SERVICIO TÉCNICO PARA LA OBTENCIÓN DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ORTOFOTOS INCLUIDAS EN EL PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA EN EL ÁMBITO DE EXTREMADURA SUR

LOTE 6

MEMORIA JUSTIFICATIVA

El Instituto Geográfico Nacional coordina el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), cuyo objetivo es la obtención de fotografías aéreas ortorrectificadas y modelos digitales de elevaciones de todo el territorio español, con una periodicidad de 2 ó 3 años y con una resolución de 25 ó 50cm.

La Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas requieren de estos productos tanto para los planes de información geográfica y cartográfica, como para otras muchas aplicaciones agrícolas, de obras públicas, medioambientales, etc. Por ello, aparte del Ministerio de Fomento a través del IGN, otros 6 Ministerios y todas las Comunidades Autónomas colaboran en el PNOA, y son destinatarios conjuntamente de todos los datos generados en el proyecto.

Dentro de la AGE, las ortofotos PNOA son utilizadas, entre otros, en los siguientes proyectos:

- Dirección General de Catastro (Ministerio de Economía y Hacienda) para realización del Catastro Parcelario
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino:
    - Fondo Español de Garantía Agraria (F.E.G.A) como base del SIGPAC, para cumplir con la directiva europea de política agraria común y servir de base para establecer la cuantía de las ayudas
    - Dirección General de Costas para control del dominio público en las zonas de costa
    - Dirección General del Agua, para cumplir con las directivas europeas de control de zonas inundables

Asimismo, los productos generados en el PNOA son necesarios para numerosos proyectos gestionados por el IGN, tanto nacionales (servicio WMS PNOA integrado en la IDEE, el vuelo y la aerotriangulación para la restitución estereoscópica del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25), el modelo digital de elevaciones para la actualización del MDT25 y MDT10, y las ortofotos digitales para la actualización de las Bases Cartográficas Numéricas (BCN25, BCN200), mantenimiento de líneas límite, cartografía de ocupación del suelo (SIOSE) y corrección de imágenes de satélite de Teledetección, entre otros usos) como internacionales (Corine Land Cover, GMES, Inspire, etc…)

En el proceso de obtención de las ortofotografías, se generan otros productos de gran valor, como son los fotogramas digitales y los modelos digitales de elevaciones, que

facilitan a la sociedad española información geográfica precisa, homogénea y con gran nivel de detalle. Para su realización, se efectúa un vuelo único, cumpliendo con unas Especificaciones Técnicas consensuadas entre todas las Administraciones Públicas participantes. De dicho vuelo, se obtienen las imágenes fotográficas del terreno con una cámara fotogramétrica digital.

El contrato de servicio propuesto, tiene como objetivo la realización del vuelo fotogramétrico para la obtención de información altimétrica de la zona que se detalla en los gráficos adjuntos. La obtención de esta información es necesaria, para generar los productos básicos que en fases posteriores serán utilizados en la obtención del resto de los productos del proyecto PNOA.

La ejecución del vuelo fotogramétrico objeto de este contrato de servicios, precisa de importantes medios materiales y humanos de los que, por el momento, el Instituto Geográfico Nacional no dispone, por lo que es necesario recurrir a la contratación de servicios.

En consecuencia, se propone convocar el presente procedimiento abierto para la realización de estos trabajos.

El objeto del contrato que se derive de este expediente, conforme a lo dispuesto en la Ley 30/2007 de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, en concepto de contrato de servicios, es la realización del vuelo fotogramétrico de acuerdo al Pliego de Condiciones Técnicas de este expediente.

Madrid, de noviembre de 2012

EL SUBDIRECTOR GENERAL DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

Lorenzo García Asensio

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARIA GENERAL DE
RELACIONES INSTITUCIONALES Y
COORDINACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO NACIONAL

SERVICIO TÉCNICO PARA LA OBTENCIÓN DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ORTOFOTOS INCLUIDAS EN EL PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA EN EL ÁMBITO DE EXTREMADURA SUR

LOTE 6

PRESUPUESTO

El presupuesto se ha obtenido aplicando precios unitarios.

El presupuesto para la contratación de este servicio asciende a la cantidad máxima de:
110.638,00 euros (IVA incluido)

de acuerdo con el siguiente detalle:

Zona: **Extremadura Sur**
Superficie km²: **20.116 Km²**
Precio euros/ km² con IVA: **5,50** desglosados según se detalla:

- Vuelo fotogramétrico: 3,85 € / km²
- Subsanación de incidencias: 1,65 € / km²

	Euros 1ª Certificación	Euros 2ª Certificación
Coste sin IVA	64.005,45	27.430,91
21% IVA	13.441,15	5.760,49
Coste con IVA	77.446,60	33.191,40

Madrid, 30 de noviembre de 2012
EL SUBDIRECTOR GENERAL DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

CORREO ELECTRÓNICO:
pnoa@ign.es

GENERAL IBÁÑEZ DE IBERO, 3
28003 MADRID
TEL. 91.597 95 38

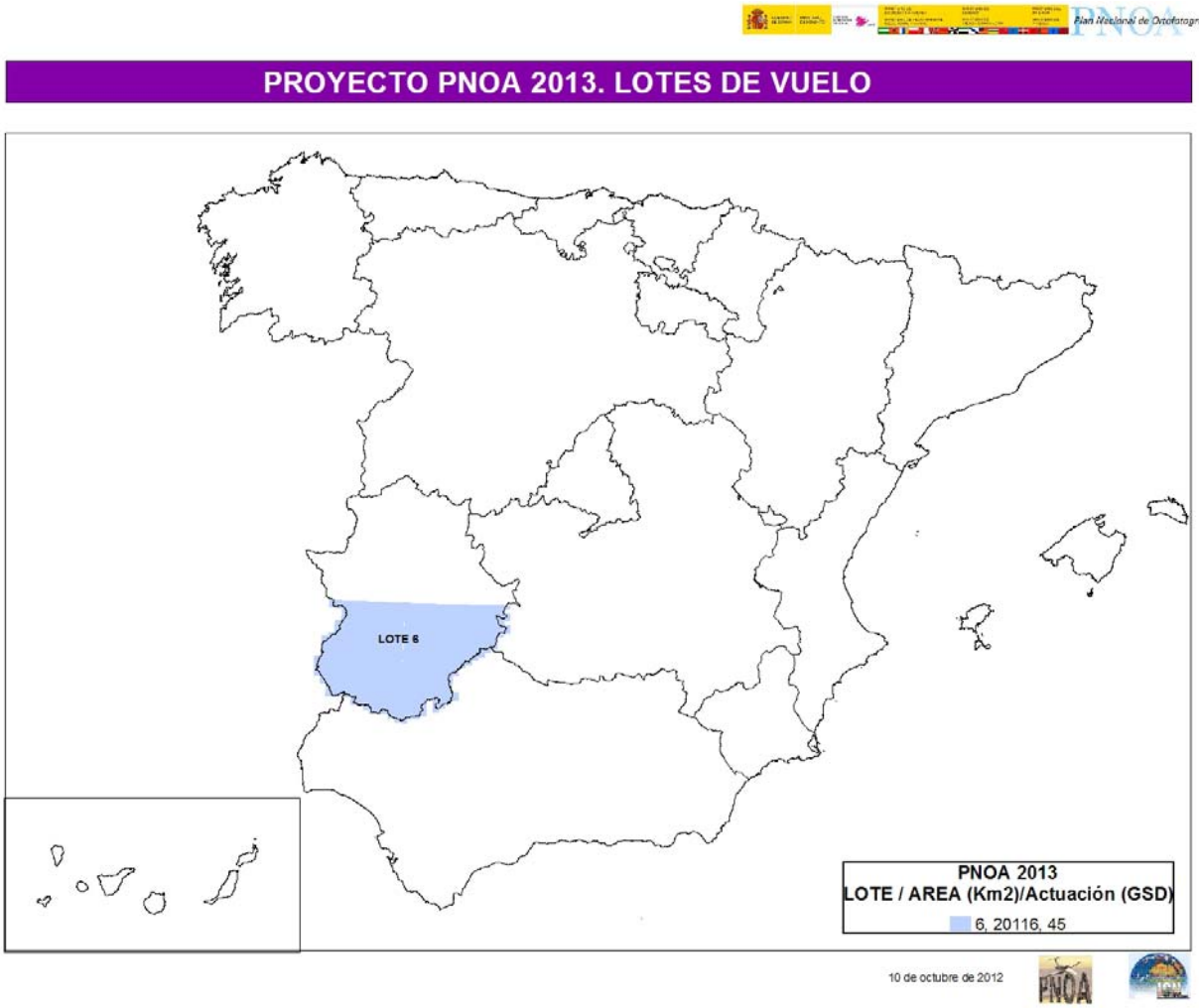
SERVICIO TÉCNICO PARA LA OBTENCIÓN DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ORTOFOTOS INCLUIDAS EN EL PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA EN EL ÁMBITO DE EXTREMADURA SUR

LOTE 6

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

1. BASES GENERALES

El objeto del presente pliego de prescripciones técnicas es la contratación del servicio para la realización de Vuelo Fotogramétrico (GSD:45cm) de la Comunidad Autónoma de Extremadura (zona Sur) (**20.116 Km^2**), según se indica en el gráfico adjunto.



2. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA OFERTA

Se entregará una Memoria que incluirá los siguientes apartados:

1. Índice paginado
2. Medios que la empresa acredita destinar al proyecto
   - 2.1. Listado de los aviones, sensores y sistemas GNSS / IMU adscritos al proyecto indicando cuál es el principal, y la propiedad de los mismos.
   - 2.2. Certificados de calibración de los sensores y del sistema integrado cámara digital – GPS/IMU
   - 2.3. Certificados de aeronavegabilidad de los aviones ofertados
   - 2.4. Certificado de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, en el que se autorice a realizar actividades de trabajos aéreos de fotografía vertical con avión.
   - 2.5. Números de serie de los sistemas de navegación (GNSS/ IMU).
   - 2.6. Medios técnicos y software a emplear en el proyecto
   - 2.7. Medios humanos y experiencia
3. Proyecto y metodología según lo establecido en el anexo "A"
   - 3.1. Del vuelo
   - 3.2. Del procesado
4. Cronograma de ejecución de los trabajos y de entregas de los productos
5. Sistemas de aseguramiento de la calidad
   - 5.1. Control de calidad del vuelo
   - 5.2. Control de calidad del procesado
6. Mejoras técnicas ofertadas
7. Ampliación del plazo de garantía
8. Información adicional

El licitador deberá especificar **necesariamente** en su oferta técnica, el número de “conjuntos completos” que adscribirá para la adquisición de los datos de esta zona (avión y sensores) y si dichos equipos son los mismos que se proponen para concursar en otra zona de trabajo perteneciente al proyecto PNOA del año 2013. Todo ello para cumplir con lo establecido en la cláusula 27 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que rige este expediente.

En caso de que los medios propuestos estén adscritos a otra zona de trabajo, la Mesa de Contratación podrá proponer para adjudicación a la siguiente oferta mejor valorada.

Las ofertas válidas técnicamente serán evaluadas de acuerdo con los criterios contenidos en el Anexo I de “Criterios Objetivos de Adjudicación” que rige la adjudicación de este expediente.

3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los procesos a ejecutar y los productos a entregar están detallados en el **Anexo A "Especificaciones Técnicas"**.

En caso de que existiese alguna duda de interpretación de alguno de los apartados, se consultará previamente con la dirección técnica.

4. SEGUIMIENTO DE LOS TRABAJOS

La vigilancia y seguimiento del trabajo en sus distintas fases corresponde al personal del IGN, dirigido por el Director del Proyecto designado al efecto, que estará auxiliado por los Servicios correspondientes en cada una de ellas. Sus misiones principales serán las de resolver dudas interpretativas del Pliego de Condiciones Técnicas, asesorar en la modificación de métodos empleados si éstos no ofreciesen la calidad y precisión exigida, y realizar cuantas inspecciones crean necesarias durante el desarrollo de los trabajos.

