

Reports on Environmental Sciences

Imágenes en infrarrojo cercano de baja altura sobre zonas de interés del PN-MaB Montseny: planificación de campañas de vuelo, procesamiento de imágenes y evaluación

Informe Ejecutivo

Agustín Lobo¹

INFORME EJECUTIVO DEL PROGRAMA A7 DEL PROYECTO

"RECOPILACIÓN, INTEGRACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN
DEL PLAN DE CONSERVACIÓN DEL PN-MAB MONTSENY"

¹Institut de Ciències de la Terra “Jaume Almera” (CSIC), Lluís Solé Sabarís S/N,
08028 Barcelona, Spain

Agustín Lobo <Agustin.Lobo@ictja.csic.es>

2010-04-15



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

Refer as:

Lobo, A. 2010. Imágenes en infrarrojo cercano de baja altura sobre zonas de interés del PN-MaB Montseny: planificación de campañas de vuelo, procesamiento de imágenes y evaluación Informe Ejecutivo. *Reports on Environmental Sciences*, 11
<http://www.recercat.net/handle/2072/16100>



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

Introducción

1. La tecnología civil de pequeños vehículos aéreos no tripulados (miniUAV) puede representar una alternativa de bajo coste para fotografía digital al alcance de los presupuestos normales en aplicaciones de Conservación. Si la calidad y operatividad son suficientes, estos sistemas pueden ser una herramienta importante para adquirir información de alta resolución con la que apoyar la planificación y gestión de espacios protegidos. En este proyecto se han planificado 13 campañas en 7 sitios del Parque Natural del Montseny (Figura 1) para el miniUAV ATMOS-4 de CATUAV, se han procesado las imágenes y se ha evaluado tanto la operatividad y calidad de los vuelos como de las imágenes adquiridas.
2. ATMOS-4 es un mini-UAV con motor eléctrico capaz de transportar una carga útil de 330g, que incluye una cámara SIGMA con sensor FOVEON al que se ha retirado el filtro infrarrojo de forma que pueda proporcionar imágenes en falso color infrarrojo tras el adecuado postproceso. El sistema incorpora un GPS convencional (no geodético), es controlable en un radio de 15 km y tiene 2 h de autonomía de vuelo. El ATMOS-4 se controla remotamente desde una cabina con dos pantallas para piloto y copiloto, que permiten, gracias a la recepción de imagen de la cámara de vuelo y del posicionamiento GPS, tanto la navegación del miniUAV como el seguimiento en tiempo real sobre un mapa u ortofoto. Esto permite la toma de decisiones sobre los momentos oportunos para adquirir las imágenes y efectuar los disparos de éstas (Figura 2).

Campañas

3. A partir de los planes de campaña elaborados por ICTA-UAB (AL), de un total de 13 campañas previstas en 7 sitios, CATUAV ha llevado a cabo un total de 8 campañas en 6 sitios desde 4 puntos de despegue y aterrizaje. De 9 intentos de vuelo, 2 resultaron infructuosos (uno por imposibilidad de encontrar zona de despegue y otro por fallo en el GPS de vuelo). No se llegaron a intentar 4 campañas, 2 por mal tiempo continuado durante la primera mitad de septiembre y 2 por no encontrar zona de despegue. Otra campaña resultó inutilizable por omisión de la imagen de sincronización entre el GPS y la cámara.

Nivel de Proceso L0

4. CATUAV entregó las imágenes en formato X3F ("raw" propietario de SIGMA) y un fichero ICS con el "track" del GPS del miniUAV para cada campaña. Estos datos constituyen el producto "L0" (Nivel 0). Puesto que estas imágenes no son visualizables más que con el software de SIGMA, se transformaron a formato TIF de 16 bits con el mismo software, lo que, junto con el track GPS mencionado, constituye el producto de nivel "L0b".

Nivel de Proceso L1: Georeferenciación

5. ICTA-UAB y ICTJA-CSIC (AL) ha desarrollado en este proyecto el software necesario para la localización aproximada de las imágenes en el terreno, generando tanto un conjunto de productos GIS vectoriales en formato "ESRI shapefile" con los polígonos de cada imagen



Creative Commons License 2.5

Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

proyectada sobre el terreno (Figura 2b), como un conjunto de ficheros "world tifw" para la representación de las imágenes proyectadas sobre el terreno mediante un programa SIG (Figura 3). Esta geolocalización constituye el componente geométrico del producto de nivel "L1".

6. Atendiendo a la geolocalización del producto L1, podemos calcular que de un total de 1915 ha previstas, se han cubierto 1337 ha (70% del total, entre 45% y 96% según campañas). El total de imágenes aéreas es de 268. Sólo han quedado sin cubrir la zona S del Turó de l'Home, una pequeña zona culminal del Turó de l'Home y las zonas más distantes desde el Turó de l'Home en Santa Fe. La superficie total fotografiada, incluyendo zonas adyacentes a las previstas, fue de 2050 ha.
7. 515 ha fueron cubiertas por 27 imágenes adquiridas en condiciones seleccionadas según criterios de estabilidad del miniUAV muy estrictos (Figura 4). Esto no implica, ni mucho menos, que sólo esta selección sea aprovechable. Al contrario, no hemos encontrado una relación entre la calidad geométrica de las imágenes L1 y los parámetros de estabilidad del miniUAV utilizados en la selección. Probablemente ésto sea debido a que la influencia de la abrupta orografía (no considerada en el producto L1 pero sí en las ortoimágenes 1:5000 de referencia) se sobrepone a cualquier otra fuente de error. Es esperable, sin embargo, que la estabilidad en la adquisición sea determinante para la calidad del futuro producto L2, que sí deberá incluir la corrección del efecto orográfico.
8. Nuestra evaluación indica que el error geométrico medio de las imágenes L1 es de 101 píxeles (rango de 34.173 a 164.185), lo que supone una media de 18.685 m (rango 6.322 m – 30.375 m), para una imagen estándar de 490.241 m x 328.104 m adquirida desde 700 m de altura sobre el terreno. Este nivel de precisión es suficiente para localizar aproximadamente las imágenes en el terreno (valorando *in situ* si se han cubierto o no las zonas programadas), para permitir la identificación de puntos de control en las imágenes de referencia y para algunas aplicaciones, pero resulta lógicamente inadecuado para muchas aplicaciones que requerirán el proceso subsiguiente a L2. Las pruebas efectuadas hasta ahora indican que el tiempo medio de búsqueda de puntos de control para cada imagen es de unos 45 min, registrándose un 5% de casos en los que no es posible determinar puntos de control.

