



UNIVERSIDAD DE JAÉN

TÍTULO DE EXPERTO UNIVERSITARIO
EN EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
ENERO – JUNIO 2010

Módulo 9 Control de Calidad en Procesos Fotogramétricos (Ortoimágenes)

Prof. Jorge Delgado García (Universidad de Jaén)
Prof. José Luis Pérez García (Universidad de Jaén)

Contenidos

9.1.	Introducción	2
9.2.	Metodología	3
<u>9.2.1</u>	PREPARACIÓN DE LA BASE DE DATOS Y APLICACIÓN DE GESTION.	3
<u>9.2.1.1</u>	BASE DE DATOS CC_ORTO_1M_AND_2007	4
<u>9.2.2</u>	CONTROL DE CALIDAD	4
<u>9.2.2.1</u>	RECEPCIÓN.....	5
<u>9.2.2.2</u>	CCG_PC.....	6
<u>9.2.2.3</u>	CONTROL DE CALIDAD RADIOMÉTRICA MEDIANTE ANÁLISIS DE LOS HISTOGRAMAS. CCR_H.....	7
9.2.2.4	CONTROL DE CALIDAD VISUAL. CCV.....	8
9.3.	CONCLUSIONES	13

9.1. Introducción

En este documento se plantea la estructura común de un informe de control de calidad de ortofotografías a fin de facilitar al alumno la realización de los ejercicios planteados (ejercicio 3). Para ello se ha utilizado la información reflejada en un informe de control de calidad de la Ortofotografía de Andalucía de 1 m. de resolución, obtenida a partir de un vuelo fotogramétrico digital a color de 0.90 m. de tamaño de píxel, y dividida en hojas según la distribución del mapa topográfico nacional 1:10.000. En este informe se plantea un control completo sobre el producto final (similar al planteado en el ejercicio anteriormente citado), en éste se podrán localizar incidencias debidas o producidas en cualquiera de las fases existentes en el mismo, tales como la obtención y orientación de los fotogramas, actualización del modelo digital del terreno y eliminación de posibles errores existentes en el modelo inicial aportado, ajuste radiométrico de los fotogramas utilizados y definición de las líneas de mosaico para generar la ortofotografía final.

El objetivo final del presente trabajo es el de la verificación del cumplimiento de los condicionantes definidos en “*Pliego de Condiciones Técnicas para la realización de un vuelo fotogramétrico digital con GSD de 90 cm. y ortofoto continua de resolución de 1 m. del territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía*”, documento que rige y define las características de la ejecución del proyecto.

Según este pliego de condiciones, las principales variables que se han de analizar para verificar la calidad del producto se encuentran detalladas en el apartado Calidad del Producto y con más detalle en los subapartados correspondientes, Exactitud posicional absoluta, Consistencia Lógica, Continuidad Radiométrica y Geométrica, Contraste y Complección.

Por otro lado, para facilitar la ejecución del proyecto, así como su recepción, almacenamiento y control de mismo, las diferentes hojas 50.000 de la Comunidad Autónoma de Andalucía se han agrupado en 12 bloques, tal y como se puede apreciar en la figura 1. Además, aunque la unidad mínima de trabajo, objeto de este proyecto, es cada una de las hojas 1:10.000 existentes en la Comunidad Autónoma de Andalucía, por comodidad a la hora de realizar los trabajos en alguna de los controles, la unidad básica será la hoja 1:50.000 debido a la mejor adaptación de su dimensión a la realización, seguimiento y almacenamiento de los resultados del presente control de calidad. Por último, se ha de destacar que los controles tanto de recepción, radiométrico y geométrico se han llevado a cabo con los datos correspondientes a las imágenes TIF RGB UTM-30 ED-50 y HUSO 30, suponiendo extrapolables los resultados al resto de conjunto de imágenes como son las de formato MrSID, imágenes en infrarrojo, UTM-30 ETRS-89, o huso 29 en su caso, y las diferentes combinaciones posibles.