Para el cumplimiento de tales fines, la empresa adjudicataria deberá facilitar el acceso a sus instalaciones al personal del IGN asignado a las citadas tareas.

Además, la empresa adjudicataria remitirá semanalmente a la Dirección Técnica un **gráfico en formato shape** con la evolución del vuelo, en el que aparezcan al menos los centros de proyección de cada imagen y la fecha de captura.

5. PROGRAMACIÓN DE LAS ENTREGAS

La empresa irá entregando a la dirección técnica el material y la documentación del vuelo de forma periódica y continua, de acuerdo a los bloques de vuelo proyectados, para permitir que el control de calidad se vaya realizando paralelamente a la ejecución del vuelo. La frecuencia de dichas entregas las indicará la dirección técnica, de acuerdo con las características particulares de la zona a volar.
Los **datos básicos** necesarios para hacer los controles de calidad y para producir las ortofotos deben estar **entregados antes del 15 de julio de 2013.**

La empresa mantendrá permanentemente informada a la dirección técnica de la evolución y posibles incidencias de los trabajos.

6. CONTROL DE CALIDAD Y RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Recibida la documentación y el material de cada entrega, la Dirección Técnica procederá a la revisión y control de calidad del mismo, según el procedimiento detallado en el **Anexo B: "Control de calidad".**

6.1. Condiciones a cumplir

Todos los productos y documentos entregados deben cumplir todas las especificaciones del Pliego de Condiciones Técnicas.

6.2. Errores detectados en una entrega

Para cada entrega realizada, la dirección técnica evaluará el porcentaje de incumplimientos detectados en cada fase.

a) Si el porcentaje de incumplimientos es inferior al especificado en el Cuadro 1, la empresa deberá corregir todas las deficiencias observadas, así como a revisar por ella misma el resto de la entrega para eliminar todos los incumplimientos del mismo tipo de los detectados.

Cuadro 1

Fases	Criterio de aceptación de la entrega
Vuelo fotogramétrico con GPS + IMU / INS	De los fotogramas controlados, los que incumplan alguna de las especificaciones deben ser menos del 5 %
Grabación y archivo de los productos	Todos los productos y datos detallados en el Pliego de Condiciones deben estar correctamente grabados

b) Si el porcentaje de incumplimientos es superior al detallado en el Cuadro 1, se devolverá la totalidad del material que compone la entrega, debiendo la empresa hacer una corrección completa de dicho material.

c) Si en la nueva entrega corregida se volvieran a encontrar incumplimientos superiores a los reflejados en el cuadro, se devolverá de nuevo la entrega completa.

d) Si se produjese una tercera entrega con porcentaje de incumplimientos superiores a los reflejados en el Cuadro 1, se considerarán incumplidas las condiciones del contrato para esa entrega y se considerarán como definitivamente no realizados dichos trabajos.

7. PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS

La documentación auxiliar para la realización de los trabajos, entregada por el IGN a la empresa adjudicataria es propiedad exclusiva del IGN.

Asimismo, los resultados de los trabajos efectuados por la empresa adjudicataria son propiedad exclusiva de las administraciones públicas participantes en el proyecto PNOA.

En ambos casos, la empresa no podrá facilitar dicha documentación a terceros ni utilizarla para fines propios sin autorización previa.

8. PLAZOS

De acuerdo a la cláusula 24 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, la empresa adjudicataria entregará, en los 7 días posteriores a la notificación de la adjudicación definitiva, la planificación de vuelo para su aprobación por parte de la Dirección Técnica.

La empresa adjudicataria debe **iniciar los trabajos en la primera semana del mes de junio de 2013**, una vez aprobada la planificación del vuelo. En caso de no ser posible por causas ajenas a la empresa adjudicataria, se justificará.

Las entregas parciales de los productos de la fase de vuelo serán indicadas por la Dirección técnica, si bien los **datos básicos** necesarios para hacer los controles de calidad y para producir las ortofotos deben estar **entregados antes del 15 de julio de 2013.**

PRIMERA CERTIFICACIÓN: Una vez finalizado el vuelo y a la entrega completa de todos los datos de acuerdo a la estructura definida en el proyecto, antes de tres meses a partir de la firma del contrato. En ningún caso podrá ser posterior al **30 de septiembre de 2013**.

SEGUNDA CERTIFICACIÓN: A la entrega final de los trabajos, una vez superado el control de calidad. Se producirá antes del **1 de diciembre de 2013.**

9. PERIODO DE GARANTÍA

Se establece un plazo mínimo de garantía de 1 año desde la fecha de entrega de los trabajos totalmente finalizados y revisados. Se admitirán mejoras en este plazo, según lo indicado en el **Anexo I**.

POR LA ADMINISTRACIÓN,
DIRECTOR GENERAL DEL I.G.N

POR LA EMPRESA,

Amador Elena Córdoba

MINISTERIO DE FOMENTO
DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Especificaciones Técnicas para VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL

Versión 121113

PNOA *Plan Nacional de Ortofotografía Aérea*

Organismos participantes:

Ministerio de Fomento
Ministerio de Economía y Hacienda
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Ministerio de Economía y Competitividad
Ministerio de Defensa
Ministerio de Interior
Comunidades Autónomas

Tamaño de píxel: **0,50 m**

Descripción de este documento:

Título	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)
Identificador	121113 Especificaciones Técnicas PNOA BASICO 50cm.xls
Autor	Equipo Técnico Nacional Equipos Técnicos Autonómicos
Fecha	13/11/2012
Tema	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Estado	Definitivo
Objetivo	Armonización de los procesos, datos y documentos realizados en el marco del PNOA, entre distintos organismos y empresas
Descripción	Listado resumido de especificaciones de obligado cumplimiento por los organismos participantes y las empresa contratistas en la realización de los trabajos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Instituciones colaboradoras	Instituto Geográfico Nacional (IGN) / Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) (Mº Fomento) Equipos Técnicos de las Comunidades Autónomas Dirección General de Catastro (Mº Economía y Hacienda) Tragsatec Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) Dirección General para la Biodiversidad (Mº de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) Dirección General del Agua (Mº de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)
Difusión	Equipos Técnicos de las Comunidades Autónomas Equipos Técnicos de los organismos de la AGE participantes Empresas contratistas
Documentos relacionados	Nomenclatura de carpetas y ficheros. Resumen de productos a entregar. Informes descriptivos de las distintas fases de producción
Período de validez	2012 y posterior, hasta su sustitución por una nueva versión

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
0.		**SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA**		
	a	Sistema Geodésico de Referencia en la Península, Baleares, Ceuta y Melilla	**ETRS89**	Todo el trabajo se realizará en **ETRS89**, **basándose exclusivamente en vértices REGENTE** de la Red Geodésica Nacional
	b	Sistema Geodésico de Referencia en Canarias	**REGCAN95**	Todo el trabajo se realizará en el sistema REGCAN95, basándose en vértices REGCAN95
	c	Altitudes elipsoidales	**Se utilizarán únicamente alturas elipsoidales referidas a GRS80 en todos los procesos de cálculo de la fase de vuelo**	
	d	Transformaciones de **altitudes elipsoidales a ortométricas**	Se realizarán utilizando el modelo de geoide que suministrará el Instituto Geográfico Nacional (EGM2008-REDNAP)	
	e	Proyección cartográfica	**UTM**	Referido al **Huso** correspondiente a cada zona
	f	Huso UTM a emplear	Cada hoja se realizará en su Huso Las hojas que caigan entre dos Husos, se entregarán en ambos	
	g	Distribución de hojas	La distribución 1:10.000 empleada será la división en 4 x 4 de las hojas MTN50 oficiales	El corte de hojas se obtendrá aplicando con un **rebase de 100 metros** con respecto a las cuatro esquinas teóricas, **redondeado a múltiplos de 10 m**. La Dirección Técnica facilitará las coordenadas de las **esquinas de las hojas** y las coordenadas de los **cortes de hoja**, basadas en el Real Decreto 1071/2007 de 27 de julio
1.		**VUELO FOTOGRAMÉTRICO**		
1.1.		**Cámara y equipos auxiliares**		
	a	Cámara	**Fotogramétrica digital**	En las ofertas, **se especificarán detalladamente las cámaras (marca y modelo) y accesorios** (sensores, conos, plataformas, etc…) que se utilizarán en los trabajos
	b	Formato de los fotogramas	La imagen pancromática deberá tener unas dimensiones de al menos 12000 filas y la imagen multiespectral una resolución como máximo 5 veces inferior	aproximadamente
	c	Campo de visión transversal	**Mayor de 50º y menor de 80º sexagesimales**	aproximadamente
	d	Calibración de la cámara	antigüedad ≤ **24 meses**	Realizada por el **fabricante** de la cámara ó **centro autorizado** por el mismo Las empresas licitantes **entregarán copia de los certificados de calibración con las ofertas**
	e	Control automático de la exposición	**obligatorio**	
	f	Resolución espectral del sensor	**- 1 banda situada en el pancromático** **- 4 bandas situadas en el azul, verde, rojo e infrarrojo cercano** En caso de utilización de sensor lineal, las tomas de las 4 bandas deben ser nadirales. Además, se entregarán las tomas delantera (forward) y trasera (backward) pancromáticas	
	g	Resolución radiométrica	**De al menos 12 bits por banda**	
	h	Sistema FMC	**En las cámaras de formato matricial**, será obligatorio. Se admitirá la compensación del avance del avión por medio de TDI (Time Delay Integration) u otros métodos previa consulta y aceptación por parte de la dirección técnica	FMC: Forward Motion Compensation
	i	Plataforma giroestabilizada automática	Uso obligatorio	según instrucciones del fabricante de la cámara

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	j	Ventana fotogramétrica	**- Cristales que cumplan con las recomendadiones del fabricante de la cámara (espesor, acabado y material).** **- Con sistema amortiguador que atenue las vibraciones del avión.** **- No debe obstruir el campo de visión para el FOV definido y la montura empleada.**	según instrucciones del fabricante de la cámara
	k	Sistema de navegación basado en GNSS	**Uso obligatorio** **- Equipo de GNSS doble frecuencia de al menos 1 ó 2 Hz** **- Sincronizado con la cámara mediante el registro de eventos**	Debe permitir: - planificar el vuelo, determinando los centros de fotos - navegación en tiempo real - control automático de disparo - registro de eventos - registro de datos de captura de cada imagen En las cámaras matriciales en caso de que la solución GNSS no sea absoluta, será necesaria la realización de pasadas transversales de modo que queden garantizadas las precisiones para la fase de aerotriangulación
	l	Sistema inercial (IMU/INS)	**Uso obligatorio** **- Frecuencia de registro de datos ≥ 200 Hz** **- Deriva < 0,1º / hora**	Debido a la obligatoriedad del uso de sistemas IMU / INS, no será necesario realizar pasadas transversales. En las cámaras matriciales en caso de fallo del sist. Inercial durante el vuelo, será necesaria la realización de pasadas transversales de modo que queden garantizadas las precisiones para la fase de aerotriangulación
1.2.		**Vuelo y cobertura fotográfica**		
	a	Planificación del vuelo	- La empresa adjudicataria **entregará la planificación del vuelo antes de realizarlo** - La distribución de los bloques de vuelo los definirá la empresa, debiendo presentar obligatoriamente un informe técnico de configuración de bloques, para su aprobación por la Dirección Técnica	La dirección técnica podrá hacer observaciones a dicha planificación. Se deberán indicar las estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo.
	b	Fechas	**En Península, Baleares, Ceuta y Melilla del 1 de mayo al 30 de septiembre.** **En Canarias, las que garanticen que la altura del Sol sea ≥ 40º**	La dirección técnica determinará el rango de fechas óptimas y el de fechas aceptables para cada zona de vuelo en función de las condiciones agroclimáticas y fenológicas de dicha zona
	c	Horario	Tal que la **altura del Sol** sobre el horizonte sea **≥40 grados sexagesimales**	**Se evitarán las horas** que propicien **reflexiones especulares** y **"hot spot"** en la zona útil de cada fotograma. Junto con la planificación, se entregará un estudio de las franjas horarias óptimas de vuelo.
	d	Condiciones meteorológicas	- Tiempo **claro,** sin nubes, niebla, bruma, nieve, zonas inundadas y en general cualquier condición meterológica adversa - **Evitar vuelos al mediodía en julio y agosto** en días de "calima"	
	e	Tamaño de píxel y altura de vuelo	Se realizará cada pasada a una altura de vuelo tal que se cumplan simultáneamente estas dos condiciones: 1) El tamaño de pixel medio por pasada no será inferior a **0,40 m** ni superior a **0,49 m** 2) No habrá más de un 20% de fotogramas en cada pasada con pixel medio del fotograma mayor de **0,50 m**, ni menor de **0,30 m**	En zonas montañosas, estos valores podrán variar, previa justificación y aprobación de la planificación de vuelo por la Dirección Técnica
	f	Dirección de las pasadas	Dirección **Este - Oeste** (siguiendo paralelos) Se podrán proponer otras configuraciones de vuelo diferentes a la Dirección Técnica, la cual decidirá si son viables las propuestas realizadas	No se permitirán discrepancias > 3º entre pasadas consecutivas
	g	Recubrimiento longitudinal	**60%** - En zonas de **montaña** y de **costa,** y en función del análisis de la Planificación del vuelo, se podrá tomar la decisión de incrementar el recubrimiento longitudinal para evitar zonas sin estereoscopía	- Variaciones admitidas **+/-3%** - En ningún caso quedarán **zonas sin recubrir estereoscópicamente**
	h	Recubrimiento transversal	**≥25% medio** En zonas montañosas, se aumentará el número de pasadas o se realizarán pasadas intercaladas de forma que en ningún punto del fotograma el recubrimiento sea inferior al 20%	- Margen de **recubrimiento mínimo del 15% en el extremo Norte y Sur** de la zona de trabajo

