

***Especificaciones de diseño del campo de pruebas y del vuelo de requerido para calcular calibraciones de todas las cámaras de la familia UltraCam de VEXCEL/Microsoft***

---

gtbi

28 de Febrero de 2012

Versión 1.2



## Campo de calibración tipo para sistemas de cámara digital fotogramétrica UltraCam

Este documento define las características recomendables que debe tener un campo de calibración para realizar de forma adecuada:

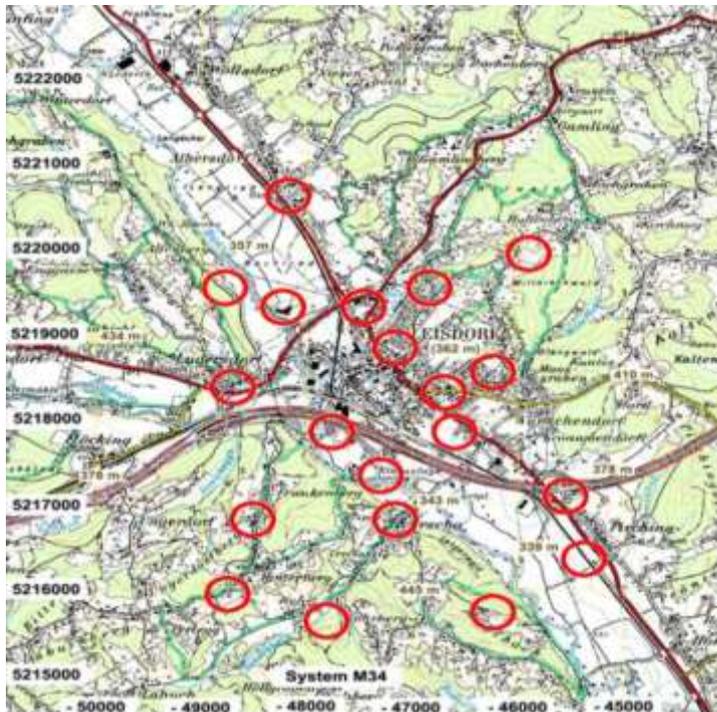
- *La Calibración Geométrica de la cámara digital*
- *La Evaluación de la Radiométrica de la cámara digital*
- *El cálculo de desalineación del IMU*

Es recomendable que cada empresa o institución disponga de un campo de calibración para realizar un vuelo del mismo una vez cada uno o dos años, aproximadamente, y de esta manera comprobar que la calibración no ha variado o en caso que haya variado, poder calcular un nuevo certificado.

### 1) Características Principales

El campo de calibración debe tener más **de 20 puntos de control** o apoyo dentro de un área de aproximadamente 2000 x 3000 m.

La longitud de las líneas de vuelo por tanto cubrirá un área de entre 3000 y 4000 m.



Los puntos deben de estar perfectamente señalizados e identificables, y en lugares planos sobre el terreno, (hay que evitar elementos como vallas, muros o similares). Así mismo se recomienda una revisión periódica de estos para garantizar un perfecto estado de conservación.

La precisión de los puntos de control debe de ser de unos 5 cm tanto en planimetría como en altimetría.

El vuelo de calibración debe hacerse en dos escalas distintas que se traduzcan en un tamaño aproximado de pixel en el terreno (GSD) que en el vuelo alto sea el doble o el triple, aproximadamente, que el del vuelo bajo.

**Tabla 1. Familia de cámaras UltraCam y parámetros principales**

<u>Modelo</u>	<u>Formato (Pix)</u>	<u>Píxel en <math>\mu\text{m}</math></u>	<u>Distancia Focal</u>	<u>Lv00</u>
UltraCam D	11500 x 7500	9 $\mu\text{m}$	100 mm	280 Mb
UltraCam X	14320 x 9318	7,2 $\mu\text{m}$	100 mm	429 Mb
UltraCam Xp	17310 x 11310	6 $\mu\text{m}$	100 mm	624 Mb
UltraCam XpWA	17310 x 11310	6 $\mu\text{m}$	70 mm	624 Mb
UltraCam L	9600 x 6500	7,2 $\mu\text{m}$	70 mm	198 Mb
UltraCam Lp	11310 x 7920	6 $\mu\text{m}$	70 mm	288 Mb



Por tanto, se debe preparar un vuelo bajo de entre 5 a 10 cm de GSD, con una altura de vuelo según la cámara, de 1000 m a 1500 m y otro con un GSD de 20 a 30 cm a una altura de vuelo de 2000 m o 3000 m.

La misión a escala grande se compone de 10 pasadas (5 alternadas en dirección N-S y S-N y 5 en la dirección E-W y W-E) con un solape longitudinal aproximado de 80% y transversal de 60%, con un número total de imágenes que varía entre 135 y 240.

La misión a escala pequeña se compone de 6 pasadas (3 alternadas en dirección N-S y S-N, y 3 en la dirección E-W y W-E) con un solape longitudinal aproximado de 80% y de 60% transversal con un total de imágenes que varía entre 45 y 75.

## 2) Datos Necesarios para la calibración

La misión del vuelo de calibración sobre el campo preparado al efecto, debe ejecutarse como cualquier otro vuelo estándar por lo que los datos obtenidos serán los mismos.

La única diferencia es el solape entre las imágenes y la alta redundancia, que conlleva hacer la previsión sobre el número de imágenes, y el espacio en disco de las mismas, al ser mayores que un vuelo estándar que cubra la misma superficie.