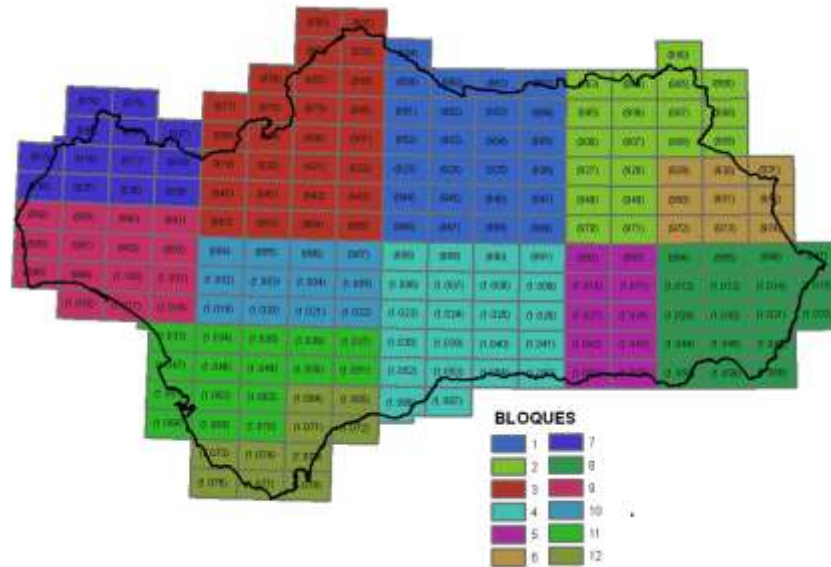


Fig. 1. Distribución de hojas 50 en Bloques

9.2. Metodología

El objeto de este trabajo fue el controlar todas las incidencias existentes y localizadas en cada una de las hojas 1:10.000 correspondientes a la Comunidad Autónoma de Andalucía, independientemente de la importancia de éstas incidencias y de si posteriormente deberán ser subsanadas o no. Por otro lado, se analiza la continuidad, tanto radiométrica como geométrica en la unión de estas hojas, de tal manera que se asegure ésta en todo el territorio andaluz, independientemente del orden en el que se superpongan dichas hojas 1:10.000 para la obtención de zonas más amplias. Aunque inicialmente el orden de superposición de las hojas 1:10.000 definido para este trabajo ha sido de arriba abajo y de izquierda a derecha. (la hoja 44 quedará por encima de la 43 y ésta por encima de la 33).

Para llegar al cumplimiento de los objetivos planteados en el presente control, el trabajo se ha dividido en dos grandes fases: Preparación de la Base de Datos y aplicación de gestión de los resultados obtenidos, y el Control de la Calidad del producto propiamente dicho.

9.2.1 PREPARACIÓN DE LA BASE DE DATOS Y APLICACIÓN DE GESTIÓN.

Un aspecto fundamental para facilitar los trabajos de control, así como el acceso a los datos resultado del análisis realizado, es disponer de una base de datos, cuya estructura nos permita relacionar de una manera eficiente, el producto analizado y los resultados temporales obtenidos en el control. De tal manera que el seguimiento de dicho control, sea cómodo permitiendo la actualización del estado del mismo.

Además del diseño de la base de datos para el almacenamiento de los resultados del control de calidad (CC_ORTO_1M_AND_2007.mdb), se ha desarrollado una aplicación informática cuya finalidad principal ha sido la gestión y manipulación de dicha base de datos.

9.2.1.1 BASE DE DATOS CC_ORTO_1M_AND_2007.

La base de datos CC_ORTO_1M_AND_2007 se presenta en formato ACCESS y está compuesta por las tablas que a continuación se detallan.