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	i	Número de pasadas por hoja MTN50	**- Uniformemente distribuidas** por Hoja MTN50 en toda la zona a volar - el **recubrimiento transversal** resultante no debe ser inferior al 25 **%**	En **zonas de montaña**, y en función del análisis de la Planificación del vuelo, se añadirán **pasadas intercaladas**, y/o se **aumentarán el número de pasadas** por hoja MTN50 a 5 ó 6
	j	Longitud máxima de una pasada	**3 hojas** MTN50	No se realizarán pasadas más largas para **evitar variaciones cromáticas** excesivas en los mosaicos y disminuir los efectos de la proyección UTM en el ajuste del bloque.
	k	Pasadas interrumpidas	En cámaras de **sensor matricial**, deberán conectarse al menos con **4 fotogramas comunes**. En cámaras de **sensor lineal**, deberán conectarse al menos con una **longitud equivalente a 1 ancho de traza** en todos los ángulos de toma (escenas frontal (forward), trasera (backward) y nadiral (nadir))	Para garantizar al menos **2 pares estereoscópicos comunes.** Ambas tomas se deberán realizar con la misma cámara.
	l	Superficie de agua en cada fotograma	**< 20%**	Cuando sea necesario se incrementará el recubrimiento longitudinal de algunas fotos o el transversal de alguna pasada Adicionalmente, en zona costera con pendiente acusada, se planificará una pasada tal que el eje de vuelo sea exterior a la línea de costa. Esta limitación no se aplicará a fotografías del extremo de la pasada sobrantes que no intervengan en la AT y que puedan estar orientadas con garantías empleando GNSS/INS
	m	Desviaciones de la trayectoria del avión	**< 50 m** de la planificada	
	n	Desviaciones de la vertical de la cámara	**< 4º**	grados sexagesimales
	o	Diferencias de verticalidad entre fotogramas consecutivos	**< 4º**	grados sexagesimales
	p	Deriva no compensada	**< 3º**	grados sexagesimales
	q	Cambios de rumbo entre fotogramas consecutivos	**< 3º**	grados sexagesimales
	r	Zona a recubrir	- La zona a volar cubrirá hojas 1:10.000 completas - Se detalla en gráfico adjunto	- Se mantendrá un **margen de recubrimiento mínimo del 15%** en los extremos Norte y Sur de la zona de trabajo - Existencia de al menos **2 fotocentros en los principios y finales de pasada** que coincidan con los extremos Este y Oeste de la zona de trabajo. - Se permitirá que uno de los dos fotocentros de principio y fin de la pasada coincida con el límite de la zona a volar - En caso de utilización de **de sensor lineal**, la pasada realizada tendrá un exceso **longitudinal equivalente al ancho de barrido en todos los ángulos de la toma**
1.3.		**Toma de datos GNSS en vuelo**		
	a	Distancia entre receptores	< 40 km	Se permite ampliar la distancia a 70 km mediante el empleo de soluciones VRS Se permite emplear soluciones integradas PPP (Precise Point Positioning) GNSS/INS
	b	Estaciones de referencia	Se utilizarán las estaciones de la red de Estaciones Permanentes del Instituto Geográfico Nacional u otras estaciones que se encuentren próximas previa aprobación de la Dirección Técnica	En caso de utilización de estaciones **no permanentes**, se enlazará con la Red Regente o con otras redes aprobadas por la Dirección Técnica.
	c	Precisión de Postproceso de la Trayectoria	**RMSE ≤ 10 cm (X,Y,Z)**	Precisión absoluta aplicable al cálculo de la trayectoria del vuelo fotogramétrico.

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
1.4.		**Procesado de los datos GNSS e IMU**		
	a	Procesado de la trayectoria	Se procesará independiente de forma relativa cada pasada o perfil con el objeto de conseguir la precisión requerida. En el caso de que se opte por un procesado absoluto de la trayectoria de toda la misión, se deberá asegurar que se cumple con la precisión relativa.	
	b	Precisión de las orientaciones externas	Se determinarán las orientaciones externas (posición y orientación) de cada imagen del cálculo con filtro Kalman de los datos de la trayectoria (posición y velocidad) obtenida del GNSS, del registro de eventos y de los datos de la orientación obtenidos con el sensor IMU de los ángulos corregidos por la plataforma estabilizada, del vector de excentricidad de la antena (offset) y del vector del centro de rotación de la plataforma estabilizada al centro de proyección de la cámara La precisión angular en la determinación de la actitud para vuelos con GNSS/IMU, no debe conducir a errores angulares superiores a 0,005º (Balanceo y Cabeceo, Roll and Pitch) y 0,008º (Guiñada, Yaw), garantizando los siguientes valores RMS: RMSE X, Y, Z: 2 * GSD (vuelo) Libre de Y-Paralajes (< Tamaño del pixel del sensor)	Las alturas calculadas serán elipsoidales
1.5.		**Procesado de las imágenes digitales**		
	a	Radiometría	Las imágenes procesadas deben hacer un **uso efectivo de todos los bits** según cada caso. El número de **niveles digitales vacíos** en el caso de la imagen de 8 bits será **inferior al 10%**. No se admitirán imágenes que tengan una saturación superior a **0,5% para** cada banda en los **extremos del histograma**	
	b	Orientación de las imágenes.	Pasadas **Este - Oeste:** **L**os ficheros TIFF mantendrán la orientación original de la toma fotográfica, debiendo contener los ficheros TFW los parámetros de la orientación del fotograma. En las pasadas Este-Oeste, **el borde superior de las imágenes de fotogramas en formato comprimido (ECW) será el más próximo al N**, debiéndose aplicar un **giro de 180º** a las imágenes que no cumplan este requisito. El giro será de 180º para evitar que aparezcan **cuñas blancas** en la imagen, si se aplica el correspondiente a los parámetros de orientación.	
1.6.		**Productos a entregar**		
	a	Planificación del vuelo	1) Bases de datos Access según el modelo proporcionado por la Dirección Ténica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de puntos principales. 2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas: - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo.	Se proporcionará una planificación de vuelo con 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.

