Geodésica

- Memoria técnica de la red, que especifique: las estaciones de enlace a la red GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados. Detalle de usuario utilizado para la descarga de datos GNSS.
- Monografías de los vértices de la red con fotografías.
- Datos de procesamiento.
- Datos crudos y datos rinex de los puntos de los vértices obtenidos con GPS de precisión.
- Elenco de coordenadas de los vértices de la red en formato digital y en shp.
- Diseño de ubicación de los puntos de apoyo (radiales) obtenidos con GPS de precisión doble frecuencia.
- Datos crudos y datos en formato rinex de los puntos de apoyo (radiales) obtenidos con GPS de precisión.
- Monografías de los puntos de apoyo (radiales).
- Elenco de coordenadas de los puntos de apoyo (radiales).
- Hojas de registro de campo en formato digital.
- Datos en formato .txt o .xls del levantamiento topográfico.
- Reporte de ajuste del levantamiento topográfico.

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica completa y con firmas de responsabilidad de la cartografía que especifique: el proceso ejecutado, equipos utilizados y en caso de existir, las particularidades del levantamiento.
- Límites de áreas de intervención en formato digital SHP o equivalentes.
- Archivo digital de la base cartográfica debidamente estructurada, con base a términos de referencia (capas definidas) y según catálogo de objetos (Anexo 1. Catálogo de Objetos escala 1:1000).

7.3. Unidad de Muestreo, Tamaño y Selección de la Muestra

La cartografía a ser fiscalizada, será cortada en unidades o segmentos regulares según grilla para hojas a escala 1:1000. Esta grilla se encuentra dividida cada 15 segundos de longitud y latitud, formando unidades o segmentos rectangulares, casi cuadrados que representarán una hoja que será considerada como la unidad espacial de la cartografía. La suma de todas las hojas contenidas en el levantamiento será considerada como población muestral.



Para la definición del tamaño de la muestra de la población (cantidad de hojas a evaluarse), se aplicará la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009. El nivel de inspección seleccionado será el reducido, denominado nivel general de inspección I. La selección de hojas de la muestra se realizará con un plan de muestreo simple para inspección reducida y un nivel de aceptación de calidad AQL = 1.5%, de forma que se asegure la evaluación adecuada del bloque.

Para el caso de que la implantación sea dispersa y lineal de las unidades (la única referencia son las vías) se utilizará el esquema de muestreo por “vías de comunicación” (Fundamentos de evaluación de calidad de la información geográfica .2013, pag. 215-216). La selección se realizará de acuerdo a la cantidad de detalles necesarios y disponibles.

7.4. Métodos de Control Primera Etapa, Exactitud Posicional

Red Geodésica Local

En la fase previa de planificación, se realizará la revisión de los insumos entregados, para confirmar los vértices que conforman la red, diseño de la red, las distancias de líneas bases, estrategias de procesamiento, ajuste de la red y enlace a la Red de Monitoreo Continuo GNSS del Ecuador con, por lo menos, dos estaciones de monitoreo continuo como bases para el procesamiento y ajuste. También se verificará el marco de referencia utilizado.

Las precisiones establecidas para la Red Geodésica Local, establecen un error medio que no supere en la Componente Horizontal los 5 cm (Urbina & Tremel, 2000).

Para verificar el enlace de la Red Geodésica Local, a la Red Oficial del IGM, se realizará, en campo, el posicionamiento GPS de una muestra de vértices que garantice la precisión de la misma, escogidos de manera aleatoria por parte del personal técnico del IGM, los cuales deben estar enlazados a dos estaciones base REGME, para verificar la consistencia de la red, la precisión de línea base, los cierres de figura y el ajuste de la Red. Se utilizarán equipos de posicionamiento satelital de doble frecuencia, cumpliendo las siguientes consideraciones, (Tabla 1):

Tabla 1. Especificaciones en el uso de equipos de posicionamiento satelital

Equipo utilizado	GPS de precisión Doble Frecuencia
Tipo de posicionamiento	Estático Diferencial
Estaciones de monitoreo continuo utilizadas	Se especificarán EMC utilizadas
Distancia línea base	Se especificarán distancias línea base
Número de satélites enganchados	Mínimo 5
Tiempo de recepción	En función de la línea base
Ángulo de enmascaramiento	10 grados
Intervalo de grabación	1 Segundo
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.	