- **TABLA_PRINCIPAL.** Es la tabla principal de la base de datos. En ella se almacenan los datos correspondientes a cada una de las hojas 1:50.000. Datos correspondientes a la descripción de la misma (AREA, NOMBRE, ID_IGN, etc.) y datos correspondientes al control llevado a cabo sobre ella. Estos campos están encaminados a indicar el estado del control general, la fecha de inicio de recepción, fin de la misma, número de recepciones realizadas, el estado de los controles radiométrico mediante el análisis del histograma (CCR_H), control geométrico mediante puntos de control (CCG_PC), control visual (CCV), etc. Y los campos propios del control visual cuya unidad base ha sido la hoja 1:50.000. En estos campos del CCV se indica la existencia o no de una serie de incidencias como son la presencia de artefactos o araños, arrastres o deformaciones, zonas saturadas, incidencias de discontinuidad radiométrica o geométrica en los empalmes internos (entre las hojas 10.000 de la hoja 50.000 analizada) o externos (entre las hojas 10.000 de la hoja 50.000 analizada con las hojas 10.000 de las hojas 50.000 vecinas), así como otras incidencias. Todos estos campos van acompañados del correspondiente campo de observaciones donde poder explicar, en el caso que sea necesario, las características de la incidencia localizada.
- **TABLA_CCG_PC.** Es la tabla donde se almacenan los resultados del control de calidad geométrica mediante puntos de control. En ella aparecen los campos definidos en la reseña de dicho punto además de las diferencias obtenidas en la medición de los mismos en la ortofotografía sujeta a control. Además se añaden algunos campos donde se indica el archivo pdf de reseña, un campo de observaciones, así como otro campo para indicar el estado del punto (no medido, medido o no es medible).
- **TABLA_CCR_HIS.** Es la tabla correspondiente a los resultados del control de calidad radiométrica mediante el análisis del histograma. En ella se recogen los datos radiométricos de cada una de las imágenes correspondientes a las hojas 10.000 existentes en la Comunidad Autónoma andaluza (unidad básica para este control), agrupados por la bandas del rojo, verde y azul. Así mismo se indica la fecha de la primera y última recepción así como el número total de ellas.
- **TABLA_RMSE_H100 y TABLA_RMSE_H50.** En estas tablas están almacenados los resultados del cálculo del error medio cuadrático de las diferencias obtenidas entre las coordenadas planimétricas de los puntos de control y las medidas de los mismos en la ortofotografía analizada. En ellas aparecen los campos correspondientes a número de puntos disponibles por hoja, puntos medidos, errores en las componentes X, Y y XY obtenidos, así como la localización de los errores máximos.

9.2.2 CONTROL DE CALIDAD

Este control de calidad se ha centrado y realizado en cuatro fases diferentes.

- Recepción de la información.
- Control de Calidad Radiométrica mediante análisis de los histogramas (CCG_H).
- Control de Calidad Geométrica mediante puntos de control (CCG_PC).
- Control de Calidad Visual (CCV).

9.2.2.1 RECEPCIÓN

En esta fase es necesaria comprobar la existencia de toda la información esperada y que las condiciones de esta fuese la estipulada en el pliego de condiciones técnicas que rige este proyecto. En este apartado es importante constatar que dado que en este proyecto el producto ortofoto se ha de entregar en diferentes formatos y sistemas de referencia, la recepción como los posteriores controles se realizan sobre el conjunto de datos con las características siguientes:

- Imágenes RGB en formato TIF.
- Proyección UTM ED-50 y huso 30.

Teniendo en cuenta las características de los datos, los trabajos desarrollados durante la realización de esta fase han sido:

- La recepción la información, almacenamiento y organización de la misma por hoja 50.000 y bloque correspondiente.
- Seguimiento de las sucesivas recepciones con las modificaciones exigidas por el presente control. Almacenando en todo momento la información correspondiente a cada una de las recepciones independientemente de su aceptación o no, y llevando a cabo un control de las hojas aceptadas de manera definitiva.

Como se puede observar en la figura 2 se han necesitado hasta un total de 6 recepciones para completar de manera definitiva algunas hojas 50.000. Por otro lado también se puede observar que existen hojas 10.000 que han sido recepcionadas hasta en 5 ocasiones. Dichas recepciones se han separado en el tiempo un total de 10 meses, desde finales del mes de mayo de 2008 hasta finales del mes de marzo de 2009. Es importante destacar en este punto, que tanto el control radiométrico como el visual se realiza de manera completa para cada una de las recepciones de hoja 10.000 llevadas a cabo.