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	b	Gráficos y datos del vuelo realizado	1) Bases de datos Access según el modelo proporcionado por la Dirección Ténica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de los centros de proyeccción y ángulos de orientación, hoja del MTN50, y nombre del fichero de imagen. 2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas: - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS utilizadas durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo.	
	c	Gráfico de seguimiento del vuelo	Será obligatoria la entrega de gráficos de seguimiento del vuelo que reflejen la **situación actual** de los trabajos, **con una periodicidad semanal**	Formato de fichero: **shape**
	d	Ficheros GNSS-IMU del vuelo originales y procesados	**- Ficheros RINEX de la estación base de referencia GNSS y del receptor conectado a la cámara, con el registro de eventos correspondiente, fichero de registros IMU y ficheros resultantes del procesado GNSS-IMU.** **- Ficheros de texto con los registros de la plataforma giroestabilizada**	- Sincronizados los **tiempos de observación**, con intervalo máximo de 1 segundo - Mediante un informe se indicarán las estaciones de referencia que se han utlizado en cada día de cálculo
	e	Fotogramas digitales RGBI en formato TIFF	- Ficheros de 4 bandas Rojo, Verde, Azul, Infrarrojo cercano, con máxima resolución geométrica, después del "pansharpening" si fuera necesario, en ficheros de 8 bits (unsigned). - En sensores lineales, se entregarán todas las imágenes correspondientes a las tomas delantera (forward), nadiral (nadir) y trasera (backward) en ficheros de 8 bits, con nivel de procesamiento **L1 Las tomas RGBI deben ser nadirales.** - Formato TIFF 6 plano (no "Tiled"), sin cabecero GeoTIFF (para evitar discrepancias con el TFW correspondiente)	- En sensores lineales, se realizarán **cortes de la imagen** de la pasada cuyo **tamaño** de fichero sea aproximadamente de **1 GB.** Se entregará el proyecto con nivel de procesado L1 y preparado para cargarlo directamente en los paquetes fotogramétricos
	f	Ficheros TFW de geo-referenciación aproximada de cada fotograma digital de 8 bits	- Para cada fichero de imagen digital, se calculará un fichero TFW de georreferenciación aproximada del mismo, basándose en los datos de GNSS de vuelo (ETRS89 ó REGCAN95). - El tamaño de píxel de cada imagen será el promedio del tamaño de píxel de toda la pasada - La georreferenciación se realizará en proyección UTM, en el huso en el que se encuentre la hoja MTN50 a la que corresponda el fotograma. - El fichero TFW contendrá los parámetros de orientación de la imagen para visualizarla con su orientación correcta	- El cálculo del **TFW aproximado** se realizará teniendo en cuenta la posición (X,Y,Z) del **punto de disparo**, la altitud del **punto nadiral** y el tamaño de píxel**.** - Estos ficheros se entregarán junto con los fotogramas digitales, **tan pronto como estén disponibles, para permitir la utilización del vuelo.**
	g	Fotogramas RGBI en formato ECW georreferenciado	Se entregará una versión de cada fotograma, a plena resolución, con las 4 bandas RGBI, comprimido con ratio de compresión nominal de 1:10 en formato ECW, procedente del fichero TIFF RGBI. El ECW estará georreferenciado según el fichero TFW anterior	El fichero ECW contendrá en la cabecera la información del **sistema geodésico de referencia** (ETRS89/REGCAN95) y de la **proyección cartográfica** (NUTM27, NUTM28, NUTM29, ...) En cámaras con sensor lineal, se entregarán los ficheros ECW con nivel de procesamiento L1
	h	Base de datos de estaciones GNSS utilizadas	Base de datos Access según el modelo que entregará la dirección técnica	
	i	Certificado de calibración de las cámaras y objetivos empleados	Con las ofertas técnicas se entregará una copia - Antes de empezar el vuelo, se entregará una copia y se mostrará el original Que incluya: • Certificado de calibración de la cámara y todos sus objetivos completo y vigente en el momento de la realización del proyecto. • Vectores GNSS - Cámara	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	j	Calibración del sistema integrado Cámara digital GNSS/ INS	Con las ofertas técnicas se entregará una copia - De la calibración del sistema integrado cámara GNSS/ INS realizado en un polígono de calibración - Parámetros de calibración de los sensores cámara GNSS/ INS durante el proyecto - Parámetros de calibración de los sensores Lidar GNSS/INS durante el proyecto de MDE con LIDAR, en caso de utilizar este sistema	
	k	Vectores de excentricidad	Se suministrará el vector de excentricidad de la antena del receptor con respecto a la cámara, incluyendo un gráfico que muestre la dirección de los ejes	
	l	Informe descriptivo del proceso de vuelo	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	
2		**GRABACIÓN Y ARCHIVO DE PRODUCTOS**		
2.1		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Grabación productos y documentos	Se realizará la grabación de todos los productos y documentos en discos duros SATA.	Previamente a la entrega, se comprobará que el modelo de los discos duros SATA se adaptan a los interfaces **eSATA** de la dirección técnica.
	b	Almacenamiento de los ficheros de proyecto	La empresa adjudicataria deberá guardar los ficheros del proyecto durante todo el período de garantía, por si fuera necesario rehacer alguna fase de los trabajos.	
	c	Número de copias	- Se entregarán tres copias de cada dispositivo, preferentemente de marcas diferentes	
	d	Embalaje de los dispositivos de almacenamiento en cajoneras de plástico	Los dispositivos entregados estarán provistos de un sistema de embalaje y almacenamiento que los proteja de polvo, permita su apilamiento y evite golpes o cualquier otra circunstancia que pueda deteriorarlos. Las características las definirá la Dirección Técnica	
	e	Medios y estructura de almacenamiento	Los productos y documentos serán grabados de acuerdo con la estructura de archivo que aparece en el documento **"Nomenclatura de carpetas y ficheros"** (Carpetas / Subcarpetas / Ficheros)	
2.2		**Productos a entregar**		
	a	Listado de los ficheros contenidos en cada medio de almacenamiento	Según detallará la dirección técnica	
	b	Informe descriptivo del proceso de archivo	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
3		**CONTROL DE CALIDAD**		
3.1		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Control de calidad de los trabajos realizados	Se garantizará que los procesos de trabajo y los productos generados cumplen con las presentes especificaciones técnicas, debiéndose realizar un control de calidad que consiga estos objetivos documentándolo adecuadamente.	
3.2		**Productos a entregar**		
	a	Informe descriptivo del proceso de control de calidad	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	
4		**ENVÍO DE PRODUCTOS**		
4.1		**Productos a entregar**		
	a	Informe descriptivo del envío de productos	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	
		PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS A GENERAR EN EL IGN		
		Algunos de estos productos han dejado de ser incluídos en las especificaciones técnicas como "Productos a entregar". No obstante, toda aquella Comunidad Autónoma que lo desee, puede seguir incluyéndolos en sus especificaciones. Otros han sido generados por el IGN para atender necesidades de producción internas.		
		Todos estos productos estarán a disposición de cualquier organismo que lo solicite.		
		METADATOS ISO 19115		
		Ejecución de los trabajos		
		Datos a cumplimentar	Se crearán los ficheros XML según el perfil NEM (Núcleo Español de Metadatos) de la norma ISO 19115, según las indicaciones de la Dirección Técnica	Se utilizarán programas que garanticen el cumplimiento de la norma ISO 19115 y el perfil NEM, tal como CATMDEDIT u otros.
		Productos a entregar		
		Metadatos ISO de los productos de la fase de vuelo fotogramétrico	Metadatos con la información del vuelo fotogramétrico relativa a cada una de las subzonas consideradas en el proyecto PNOA	Se entiende por subzona la unidad de extensión de territorio que se adjudica a una empresa contratista para la realización de los trabajos PNOA (Consultar el documento "Nomenclatura de carpetas y ficheros")

ANEXO B:
CONTROL DE CALIDAD

Índice

pág

1.- INTRODUCCIÓN 3

2.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A 4

2.1.- CONTROL DE CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A 4

2.1.1.- Métodos de Revisión. 5
a.- Control de Calidad de la Planificación 6
b.- Control de Calidad de la Ejecución. 8

2.1.2.- Análisis y Test de Control 10
a.- Análisis y test de control en la Planificación del vuelo. 10
b.- Análisis y Test de control en la Ejecución del vuelo. 11

1.- INTRODUCCIÓN

El Instituto Geográfico Nacional coordina el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), cuyo objetivo es la obtención de fotografías aéreas ortorrectificadas y modelos digitales de elevaciones de todo el territorio español, con una periodicidad de 2 ó 3 años y con una resolución de 25 ó 50cm.

La Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas requieren de estos productos tanto para los planes de información geográfica y cartográfica, como para otras muchas aplicaciones agrícolas, de obras públicas, medioambientales, etc. Por ello, aparte del Ministerio de Fomento a través del IGN, otros 6 Ministerios y todas las Comunidades Autónomas colaboran en el PNOA, y son destinatarios conjuntamente de todos los datos generados en el proyecto.

Dentro de la AGE, las ortofotos PNOA son utilizadas, entre otros, en los siguientes proyectos:

- Dirección General de Catastro (Ministerio de Economía y Hacienda) para realización del Catastro Parcelario
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
- Fondo Español de Garantía Agraria (F.E.G.A) como base del SIGPAC, para cumplir con la directiva europea de política agraria común y servir de base para establecer la cuantía de las ayudas
- Dirección General de Costas para control del dominio público en las zonas de costa
- Dirección General del Agua, para cumplir con las directivas europeas de control de zonas inundables

Asimismo, los productos generados en el PNOA son necesarios para numerosos proyectos gestionados por el IGN, tanto nacionales (servicio WMS PNOA integrado en la IDEE, el vuelo y la aerotriangulación para la restitución

estereoscópica del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25), el modelo digital de elevaciones para la actualización del MDT25 y MDT10, y las ortofotos digitales para la actualización de las Bases Cartográficas Numéricas (BCN25, BCN200), mantenimiento de líneas límite, cartografía de ocupación del suelo (SIOSE) y corrección de imágenes de satélite de Teledetección, entre otros usos) como internacionales (Corine Land Cover, GMES, Inspire, etc…)

En el proceso de obtención de las ortofotografías, se generan otros productos de gran valor, como son los fotogramas digitales y los modelos digitales de elevaciones, que facilitan a la sociedad española información geográfica precisa, homogénea y con gran nivel de detalle. Para su realización, se efectúa un vuelo único, cumpliendo con unas Especificaciones Técnicas consensuadas entre todas las Administraciones Públicas participantes. De dicho vuelo, se obtienen las imágenes fotográficas del terreno con una cámara fotogramétrica digital.

2.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A

2.1.- CONTROL DE CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A

El objetivo principal de los vuelos fotogramétricos que se realizan en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, es la generación de ortofotografías con una calidad métrica similar a la de una cartografía convencional.

Las actividades de un proyecto de generación de ortoimágenes son análogas a las de la cartografía digital en sus apartados de vuelo y orientación del sensor. A diferencia de un proceso de cartografía convencional de línea, que extrae información por métodos de restitución a partir de los pares estereoscópicos, en un proyecto de Ortofotografía digital se generan ortoimágenes de todas las fotografías del vuelo, y se mosaican utilizando sólo las partes centrales de las mismas para obtener la mejor calidad fotográfica y

minimizar los errores, de manera que se obtenga una imagen continua del territorio, sin errores geométricos, diferencias radiométricas, deformaciones, saturaciones, etc, y que cumpla con unos estándares de calidad geométrica global. Esta imagen puede servir posteriormente de soporte para la integración de cartografía de línea, bien digitalizando directamente sobre la Ortofoto, bien adaptando una cartografía ya existente. Y esta imagen sirve además de soporte para otros propósitos, como la fotointerpretación de cultivos y la medición de superficies, por lo que son requisitos imprescindibles que tenga una gran calidad geométrica y una buena calidad radiométrica.

Los procesos de control de calidad, que se realizarán sobre la documentación generada en la fase de vuelo fotogramétrico del proyecto del PNOA, tienen como objetivo garantizar, a priori, que el producto final (las ortofotografías) cumpla los requisitos técnicos necesarios para su integración y explotación tanto en las aplicaciones del IGN, como en las de las distintas administraciones partícipes en el proyecto PNOA.

Los requisitos técnicos del PNOA se han establecido en función de las características del vuelo fotogramétrico que se realice y de la ortofoto que se vaya a obtener. En este documento se establecen los controles de calidad que se realizarán sobre los siguientes productos:

- **PNOA50: Vuelo fotogramétrico 45cmGSD.**
- **PNOA25: Vuelo fotogramétrico 22cm GSD.**

Estos requisitos harán referencia, por una parte, a la calidad geométrica, ya que deben servir de referencia cartográfica y por otra, a la calidad radiométrica, porque deben aportar información de detalles cartográficos y de los usos del suelo.

2.1.1.- Métodos de Revisión.

Los trabajos de control de calidad del vuelo fotogramétrico, incluirán por una parte, el análisis de la documentación generada en cada una de las fases y por otra, la revisión de la metodología, medios técnicos empleados y parámetros

de precisión obtenidos. Además se realizarán una serie de test de control, con la ayuda de una serie de herramientas que permitan valorar de manera objetiva las los resultados obtenidos. Éstas serán determinantes para garantizar la calidad del producto final.

Para verificar la calidad de los datos de vuelo y concluir si los productos cumplen con los requisitos técnicos exigidos, se hace una primera clasificación de productos finales, con distintos objetivos y tolerancias, y por tanto, con un planteamiento particular adaptado a cada uno de ellos en el control de calidad.

Además, se distingue entre las distintas resoluciones de los vuelos fotogramétricos: 45 cm y 22 cm, que representan los productos finales del PNOA50 y del PNOA25, respectivamente. Cada uno de ellos lleva asociados unos parámetros específicos de calidad, que hay que comprobar en los Controles de Calidad.

No obstante, los controles de calidad son análogos para las distintas resoluciones, diferenciándose únicamente por las tolerancias que se establecen en función del GSD.

Es responsabilidad de la Dirección Técnica del IGN concluir si una fase del proyecto es válida o no, en función del grado de cumplimiento de cada una, y de las incidencias detectadas.

a.- Control de Calidad de la Planificación

Los controles de calidad se realizarán antes de comenzar la ejecución del proyecto. Este control de calidad es excluyente. Esto quiere decir, que no se podrá comenzar la ejecución hasta que se acepten los controles de esta fase previa. El objetivo de un Control de Calidad así definido es la prevención de errores en fases posteriores, lo que supone una mayor eficacia productora y una mayor garantía del producto final.

La alteración del orden de los controles, ocasionada por la no disponibilidad de la documentación al finalizar cada fase del trabajo provoca un cambio sustancial en el objetivo de los controles de calidad.

En cualquier caso, los controles de calidad previstos se harán con arreglo a un plazo estimado de respuesta.

Para el control de calidad de la Planificación del vuelo se han contemplado 2 fases, que a su vez engloban distintas actividades y subactividades susceptibles de ser revisadas en el proceso de control de calidad:

1ª Fase: **Control de la documentación.**

1. *Comprobación de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y de ficheros*

   1.1 Base de datos del vuelo planificado

   1.2 Base de datos de la estaciones GNSS utilizadas

   1.3 Certificados de calibración de los sensores

   1.4 Gráficos de vuelos

2ª Fase: **Control geométrico de la planificación del vuelo.**

1. *Control de calidad del tamaño de pixel (GSD) y la altura de vuelo*

   1.1. Tamaño del pixel medio para toda la pasada

   1.2. Tamaño del GSD del fotograma por pasada

2. *Control de calidad del recubrimiento entre fotogramas*

   2.1. Recubrimiento longitudinal

   2.2. Recubrimiento transversal

3. *Control de calidad de la longitud máxima de una pasada. Pasadas interrumpidas.*

   3.1. Longitud máxima de una pasada

   3.2. Pasadas interrumpidas

4. *Control de calidad de la distancia de los centros de proyección a las estaciones de referencia GNSS*

Una vez concluido el control se emitirá un informe de conformidad de la documentación y del control geométrico. Sólo cuando este informe sea positivo se podrá dar paso a la siguiente fase.

b.- Control de Calidad de la Ejecución.