El tiempo de recepción de cada sesión dependerá de la distancia de la línea base, y se calculará en función de la siguiente (Tabla 2):



Tabla 2. Tiempo de recepción de cada sesión de acuerdo a la distancia de la línea base

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

Fuente: IGM 2006

La validación de la Red Geodésica Local por parte del IGM, implica las siguientes consideraciones técnicas:

- Correcto enlace de la Red Geodésica Local, a la Red oficial del IGM - REGME, a través de mínimo dos estaciones de monitoreo continuo.
- Todos los vértices de red geodésica local, deben estar directamente conectados entre sí, por medio de vectores GPS.
- Para el procesamiento y ajuste de la Red, se deben ejecutar por lo menos una sesión de levantamiento GPS.
- Para el procesamiento y ajuste de la Red, se deben utilizar vectores con criterios de aceptación favorable dentro de una Solución Fija.
- Método de observación GPS, Estático Diferencial.

Para el procesamiento de los datos y el correspondiente ajuste final de la Red GPS Local se fijarán dos estaciones de monitoreo continuo de la REGME como mínimo.

Se establecerá el marco de referencia similar a las coordenadas entregadas por la consultora, para proceder a la verificación de las coordenadas.

Con las coordenadas finalmente obtenidas después del post-proceso y ajuste, se realizará la comparación con las coordenadas obtenidas por parte del ejecutor, para obtener el residuo en las componentes horizontal y vertical. Con dichos valores, se calcula el error medio a través de:

$$\text{Error medio} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$$

De este modo, el error medio obtenido no debe ser mayor a la exactitud esperada, que en este caso corresponde a 5 cm.

Cartografía

Para establecer el control de calidad sobre la exactitud posicional, en cada hoja definida en la muestra, se posicionará mínimo 20 puntos identificables en el terreno y en la cartografía, distribuidos de forma homogénea según la topografía del terreno. Se considerará en la cartografía digital, para el posicionamiento mediante receptores GPS de doble frecuencia, las intersecciones de aceras, bordillos o canales; así como vértices de viviendas, elementos recomendables dentro de la escala del proyecto (LMIC, 1999).



En consideración de la precisión para cartografía 1:1:000, la precisión horizontal es de 0.30 m + 0.03 m, se realizará el método estático rápido (Fast Static) y en los casos que amerite levantamiento topográfico. Los levantamientos Estático Rápidos se caracterizan por tiempos de observación cortos, establecidos para longitudes de las líneas base de igual manera lo más cortas posibles.

En términos generales el método Estático Rápido permite obtener precisiones centimétricas relacionadas directamente a la distancia de la línea base, por lo cual para el desarrollo del rastreo de los puntos para la verificación de cartografía base se utilizarán las siguientes consideraciones (Tabla 3):

Tabla 3. Consideraciones de rastreo de los puntos con el método Estático Rápido

Tipo de posicionamiento	Estático rápido
Longitud máxima de línea base	1 km
Número de satélites enganchados	Mínimo 5
Tiempo de recepción	20 minutos
Ángulo de enmascaramiento	10 grados
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.	

Una vez finalizada la fase de campo, se verificará en gabinete la exactitud posicional de la cartografía base con fines catastrales, como parte de un proceso de calidad que permita confirmar si cumple con estándares y normas predefinidas. En nuestro país, 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). En este caso, para escala 1:1000, la precisión final no debe diferir en más de 30 cm + 0.03 cm. La importancia de la exactitud posicional reside en las afectaciones que puede tener un producto cartográfico tanto en topología, geometría, integración con otros productos cartográficos e interoperabilidad entre sistemas de información geográfica (Castro, 2014).

Para la fiscalización de cartografía base con fines catastrales, se utilizará el test utilizado por las agencias federales en Estados Unidos para cumplir con las normas de la Federal Geographic Data Committee (FGDC), donde es necesario obtener el residuo, en ambas coordenadas por separado, como resultado de la comparación de las coordenadas de los puntos pre-definidos en gabinete, con coordenadas conseguidas en los mismos puntos con una fuente independiente de mayor precisión (FGDC, 1998), siendo en este caso, los puntos obtenidos en campo con receptores GPS de precisión de doble frecuencia.

El NSSDA utiliza el Error Medio Cuadrático o Root Mean Square Error (RMSE) para estimar la exactitud posicional. Corresponde a la raíz cuadrada de la media de los residuos y permite calcular el error de la muestra con un 90% de nivel de confianza.

