

ANEJO

AL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA REDACCIÓN DE LA REVISIÓN DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN MUNICIPAL Y ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DEL AYUNTAMIENTO DE VIGO 2018

ÍNDICE

1.	CONTROL DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS FINALES DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA	3
2.	CATÁLOGO DE ENTIDADES DE LA CARTOGRAFÍA VECTORIAL CAD	3
3.	NORMAS PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE REFERENCIA	4
3.1.	SISTEMA DE REFERENCIA	4
3.2.	NORMAS GENERALES	4
3.3.	VUELO FOTOGRAMÉTRICO	4
3.4.	CONTENIDO	5
3.5.	DISTRIBUCIÓN DE HOJAS	5
3.6.	REPRESENTACIÓN	5
3.7.	PUNTOS DE APOYO	5
3.8.	RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA	6
3.9.	REVISIÓN DE CAMPO	6
3.10.	CARTOGRAFÍA EN FORMATO VECTORIAL CAD	7
3.11.	CONTROL DE CALIDAD	7
3.12.	DOCUMENTACIÓN Y MATERIAL A ENTREGAR POR EL ADJUDICATARIO	7
4.	CONDICIONES GENERALES DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO CON CÁMARA DIGITAL GSD 16 CM, PARA LA OBTENCIÓN DE ORTOFOTO.....	9
4.1.	OBJETO DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO	9
4.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	10
4.3.	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO.....	12
4.4.	CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS.	15
5.	NORMAS PARA LA ELABORACIÓN de la ORTOFOTO DIXITAL	15
5.1.	NORMAS GENERALES	15
5.2.	ÁMBITO	15
5.3.	REQUISITOS MÉTRICOS	16
5.4.	FASES del TRABAJO	16
5.5.	CONTROL DE CALIDAD	18

1. CONTROL DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS FINALES DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA

Para comprobar que la calidad de los productos finales de información cartográfica y geográfica se ajusta al presente pliego de prescripciones técnicas, se exige la realización de un control de calidad, que será consensuado con la dirección técnica municipal previo al inicio de la ejecución de los mismos. Este control de calidad se basará en la propuesta de control de calidad para los trabajos presentada en la oferta de licitación.

En el caso de hallarse deficiencias, el adjudicatario deberá enmendarlas y realizar de nuevo los controles de calidad pertinentes para comprobar el trabajo realizado.

Los controles para valorar la calidad de los productos finales y comprobar que cumplan con las prescripciones del presente pliego serán según los parámetros establecidos en las especificaciones de la BTUG, y con las normas ISO 19113, ISO 19114 e ISO 191378.

2. CATÁLOGO DE ENTIDADES DE LA CARTOGRAFÍA VECTORIAL CAD

En la siguiente tabla, se informa de la relación de entidades que conforman la actual cartografía de referencia municipal 1/1.000 ordenada en niveles:

NIVEL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
1	abscisas y ordenadas UTM	Representa edificaciones
2	ejes viales	No se representa en todo el término
3	nombres viales	Incluye geometrías de edificación
10	topografía: cotas y curvas de nivel	
11	textos playas, ribera mar, rías, ríos ...	
12	viales	
16	cementerios	
18	piscinas y estanques	
20	peches	Incluye geometrías de edificación
21	patios, peches interiores	Incluye geometrías de edificación
22	pistas deportivas	no se representan, son líneas simples
23	medianeras líneas interiores edificación	
24	textos edificaciones	
25	peches, aceras, señalización horizontal	incluye también vegetación y pintura que define pista deportiva
26	masas verdes	incluye bancos
27	postes telefonía y media tensión	
28	farolas alumbrado	Mínimo núm. representado
29	arquetas abastecimiento	
30	torres tendido alta tensión	
31	arbolado aislado	los árboles son bloques CAD, Incluye elementos de cierre (puertas, muros)
32	textos varios	
33	textos varios	
34	textos varios	
35	textos parroquias y ayuntamientos limítrofes	
42	alturas edificaciones	
52	porches, terrazas	
53	vuelos	
54	construcción principal	
55	construcciones auxiliares	
56	molinos agua	
57	lavaderos	
58	edificaciones ampliaciones	
59	hórreos	

60	límite termo municipal	
62	edificaciones (en varias hojas)	
63	Cartela y formato DIN A1	

3. NORMAS PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE REFERENCIA

Al margen de las especificaciones impuestas en el modelo de datos municipal de Vigo BTUV, se fijan otras normas generales para aclarar determinados trabajos o detalles relativos a la elaboración de la cartografía y que pueden no ser tenidos en cuenta en la BTUG.

3.1. SISTEMA DE REFERENCIA

Sistema geodésico de referencia: ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989):

Los trabajos para su elaboración se calcularán y se realizarán sobre el dátum ETRS89 (según el RD 1071/2007), basándose en vértices REGENTE de la Rede Geodésica Nacional del IGN.

3.1.1. Origen de altitudes:

Se establece como origen de altitudes el nivel medio del mar definido por el mareógrafo de Alicante (NMMA).

Para todos los procesos de cálculo y entrega de productos finales con altimetría utilizarán únicamente cotas ortométricas. Estas se obtendrán o bien a partir de los clavos de la Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP-2008) o mediante la transformación de altitudes elipsoidales (elipsoide GRS80) a ortométricas utilizando el modelo de geoide EGM2008- REDNAP del IGN.

3.1.2. Sistema cartográfico de representación: UTM-29 (Universal Transversa de Mercator referida al huso 29)

Se utilizará como sistema de representación plana la proyección conforme UTM, establecida como reglamentaria por el Decreto 2303/1970, de 16 de julio, referida al huso 29 que es el que corresponde a la totalidad del término municipal.

3.2. NORMAS GENERALES

La actualización de la cartografía se llevará a cabo, en general, por el procedimiento de restitución fotogramétrica numérica, con revisión de campo. Estas revisiones de campo incluyen mediciones directas croquizadas o levantamientos topográficos.