Los controles de calidad de la Ejecución del vuelo se llevarán a cabo inmediatamente, una vez finalizado el vuelo, de manera que los errores encontrados puedan ser subsanados dentro de los plazos establecidos.

Tanto para el caso de la Planificación como para el de la Ejecución, al finalizar el control de todas las fases, se emitirá un informe detallando todas las deficiencias observadas en cada de ellas, concluyendo si el trabajo realizado cumple los criterios establecidos. Adicionalmente, se podrá emitir un informe de recepción de la documentación, previo al inicio de los controles.

***1ª Fase*: Control de la documentación.**

1. *Comprobación de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y ficheros*
   - 1.1 Base de datos del vuelo ejecutado.
   - 1.2 Base de datos de la estaciones GNSS utilizadas
   - 1.3 Certificados de calibración de los sensores
   - 1.4 Gráficos de vuelos
2. *Correspondencia entre la base de datos del vuelo y los fotogramas entregados*

***2ª Fase*: Control geométrico de la Ejecución del vuelo.**

1. *Control de calidad de la fecha de vuelo y la altura solar de la toma.*
   - 1.1. Control de la fecha de vuelo
   - 1.2. Control de la altura solar de la toma

2. Control de calidad del tamaño de pixel (GSD) y la altura de vuelo

2.1. Tamaño de pixel medio para toda la pasada

2.2. Tamaño del GSD del fotograma por pasada

3. Control de calidad del recubrimiento entre fotogramas

3.1. Recubrimiento longitudinal

3.2. Recubrimiento transversal

4. Control de calidad de la longitud máxima de una pasada. Pasadas interrumpidas.

4.1. Longitud máxima de una pasada

4.2. Pasadas interrumpidas

5. Control de calidad de la verticalidad de la cámara

5.1. Desviación de la verticalidad de la cámara

5.2. Diferencias de verticalidad entre fotogramas consecutivos

6. Control de calidad de la deriva.

7. Control de calidad de la distancia de los centros de proyección a las estaciones GNSS de referencia utilizadas

8. Control de calidad de cobertura de la zona de vuelo

9. Otros controles de calidad que se puedan considerar necesarios para comprobar el vuelo realizado.

<u>3ª Fase</u>: **Control Visual del vuelo fotogramétrico**.

1. Detección de incidencias en los fotogramas.

<u>4ª Fase</u>: **Control Radiométrico**

1. Comprobación de la saturación en los extremos del histograma

2. Comprobación del uso efectivo de todos los bits.

2.1.2.- Análisis y Test de Control

Para la realización de los controles de calidad de los vuelos fotogramétricos en el PNOA, hay que distinguir dos métodos de revisión:

- Análisis: Este método consiste en el estudio y evaluación de la documentación generada en las distintas actividades del proyecto, habitualmente memorias, datos derivados y reportes de cálculo, comprobando el cumplimiento de los requisitos exigidos en el pliego de prescripciones del PNOA.

- Test de Control: Este método de comprobación se basa en el estudio y evaluación de los resultados derivados de los programas de control aplicados a la documentación requerida.

a.- Análisis y test de control en la Planificación del vuelo.

1ª Fase: **Control de la documentación.**

I. Análisis de la documentación entregada. Documentación de Vuelo: tabla con la planificación del vuelo, certificado de calibración de la cámara empleada, bases de datos de las estaciones GNSS previstas.

***2ª Fase*: Control geométrico de la planificación del vuelo.**

I. Test tamaño (100%): estudio realizado a partir de la base de datos de planificación, con el empleo de un MDT, para detectar zonas fuera del recubrimiento y de GSD, que puedan limitar la resolución de la ortoimagen, o puedan crear zonas sin cobertura.

II. Test de recubrimiento longitudinal y transversal (100%).

III. Test de longitud máxima de una pasada (100%).

IV. Test de comprobación de pasadas interrumpidas (100%).

V. Análisis de las estaciones GNSS utilizadas: Los centros de proyección estarán siempre a una distancia menor de 40km de una estación GNSS (100%).

VI. Análisis de cobertura de la zona de vuelo: Se comprobarán que al menos haya dos centros de proyección fuera de la zona de manera que se asegure la cobertura (100%).

El formato de la documentación entregada por la empresa que haya realizado el vuelo, deberá ser el establecido en las normas PNOA.

b.- Análisis y Test de control en la Ejecución del vuelo.

Los **análisis y test de control** previstos para cada fase tienen por objeto analizar los parámetros que más pueden incidir en la calidad geométrica y radiométrica del producto. A continuación los describiremos según las fases.

1ª Fase: **Control de la documentación.**

I. Análisis de la documentación entregada. Análisis de la documentación de Vuelo: tabla con la planificación del vuelo, memoria descriptiva del vuelo ejecutado, certificado de calibración de la cámara empleada, documentación de los sistemas GPS/INS, base de datos del vuelo ejecutado con el registro de eventos, fotogramas digitales en formato TIFF con sus correspondientes ficheros TFW de georreferenciación aproximada, ficheros RINEX del receptor asociado a la cámara y de la estación de referencia.

II. Análisis de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y ficheros.

III. Test de correspondencia entre la base de datos y los fotogramas entregados.

2ª Fase: **Control geométrico de la Ejecución del vuelo.**

I. Test de la fecha de vuelo e inclinación solar en el momento de la toma: El fin es determinar la altura real del Sol sobre el horizonte en el momento de la toma de cada fotograma, de forma que se pueda

garantizar la proyección mínima de las sombras arrojadas en el terreno (100%).

II. Test del tamaño del GSD para toda la pasada y del tamaño del GSD medio de cada fotograma del vuelo ejecutado (100%): se realizará de forma numérica o gráfica, de forma que se pueda comprobar que no existen diferencias que superen la tolerancia establecida en el proyecto entre el vuelo planificado y el vuelo ejecutado.

III. Test de recubrimiento longitudinal y transversal. De manera que exista una continuidad estereoscópica que permita obtener un modelo estereoscópico en la parte solapada de dos fotografías consecutivas, pudiendo enlazarse este modelo tanto en sentido longitudinal como transversal (100%).

IV. Test de longitud máxima de una pasada y comprobación de pasadas interrumpidas. Con el fin de comprobar que ninguna de ellas tiene una longitud superior a la distancia de 3 hojas del 50.000 y que cuando exista un corte de pasada haya al menos 3 fotogramas en común para que se consideren bien resueltas (100%).

V. Test de verticalidad de la cámara y de cambio de verticalidad entre fotogramas consecutivos. Los valores máximos para ambos test son de 4º DEG (100%).

VI. Test de deriva: La deriva de la cámara nunca podrá superar los 3º DEG (100%).

VII. Análisis de las estaciones GNSS utilizadas. Los centros de proyección estarán siempre a una distancia menor de 40km de una estación GNSS (100%).

VIII. Análisis de cobertura de la zona de vuelo. Se comprobarán que al menos haya dos centros de proyección fuera de la zona de manera que se asegure la cobertura (100%).

IX. Otros controles de calidad que se considere necesario que hay que realizar para comprobar el vuelo realizado: Control de las

trayectorias, de los parámetros de orientación externa, de paralaje-y, etc.

3ª Fase: Control Visual de vuelo fotogramétrico.

I. Análisis visual de los fotogramas en formato ecw. Con el fin de detectar incidencias que oculten o dificulten la fotointerpretación ya sea por problemas meteorológicos, de calidad de la imagen o del procesado de la misma (100%).

4ª Fase: Control Radiométrico

I. Test de radiometría de las imágenes del vuelo (100%): Comprobación de los fotogramas en formato tif. Se determinan los parámetros estadísticos que caracterizan la calidad de los fotogramas digitales. Se comprobará la saturación en los extremos del histograma, así como el uso efectivo de los bits a lo largo del mismo.

MINISTERIO DE FOMENTO
DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Especificaciones Técnicas para VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL

Versión 121113

PNOA *Plan Nacional de Ortofotografía Aérea*

Organismos participantes:

Ministerio de Fomento
Ministerio de Economía y Hacienda
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Ministerio de Economía y Competitividad
Ministerio de Defensa
Ministerio de Interior
Comunidades Autónomas

Tamaño de píxel: **0,50 m**

Descripción de este documento:

Título	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)
Identificador	121113 Especificaciones Técnicas PNOA BASICO 50cm.xls
Autor	Equipo Técnico Nacional Equipos Técnicos Autonómicos
Fecha	13/11/2012
Tema	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Estado	Definitivo
Objetivo	Armonización de los procesos, datos y documentos realizados en el marco del PNOA, entre distintos organismos y empresas
Descripción	Listado resumido de especificaciones de obligado cumplimiento por los organismos participantes y las empresa contratistas en la realización de los trabajos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Instituciones colaboradoras	Instituto Geográfico Nacional (IGN) / Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) (Mº Fomento) Equipos Técnicos de las Comunidades Autónomas Dirección General de Catastro (Mº Economía y Hacienda) Tragsatec Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) Dirección General para la Biodiversidad (Mº de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) Dirección General del Agua (Mº de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)
Difusión	Equipos Técnicos de las Comunidades Autónomas Equipos Técnicos de los organismos de la AGE participantes Empresas contratistas
Documentos relacionados	Nomenclatura de carpetas y ficheros. Resumen de productos a entregar. Informes descriptivos de las distintas fases de producción
Período de validez	2012 y posterior, hasta su sustitución por una nueva versión

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
0.		**SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA**		
	a	Sistema Geodésico de Referencia en la Península, Baleares, Ceuta y Melilla	**ETRS89**	Todo el trabajo se realizará en **ETRS89**, **basándose exclusivamente en vértices REGENTE** de la Red Geodésica Nacional
	b	Sistema Geodésico de Referencia en Canarias	**REGCAN95**	Todo el trabajo se realizará en el sistema REGCAN95, basándose en vértices REGCAN95
	c	Altitudes elipsoidales	**Se utilizarán únicamente alturas elipsoidales referidas a GRS80 en todos los procesos de cálculo de la fase de vuelo**	
	d	Transformaciones de **altitudes elipsoidales a ortométricas**	Se realizarán utilizando el modelo de geoide que suministrará el Instituto Geográfico Nacional (EGM2008-REDNAP)	
	e	Proyección cartográfica	**UTM**	Referido al **Huso** correspondiente a cada zona
	f	Huso UTM a emplear	Cada hoja se realizará en su Huso Las hojas que caigan entre dos Husos, se entregarán en ambos	
	g	Distribución de hojas	La distribución 1:10.000 empleada será la división en 4 x 4 de las hojas MTN50 oficiales	El corte de hojas se obtendrá aplicando con un **rebase de 100 metros** con respecto a las cuatro esquinas teóricas, **redondeado a múltiplos de 10 m**. La Dirección Técnica facilitará las coordenadas de las **esquinas de las hojas** y las coordenadas de los **cortes de hoja**, basadas en el Real Decreto 1071/2007 de 27 de julio
1.		**VUELO FOTOGRAMÉTRICO**		
1.1.		**Cámara y equipos auxiliares**		
	a	Cámara	**Fotogramétrica digital**	En las ofertas, **se especificarán detalladamente las cámaras (marca y modelo) y accesorios** (sensores, conos, plataformas, etc…) que se utilizarán en los trabajos
	b	Formato de los fotogramas	La imagen pancromática deberá tener unas dimensiones de al menos 12000 filas y la imagen multiespectral una resolución como máximo 5 veces inferior	aproximadamente
	c	Campo de visión transversal	**Mayor de 50º y menor de 80º sexagesimales**	aproximadamente
	d	Calibración de la cámara	antigüedad ≤ **24 meses**	Realizada por el **fabricante** de la cámara ó **centro autorizado** por el mismo Las empresas licitantes **entregarán copia de los certificados de calibración con las ofertas**
	e	Control automático de la exposición	**obligatorio**	
	f	Resolución espectral del sensor	**- 1 banda situada en el pancromático** **- 4 bandas situadas en el azul, verde, rojo e infrarrojo cercano** En caso de utilización de sensor lineal, las tomas de las 4 bandas deben ser nadirales. Además, se entregarán las tomas delantera (forward) y trasera (backward) pancromáticas	
	g	Resolución radiométrica	**De al menos 12 bits por banda**	
	h	Sistema FMC	**En las cámaras de formato matricial**, será obligatorio. Se admitirá la compensación del avance del avión por medio de TDI (Time Delay Integration) u otros métodos previa consulta y aceptación por parte de la dirección técnica	FMC: Forward Motion Compensation
	i	Plataforma giroestabilizada automática	Uso obligatorio	según instrucciones del fabricante de la cámara