Nivel de Proceso L1: Corrección de color

9. La exposición de las imágenes adquiridas en la campaña test de 8/Abril/2009 fue satisfactoria, sin problemas notables de sombras, excepto los causados en ocasiones por nubosidad (Figuras 6 y 8).
10. La corrección de color (que constituye la segunda componente del paso de producto L0 a L1) efectuada para las imágenes de la campaña test el 9/Abril/2009 fue satisfactoria (Figuras 7 y 8), con histogramas comparables a los de las imágenes DMC y linealmente relacionados a los canales equivalentes de las imágenes CASI
11. En cambio, un 62% de las imágenes L0 de las campañas del verano son demasiado oscuras (un 46% muy oscuras), lo que implica el grave problema de que uno de los canales queda prácticamente sin información (Figuras 9 a 11). Asimismo, un 38% de las imágenes tienen sombras excesivas. Ambos problemas son debidos a que, en general, las imágenes fueron adquiridas demasiado pronto, con ángulos solares 31° de media (rango 17° - 60°), para intentar evitar condiciones meteorológicas desfavorables. También existió un problema en uno de los canales de la cámara en la campaña sobre los bosques de castaños cercanos a Viladrau el 2009/09/17, a pesar de la correcta exposición, y para el que no hemos encontrado explicación.



Creative Commons License 2.5

Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

12. La corrección de color de todas las imágenes de las campañas del verano corregidas es altamente insatisfactorias, y en absoluto equivalente a la de las imágenes entregadas en la campaña test de Abril (Figuras 9 y 15). De acuerdo con los histogramas, los peores resultados se aprecian precisamente para aquellas imágenes L0 más oscuras.

Recomendaciones

En consecuencia, y considerando que:

1. CATUAV ha demostrado capacidad operativa para adquirir las imágenes de acuerdo con los planes especificados, con las siguientes salvedades para el futuro:
 - 1.1. No pueden llevarse a cabo adquisiciones con ángulo solar de elevación inferior a 40° (lo que implica entre las 11 y las 16 horas entre el 1/7 y el 15/9 en esta latitud). CATUAV informa del desarrollo de un miniUAV (ATMOS-5) más potente que permitirá volar en condiciones de viento más intenso, lo que debería facilitar los vuelos en esta franja horaria.
 - 1.2. Debe explorarse la posibilidad de utilizar los campos situados en Santa Fé (2.46180E, 41.77449N; UTMX 455268, UTMY 4624960, 31N ED50; link a googlemaps¹), ya que existen zonas de interés que no pueden ser alcanzadas con despegue desde el Turó de l'Home.
 - 1.3. Debe aclararse la razón de las zonas sin cubrir en la parte culminal del Turó de l'Home.
2. CATUAV no entrega un producto geolocalizado, sino simplemente la información necesaria para que el usuario lleva a cabo este proceso por sí mismo, lo que ha redundado en un desarrollo por parte de ICTA-UAB e ICTJA-CSIC muy por encima de lo previsto y presupuestado.
3. De acuerdo con sus propias informaciones, CATUAV ha dejado de disponer, por el momento, de la capacidad de adquirir imágenes en infrarrojo cercano con un nivel suficiente de corrección radiométrica. Asimismo, CATUAV tampoco dispone de la capacidad de llevar a cabo estas correcciones en las imágenes ya adquiridas.

Sugiero:

1. Que CATUAV repita con fotografía en color convencional las campañas en las zonas de actuaciones (Turó de l'Home, parte de Santa Fe, Plà de la Calma i Matagalls), sin coste adicional alguno durante el verano 2010.
2. Que CATUAV acepte el compromiso de repetir el resto de las zonas con fotografía en color infrarroja si y cuando ICTA-UAB finalmente consiga disponer del material y capacidad de proceso necesarios, también sin coste adicional alguno.

¹<http://maps.google.com/maps?ll=41.773392,2.460723&spn=0.011714,0.01929&t=h&z=16>



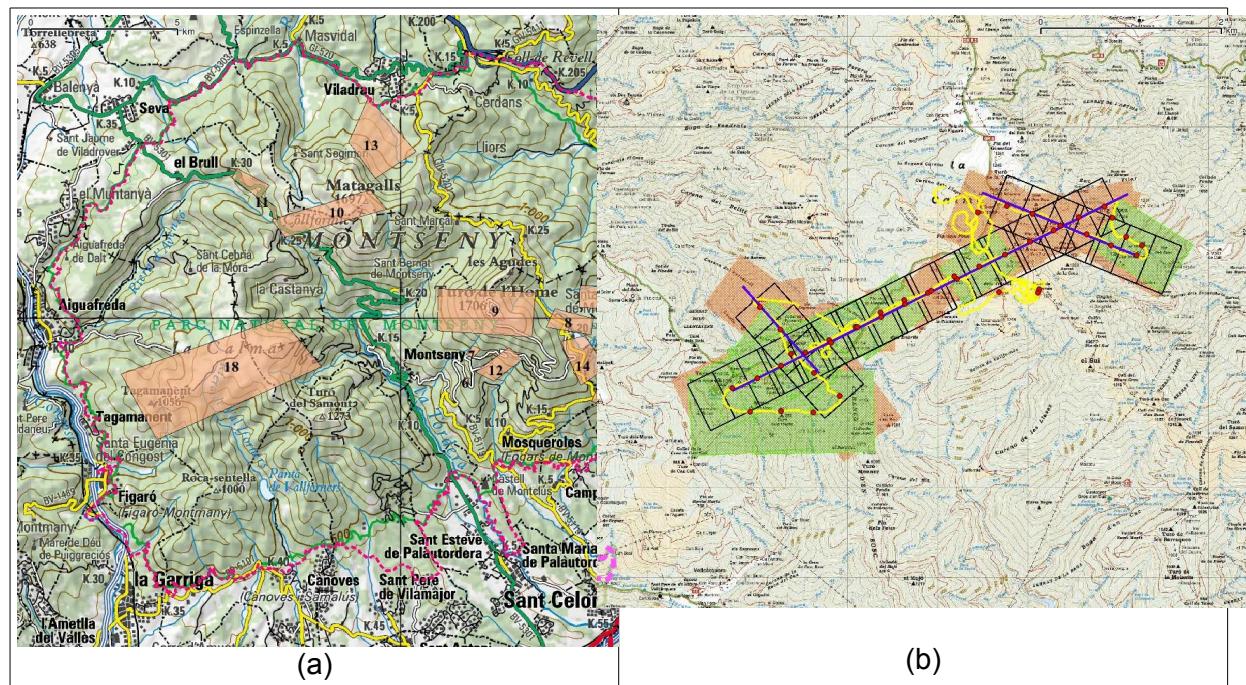


Figura 1. (a) Localización de las zonas de interés para las líneas de vuelo. (b) Ejemplo de plan de vuelo y de geolocalización de la campaña (Plà de la Calma, 20090926). Las líneas rectas azules y los bordes rectangulares negros representan, respectivamente, las líneas de vuelo y las proyecciones en el terreno de las imágenes programadas. Los puntos rojos y la zona rojiza representan, respectivamente, los centros y la juxtaposición de las imágenes adquiridas. Los rectángulos verdes son las proyecciones de las imágenes adquiridas en condiciones de estabilidad de la plataforma. La línea de puntos amarilla es el track GPS del miniUAV.



Figura 2. El miniUAV ATMOS-3 de CATUAV e interior de la cabina de control.