Para todas las operaciones topográficas realizadas en las diversas fases del trabajo se tendrá en cuenta las especificaciones técnicas contenidas en el PPT para la contratación por la Dirección General del Catastro de los trabajos de Cartografía Catastral Urbana. Previo a su ejecución el adjudicatario presentará en todas ellas un estudio o anteproyecto que se someterá a la aprobación de la dirección técnica municipal de los trabajos.

3.3. VUELO FOTOGRAMÉTRICO

El adjudicatario deberá realizar o contratar a una empresa especializada la ejecución de un vuelo fotogramétrico que será la base sobre la que se llevarán a cabo el resto de las fases para la actualización de la cartografía.

A partir de la fecha de su ejecución, el inicio de los trabajos para su apoyo y restitución no podrá sobrepasar de treinta días. En cualquier caso, no se podrán llevar a cabo trabajos de restitución fotogramétrica en vuelos con una antigüedad superior a 6 meses.

Las normas y prescripciones técnicas que regirán las condiciones de ejecución del vuelo fotogramétrico se encuentran recogidas en el apartado 4 del presente anexo.

3.4. CONTENIDO

El ámbito de la cartografía de referencia será el delimitado por la propia extensión del término municipal, incluidas las islas Cíes, más una franja de terreno de por lo menos 150 metros de ancho a lo largo de todo su deslinde con los Ayuntamientos limítrofes de Nigrán, Gondomar, O Porriño, Mos y Redondela.

3.5. DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

A efectos de su utilización, entrega y distribución, la cartografía con estructura SIG seguirá estando dividida por cuadrículas, en hojas quilométricas de 700 m. x 500 m., obtenidas conforme a los valores enteros múltiplos de 100 m de las coordenadas de las esquinas de cada hoja. Las coordenadas son las de la proyección UTM, huso 29, sobre el dátum ETRS89.

3.6. REPRESENTACIÓN

Los elementos a representar serán los recogidos como "fenómenos", y su geometría la que se establezca para cada uno de ellos en el modelo de datos BTUV. Las tolerancias para su representación vendrán fijadas en sus fichas correspondientes del diccionario de fenómenos.

De modo general, la representación planimétrica de la base geográfica será la adecuada para una cartografía a escala 1/1.000, reflejando las entidades por sus elementos en su dimensión hasta una magnitud mínima de 1 m., a partir de la cual la representación se efectúa mediante un punto que fijará el símbolo para su representación.

La altimetría se realizará nueva en su totalidad y se representará mediante curvas de nivel con puntos de cota dispersos, con una separación, unos de los otros, de 100 m. aproximadamente.

En aquellas zonas, urbanas fundamentalmente, donde las curvas se interrumpan constantemente debido al desarrollo urbanístico, se utilizará como sistema de representación altimétrica o de puntos acotados, fijando una gran densidad de ellos para la correcta interpretación del relieve. En estos casos se darán puntos de cota en cruces de calles, viales, pasos superiores (cota arriba y cota abajo), cambios de rasante, centros de plazas y todos aquellos que se consideren necesarios de forma que así garanticen la correcta interpretación de las pendientes existentes. Además se darán puntos acotados de relleno con una separación entre ellos de 15 a 25 metros pero nunca superior.

La equidistancia entre curvas de nivel será de 1 metro, estableciéndose como curvas maestras las que representen una altitud múltiplo de 5 metros.

3.7. PUNTOS DE APOYO

En relación a los trabajos topográficos realizados para la obtención de los puntos de apoyo se tendrán en cuenta lo dicho en el artículo 3.2 de este anexo.

Los puntos de apoyo en el campo se obtendrán mediante técnicas de posicionamiento por satélite (GNSS), empleando el método estático rápido en postproceso con corrección diferencial. Las observaciones deberán cumplir, al menos, las siguientes condiciones:

- Receptores GPS de doble frecuencia y Código P
- Número de satélites igual o superior a 5
- PDOP < 6
- Máscara de elevación superior a 15 grados.
- Tiempo de observación, condicionado por número y geometría de los satélites, pero nunca inferior a 10 minutos.

6 o más satélites observables → > 10 minutos

5 satélites observables → → > 14 minutos

- Mínimo de 120 épocas registradas

Deberá garantizarse para los puntos de apoyo en campo la siguiente precisión (en RMSE – Error medio Cuadrático):

- Planimetría: RMSE \leq 0,20 m
- Altimetría: RMSE \leq 0,20 m

3.8. RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA

La minuta fotogramétrica se obtendrá a partir de la cartografía vectorial CAD existente.

Mediante procedimientos fotogramétricos se realizará su revisión estereoscópica comparándola con los modelos formados con el nuevo vuelo, y detectando los posibles errores, omisiones o variaciones con respecto a la realidad fotografiada.

También se recogerán mediante su restitución todas las realidades cuya captura en la cartografía CAD existente no satisface las exigencias para cumplimiento del modelo de datos municipal establecido. Se añadirán igualmente como información cartográfica los centroides y etiquetas necesarias para la creación de las entidades cartográficas y estructuras complejas que van a conformar y mantener la cartografía para su manejo en un SIG.

El modo de captura para cada fenómeno se especifica en el diccionario de fenómenos de la BTUV.

La representación de la altimetría se hará por medio de curvas de nivel con puntos acotados. Para dar continuidad al curvado, en zonas de ocultación por vegetación se reflejará igualmente las curvas de nivel, aunque sea con una cierta incertidumbre, diferenciándolas de las restituibles con precisión mediante el atributo de ocultación.