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	j	Ventana fotogramétrica	**- Cristales que cumplan con las recomendadiones del fabricante de la cámara (espesor, acabado y material).** **- Con sistema amortiguador que atenue las vibraciones del avión.** **- No debe obstruir el campo de visión para el FOV definido y la montura empleada.**	según instrucciones del fabricante de la cámara
	k	Sistema de navegación basado en GNSS	**Uso obligatorio** **- Equipo de GNSS doble frecuencia de al menos 1 ó 2 Hz** **- Sincronizado con la cámara mediante el registro de eventos**	Debe permitir: - planificar el vuelo, determinando los centros de fotos - navegación en tiempo real - control automático de disparo - registro de eventos - registro de datos de captura de cada imagen En las cámaras matriciales en caso de que la solución GNSS no sea absoluta, será necesaria la realización de pasadas transversales de modo que queden garantizadas las precisiones para la fase de aerotriangulación
	l	Sistema inercial (IMU/INS)	**Uso obligatorio** **- Frecuencia de registro de datos ≥ 200 Hz** **- Deriva < 0,1º / hora**	Debido a la obligatoriedad del uso de sistemas IMU / INS, no será necesario realizar pasadas transversales. En las cámaras matriciales en caso de fallo del sist. Inercial durante el vuelo, será necesaria la realización de pasadas transversales de modo que queden garantizadas las precisiones para la fase de aerotriangulación
1.2.		**Vuelo y cobertura fotográfica**		
	a	Planificación del vuelo	- La empresa adjudicataria **entregará la planificación del vuelo antes de realizarlo** - La distribución de los bloques de vuelo los definirá la empresa, debiendo presentar obligatoriamente un informe técnico de configuración de bloques, para su aprobación por la Dirección Técnica	La dirección técnica podrá hacer observaciones a dicha planificación. Se deberán indicar las estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo.
	b	Fechas	**En Península, Baleares, Ceuta y Melilla del 1 de mayo al 30 de septiembre.** **En Canarias, las que garanticen que la altura del Sol sea ≥ 40º**	La dirección técnica determinará el rango de fechas óptimas y el de fechas aceptables para cada zona de vuelo en función de las condiciones agroclimáticas y fenológicas de dicha zona
	c	Horario	Tal que la **altura del Sol** sobre el horizonte sea **≥40 grados sexagesimales**	**Se evitarán las horas** que propicien **reflexiones especulares** y **"hot spot"** en la zona útil de cada fotograma. Junto con la planificación, se entregará un estudio de las franjas horarias óptimas de vuelo.
	d	Condiciones meteorológicas	- Tiempo **claro,** sin nubes, niebla, bruma, nieve, zonas inundadas y en general cualquier condición meterológica adversa - **Evitar vuelos al mediodía en julio y agosto** en días de "calima"	
	e	Tamaño de píxel y altura de vuelo	Se realizará cada pasada a una altura de vuelo tal que se cumplan simultáneamente estas dos condiciones: 1) El tamaño de pixel medio por pasada no será inferior a **0,40 m** ni superior a **0,49 m** 2) No habrá más de un 20% de fotogramas en cada pasada con pixel medio del fotograma mayor de **0,50 m**, ni menor de **0,30 m**	En zonas montañosas, estos valores podrán variar, previa justificación y aprobación de la planificación de vuelo por la Dirección Técnica
	f	Dirección de las pasadas	Dirección **Este - Oeste** (siguiendo paralelos) Se podrán proponer otras configuraciones de vuelo diferentes a la Dirección Técnica, la cual decidirá si son viables las propuestas realizadas	No se permitirán discrepancias > 3º entre pasadas consecutivas
	g	Recubrimiento longitudinal	**60%** - En zonas de **montaña** y de **costa,** y en función del análisis de la Planificación del vuelo, se podrá tomar la decisión de incrementar el recubrimiento longitudinal para evitar zonas sin estereoscopía	- Variaciones admitidas **+/-3%** - En ningún caso quedarán **zonas sin recubrir estereoscópicamente**
	h	Recubrimiento transversal	**≥25% medio** En zonas montañosas, se aumentará el número de pasadas o se realizarán pasadas intercaladas de forma que en ningún punto del fotograma el recubrimiento sea inferior al 20%	- Margen de **recubrimiento mínimo del 15% en el extremo Norte y Sur** de la zona de trabajo

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	i	Número de pasadas por hoja MTN50	**- Uniformemente distribuidas** por Hoja MTN50 en toda la zona a volar - el **recubrimiento transversal** resultante no debe ser inferior al 25 **%**	En **zonas de montaña**, y en función del análisis de la Planificación del vuelo, se añadirán **pasadas intercaladas**, y/o se **aumentarán el número de pasadas** por hoja MTN50 a 5 ó 6
	j	Longitud máxima de una pasada	**3 hojas** MTN50	No se realizarán pasadas más largas para **evitar variaciones cromáticas** excesivas en los mosaicos y disminuir los efectos de la proyección UTM en el ajuste del bloque.
	k	Pasadas interrumpidas	En cámaras de **sensor matricial**, deberán conectarse al menos con **4 fotogramas comunes**. En cámaras de **sensor lineal**, deberán conectarse al menos con una **longitud equivalente a 1 ancho de traza** en todos los ángulos de toma (escenas frontal (forward), trasera (backward) y nadiral (nadir))	Para garantizar al menos **2 pares estereoscópicos comunes.** Ambas tomas se deberán realizar con la misma cámara.
	l	Superficie de agua en cada fotograma	**< 20%**	Cuando sea necesario se incrementará el recubrimiento longitudinal de algunas fotos o el transversal de alguna pasada Adicionalmente, en zona costera con pendiente acusada, se planificará una pasada tal que el eje de vuelo sea exterior a la línea de costa. Esta limitación no se aplicará a fotografías del extremo de la pasada sobrantes que no intervengan en la AT y que puedan estar orientadas con garantías empleando GNSS/INS
	m	Desviaciones de la trayectoria del avión	**< 50 m** de la planificada	
	n	Desviaciones de la vertical de la cámara	**< 4º**	grados sexagesimales
	o	Diferencias de verticalidad entre fotogramas consecutivos	**< 4º**	grados sexagesimales
	p	Deriva no compensada	**< 3º**	grados sexagesimales
	q	Cambios de rumbo entre fotogramas consecutivos	**< 3º**	grados sexagesimales
	r	Zona a recubrir	- La zona a volar cubrirá hojas 1:10.000 completas - Se detalla en gráfico adjunto	- Se mantendrá un **margen de recubrimiento mínimo del 15%** en los extremos Norte y Sur de la zona de trabajo - Existencia de al menos **2 fotocentros en los principios y finales de pasada** que coincidan con los extremos Este y Oeste de la zona de trabajo. - Se permitirá que uno de los dos fotocentros de principio y fin de la pasada coincida con el límite de la zona a volar - En caso de utilización de **de sensor lineal**, la pasada realizada tendrá un exceso **longitudinal equivalente al ancho de barrido en todos los ángulos de la toma**
1.3.		**Toma de datos GNSS en vuelo**		
	a	Distancia entre receptores	< 40 km	Se permite ampliar la distancia a 70 km mediante el empleo de soluciones VRS Se permite emplear soluciones integradas PPP (Precise Point Positioning) GNSS/INS
	b	Estaciones de referencia	Se utilizarán las estaciones de la red de Estaciones Permanentes del Instituto Geográfico Nacional u otras estaciones que se encuentren próximas previa aprobación de la Dirección Técnica	En caso de utilización de estaciones **no permanentes**, se enlazará con la Red Regente o con otras redes aprobadas por la Dirección Técnica.
	c	Precisión de Postproceso de la Trayectoria	**RMSE ≤ 10 cm (X,Y,Z)**	Precisión absoluta aplicable al cálculo de la trayectoria del vuelo fotogramétrico.

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
1.4.		**Procesado de los datos GNSS e IMU**		
	a	Procesado de la trayectoria	Se procesará independiente de forma relativa cada pasada o perfil con el objeto de conseguir la precisión requerida. En el caso de que se opte por un procesado absoluto de la trayectoria de toda la misión, se deberá asegurar que se cumple con la precisión relativa.	
	b	Precisión de las orientaciones externas	Se determinarán las orientaciones externas (posición y orientación) de cada imagen del cálculo con filtro Kalman de los datos de la trayectoria (posición y velocidad) obtenida del GNSS, del registro de eventos y de los datos de la orientación obtenidos con el sensor IMU de los ángulos corregidos por la plataforma estabilizada, del vector de excentricidad de la antena (offset) y del vector del centro de rotación de la plataforma estabilizada al centro de proyección de la cámara La precisión angular en la determinación de la actitud para vuelos con GNSS/IMU, no debe conducir a errores angulares superiores a 0,005º (Balanceo y Cabeceo, Roll and Pitch) y 0,008º (Guiñada, Yaw), garantizando los siguientes valores RMS: RMSE X, Y, Z: 2 * GSD (vuelo) Libre de Y-Paralajes (< Tamaño del pixel del sensor)	Las alturas calculadas serán elipsoidales
1.5.		**Procesado de las imágenes digitales**		
	a	Radiometría	Las imágenes procesadas deben hacer un **uso efectivo de todos los bits** según cada caso. El número de **niveles digitales vacíos** en el caso de la imagen de 8 bits será **inferior al 10%**. No se admitirán imágenes que tengan una saturación superior a **0,5% para** cada banda en los **extremos del histograma**	
	b	Orientación de las imágenes.	Pasadas **Este - Oeste:** **L**os ficheros TIFF mantendrán la orientación original de la toma fotográfica, debiendo contener los ficheros TFW los parámetros de la orientación del fotograma. En las pasadas Este-Oeste, **el borde superior de las imágenes de fotogramas en formato comprimido (ECW) será el más próximo al N**, debiéndose aplicar un **giro de 180º** a las imágenes que no cumplan este requisito. El giro será de 180º para evitar que aparezcan **cuñas blancas** en la imagen, si se aplica el correspondiente a los parámetros de orientación.	
1.6.		**Productos a entregar**		
	a	Planificación del vuelo	1) Bases de datos Access según el modelo proporcionado por la Dirección Ténica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de puntos principales. 2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas: - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo.	Se proporcionará una planificación de vuelo con 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.