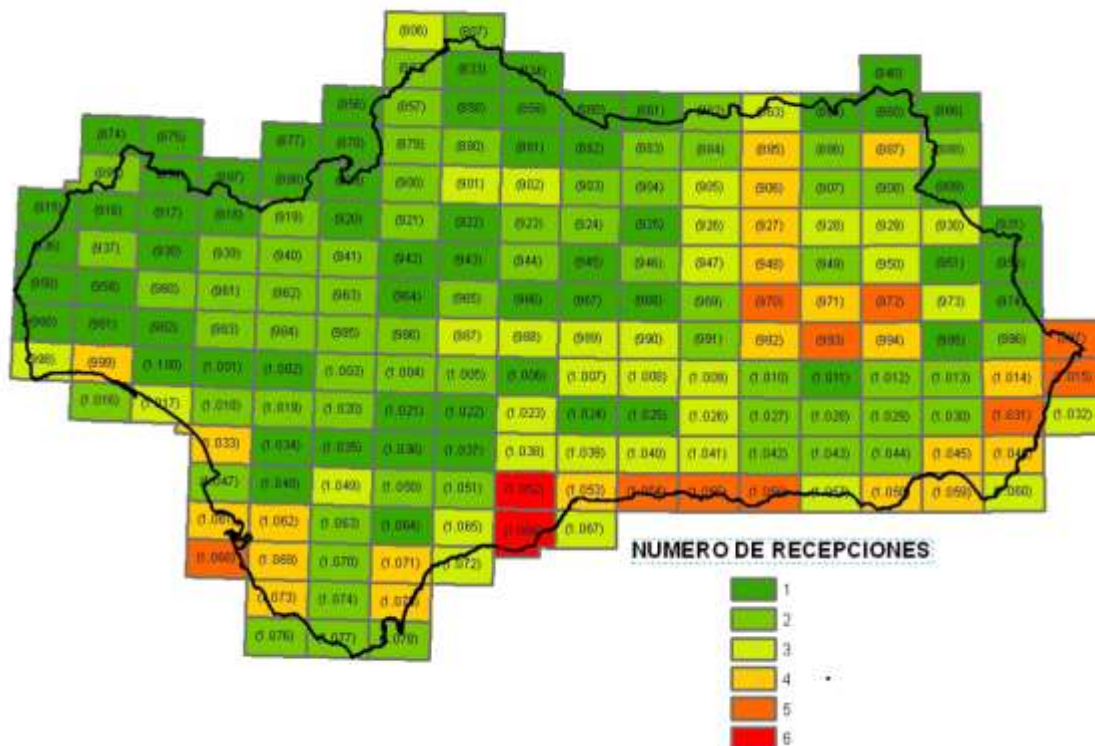


Fig. 2. Fechas de inicio y fin de la recepción por hojas 50.000

9.2.2.2 CCG_PC

En este apartado se presentan los resultados de la medición sobre la ortofotografía de puntos de control de coordenadas conocidas aportados por la Junta de Andalucía, distribuidos por todo el territorio y utilizados en la orientación del vuelo fotogramétrico con el que se generó la presente ortofotografía.

Se ha realizado la medición de los puntos de control localizables de manera clara en la ortofotografía e independientemente de su utilización o no, en el proceso orientación de los fotogramas. Además con los resultados obtenidos para las diferencias en cada una de las componentes planimétricas de los puntos, así como la componente cuadrática de ambas, se ha llevado a cabo un cálculo del RMSE para cada una de las hojas 50.000 y 100.000 existentes en la Comunidad Autónoma de Andalucía, utilizando para ello los puntos medidos en cada una de ellas. Los resultados obtenidos se han almacenado en la tabla creada para este fin, y los datos asignados a la hoja podrán utilizarse como medida de exactitud posicional absoluta para la misma. Si bien se han de tener en cuenta algunos factores:

- Dado que en la mayoría de los casos, aun cuando el punto está bien definido (esquinas de Acerados, de casas, señales viales, etc.), no es claramente diferenciable en la ortofotografía a 1m, por lo que existen muchos puntos que no se han medido con total garantía.
- Existen errores en las reseñas aportadas para los puntos de control facilitados en cuanto a su ubicación en la hoja 50.000, croquis, e incluso coordenadas o identificador del mismo.
- En la zona norte, existen muchos puntos, que aunque estando dentro de la hoja correspondiente no aparecen en la imagen ortorrectificada correspondiente por encontrarse fuera de la Comunidad Autónoma.
- Por todo ello, puede suceder que el número de puntos medidos en cada hoja no sea la más correcta (figura 3). Sin embargo, puesto que en el control visual que también se realiza en este trabajo, se superpone la ortofotografía con otra de referencia de mayor resolución (0.5 metros) se va a tener, de manera más cualitativa que cuantitativa, pero también de manera más global, una idea de la exactitud posicional de la ortofotografía, ya que se puede observar en que zonas se produce falta de concordancia entre ambas imágenes y se puede observar la magnitud de esta discrepancia analizando el número de píxel.

Los resultados de estas mediciones se entregan en una base de datos que puede ser accedida a través de una aplicación diseñada a tal fin.