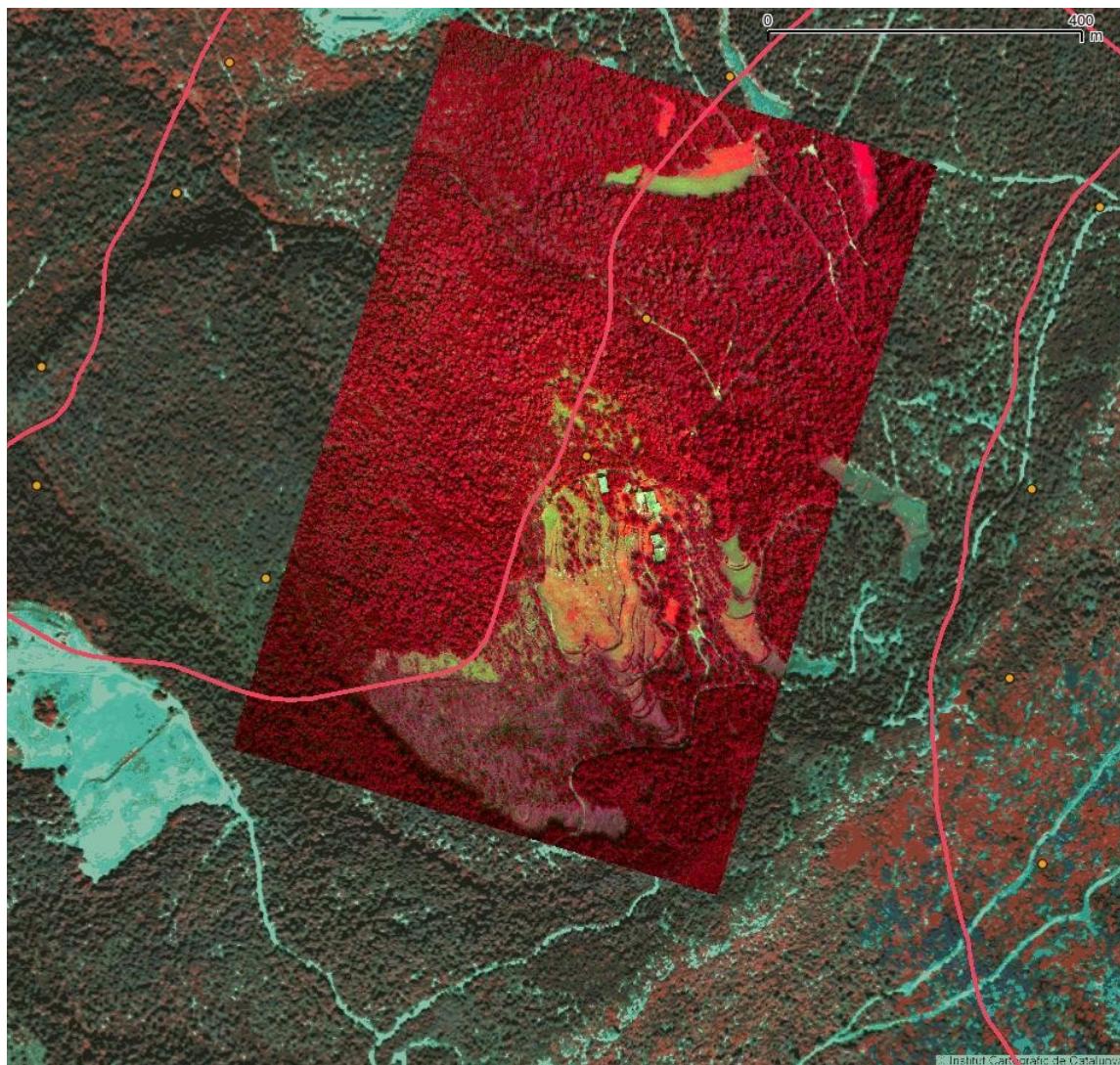


Figura 3. Imagen georeferenciada L1 adquirida por el miniUAV ATMOS-4 superpuesta sobre la ortoimagen 1:5000 del ICC el SIG. La línea roja representa el track del GPS de vuelo.



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

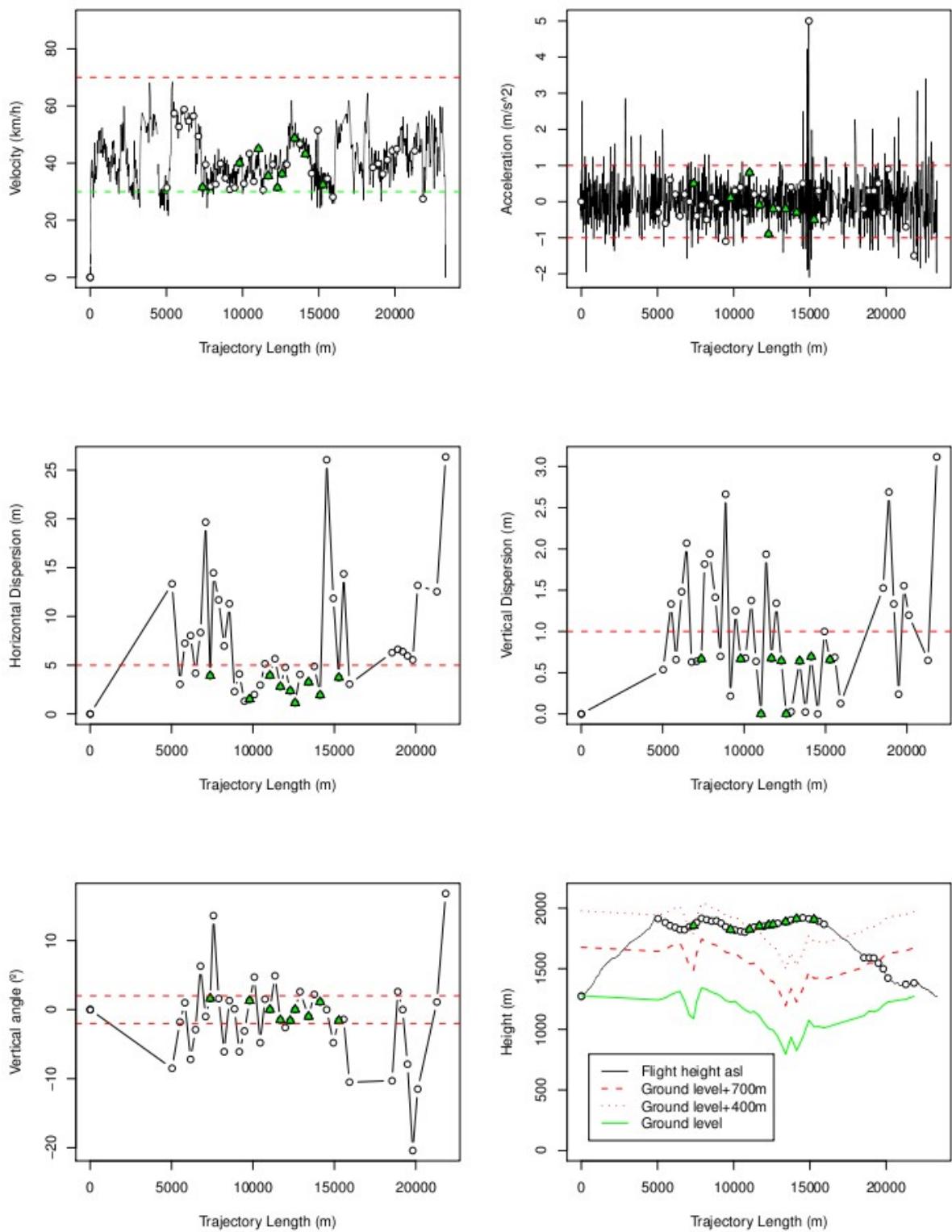


Figura 4. Campaña en el Plà de la Calma el 20090926. Velocidad, aceleración, dispersión horizontal y vertical, ángulo vertical, y altura de vuelo. Las líneas discontinuas indican valores de referencia. Los puntos indican las imágenes y los triángulos verdes las imágenes adquiridas en condiciones de estabilidad.