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

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 los 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:

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

Para el cálculo del coeficiente de exactitud posicional horizontal a un 90% de confianza, se deberán tomar dos consideraciones posibles (FGDC, 1998):

En el caso que $RMSE_x = RMSE_y$, la exactitud se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Exactitud } r = 1.5175 * RMSE_r$$

Si $RMSE_x \neq RMSE_y$, la exactitud se obtendrá a partir de:

$$\text{Exactitud } r = 2.1460 * 0.5 * (RMSE_x + RMSE_y)$$

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.

7.5. Métodos de Control Segunda Etapa

Una vez aprobada la primera etapa de fiscalización y presentada la cartografía con todos los elementos establecidos según catálogo de objetos IGM vigente para cartografía básica con fines catastrales, TDRs, documentos técnicos y legales (límites, metodología, memoria técnica, mosaico ortofotográfico, etc) se procederá a la revisión de ésta, en base a:

1.- *Parámetros de los componentes de la calidad* según lo establecido en la Norma ISO TC 19157, de cada elemento levantado como: Compleción, consistencia lógica y exactitud temática de las coberturas solicitadas en el catálogo IGM y TDRs.

2.- *Integridad (número) de coberturas solicitadas*, tanto en Catálogo de objetos IGM (Campos obligatorios), así como en los TDRs. (requisitos del proyecto).

Si una(s) cobertura(s) en el Catálogo de Objetos del IGM está considerada como opcional, pero en los TDRs es un requisito; en esos casos esta cobertura se transformará en obligatoria.

7.5.1.- Parámetros de los componentes de la calidad

La revisión de estos parámetros se realiza a toda la información contenida en cada una de las unidades definidas en el muestreo, se la analiza por cobertura y entre coberturas, utilizando las herramientas del software GIS; la revisión visual de las muestras se realizará a escala 1:250, pero la revisión topológica será independiente de la escala.

Se verificará el 100% de los elementos de la hoja seleccionada, según TDR's y Catálogo de Objetos. Con base en los errores identificados, se cuantificará el total de errores encontrados por cada hoja, exigiendo un nivel de confianza del 90%. Las hojas que no superen el 10% de errores se considerarán aprobadas. Para la aprobación o rechazo del levantamiento se aplicará la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009.



Si existen inconsistencias repetitivas en las coberturas presentes en todo el proyecto, se considerará como errores sistemáticos; en consecuencia, no se aplica la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009; y el proyecto será rechazado automáticamente, así como también al existir omisiones de coberturas cuyo requerimiento sea obligatorio en el Catálogo de Objetos y TDR's.

7.5.2.- Compleción

Revisión de información cartográfica completa, sin existencia de omisiones o comisiones, es decir, se verifica en el archivo cartográfico entregado a fiscalización, la presencia o ausencia de elementos según Catálogo de objetos y TDR's. Este análisis se lo realizará considerando el insumo y la metodología de extracción de información cartográfica utilizada; es decir:

- Captura de información cartográfica en 3D de los objetos cartográficos a partir de un par estereoscópico, contienen la coordenada Z. (restitución)
- Captura de información en 2D de los objetos cartográficos a partir de una ortofoto, no contienen la coordenada Z. (digitalización sobre ortofoto).
- Topografía (área útil de la edificación).

Además de las siguientes consideraciones:

- a. Los errores topológicos de sobreposición identificados en las coberturas serán considerados dentro de la contabilización del total de errores presentes en las muestras fiscalizadas.
- b. Disponibilidad de información que permita identificar si el objeto existe o no existe dentro del área del proyecto, para lo cual se utilizará como insumos:

- Ortofotografía del proyecto proporcionada por el consultor y/o IGM
- Cartografía básica oficial generada a distintas escalas.
- Google maps o Street View serán utilizados para la verificación puntual de algunos errores encontrados en las muestras fiscalizadas, conforme a la temporalidad de imágenes disponibles.

7.5.3.- Consistencia lógica

Revisión de adherencia a las reglas topológicas y relación espacial entre los objetos del modelo, su estructura de datos y vectorización. Es decir:

- Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de datos, atributos y relaciones.
- Consistencia conceptual.- Adherencia a las reglas del modelo conceptual (de ser aplicable).
- Consistencia de dominio.- Adherencia de los valores a su dominio (de ser aplicable).
- Consistencia de formato.- Grado en que los datos se almacenan de acuerdo con la estructura física.
- Consistencia topológica.- Apego a las características topológicas (de ser aplicable).