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	b	Gráficos y datos del vuelo realizado	1) Bases de datos Access según el modelo proporcionado por la Dirección Ténica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de los centros de proyeccción y ángulos de orientación, hoja del MTN50, y nombre del fichero de imagen. 2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas: - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS utilizadas durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo.	
	c	Gráfico de seguimiento del vuelo	Será obligatoria la entrega de gráficos de seguimiento del vuelo que reflejen la **situación actual** de los trabajos, **con una periodicidad semanal**	Formato de fichero: **shape**
	d	Ficheros GNSS-IMU del vuelo originales y procesados	**- Ficheros RINEX de la estación base de referencia GNSS y del receptor conectado a la cámara, con el registro de eventos correspondiente, fichero de registros IMU y ficheros resultantes del procesado GNSS-IMU.** **- Ficheros de texto con los registros de la plataforma giroestabilizada**	- Sincronizados los **tiempos de observación**, con intervalo máximo de 1 segundo - Mediante un informe se indicarán las estaciones de referencia que se han utlizado en cada día de cálculo
	e	Fotogramas digitales RGBI en formato TIFF	- Ficheros de 4 bandas Rojo, Verde, Azul, Infrarrojo cercano, con máxima resolución geométrica, después del "pansharpening" si fuera necesario, en ficheros de 8 bits (unsigned). - En sensores lineales, se entregarán todas las imágenes correspondientes a las tomas delantera (forward), nadiral (nadir) y trasera (backward) en ficheros de 8 bits, con nivel de procesamiento **L1 Las tomas RGBI deben ser nadirales.** - Formato TIFF 6 plano (no "Tiled"), sin cabecero GeoTIFF (para evitar discrepancias con el TFW correspondiente)	- En sensores lineales, se realizarán **cortes de la imagen** de la pasada cuyo **tamaño** de fichero sea aproximadamente de **1 GB.** Se entregará el proyecto con nivel de procesado L1 y preparado para cargarlo directamente en los paquetes fotogramétricos
	f	Ficheros TFW de geo-referenciación aproximada de cada fotograma digital de 8 bits	- Para cada fichero de imagen digital, se calculará un fichero TFW de georreferenciación aproximada del mismo, basándose en los datos de GNSS de vuelo (ETRS89 ó REGCAN95). - El tamaño de píxel de cada imagen será el promedio del tamaño de píxel de toda la pasada - La georreferenciación se realizará en proyección UTM, en el huso en el que se encuentre la hoja MTN50 a la que corresponda el fotograma. - El fichero TFW contendrá los parámetros de orientación de la imagen para visualizarla con su orientación correcta	- El cálculo del **TFW aproximado** se realizará teniendo en cuenta la posición (X,Y,Z) del **punto de disparo**, la altitud del **punto nadiral** y el tamaño de píxel**.** - Estos ficheros se entregarán junto con los fotogramas digitales, **tan pronto como estén disponibles, para permitir la utilización del vuelo.**
	g	Fotogramas RGBI en formato ECW georreferenciado	Se entregará una versión de cada fotograma, a plena resolución, con las 4 bandas RGBI, comprimido con ratio de compresión nominal de 1:10 en formato ECW, procedente del fichero TIFF RGBI. El ECW estará georreferenciado según el fichero TFW anterior	El fichero ECW contendrá en la cabecera la información del **sistema geodésico de referencia** (ETRS89/REGCAN95) y de la **proyección cartográfica** (NUTM27, NUTM28, NUTM29, ...) En cámaras con sensor lineal, se entregarán los ficheros ECW con nivel de procesamiento L1
	h	Base de datos de estaciones GNSS utilizadas	Base de datos Access según el modelo que entregará la dirección técnica	
	i	Certificado de calibración de las cámaras y objetivos empleados	Con las ofertas técnicas se entregará una copia - Antes de empezar el vuelo, se entregará una copia y se mostrará el original Que incluya: • Certificado de calibración de la cámara y todos sus objetivos completo y vigente en el momento de la realización del proyecto. • Vectores GNSS - Cámara	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	j	Calibración del sistema integrado Cámara digital GNSS/ INS	Con las ofertas técnicas se entregará una copia - De la calibración del sistema integrado cámara GNSS/ INS realizado en un polígono de calibración - Parámetros de calibración de los sensores cámara GNSS/ INS durante el proyecto - Parámetros de calibración de los sensores Lidar GNSS/INS durante el proyecto de MDE con LIDAR, en caso de utilizar este sistema	
	k	Vectores de excentricidad	Se suministrará el vector de excentricidad de la antena del receptor con respecto a la cámara, incluyendo un gráfico que muestre la dirección de los ejes	
	l	Informe descriptivo del proceso de vuelo	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	
2		**GRABACIÓN Y ARCHIVO DE PRODUCTOS**		
2.1		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Grabación productos y documentos	Se realizará la grabación de todos los productos y documentos en discos duros SATA.	Previamente a la entrega, se comprobará que el modelo de los discos duros SATA se adaptan a los interfaces **eSATA** de la dirección técnica.
	b	Almacenamiento de los ficheros de proyecto	La empresa adjudicataria deberá guardar los ficheros del proyecto durante todo el período de garantía, por si fuera necesario rehacer alguna fase de los trabajos.	
	c	Número de copias	- Se entregarán tres copias de cada dispositivo, preferentemente de marcas diferentes	
	d	Embalaje de los dispositivos de almacenamiento en cajoneras de plástico	Los dispositivos entregados estarán provistos de un sistema de embalaje y almacenamiento que los proteja de polvo, permita su apilamiento y evite golpes o cualquier otra circunstancia que pueda deteriorarlos. Las características las definirá la Dirección Técnica	
	e	Medios y estructura de almacenamiento	Los productos y documentos serán grabados de acuerdo con la estructura de archivo que aparece en el documento **"Nomenclatura de carpetas y ficheros"** (Carpetas / Subcarpetas / Ficheros)	
2.2		**Productos a entregar**		
	a	Listado de los ficheros contenidos en cada medio de almacenamiento	Según detallará la dirección técnica	
	b	Informe descriptivo del proceso de archivo	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
3		**CONTROL DE CALIDAD**		
3.1		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Control de calidad de los trabajos realizados	Se garantizará que los procesos de trabajo y los productos generados cumplen con las presentes especificaciones técnicas, debiéndose realizar un control de calidad que consiga estos objetivos documentándolo adecuadamente.	
3.2		**Productos a entregar**		
	a	Informe descriptivo del proceso de control de calidad	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	
4		**ENVÍO DE PRODUCTOS**		
4.1		**Productos a entregar**		
	a	Informe descriptivo del envío de productos	Según documento "...PNOA Informe del proceso de producción.xls"	
		PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS A GENERAR EN EL IGN		
		Algunos de estos productos han dejado de ser incluídos en las especificaciones técnicas como "Productos a entregar". No obstante, toda aquella Comunidad Autónoma que lo desee, puede seguir incluyéndolos en sus especificaciones. Otros han sido generados por el IGN para atender necesidades de producción internas.		
		Todos estos productos estarán a disposición de cualquier organismo que lo solicite.		
		METADATOS ISO 19115		
		Ejecución de los trabajos		
		Datos a cumplimentar	Se crearán los ficheros XML según el perfil NEM (Núcleo Español de Metadatos) de la norma ISO 19115, según las indicaciones de la Dirección Técnica	Se utilizarán programas que garanticen el cumplimiento de la norma ISO 19115 y el perfil NEM, tal como CATMDEDIT u otros.
		Productos a entregar		
		Metadatos ISO de los productos de la fase de vuelo fotogramétrico	Metadatos con la información del vuelo fotogramétrico relativa a cada una de las subzonas consideradas en el proyecto PNOA	Se entiende por subzona la unidad de extensión de territorio que se adjudica a una empresa contratista para la realización de los trabajos PNOA (Consultar el documento "Nomenclatura de carpetas y ficheros")

ANEXO B:
CONTROL DE CALIDAD

Índice

pág

1.- INTRODUCCIÓN 3

2.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A 4

2.1.- CONTROL DE CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A 4

2.1.1.- Métodos de Revisión. 5
a.- Control de Calidad de la Planificación 6
b.- Control de Calidad de la Ejecución. 8

2.1.2.- Análisis y Test de Control 10
a.- Análisis y test de control en la Planificación del vuelo. 10
b.- Análisis y Test de control en la Ejecución del vuelo. 11

1.- INTRODUCCIÓN

El Instituto Geográfico Nacional coordina el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), cuyo objetivo es la obtención de fotografías aéreas ortorrectificadas y modelos digitales de elevaciones de todo el territorio español, con una periodicidad de 2 ó 3 años y con una resolución de 25 ó 50cm.

La Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas requieren de estos productos tanto para los planes de información geográfica y cartográfica, como para otras muchas aplicaciones agrícolas, de obras públicas, medioambientales, etc. Por ello, aparte del Ministerio de Fomento a través del IGN, otros 6 Ministerios y todas las Comunidades Autónomas colaboran en el PNOA, y son destinatarios conjuntamente de todos los datos generados en el proyecto.

Dentro de la AGE, las ortofotos PNOA son utilizadas, entre otros, en los siguientes proyectos:

- Dirección General de Catastro (Ministerio de Economía y Hacienda) para realización del Catastro Parcelario
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
- Fondo Español de Garantía Agraria (F.E.G.A) como base del SIGPAC, para cumplir con la directiva europea de política agraria común y servir de base para establecer la cuantía de las ayudas
- Dirección General de Costas para control del dominio público en las zonas de costa
- Dirección General del Agua, para cumplir con las directivas europeas de control de zonas inundables

Asimismo, los productos generados en el PNOA son necesarios para numerosos proyectos gestionados por el IGN, tanto nacionales (servicio WMS PNOA integrado en la IDEE, el vuelo y la aerotriangulación para la restitución

estereoscópica del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25), el modelo digital de elevaciones para la actualización del MDT25 y MDT10, y las ortofotos digitales para la actualización de las Bases Cartográficas Numéricas (BCN25, BCN200), mantenimiento de líneas límite, cartografía de ocupación del suelo (SIOSE) y corrección de imágenes de satélite de Teledetección, entre otros usos) como internacionales (Corine Land Cover, GMES, Inspire, etc…)

En el proceso de obtención de las ortofotografías, se generan otros productos de gran valor, como son los fotogramas digitales y los modelos digitales de elevaciones, que facilitan a la sociedad española información geográfica precisa, homogénea y con gran nivel de detalle. Para su realización, se efectúa un vuelo único, cumpliendo con unas Especificaciones Técnicas consensuadas entre todas las Administraciones Públicas participantes. De dicho vuelo, se obtienen las imágenes fotográficas del terreno con una cámara fotogramétrica digital.

2.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A

2.1.- CONTROL DE CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO P.N.O.A

El objetivo principal de los vuelos fotogramétricos que se realizan en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, es la generación de ortofotografías con una calidad métrica similar a la de una cartografía convencional.

Las actividades de un proyecto de generación de ortoimágenes son análogas a las de la cartografía digital en sus apartados de vuelo y orientación del sensor. A diferencia de un proceso de cartografía convencional de línea, que extrae información por métodos de restitución a partir de los pares estereoscópicos, en un proyecto de Ortofotografía digital se generan ortoimágenes de todas las fotografías del vuelo, y se mosaican utilizando sólo las partes centrales de las mismas para obtener la mejor calidad fotográfica y

minimizar los errores, de manera que se obtenga una imagen continua del territorio, sin errores geométricos, diferencias radiométricas, deformaciones, saturaciones, etc, y que cumpla con unos estándares de calidad geométrica global. Esta imagen puede servir posteriormente de soporte para la integración de cartografía de línea, bien digitalizando directamente sobre la Ortofoto, bien adaptando una cartografía ya existente. Y esta imagen sirve además de soporte para otros propósitos, como la fotointerpretación de cultivos y la medición de superficies, por lo que son requisitos imprescindibles que tenga una gran calidad geométrica y una buena calidad radiométrica.

Los procesos de control de calidad, que se realizarán sobre la documentación generada en la fase de vuelo fotogramétrico del proyecto del PNOA, tienen como objetivo garantizar, a priori, que el producto final (las ortofotografías) cumpla los requisitos técnicos necesarios para su integración y explotación tanto en las aplicaciones del IGN, como en las de las distintas administraciones partícipes en el proyecto PNOA.