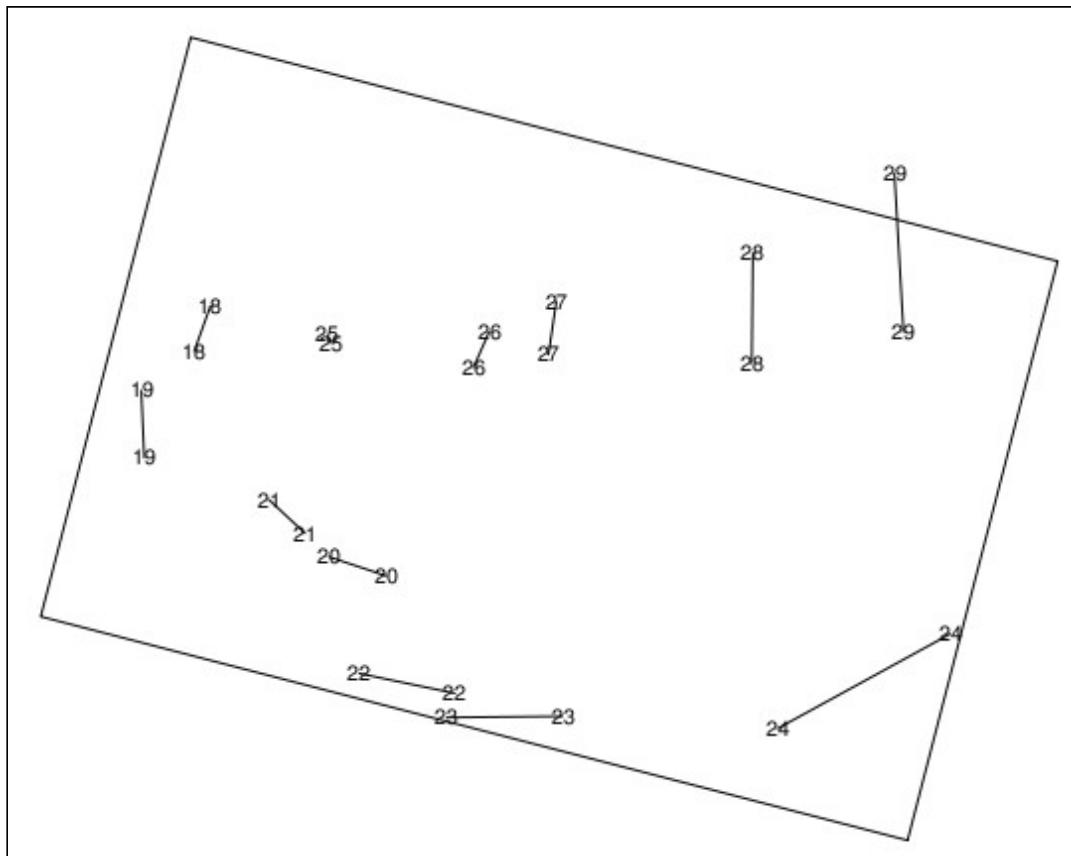


Figura 5. Ejemplo de errores de los puntos de control de una de las imágenes (SDIM1444) adquiridas por el miniUAV ATMOS-4 sobre la zona del Plà de la Calma. El disparo de la imagen se efectuó en vuelo a 54.7 km/h desde las coordenadas 445648, 4623799 (UTM 31 N ED50), 1823 m sobre el nivel del mar (510 sobre el terreno). La imagen cubre aproximadamente 623 m x 415 m con píxeles de 0.236 m x 0.236 m.



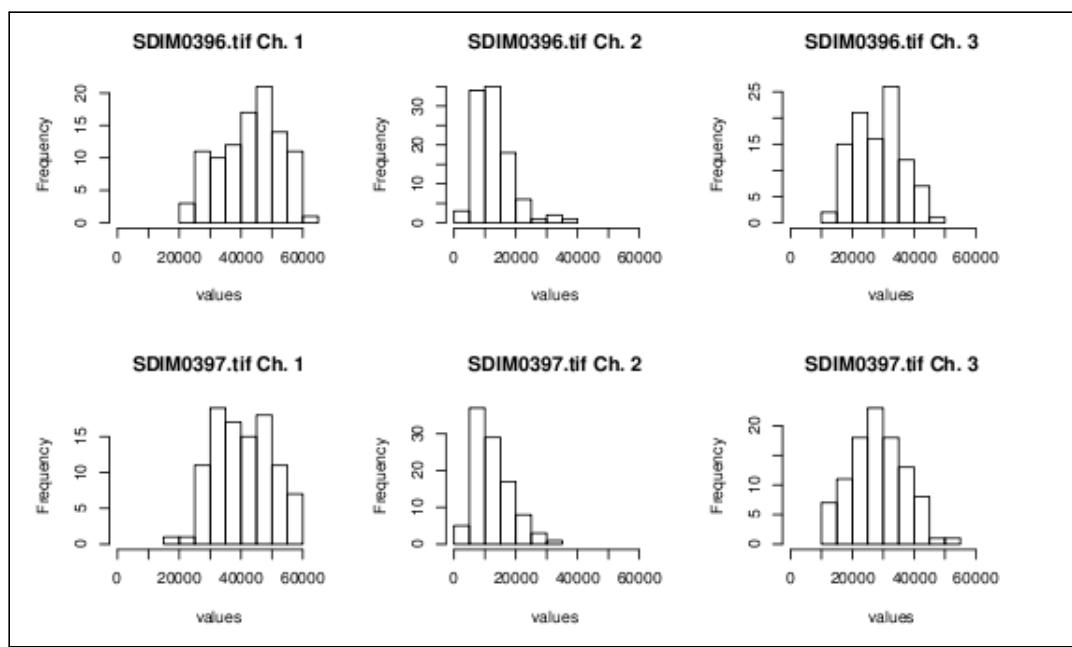


Figura 6. Ejemplos de histogramas de imágenes de nivel L0 adquiridas sobre la zona test el 20090409.