7.5.4.- Exactitud temática

La información cartográfica debe ser exacta, los valores almacenados deben ser correctos. Es decir, ser representados y presentados de una forma consistente y sin ambigüedades, cuya asignación a clases o atributos (de ser aplicable) correspondan al contexto del objeto del proyecto.

Este análisis será aplicado para los proyectos cuya metodología de extracción de información cartográfica sea por:

- Restitución fotogramétrica y digitalización sobre ortofotografía.
- Topografía



El análisis se realizará conforme al siguiente lineamiento:

- Se reportará como errores temáticos únicamente si existe disponibilidad de ortofotografía del proyecto proporcionada por el consultor.

Altimetría

Para cartografía base con fines catastrales la elaboración de curvas de nivel según catálogo de objetos es opcional, pero se vuelve obligatorio si se menciona en los TDR's. y en cuyo caso, se solicitará un correcto modelado del terreno y el cumplimiento de la precisión definida. El trazado del intervalo de curvas de nivel a ser validado es de 1 m. (un metro).

Las curvas de nivel generadas de manera automática sin una correcta depuración no serán fiscalizadas en los proyectos de generación de cartografía con fines catastrales por dos motivos: (1) presentar errores que superan el valor permitido por la escala y (2) Cobertura vegetal y la infraestructura antrópica dificultan la generación de los contornos de manera automática sin una correcta depuración.

Las curvas de nivel generadas por métodos de topografía y restitución serán fiscalizadas, mientras que las generadas automáticamente a partir métodos de correlación fotogramétrica no serán fiscalizadas por IGM.

En el caso de la generación datos altimétricos con datos LIDAR, se debe considerar una correcta edición de puntos logrando obtener la mayor cantidad posible de puntos a nivel del suelo. En sitios donde la cobertura vegetal sea impedimento para llegar a nivel del suelo, los valores del RMSE serán 3 veces con respecto al valor de exactitud establecida (ASPRS 2014). La nube de puntos LIDAR debe ser ajustada a una malla de puntos geodésicos con alturas, esta información debe ser proporcionada para fiscalización.

Integridad (Número) de coberturas totales

El proyecto será rechazado automáticamente de existir omisiones de coberturas cuyo requerimiento sea obligatorio en el Catálogo de Objetos y TDR's.

7.6. Criterios de rechazo o aceptación de los productos geodésicos y cartográficos

Los productos entregados deben cumplir, inicialmente con la revisión de los insumos presentados de acuerdo al tipo de levantamiento y así mismo deben guardar concordancia con lo estipulado en el Catálogo de Objetos y en los Términos de Referencia vigentes a la fecha de Fiscalización-validación de la cartografía presentada.

Para aceptar o rechazar la cartografía base presentada por el ejecutor, una vez obtenida la exactitud posicional y posteriormente la revisión de II Etapa de cada hoja seleccionada como muestra, se verificarán cuantas hojas se encuentran dentro y cuantas están fuera de los límites de tolerancia permitidos, para determinar, mediante la tabla de "Planes de Muestreo simple para la inspección reducida" con un Nivel Aceptable de Calidad (AQL) de 1,5%, (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009) la aceptación o rechazo del lote o población, que resulta ser la cartografía en su totalidad.

8. RESULTADOS

- Informe de fiscalización de primera etapa de los productos geodésicos y cartográficos entregado por el consultor, con sus respectivos reportes de evaluación.
- Informe de fiscalización de segunda etapa de los productos cartográficos, entregados por el consultor, con sus respectivos reportes de evaluación.



9. RECOMENDACIONES

- En caso de obtener cartografía por métodos de digitalización 2D sobre ortofotografía, los vectores de edificaciones deben ser corregidos, de tal manera que los objetos de edificaciones sean coincidentes con los objetos a nivel del suelo. El método de digitalización es recomendable solo en áreas en las que las edificaciones no superen los 4 metros de altura, respecto al suelo y donde las edificaciones no presenten abatimientos. Para la corrección del abatimiento de las edificaciones se podría utilizar métodos de medición en campo.
- Realizar las correcciones de las observaciones en la totalidad de la cartografía base con fines catastrales, de acuerdo a los ejemplos mostrados por el IGM.
- Homologar el criterio de extracción de todos los objetos cartográficos en todo el proyecto.
- Realizar una depuración de restos cartográficos y control topológico en y entre todas las coberturas que poseen relación espacial.
- En el caso de que en el mismo proyecto se combinen varias metodologías, esto debe estar aclarado mediante un documento legal autorizado por el GAD y/o representante legal del proyecto.