Será de vital importancia aprovechar ciertas características circunstanciales del nuevo vuelo a efectos de registrar realidades difíciles de detectar en otras ocasiones. Sería el caso de:

- Zonas de monte o bosque recientemente quemadas o desbrozadas, en las que se pueden detectar y capturar realidades como tapias, muros de piedra o caminos que en circunstancias habituales no serían fácilmente registrables debido a la densa vegetación. También se aprovechará para obtener una altimetría más precisa de la zona (curvas de nivel y puntos acotados).
- Zonas de costa, ría o playa, en las que dependiendo del estado de la marea en el momento del vuelo, pudieran capturarse detalles no detectados en otros vuelos.

3.9. REVISIÓN DE CAMPO

El producto obtenido de la restitución fotogramétrica adolece de deficiencias y omisiones importantes, lo que obligará a realizar una minuciosa revisión de campo hasta lograr dar por completada la recogida de información. Además, no siempre la interpretación del elemento registrado es exacta. No se aceptará por lo tanto, deducciones erróneas fruto de la etapa de restitución.

Aunque no sea posible su restitución fotogramétrica, se representarán las realidades ocultas de los fenómenos en cuya definición hubiera sido añadido un atributo que refleja la ocultación. Su detección y captura se realizará en la fase de revisión de campo. Se recurrirá, si fuera necesario, a la realización de levantamientos topográficos perfectamente georreferenciados que permitan su inclusión en la cartografía como parte de ella.

Cuando un objeto ya recogido en la cartografía vectorial CAD que se quiere actualizar no aparece fotografiado como consecuencia de su ocultación por otras realidades, deberá comprobarse su existencia a pie de campo, y reflejarlo, en su caso, con el atributo correspondiente.

Si durante la revisión de campo apareciese una realidad reciente, pero no ocasional, como pudiera ser una zanja en la vía pública, que no fuera capturada en la fase de restitución, deberá ser añadida a la

cartografía como si de una actualización más se tratase, realizando para ello los trabajos topográficos necesarios para su correcta localización (GPS, levantamiento taquimétrico, croquis acotado,...).

Se eliminarán de las minutas aquellos elementos capturados durante la fase de restitución del vuelo pero que, una vez revisados, se confirme que desaparecieran o fueran retirados. En su lugar se reflejarán los existentes en el momento de la revisión. Las excepciones a esta norma se darán en los siguientes casos:

- Perímetros de canteras o vertederos en los que no es necesaria su revisión de campo por ser constante su modificación.
- Zonas con "obra duradera" (desarrollos urbanísticos o de infraestructuras, urbanizaciones, etc.), que no estuvieran finalizadas en el momento de su revisión y en las que el avance de la obra no compense el esfuerzo necesario para su actualización.
- Zonas de paso prohibido o cerradas al público.
- Zonas de difícil acceso cuya no revisión quede suficientemente justificada

Sólo en estos casos, la información del producto final será la capturada en el momento de su restitución. Será necesario comunicar a la dirección técnica estas zonas sin revisión de campo y, en cualquier caso, deberán incluirse como incidencia en el informe final de los trabajos, justificando y dando los motivos de su no revisión.

Durante la fase de revisión se tratará de identificar y codificar como entidad "árbol" aquellos ejemplares aislados que durante la fase de restitución fueron capturados por la delimitación de su masa foliar, situándolos en su verdadera posición conforme a su pie o arranque del suelo y representándolos mediante la geometría punto. Sólo se admitirá la entidad de "masa arbórea" para su representación en zonas donde existan gran densidad de ellos.

Durante la fase de revisión se comprobarán los textos procedentes de la restitución y se recogerán igualmente todos los topónimos, nombres de calles y vías, números de acceso a portales, nombres de edificios singulares, construcciones aisladas de importancia, viales, accidentes geográficos, nº de altura en edificaciones, etc.

3.10. CARTOGRAFÍA EN FORMATO VECTORIAL CAD

Como subproducto de la cartografía con estructura SIG se obtendrá una colección de hojas en formato CAD con una simbología o representación visual similar a la cartografía existente.

Deberán tenerse en cuenta las siguientes puntualizaciones:

- El formato de entrega será mediante archivos en formato .dxf.
- En general no se conservarán los polígonos o recintos creados para la estructura SIG y sí sus líneas y elementos puntuales. Además, deberá contener la rotulación idónea para una buena interpretación del plano.
- Los elementos coincidentes se representarán mediante línea única eligiendo como representación del elemento la de la entidad coincidente más importante, según criterio de la dirección técnica municipal a propuesta del adjudicatario.
- Se creará una biblioteca de células en la que se incluirán todos los símbolos para la visualización de aquellas entidades aisladas que ponerlo su tamaño necesiten ser reflejadas mediante la utilización de un signo convencional. Será de vital importancia el punto de captura y orientación de la célula para su correcta ubicación y visualización en la cartografía.

3.11. CONTROL DE CALIDAD

En cada una de las fases a desarrollar durante su realización, se llevarán a cabo los controles precisos, convenientemente documentados, para asegurar la calidad final del producto.

3.12. DOCUMENTACIÓN Y MATERIAL A ENTREGAR POR EL ADJUDICATARIO

Las condiciones para la entrega de la documentación generada se especifican en los apartados 3.4 y 5 del pliego.

La documentación a entregar será la siguiente:

- Del vuelo fotogramétrico:
 - Todo el material y documentación que se exige en el apartado 4 del presente anexo, referente a las condiciones generales para la realización de un vuelo fotogramétrico con cámara digital GSD 16 cm.
- De la restitución fotogramétrica:
 - Listado de salida de los cálculos de aerotriangulación con sus correspondientes residuos.
 - Reseña de los puntos de apoyo y aerotriangulados utilizados para la orientación. En ella aparecerá: nº de punto, descripción, coordenadas, nº de fotograma y una zona de la imagen del fotograma centrada en el punto.
 - Gráfico georreferenciado sobre cartografía en el que figuren en capas diferentes todos los puntos de apoyo y aerotriangulados utilizados.
 - Memoria de la aerotriangulación que incluirá:
 - Fichas de ajuste con errores residuales de cada modelo estereoscópico.
 - Listado de los parámetros de situación de la cámara para cada fotograma: coordenadas UTM o geográficas, altitud en metros y ángulos de orientación en grados o radianes.
 - Precisiones obtenidas en el cálculo de la aerotriangulación.
 - Informes generados durante el proceso.
 - Informes generados durante el control de calidad.
 - Archivo .dxf con todas las entidades que fueron capturadas o modificadas durante el proceso de restitución del nuevo vuelo.
 - Toda aquella documentación/minutas fruto de las labores de restitución.
- De los trabajos topográficos (densificación red, observación puntos de apoyo, levantamientos,...):
 - Memoria de los trabajos con GPS que incluirá:
 - La marca y características de los receptores utilizados.
 - Descripción detallada del proceso de observación.
 - Datos de campo.
 - Baselíneas obtenidas.
 - Descripción del proceso de cálculo y compensación.
 - Soluciones.
 - Histogramas y elipses de error.
 - Coordenadas ajustadas.
 - Reseña con croquis, descripción y coordenadas de los puntos de apoyo (PA) observados.
 - Listado de salida de los cálculos realizados en las revisiones de campo.

- o Minutas obtenidas en los procesos intermedios de los citados trabajos de revisión. Se incluirán los levantamientos taquimétricos por topografía clásica necesarios para completar las zonas que no se puede obtener mediante restitución fotogramétrica.
- De la estructuración y puesta en soporte informático:
 - o Memoria descriptiva de la ejecución de los trabajos que debe incluir:
 - Procesos, métodos y equipos empleados.
 - Relación de incidencias del conjunto de los trabajos.
 - Relación de consultas efectuadas a la dirección técnica de los trabajos y respuestas o acuerdos tomados.
 - o Informe del estado de los mojones que definen el deslinde del término municipal, en el que se describa su estado de conservación, posibles anomalías o cualquier otro detalle reseñable respecto al informe de años anteriores. Se incluirá reseña con foto actualizada de cada uno de los mojones.
 - o Archivo de dibujo con el conjunto de elementos actualizados (nuevos o modificados).
 - o Colección de hojas de la cartografía en formato vectorial CAD (.dxf).
- Da edición gráfica final:
 - o Del producto vectorial generado en .dxf se creará una colección de planos perfectamente maquetados a escala 1/1.000. Se obtendrá igualmente en formato PDF georreferenciado y con estructura por capas, diferenciando por carpetas lo que constituye la cartografía con sus entidades, del formato de hoja con cartela, cajetín, leyenda y demás datos marginales.

La división de hoja corresponderá a la cuadrícula de división de 700 m. sobre el eje de abscisas (x) y 500 m. sobre el eje de ordenadas (y).

La dirección técnica municipal podrá facilitar una hoja tipo con un formato adecuado. En cualquier caso, tanto la información marginal como su maquetación en la hoja deberá ser consensuada con la dirección municipal técnica.

Figurará como información marginal complementaria: nombre de la hoja, la leyenda con los signos convencionales (puntuales y líneas), las abreviaturas adoptadas, gráfico de distribución de hojas, fechas de edición y última actualización (vuelo), datum (ETRS89), sistema de proyección (UTM-29), origen y tipo de altitudes (NMMA- ortométricas), equidistancia (1 m), rotulación de las coordenadas en los márgenes,... y logotipo del Ayuntamiento de Vigo.

4. CONDICIONES GENERALES DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO CON CÁMARA DIGITAL GSD 16 CM, PARA LA OBTENCIÓN DE ORTOFOTO

4.1. OBJETO DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO

El vuelo fotogramétrico tiene por objeto la cobertura estereoscópica por pasadas rectilíneas y paralelas de fotografías verticales de una zona cuya ortofoto se pretende realizar y en la que queda englobada la totalidad del término municipal de Vigo.

Un segundo propósito por parte del Ayuntamiento de Vigo es crear un archivo histórico de imágenes fotográficas aéreas, de modo que se puedan comparar en distintas épocas cualquier zona de la ciudad. Se pretenden aprovechar los vuelos fotogramétricos destinados a la obtención de productos cartográficos para completar dicho archivo. Con el fin de conseguir tomas fotográficas que abarquen ámbitos territoriales idénticos en orientación y extensión, se intenta realizar vuelos similares en trayectoria, puntos de disparo, escala, resolución,

4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

4.2.1. Zonas y superficies.

El ámbito con recubrimiento fotográfico deberá ser el necesario para la realización de la futura ortofoto que abarca aproximadamente una superficie de terreno de 12.000 Ha, el término municipal más la zona colindante a dicho término en una franja de 250 ml.

4.2.2. Cámara fotográfica.

Se utilizará una cámara digital métrica de precisión y alta resolución que pueda sincronizarse con el equipo GPS instalado en el avión. Su calibración se deberá haber realizado en un período no superior a dos años antes de la fecha del vuelo, por el fabricante de la cámara o centro autorizado por el mismo. Previo a la realización de un vuelo, se entregará junto con la planificación de éste, una copia compulsada del último certificado de calibración de la cámara a emplear.