Los requisitos técnicos del PNOA se han establecido en función de las características del vuelo fotogramétrico que se realice y de la ortofoto que se vaya a obtener. En este documento se establecen los controles de calidad que se realizarán sobre los siguientes productos:

- **PNOA50: Vuelo fotogramétrico 45cmGSD.**
- **PNOA25: Vuelo fotogramétrico 22cm GSD.**

Estos requisitos harán referencia, por una parte, a la calidad geométrica, ya que deben servir de referencia cartográfica y por otra, a la calidad radiométrica, porque deben aportar información de detalles cartográficos y de los usos del suelo.

2.1.1.- Métodos de Revisión.

Los trabajos de control de calidad del vuelo fotogramétrico, incluirán por una parte, el análisis de la documentación generada en cada una de las fases y por otra, la revisión de la metodología, medios técnicos empleados y parámetros

de precisión obtenidos. Además se realizarán una serie de test de control, con la ayuda de una serie de herramientas que permitan valorar de manera objetiva las los resultados obtenidos. Éstas serán determinantes para garantizar la calidad del producto final.

Para verificar la calidad de los datos de vuelo y concluir si los productos cumplen con los requisitos técnicos exigidos, se hace una primera clasificación de productos finales, con distintos objetivos y tolerancias, y por tanto, con un planteamiento particular adaptado a cada uno de ellos en el control de calidad.

Además, se distingue entre las distintas resoluciones de los vuelos fotogramétricos: 45 cm y 22 cm, que representan los productos finales del PNOA50 y del PNOA25, respectivamente. Cada uno de ellos lleva asociados unos parámetros específicos de calidad, que hay que comprobar en los Controles de Calidad.

No obstante, los controles de calidad son análogos para las distintas resoluciones, diferenciándose únicamente por las tolerancias que se establecen en función del GSD.

Es responsabilidad de la Dirección Técnica del IGN concluir si una fase del proyecto es válida o no, en función del grado de cumplimiento de cada una, y de las incidencias detectadas.

a.- Control de Calidad de la Planificación

Los controles de calidad se realizarán antes de comenzar la ejecución del proyecto. Este control de calidad es excluyente. Esto quiere decir, que no se podrá comenzar la ejecución hasta que se acepten los controles de esta fase previa. El objetivo de un Control de Calidad así definido es la prevención de errores en fases posteriores, lo que supone una mayor eficacia productora y una mayor garantía del producto final.

La alteración del orden de los controles, ocasionada por la no disponibilidad de la documentación al finalizar cada fase del trabajo provoca un cambio sustancial en el objetivo de los controles de calidad.

En cualquier caso, los controles de calidad previstos se harán con arreglo a un plazo estimado de respuesta.

Para el control de calidad de la Planificación del vuelo se han contemplado 2 fases, que a su vez engloban distintas actividades y subactividades susceptibles de ser revisadas en el proceso de control de calidad:

1ª Fase: **Control de la documentación.**

1. *Comprobación de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y de ficheros*

   1.1 Base de datos del vuelo planificado

   1.2 Base de datos de la estaciones GNSS utilizadas

   1.3 Certificados de calibración de los sensores

   1.4 Gráficos de vuelos

2ª Fase: **Control geométrico de la planificación del vuelo.**

1. *Control de calidad del tamaño de pixel (GSD) y la altura de vuelo*

   1.1. Tamaño del pixel medio para toda la pasada

   1.2. Tamaño del GSD del fotograma por pasada

2. *Control de calidad del recubrimiento entre fotogramas*

   2.1. Recubrimiento longitudinal

   2.2. Recubrimiento transversal

3. *Control de calidad de la longitud máxima de una pasada. Pasadas interrumpidas.*

   3.1. Longitud máxima de una pasada

   3.2. Pasadas interrumpidas

4. *Control de calidad de la distancia de los centros de proyección a las estaciones de referencia GNSS*

Una vez concluido el control se emitirá un informe de conformidad de la documentación y del control geométrico. Sólo cuando este informe sea positivo se podrá dar paso a la siguiente fase.

b.- Control de Calidad de la Ejecución.

Los controles de calidad de la Ejecución del vuelo se llevarán a cabo inmediatamente, una vez finalizado el vuelo, de manera que los errores encontrados puedan ser subsanados dentro de los plazos establecidos.

Tanto para el caso de la Planificación como para el de la Ejecución, al finalizar el control de todas las fases, se emitirá un informe detallando todas las deficiencias observadas en cada de ellas, concluyendo si el trabajo realizado cumple los criterios establecidos. Adicionalmente, se podrá emitir un informe de recepción de la documentación, previo al inicio de los controles.

***1ª Fase*: Control de la documentación.**

1. *Comprobación de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y ficheros*
   - 1.1 Base de datos del vuelo ejecutado.
   - 1.2 Base de datos de la estaciones GNSS utilizadas
   - 1.3 Certificados de calibración de los sensores
   - 1.4 Gráficos de vuelos
2. *Correspondencia entre la base de datos del vuelo y los fotogramas entregados*

***2ª Fase*: Control geométrico de la Ejecución del vuelo.**

1. *Control de calidad de la fecha de vuelo y la altura solar de la toma.*
   - 1.1. Control de la fecha de vuelo
   - 1.2. Control de la altura solar de la toma

2. Control de calidad del tamaño de pixel (GSD) y la altura de vuelo

2.1. Tamaño de pixel medio para toda la pasada

2.2. Tamaño del GSD del fotograma por pasada

3. Control de calidad del recubrimiento entre fotogramas

3.1. Recubrimiento longitudinal

3.2. Recubrimiento transversal

4. Control de calidad de la longitud máxima de una pasada. Pasadas interrumpidas.

4.1. Longitud máxima de una pasada

4.2. Pasadas interrumpidas

5. Control de calidad de la verticalidad de la cámara

5.1. Desviación de la verticalidad de la cámara

5.2. Diferencias de verticalidad entre fotogramas consecutivos

6. Control de calidad de la deriva.

7. Control de calidad de la distancia de los centros de proyección a las estaciones GNSS de referencia utilizadas

8. Control de calidad de cobertura de la zona de vuelo

9. Otros controles de calidad que se puedan considerar necesarios para comprobar el vuelo realizado.

<u>3ª Fase</u>: **Control Visual del vuelo fotogramétrico**.

1. Detección de incidencias en los fotogramas.

<u>4ª Fase</u>: **Control Radiométrico**

1. Comprobación de la saturación en los extremos del histograma

2. Comprobación del uso efectivo de todos los bits.

2.1.2.- Análisis y Test de Control

Para la realización de los controles de calidad de los vuelos fotogramétricos en el PNOA, hay que distinguir dos métodos de revisión:

- Análisis: Este método consiste en el estudio y evaluación de la documentación generada en las distintas actividades del proyecto, habitualmente memorias, datos derivados y reportes de cálculo, comprobando el cumplimiento de los requisitos exigidos en el pliego de prescripciones del PNOA.

- Test de Control: Este método de comprobación se basa en el estudio y evaluación de los resultados derivados de los programas de control aplicados a la documentación requerida.

a.- Análisis y test de control en la Planificación del vuelo.

1ª Fase: **Control de la documentación.**

I. Análisis de la documentación entregada. Documentación de Vuelo: tabla con la planificación del vuelo, certificado de calibración de la cámara empleada, bases de datos de las estaciones GNSS previstas.

***2ª Fase*: Control geométrico de la planificación del vuelo.**

I. Test tamaño (100%): estudio realizado a partir de la base de datos de planificación, con el empleo de un MDT, para detectar zonas fuera del recubrimiento y de GSD, que puedan limitar la resolución de la ortoimagen, o puedan crear zonas sin cobertura.

II. Test de recubrimiento longitudinal y transversal (100%).

III. Test de longitud máxima de una pasada (100%).

IV. Test de comprobación de pasadas interrumpidas (100%).

V. Análisis de las estaciones GNSS utilizadas: Los centros de proyección estarán siempre a una distancia menor de 40km de una estación GNSS (100%).

VI. Análisis de cobertura de la zona de vuelo: Se comprobarán que al menos haya dos centros de proyección fuera de la zona de manera que se asegure la cobertura (100%).

El formato de la documentación entregada por la empresa que haya realizado el vuelo, deberá ser el establecido en las normas PNOA.

b.- Análisis y Test de control en la Ejecución del vuelo.

Los **análisis y test de control** previstos para cada fase tienen por objeto analizar los parámetros que más pueden incidir en la calidad geométrica y radiométrica del producto. A continuación los describiremos según las fases.

1ª Fase: **Control de la documentación.**

I. Análisis de la documentación entregada. Análisis de la documentación de Vuelo: tabla con la planificación del vuelo, memoria descriptiva del vuelo ejecutado, certificado de calibración de la cámara empleada, documentación de los sistemas GPS/INS, base de datos del vuelo ejecutado con el registro de eventos, fotogramas digitales en formato TIFF con sus correspondientes ficheros TFW de georreferenciación aproximada, ficheros RINEX del receptor asociado a la cámara y de la estación de referencia.

II. Análisis de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y ficheros.

III. Test de correspondencia entre la base de datos y los fotogramas entregados.

2ª Fase: **Control geométrico de la Ejecución del vuelo.**

I. Test de la fecha de vuelo e inclinación solar en el momento de la toma: El fin es determinar la altura real del Sol sobre el horizonte en el momento de la toma de cada fotograma, de forma que se pueda

garantizar la proyección mínima de las sombras arrojadas en el terreno (100%).

II. Test del tamaño del GSD para toda la pasada y del tamaño del GSD medio de cada fotograma del vuelo ejecutado (100%): se realizará de forma numérica o gráfica, de forma que se pueda comprobar que no existen diferencias que superen la tolerancia establecida en el proyecto entre el vuelo planificado y el vuelo ejecutado.

III. Test de recubrimiento longitudinal y transversal. De manera que exista una continuidad estereoscópica que permita obtener un modelo estereoscópico en la parte solapada de dos fotografías consecutivas, pudiendo enlazarse este modelo tanto en sentido longitudinal como transversal (100%).

IV. Test de longitud máxima de una pasada y comprobación de pasadas interrumpidas. Con el fin de comprobar que ninguna de ellas tiene una longitud superior a la distancia de 3 hojas del 50.000 y que cuando exista un corte de pasada haya al menos 3 fotogramas en común para que se consideren bien resueltas (100%).

V. Test de verticalidad de la cámara y de cambio de verticalidad entre fotogramas consecutivos. Los valores máximos para ambos test son de 4º DEG (100%).

VI. Test de deriva: La deriva de la cámara nunca podrá superar los 3º DEG (100%).

VII. Análisis de las estaciones GNSS utilizadas. Los centros de proyección estarán siempre a una distancia menor de 40km de una estación GNSS (100%).

VIII. Análisis de cobertura de la zona de vuelo. Se comprobarán que al menos haya dos centros de proyección fuera de la zona de manera que se asegure la cobertura (100%).

IX. Otros controles de calidad que se considere necesario que hay que realizar para comprobar el vuelo realizado: Control de las

trayectorias, de los parámetros de orientación externa, de paralaje-y, etc.

3ª Fase: Control Visual de vuelo fotogramétrico.

I. Análisis visual de los fotogramas en formato ecw. Con el fin de detectar incidencias que oculten o dificulten la fotointerpretación ya sea por problemas meteorológicos, de calidad de la imagen o del procesado de la misma (100%).

4ª Fase: Control Radiométrico

I. Test de radiometría de las imágenes del vuelo (100%): Comprobación de los fotogramas en formato tif. Se determinan los parámetros estadísticos que caracterizan la calidad de los fotogramas digitales. Se comprobará la saturación en los extremos del histograma, así como el uso efectivo de los bits a lo largo del mismo.