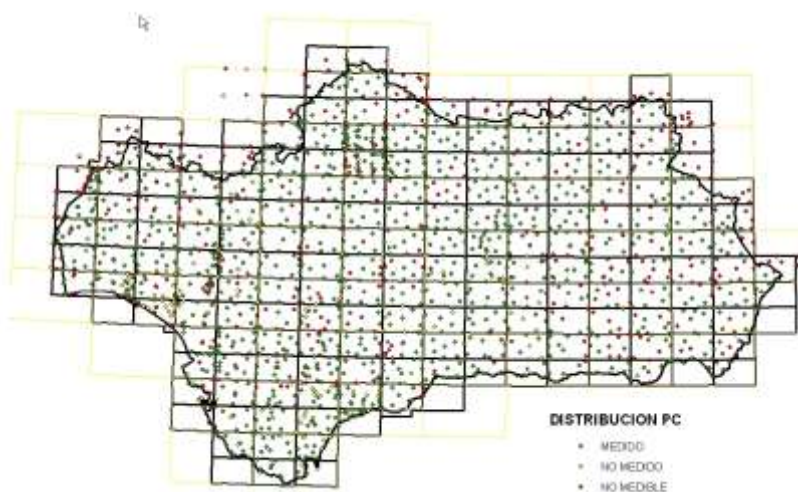


Fig. 3. Distribución los de puntos de control medidos y no medidos en el presente control

9.2.2.3 CONTROL DE CALIDAD RADIOMÉTRICA MEDIANTE ANÁLISIS DE LOS HISTOGRAMAS. CCR_H.

En éste se lleva a cabo el cálculo de los histogramas de las ortoimágenes RGB en formato TIFF, correspondientes a cada una de las hojas 1:10.000 de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Para cada imagen se calcula el nivel de saturación en los extremos, valores mínimo y máximo, valor medio y desviación típica y valores del histograma no utilizados. Todo esto se repite para cada una de las bandas RGB y para la imagen en niveles de gris. Los resultados de esta control radiométrico son almacenados en una tabla TABLA_CCR_HIS, además de realizar un informe en formato HTML con el que se podrán mostrar los resultados de dicho análisis online (ver figura 4).

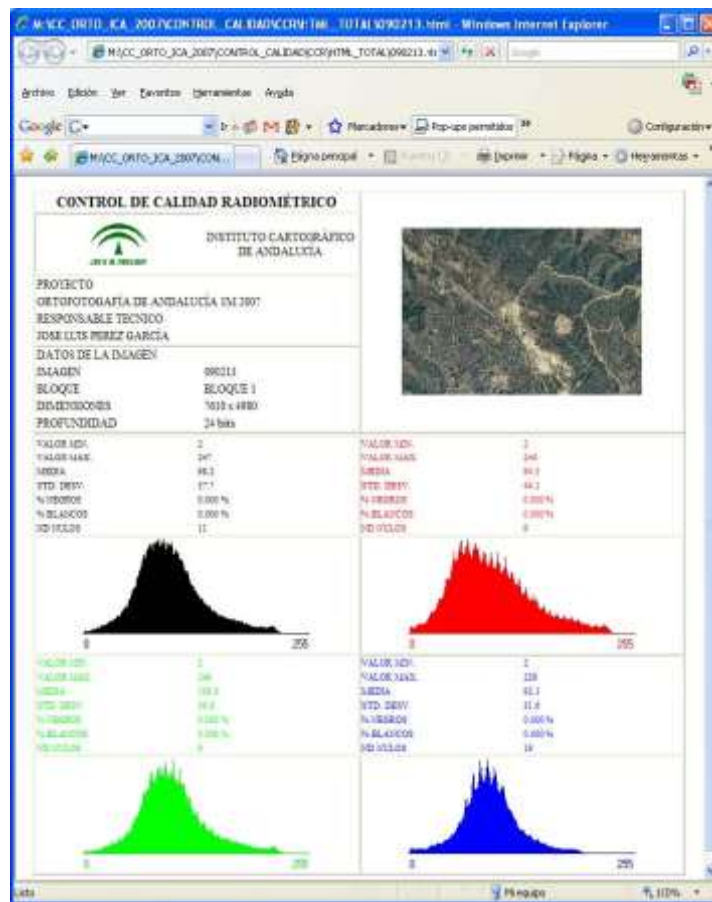


Fig. 4. Informe del control radiométrico en formato html

Estos cálculos son realizados con una aplicación desarrollada para este fin por el responsable de este control. Todos ellos están encaminados para analizar el nivel de cumplimiento los condicionantes planteados en el pliego de condiciones. Sobre todo los relativos a la saturación en los bordes del histograma ($< 5\%$) y al aprovechamiento y uso efectivo de los 8 bits de cada uno de los componentes del color.