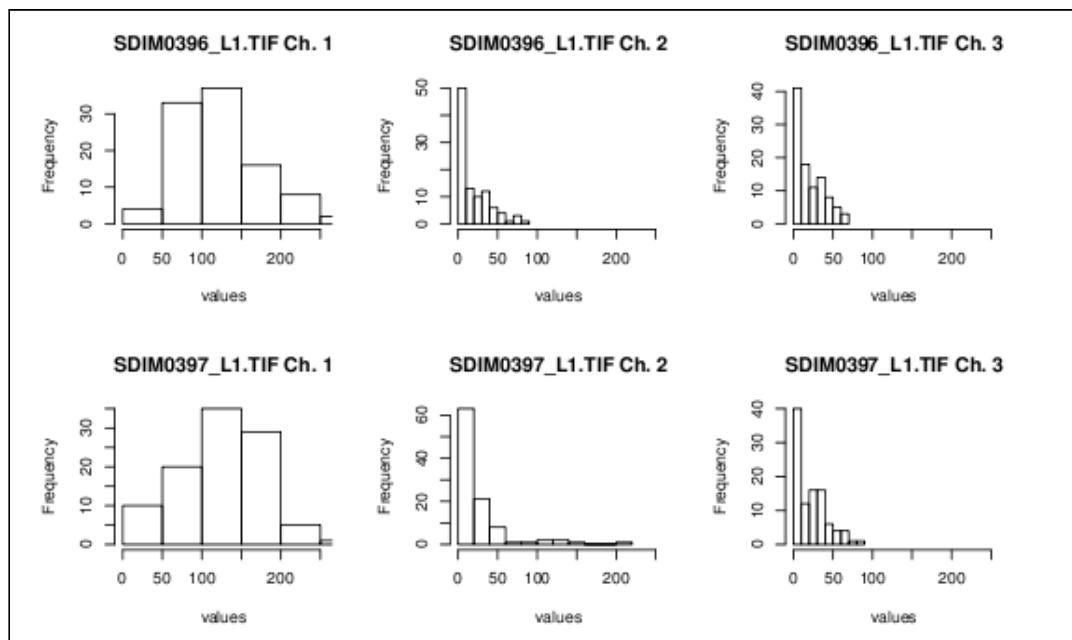


Figura 7. Ejemplos de histogramas de imágenes de nivel L1 adquiridas sobre la zona test el 20090409.



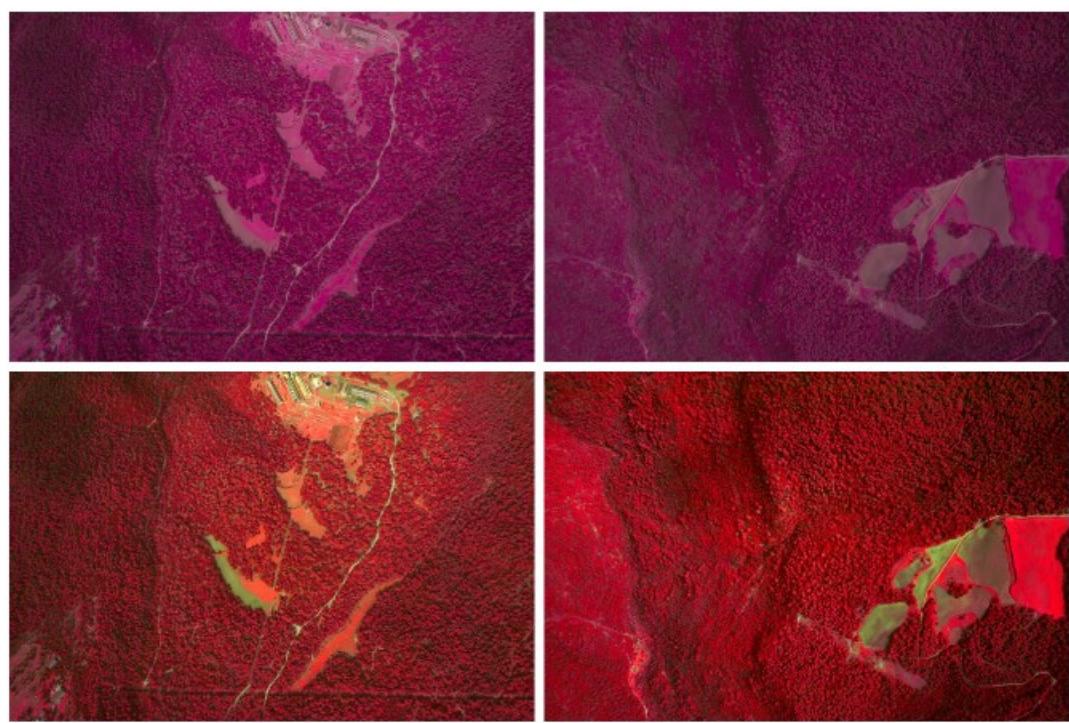


Figura 8. Ejemplos de imágenes de nivel L0 (superior) y L1 (inferior) adquiridas por el miniUAV ATMOS-4 sobre la zona test el 20090409.

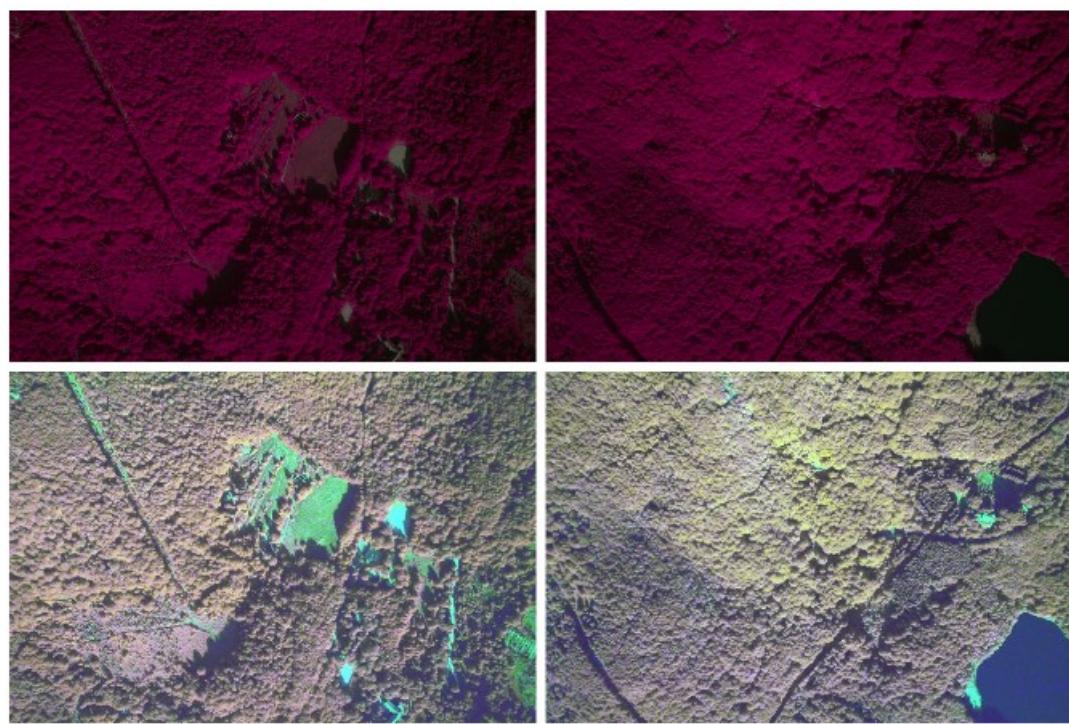


Figura 9. Ejemplos de imágenes de nivel L0 (superior) y L1 (inferior) adquiridas por el miniUAV ATMOS-4 sobre la zona de Santa Fe el 20090729.