A cámara deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Se utilizará cámara de formato matricial cuyo sensor pancromático tendrá una resolución mínima de 5.000 x 10.000 píxeles, y en los sensores multispectrales la resolución mínima será cinco veces inferior.
- La resolución geométrica del sensor pancromático será menor o igual a 9 μ .
- La resolución espectral del sensor será de 1 banda situada en el pancromático y 4 bandas situadas en rojo (R), verde (G), azul (B) e infrarrojo cercano (NIR).
- La resolución radiométrica del sensor será mayor de 12 bits en cada banda.
- Serán de uso obligatorio los siguientes equipos auxiliares:
 - Plataforma giroestabilizada automática con registro de los giros de compensación.
 - Sistema de navegación basado en equipo GPS de doble frecuencia (observables en código y fase L1 y L2) sincronizado con la cámara mediante el registro de eventos. Deberá permitir:
 - planificar el vuelo determinando los centros de las fotos
 - realizar el vuelo con navegación en tiempo real, basándose en la planificación previa y registrando continuas medidas de posición realizadas con el receptor GPS y los instrumentos del avión
 - frecuencia en el registro de datos de por lo menos 2 Hz
 - control automático de los disparos
 - registro de eventos
 - registro de los datos de captura de cada imagen en archivo ASCII, de modo que con el procesado del vuelo se obtenga una base de datos que incluya: nombre del proyecto, fecha y hora de la exposición, las coordenadas del centro de proyección en ETRS89, el rumbo, los identificadores de pasada y foto, datos inerciales de Ω , Φ , K ,...
 - Sistema FMC para la compensación en la imagen del desplazamiento del avión en la dirección de vuelo. Podrá utilizarse sistema mecánico o mediante tecnología TDI.
 - Sistema inercial (IMU/INS), sincronizado con la cámara métrica (captura de las imágenes) y con el receptor GPS embarcado en el avión. Evitará una deriva mayor o igual a 0,5°/hora y su frecuencia de registro de datos será mayor o igual a 200 Hz.

4.2.3. Vuelo fotogramétrico y cobertura fotográfica.

Planificación:

Con por lo menos dos semanas de antelación a su ejecución, se entregará a la dirección técnica municipal la planificación del vuelo a realizar junto con una copia compulsada del certificado de calibración de la cámara a utilizar. La dirección técnica podrá hacer observaciones a dicha planificación. Cualquier incidencia o cambio en la planificación deberá ser comentada o consultada a la dirección técnica.

Se planificará el vuelo en tierra mediante un software específico el cual, proporcionando las características del vuelo deseado, programe los centros de todas las imágenes.

Fecha, horario y condiciones meteorológicas:

El vuelo se realizará entre el 1 de mayo y el 15 de septiembre de 2018.

Se volará en las horas centrales del día, de modo que la altura del sol sobre el horizonte sea durante todo el vuelo $\geq 50^\circ$.

Se volará en días claros sin nieblas, brumas y nubes, para asegurar la calidad y nitidez de las imágenes obtenidas. No se aceptarán imágenes que contengan superficie cubierta por nubes, sombras de nubes o humos.

Altura de vuelo:

Se planificará y se realizará el vuelo a una altura que se asegure para cada pasada una resolución geométrica media en unidades terreno de 16 cm ($\pm 10\%$) y que no existan más de un 10% de fotogramas en cada pasada con un píxel medio en unidades terreno mayor de 16 cm.

Cuando la superficie a volar lo requiera, se partirán las pasadas en diversos segmentos a diferentes alturas para mantener el tamaño de píxel medio fijado. En estos casos o en cualquier otro que conlleve una interrupción de la pasada, será necesario un enlace entre los tramos con un mínimo de 4 fotogramas comunes.

Líneas de vuelo:

La zona a fotografiar se cubrirá con las pasadas planificadas del vuelo programado.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- El vuelo se realizará de forma que la trayectoria real no se desvíe de la planificada en más de 50 m.
- En el momento de la exposición la cámara tendrá compensada la deriva del avión con un error no superior a 3° .
- Los cambios de rumbo entre imágenes consecutivas de una misma pasada no excederán los 3° .
- La desviación de la vertical de la cámara en el momento de la exposición no será superior a 4° .
- El ángulo entre los ejes verticales de los fotogramas consecutivos será siempre inferior a 4° .

Recubrimiento:

El recubrimiento longitudinal de los fotogramas será del 80% con un error máximo de $\pm 3\%$. El recubrimiento transversal será del 50% con error máximo de $\pm 5\%$.

Toda la zona objeto del contrato tendrá recubrimiento estereoscópico. Existirá para cada pasada un exceso longitudinal de por lo menos de los fotogramas en cada extremo de la misma. Si por alguna circunstancia una pasada se interrumpiera, deberá existir un nuevo tramo de la misma con un mínimo de 4 fotogramas comunes que garantice al menos 2 modelos estereoscópicos comunes a ambos segmentos.

4.2.4. Toma de datos GPS y su procesado.

El equipo GPS embarcado en el avión dispondrá de receptor y antena bifrecuencia de por lo menos 2 Hz. Estará sincronizado con la cámara y tendrá registro de eventos.

El valor máximo de PDOP será de 5.

La distancia máxima que pueda existir entre el avión y la estación de referencia GPS que cumpla las condiciones del presente pliego deberá ser inferior a 40 km.

Para la corrección diferencial de las observaciones GNSS recogidas en el avión se utilizará como estación permanente del IGN situada en Vigo. En caso de su no disponibilidad u operatividad, se solicitará a la dirección técnica el uso de alguna estación calculada y certificada por el IGN. En caso de ser instalado un receptor GPS en una de las bases de referencia, las características de este deberán de ser, cuando menos, similares a las del equipo embarcado en el avión.

La precisión relativa de los centros de proyección y orientaciones tras el cálculo en postproceso (DGPS/INS) será de

Coordenadas X, Y, Z →RMSE=0,15m.

Ángulos de orientación →RMSE =0,0005°

Cada pasada se procesará independientemente de forma relativa a fin de conseguir la precisión requerida. En caso de que se opte por un procesado absoluto de la trayectoria de todo vuelo, se deberá asegurar que se cumple con la precisión relativa.

Se determinarán las orientaciones externas (posición y orientación) de cada fotograma a partir del cálculo de los datos de la trayectoria (posición y velocidad) obtenidos del receptor GPS y de los datos de la orientación obtenidos con el sensor IMU.

Se extraerá la información recogida de la plataforma giroestabilizada para compensar los efectos de los giros de ésta sobre la trayectoria seguida por el centro de proyección de la cámara.

Las coordenadas de los centros de proyección de las imágenes se obtendrán a partir de la trayectoria procesada (DGPS), la información recogida de la plataforma giroestabilizadora y el registro de eventos de las tomas.