Los resultados de estos cálculos se presentan en una tabla Access accesible a través de una aplicación desarrollada para tal fin.

9.2.2.4 CONTROL DE CALIDAD VISUAL. CCV.

Esta fase es sin duda una de las más importantes y de las que requieren un mayor esfuerzo de trabajo. En la misma se recorre a una escala máxima de 1:5000, superponiendo la información a analizar con la ortoimagen de Andalucía disponible a escala 1:20.000, con mayor resolución y cuyos controles de calidad ya fueron realizados en su momento. Además se ha superpuesto la información vectorial correspondiente a vías de comunicación y a otras líneas de rotura que definen de manera más precisa las variaciones bruscas del terreno, las cuales fueron obtenidas en la generación de la ortoimagen de Andalucía antes mencionada.

Para hacer más cómodo el almacenamiento en la base de datos de las incidencias localizadas, éstas se han agrupado en seis categorías.

- **Artefactos o arañazos.** No existentes al tratarse de un vuelo digital que no necesita pasar por el proceso de digitalización, proceso donde se producen este tipo de incidencias.
- **Arrastres o deformaciones.** Incluidas todas las incidencias provocadas por la no adaptación del modelo digital a la realidad terreno. Motivadas por errores groseros en el modelo original utilizado o por la falta de actualización del mismo, o bien por la falta de imagen en zonas de orografía abrupta.
- **Zonas quemadas o saturadas.** También se indica la presencia de zonas quemadas en la imagen, provocadas por diferentes motivos y que impiden observar de manera clara la información almacenada en la imagen.
- **Empalmes Internos.** En este apartado se incluyen aquellos casos donde el empalme de los diferentes ortofotografías correspondientes a los fotogramas aéreos (cremallera del mosaico), así como al empalme entre hojas 10.000 pertenecientes a la misma hoja 50.000 son observables bien por diferencias radiométricas o geométricas.
- **Empalmes Externos.** Con esta incidencia nos vamos a referir a que los empalmes entre diferentes hojas 50.000 son observables por diferencias radiométricas o geométricas.
- **Otras Incidencias.** En este grupo incluimos todas aquellas incidencias no incluidas en los grupos anteriores pero que de alguna manera su presencia disminuye la calidad de la imagen. Se puede destacar, el ocultamiento de información por la existencia de nubes y sombra de nubes, la existencia de zonas sin imagen dentro de los límites establecidos en el pliego de condiciones técnicas, discrepancias geométricas con respecto a la ortoimagen de referencia a escala 1:20.000, etc.

Ejemplos de estos tipos de incidencias localizadas se muestran en las figuras siguientes.



Fig. 5. Ejemplo de incidencia. Deformación en carreteras por la no actualización del MDT.