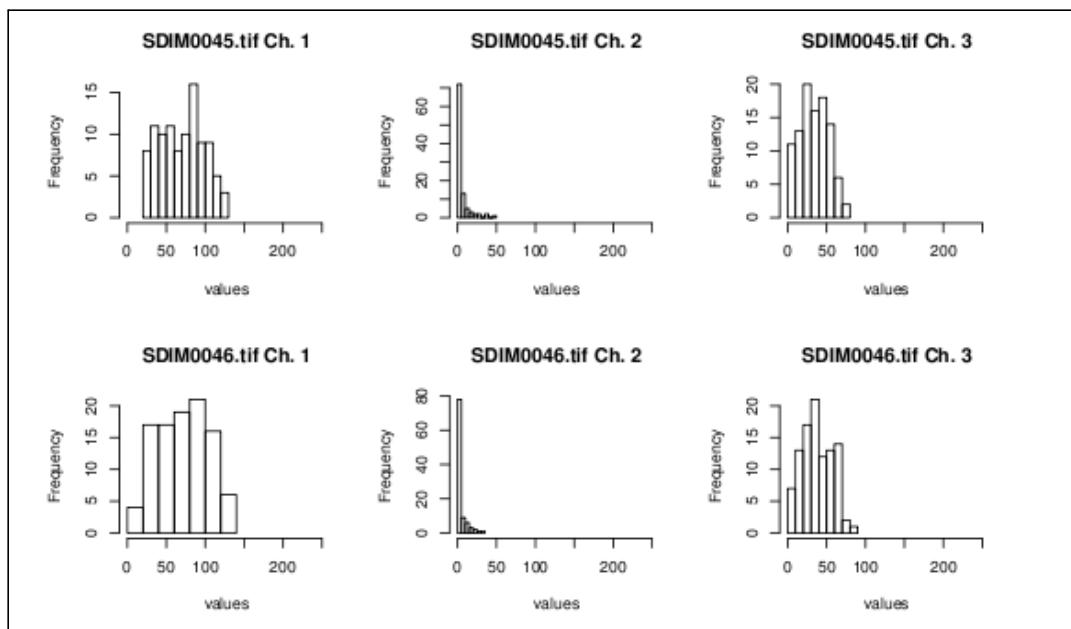


Figura 10. Ejemplos de histogramas de imágenes de nivel L0 adquiridas sobre la zona de Santa Fe el 20090729.

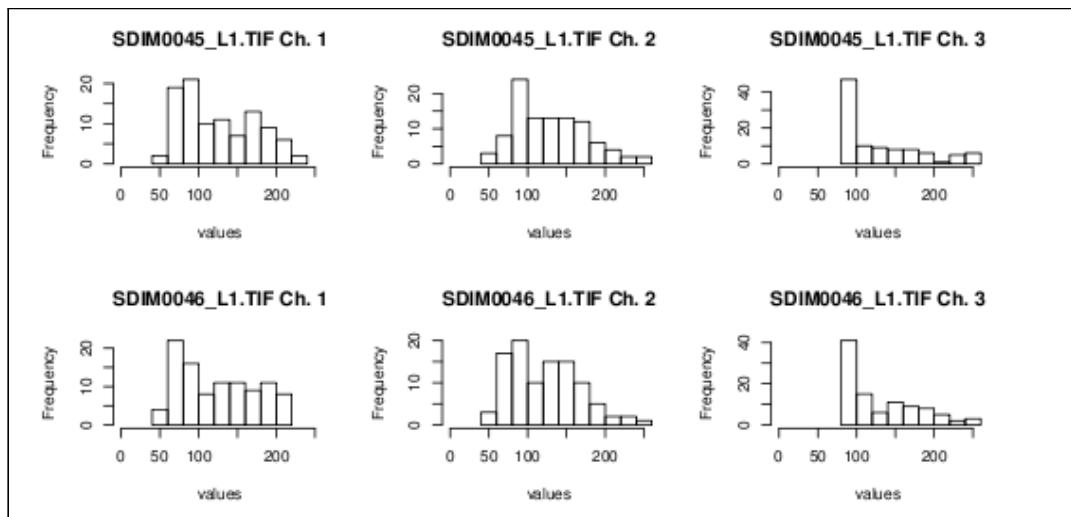


Figura 11. Ejemplos de histogramas de imágenes de nivel L1 adquiridas sobre la zona de Santa Fe el 20090729.