4.3. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO.

Las normas para la entrega de la documentación generada se especifican en el apartado 3.4 y 5 del pliego, y apartado 3.2 del anexo.

La documentación a entregar será la siguiente:

4.3.1. Previo a la ejecución del vuelo.

Con por lo menos una semana de antelación a la previsible fecha de realización del vuelo se entregará la siguiente documentación:

Planificación del vuelo.

Se proporcionará la planificación obtenida a partir de un software específico que programe los centros de todas las imágenes y el resto de las características del vuelo, de acuerdo con las especificaciones del presente pliego. Se incluirán:

- Los ficheros de texto con la información correspondiente a las líneas de vuelo, fotogramas, trayectoria y duración estimada, coordenadas de los puntos principales, etc.
- Un documento resumen en el que se describan las características técnicas de los equipos a embarcar en el avión para la realización del reportaje fotogramétrico.
- Gráfico georreferenciado en formato .dxf (y su correspondiente .pdf) de los puntos principales y huellas de fotogramas sobre la cartografía vigente.

Certificado de calibración de la cámara.

Se entregará:

- Una copia compulsada del certificado de calibración de la cámara y todos sus objetivos, completo y vigente en el momento de la realización del proyecto.
- Vectores GPS –Cámara digital

Certificado del sistema integrado Cámara digital - GPS/INS.

Se entregará:

- Una copia de la calibración del sistema integrado cámara y GPS/INS realizado en un polígono de calibración.
- Parámetros de calibración de los sensores cámara GPS/INS durante el proyecto.

4.3.2. Después de la realización del vuelo.

Para la aceptación del vuelo ya realizado el adjudicatario deberá entregar la siguiente documentación:

Memoria del vuelo.

Consistirá en un informe en el que se describa el proceso en la realización del vuelo. Deberá contener datos del tipo: GSD, altura y escala media, recubrimientos, medios aéreos utilizados, medios de captura de información, condiciones meteorológicas, nº de pasadas y fotogramas, fecha, hora, duración, incidencias durante el vuelo, calidad,..., y cualquier otra información relativa a su ejecución que deba ser señalada.

Gráfico georreferenciado.

Teniendo como referencia la cartografía 1/1.000 vigente y utilizando los niveles con la planimetría más significativa (costa, límite municipal, edificación generalizada, vías de comunicación, red hidrográfica,...) se realizará un plano para ser impreso a escala 1/25.000 en el que se dibujarán: todos los puntos principales, el recuadro que delimita los fotogramas múltiplos de cinco, número de fotograma (múltiplos de 5), ejes de las pasadas,...

Deberá contener además como información marginal ciertos metadatos del vuelo como son: tipo de vuelo y ámbito, empresa que lo realiza, nº de pasadas, nº de tramos si las pasadas se hubieran cortado, nº de fotogramas, fecha, GSD, altura media, cámara y distancia focal utilizada, escala de impresión, ...

Ficheros GPS/IMU del vuelo.

Ficheros RINEX de la estación base de referencia GPS y del receptor conectado a la cámara, con el registro de eventos correspondiente, ficheros de registro IMU, ficheros resultantes del procesado GPS-IMU y fichero de giros compensados por la plataforma giroestabilizada, para corregir el vector IMU-Antena GPS.

Se suministrará el vector de excentricidad de la antena del receptor con respecto a la cámara.

Archivos con datos del vuelo: ASCII y base de datos.

Se entregará el archivo ASCII registrado en vuelo con los datos de captura de cada imagen.

En base a esos datos recogidos durante el vuelo y su procesado, se confeccionará un archivo en formato ACCESS que contenga por lo menos los siguientes parámetros para cada fotograma:

- Identificador de la imagen
- Pasada a la que pertenece
- Longitud y latitud del centro de proyección
- Coordenadas X, y en ETRS89-UTM29 del centro de proyección
- Altura elipsoidal (h) en metros corregida del factor de escala
- Altura ortométrica (H) en metros corregida del factor de escala

- Giros Ω , Φ , K (grados sexagesimales con expresión decimal)
- Desviación estándar a priori de X , Y , h
- Desviación estándar a priori de Ω , Φ , K
- Fecha y hora GPS de la toma
- Identificador del soporte informático en el que se encuentra la foto

4.3.3. Fotogramas digitales en formato TIFF con georreferenciación y metadatos.

Colección de imágenes digitales con su resolución original en formato TIFF sin compresión.

Para la georreferenciación aproximada del vuelo ejecutado se entregarán los archivos TFW por cada uno de los fotogramas según datum ETRS89- UTM(29). Estos archivos de georreferenciación se obtendrán basándose en los datos GPS/INS del vuelo. Deberán tener en cuenta la orientación original de la imagen de tal forma que sea representado siempre al norte en un CAD o SIG que soporte los parámetros de giro del fichero TFW.

4.3.4. Fotogramas en formato ECW georreferenciados y con metadatos.

Se entregará una colección de los fotogramas a plena resolución, en formato ECW georreferenciado según el fichero TFW anterior, con un ratio de compresión nominal de 1:10.

4.3.5. Fotogramas "quickview" reducidos en formato JPEG con georreferenciación y metadatos.

Se entregará una colección de los fotogramas con un remuestreado de 1:4 en filas y 1:4 en columnas, comprimido en formato JPEG con calidad de 8 sobre 10. Estas imágenes irán acompañadas de sus correspondientes archivos JGW para su georreferenciación aproximada.

4.3.6. Archivos de metadatos de los productos generados en la fase del vuelo fotogramétrico.

Se entregarán los archivos de metadatos de las colecciones de fotogramas del vuelo, que se generarán mediante programa informático que garantice el cumplimiento del perfil NEM (Núcleo Español de Metadatos) de la norma ISO 19115, según las indicaciones de la dirección técnica a partir de una propuesta de la empresa adjudicataria.