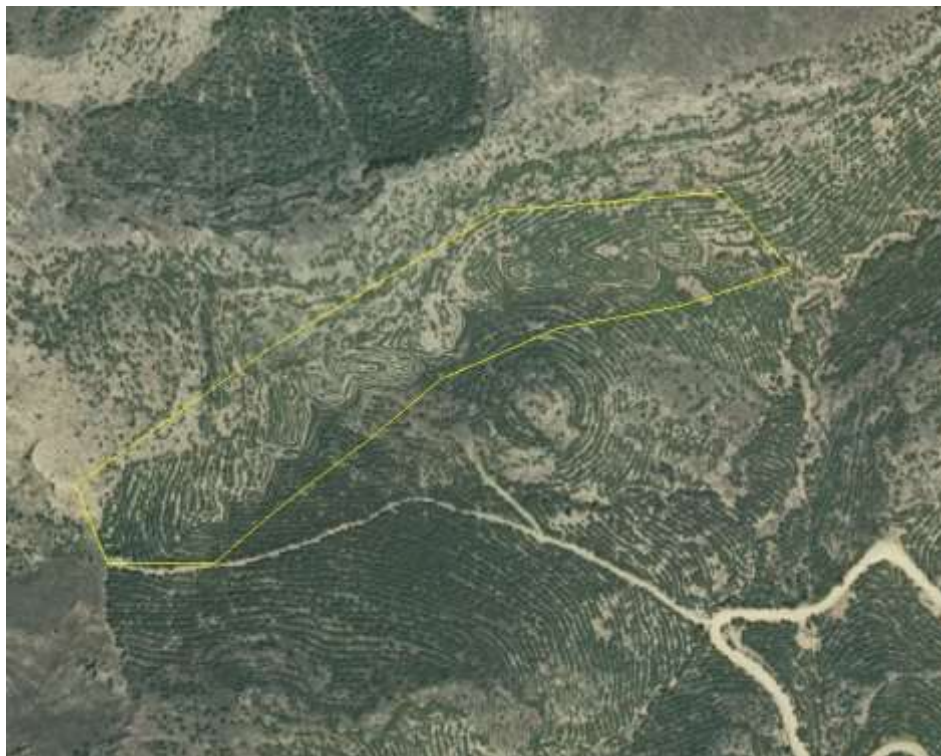


Fig. 6. Ejemplo de incidencia. Arrastres por errores groseros en el MDT.



Fig. 7. Ejemplo de incidencia. Falta de coincidencia en viaducto con la ortofotografía de referencia.



Fig. 8. Ejemplo de incidencia. Zonas saturadas o quemadas.



Fig. 9. Ejemplo de incidencia. Ligera discontinuidad geométrica en el contacto de hojas.



Fig. 10. Ejemplo de incidencia. Discontinuidad radiométrica en el contacto entre diferentes hojas. Zona interior y zona de mar.



Fig. 11. Ejemplo de incidencia. Falta de imagen ortorrectificada en territorio andaluz.



Fig. 12. Ejemplo de incidencia. Presencia de humos, nubes y sombras.

9.3. CONCLUSIONES

A modo de ejemplo de las conclusiones de un informe de este tipo se presentan las siguientes:

Una vez analizados todos los resultados obtenidos en este trabajo de control de calidad, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- De manera general y sólo en lo concerniente al producto “ortofotografía”, el proyecto cumple con los principales condicionantes impuestos por el Pliego de Condiciones Técnicas que rige este proyecto.

En cuanto al control de calidad geométrica mediante puntos de control se pueden extraer las siguientes conclusiones.

- No existe ninguna hoja (tanto 50.000 como 100.000) con un error medio cuadrático superior a 2.5 m.
- Los puntos con errores superiores a 5 m están por debajo del 0.5 % de los disponibles, y además en estos puntos existe algún tipo de circunstancia que hace que su medida pueda no ser correcta.
- La distribución y el número de puntos por hoja 50.000 en algunos casos no tiene porque ser la más correcta, por lo que utilizar el RMSE correspondiente obtenido en este trabajo como medida de calidad geométrica, puede no ser lo más idóneo si no se tiene en cuenta esta circunstancia.

En cuanto al control de calidad radiométrica mediante el cálculo de los histogramas.

- Se dispone de todos los datos de la radiometría de las ortoimágenes correspondientes a las hojas 1:10.000 de la comunidad autónoma andaluza, por lo que se pueden realizar todas aquellas consultas necesarias al respecto.
- Mediante un análisis superficial realizado sobre los datos obtenidos no se ha localizado ningún incumplimiento del pliego de condiciones técnicas que rige este proyecto.
- Los casos donde se ha localizado saturación en los extremos de los histogramas están justificados por la ausencia de imagen (color negro para zonas fuera del territorio andaluz) o por la presencia de grandes superficies de láminas de agua, en el ámbito de la propia ortoimagen.
- Los casos donde se han localizado excesivos niveles digitales vacíos, están también justificados por las mismas circunstancias anteriores.

En cuanto al control de calidad visual se puede decir:

- Salvo ligeras excepciones, se puede considerar que existe una total continuidad radiométrica y geométrica en todo el territorio andaluz.
- La presencia de zonas puntuales donde existe una radiometría algo saturada se considera justificada al primar el interés de una ortofotografía homogénea y continua del todo el territorio sobre la radiometría de una zona puntual.
- La existencia de otras incidencias puntuales es muy reducida y asumible a la escala de visualización aconsejada para la resolución de la ortofotografía.