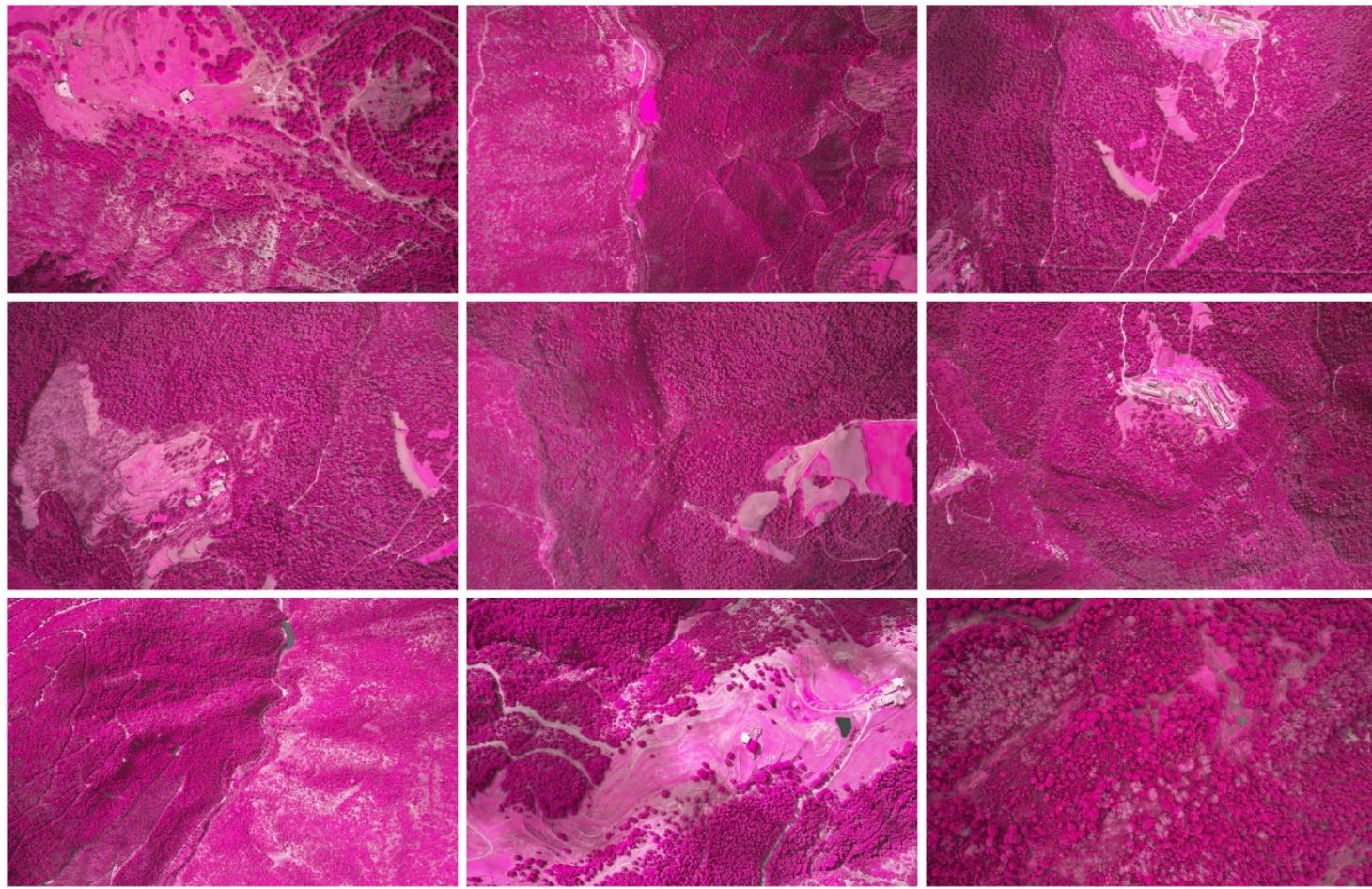


Figura 12. Ejemplos de imágenes L0 adquiridas con el miniUAV ATMOS-4 en la campaña test del 20090409.



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

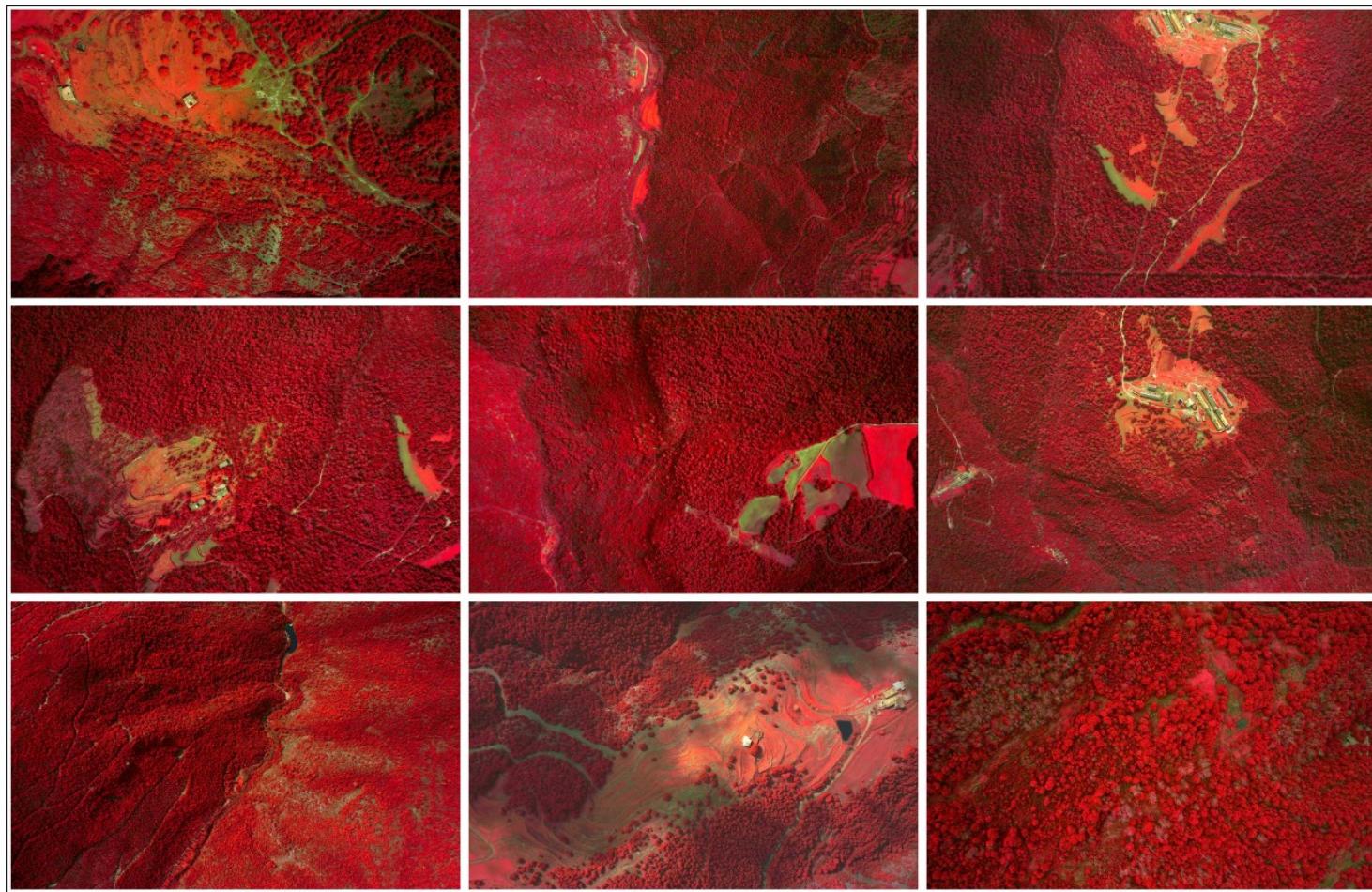


Figura 13. Las imágenes de la Figura 12 procesadas a nivel L1.