4.3.7. Fotogramas impresos.

Se entregarán dos copias de cada fotograma impresas a escala aproximada 1/9.000 en papel fotográfico estable mate y satinado, con tamaño de imagen de 30 cm x 24 cm, los cuales deberán contener en su margen superior la siguiente información relativa al vuelo:

- Propietario: *CONCELLO DE VIGO*
- Tipo de vuelo y ámbito: *VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL del TERMINO MPAL.*
- Empresa que lo encarga (adjudicataria del presente contrato)
- Empresa que lo realiza
- Número de orden de la pasada: *PASADA: xx*
- Número de orden del fotograma: *IMAGEN: xxxx*
- Fecha: *FECHA: xx-xx-xxxx*
- Hora UTC de la toma: *HORA (UTC): xx:xx:xx*
- Resolución (GSD): *RESOLUCIÓN 16 CM.*
- Altura media de vuelo: *h= xxx m.*
- Distancia focal del objetivo: *f: xxx,xx mm.*
- Cámara utilizada

- Escala de impresión (gráfica y/o numérica): *ESCALA IMPRESIÓN*: 1/9.000
- Coordenadas en ETRS89 del centro de la foto

4.4. CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS.

El licitador definirá las medidas que propone para controlar y garantizar la calidad de los trabajos a realizar en caso de resultar adjudicatario de los trabajos.

Se deberá presentar un plan de control de calidad adaptado al objeto del contrato, incluyendo los aspectos concretos de los procedimientos y medidas implantadas para asegurar la calidad de los trabajos.

Se entregará un informe descriptivo del proceso de control de calidad, en el que se garantizará que los procesos del trabajo y los productos generados cumplen con las especificaciones técnicas del presente pliego, realizando un control de calidad que consiga estos objetivos y documentándolo adecuadamente.

5. NORMAS PARA LA ELABORACIÓN de la ORTOFOTO DIXITAL

5.1. NORMAS GENERALES

La ortofoto del término municipal y alrededores se obtendrá a partir de la ortorrectificación y mosaicado de las imágenes de un vuelo fotogramétrico con cámara digital de precisión y alta resolución.

El Pliego de Prescripciones Técnicas que regirán las condiciones de ejecución del vuelo fotogramétrico se encuentran en el apartado 4 del presente anexo.

Sistema geodésico de referencia: ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989):

Los trabajos para su elaboración se calcularán y se realizarán sobre el dátum ETRS89 (según RD 1071/2007), basándose en vértices REGENTE de la Red Geodésica Nacional del IGN.

Origen de altitudes:

Se establece como origen de altitudes el nivel medio del mar definido por el mareógrafo de Alicante (NMMA).

Para todos los procesos de cálculo y entrega de productos finales con altimetría se utilizarán únicamente cotas ortométricas. Estas se obtendrán bien a partir de los clavos de la Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP-2008) o mediante la transformación de altitudes elipsoidales (elipsoide GRS80) a ortométricas utilizando el modelo de geoide EGM2008- REDNAP del IGN.

Sistema cartográfico de representación: UTM-29 (Universal Transversa de Mercator referida al huso 29)

Se utilizará como sistema de representación plana la proyección conforme UTM, establecida como reglamentaria por el Decreto 2303/1970, de 16 de julio, referida al huso 29 que es lo que corresponde a la totalidad del término municipal.

5.2. ÁMBITO

La ortofoto cubrirá una superficie total de 12.000 Ha, de la que aproximadamente 10% está compuesta por mar y ría, el resto la forman la totalidad del término municipal de Vigo y parte de los Ayuntamientos limítrofes de Nigrán, Gondomar, O Porriño, Mos y Redondela. Así pues, la zona terrestre, de la que será necesario realizar los procesos de tratamiento de imagen para su ortorrectificación, abarca una

superficie aproximada de 11.000 Ha, el resto llevará un tratamiento adecuado para la correcta visualización del mar.

5.3. REQUISITOS MÉTRICOS

Con independencia de las instrucciones técnicas durante el proceso de elaboración, el resultado final de la ortofoto deberá tener como resolución un tamaño de pixel de 20 cm.

5.4. FASES del TRABAJO

Las fases con sus especificaciones que deberán ser convenientemente descritas en el Programa de Trabajo de la propuesta del licitador son:

5.4.1. Vuelo fotogramétrico con cámara digital

Las condiciones de ejecución del vuelo necesario para la obtención de la ortofoto se encuentran en el apartado 4 del presente anexo.

5.4.2. Apoyo fotogramétrico y aerotriangulación

Se aprovecharán las ventajas del vuelo inercial apoyado cinemáticamente mediante técnicas GPS/IMU.

La obtención de puntos de apoyo será siempre mediante técnicas de posicionamiento por satélite (GNSS).

Para las operaciones topográficas se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas contenidas en el PPT para la contratación por la Dirección General del Catastro de los trabajos de Cartografía Catastral Urbana. Previo a su ejecución el adjudicatario presentará en todas ellas un estudio o anteproyecto que se someterá a la aprobación de la dirección técnica de los trabajos.

Los puntos de apoyo se obtendrán empleando como método de posicionamiento el estático rápido con corrección diferencial y en postproceso. Las observaciones deberán realizarse cumpliendo como mínimo las siguientes condiciones:

- Se emplearán Receptores GPS de doble frecuencia y CódigoP.
- Líneas base < 15 km.
- Número de satélites mayor o igual a 5.
- Precisión en posición PDOP < 6, procurando realizar las observaciones con un PDOP < 5 cuando el número de satélites sea el mínimo exigido.
- Máscara de elevación superior a 15°sexagesimales.
- Tiempo de observación, condicionado por el número y geometría de los satélites, pero nunca inferior a 10 minutos.