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

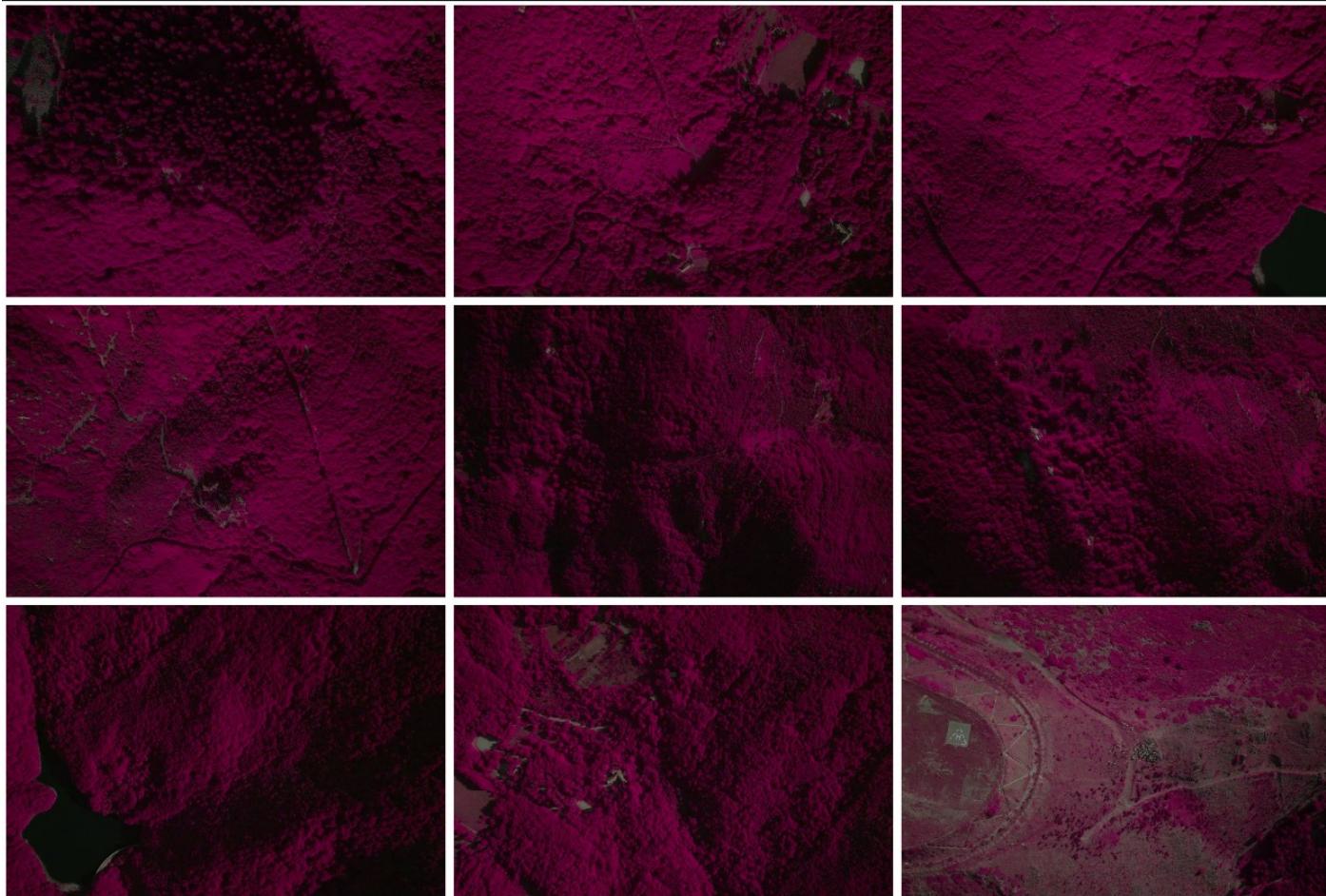


Figura 14. Ejemplos de imágenes adquiridas con el miniUAV ATMOS-4 en la campaña sobre el Turó de l'Home y Santa Fe el 20090729.



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>

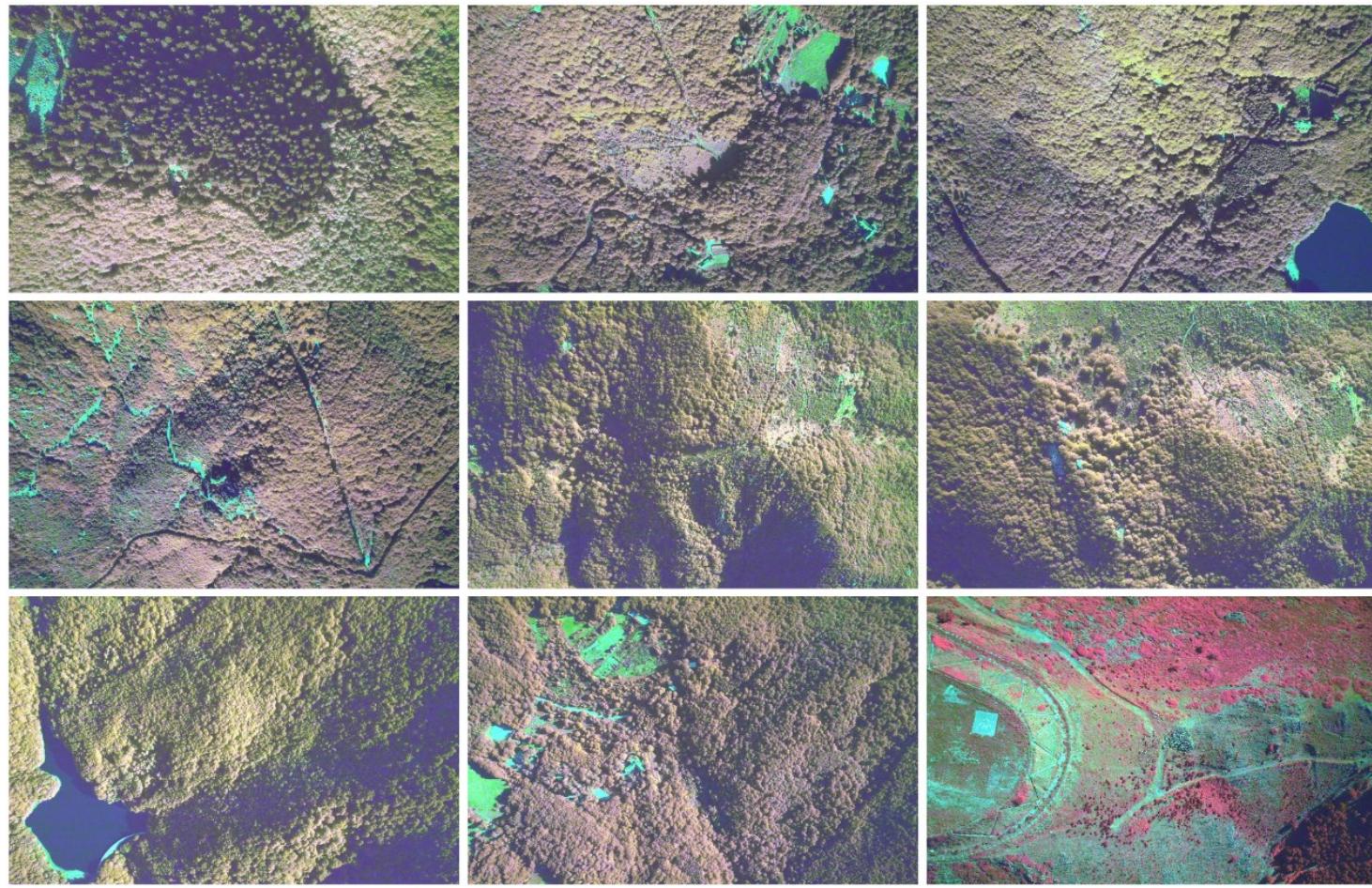


Figura 15. Las imágenes de la Figura 14 procesadas a nivel L1.



Creative Commons License 2.5
Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2.5 Generic
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>