6 o más satélites observables → → > 10 minutos

5 satélites observables → → > 14 minutos

- Mínimo de 120 épocas registradas
- Se preparará una memoria del trabajo en la que se incluirá:
 - Marca y características de los receptores.
 - Descripción del proceso de la observación.
 - Datos de campo.
 - Soluciones.
 - Histogramas y elipses de error.
 - Coordenadas ajustadas.

Deberá garantizarse para los puntos de apoyo en campo la siguiente precisión (en RMSE – Error medio Cuadrático):

- Planimetría: $RMSE \leq 0,10$ m
- Altimetría: $RMSE \leq 0,10$ m

Para la identificación del PA tomado en campo, se pinchará uno de los fotogramas, marcando suavemente la emulsión fotográfica y con método e instrumentos que aseguren la precisión de la operación. Se aportará por cada PA reseña y croquis del entorno correspondiente, orientado al norte y a una escala aproximada tres veces superior a la del fotograma. los elementos reseñados en el croquis deben ser identificados en el fotograma. Llevará su número de identificación y los números de pasada y fotograma donde figura el pinchazo. En los fotogramas del vuelo en los que aparezca el PA, se trazará en negro un círculo de 1 cm de diámetro cuyo centro aproximado coincida con el pinchazo del PA. Se rotulará a su lado el número de identificación del mismo. En el reverso del fotograma que contenga el pinchazo, se trazará con diámetro aproximado de 3 mm un círculo rodeando la correspondencia del PA pinchado.

Para la aerotriangulación se empleará una metodología completamente digital con la que se generarán informes de los resultados de las distintas fases del proceso. Para su correcta ejecución, se realizarán todos los controles de calidad pertinentes en cada una de las fases (definición del proyecto, preparación del bloque, identificación de puntos de control, casado y ajuste de bloques, edición de áreas con puntos de paso y puntos sospechosos, revisión y control de resultados, post-proceso de ajuste y unión de bloques).

5.4.3. Creación del MDT y MDO

Para la rectificación de la ortofoto se utilizará modelo digital (MDO) obtenido a partir de un vuelo LiDAR.

Será necesario su edición y ajuste a la nueva realidad fotografiada, incorporando las nuevas líneas de ruptura en zonas que tengan sufrido cambios, cuando se realizó el vuelo LiDAR.

En cualquier caso, todas las modificaciones en el MDO deberán quedar reflejadas en el informe de elaboración de la ortofoto.

El modelo resultante y utilizado para la rectificación de la ortofoto, se transformará y se entregará mediante retícula tipo GRID en formato vectorial (nº pto, X, Y, Z) y matricial (Arc/Info ASCII Grid), o en aquellos en los que la dirección técnica considere más adecuados.

5.4.4. Tratamiento del mar

Para el ámbito cubierto por el mar se utilizará el mar fotografiado a fin de conseguir el mayor realismo de la ortofoto. Se tendrá especial cuidado:

- Con los reflejos generados por el sol, evitándolos en la mayor medida.
- De no ocultar islas, islotes y peñas que se elevan sobre el mar, garantizando su posición geométrica.
- De respetar los detalles de los fondos marinos en zonas de poca profundidad próximas a la costa y los del oleaje en su contacto con tierra firme.
- En zonas de la ría en las que sin perder realismo se tratará de conseguir una estética satisfactoria.

5.4.5. Ortorrectificación digital

Se seleccionará para su rectificación la parte central de los fotogramas conservándose su radiometría original.

Para transformar la distribución de píxeles del fotograma original (16 cm) al de salida (20 cm), se empleará un método de interpolación que evite el aspecto de "escalera" en elementos lineales.

Se rectificarán todos los fotogramas que cubren la zona de ortofoto. Se comprobará que no existen deformaciones debido al proceso ni errores groseros.

Se generará un documento donde se recojan los fotogramas seleccionados y la delimitación de las zonas rectificadas, así como un informe detallado del control de calidad del proceso de la ortorrectificación.

5.4.6. Tratamiento radiométrico de las imágenes

Mediante el tratamiento del color se pretende conseguir unas ortoimágenes homogéneas radiométricamente.

Además del ajuste radiométrico individual se hará otro global para evitar diferencias entre ortofotos contiguas, mediante la comparación de las zonas de solape.

Se ajustarán los histogramas manipulando su curva y el rango cromático de la imagen (ampliando el rango de salida entre los valores 0 y 255). Se intentará conseguir una gama de tonos en los que abunden los tonos medios, intentando evitar los intensos y manteniendo las altas luces, retocando básicamente las sombras.

5.4.7. Mosaicado

Con el mosaicado, eligiendo su zona central, se unirán todas las imágenes rectificadas (ortoimágenes) a fin de obtener un producto continuo y homogéneo geométricamente.

Mediante su depuración manual se evitarán edificios deformados o con proyección incompatible con los colindantes en el mosaico, así como las uniones entre las ortoimágenes.

5.4.8. Generación de las ortoimágenes

Se repixelarán las imágenes para obtener una resolución espacial de 20 cm por píxel.

Las líneas de corte del mosaico entre ortoimágenes se realizarán de acuerdo a la cuadrícula de 1km x 1km (UTM-ETRS89) -que es la misma que la utilizada para la distribución de la cartografía de referencia-, de modo que, las coordenadas de las esquinas que delimitan las cuadrículas (hojas) serán valores enteros X,Y, múltiplos de 100 m, de la UTM (huso 29) sobre el dátum ETRS89.

Se obtendrán como documentos finales los archivos en formato Geo-tiff, con sus correspondientes archivos de georreferenciación "World file" (.tfw) y de metadatos XML (según norma ISO 19115).

5.5. CONTROL DE CALIDAD

En cada una de las fases a desarrollar durante su realización, se llevarán a cabo los controles precisos, convenientemente documentados, para asegurar la calidad final de la ortofoto.

Se efectuará un control de calidad métrica de la ortofoto para detectar deformaciones en la misma producidos por diferencias de cota entre el MDT y los elementos lineales.