El conjunto de datos necesario para la evaluación es:

1. *Imágenes LV00 incluyendo Raw Quick View y Exposure Annotation data.*
2. *Imágenes LV02 incluyendo Quickview y ficheros Imageinfo.xml.*
3. *Proyecto de UltraMap At y datos exportados en formato BINGO*
4. *Coordenadas y reseñas de los puntos de control*
5. *Datos brutos GPS/IMU y lever arms GPS/IMU*
6. *Datos GPS/IMU postprocesados*
7. *Informe de misión (duración, tiempo, calida, condiciones atmosféricas, etc)*

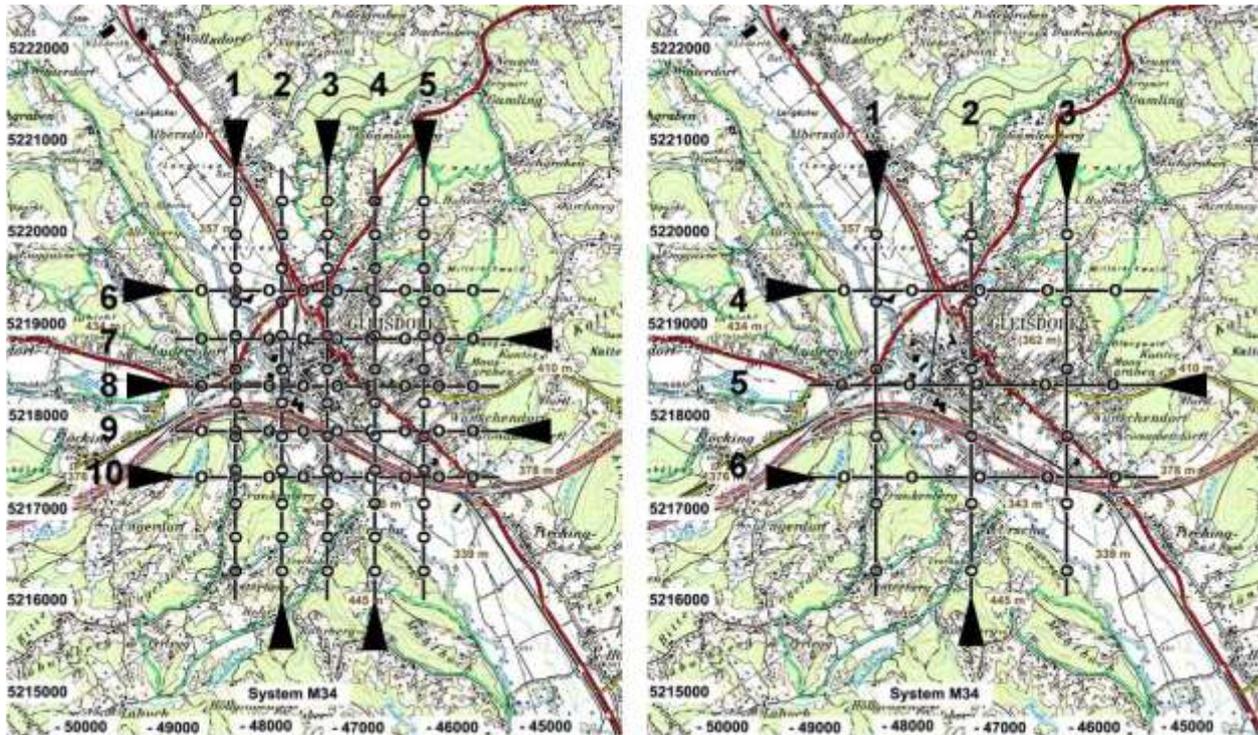
**Es esencial disponer de observaciones precisas GNSS/INS** durante el vuelo, y es necesario tener una estación DGPS en tierra dentro de la zona de proyecto para obtener una buena precisión absoluta en el cálculo de las coordenadas X, Y, Z y los ángulos  $\Omega, \Psi, K$ .

Es interesante que en la medida de lo posible se eviten áreas boscosas y zonas de agua (lagos, mar, etc.), ya que la generación de puntos de paso puede ser insuficiente en esos casos, seleccionando preferentemente áreas urbanizadas, con abundantes detalles sobre el terreno de señalización horizontal, registros, etc.

## 3) Plan de vuelo

El plan de vuelo debe contener dos alturas diferentes con líneas de vuelo perpendiculares en cada uno de ellos. Se recomienda que tengan dirección Norte-Sur, Sur-Norte, y Este- Oeste, Oeste-Este alternadas, con un solape longitudinal del 80% y transversal del 60% para conseguir una alta redundancia de observaciones.

Tal y como se aprecia en la figura el vuelo alto tiene 6 pasadas mientras que el vuelo bajo tiene 10.



Las tablas 2 y 3 muestran la altura de vuelo sobre el terreno, el tamaño real de la huella de la imagen, la base y el espaciado entre pasadas para las cámaras UltraCam D, UltraCam X, UltraCam Xp, UltraCam Xp WA, UltraCam L y UltraCam Lp.

En caso de ser necesario es posible modificar estos parámetros para adaptarlo a las condiciones locales, así por ejemplo el espaciado entre líneas puede modificarse para que se produzca un solape entre ellas del 70% o incluso más.

#### 4) Cálculo de la desalineación del IMU o Bore-sight Missalignment

Un bloque de calibración como el definido en este documento puede utilizarse también para calcular la desalineación del IMU (Bore-sight Missalignment) que es necesario realizar cada vez que se desmonte la cámara.

Este es un proceso sencillo que puede realizar el propio cliente con un software de aerotriangulación.

En el caso del cálculo de la desalineación del IMU, no es necesario tener dos alturas de vuelo. Lo más importante es disponer de una alta densidad de puntos de paso muy bien distribuidos en las imágenes y disponer de líneas de vuelo en todas las direcciones, esto es: N-S, S-N, E-W y W-E. Por tanto, únicamente con uno de los planes de vuelo descritos (ya sea el alto o el bajo) sería suficiente.

En este proceso no es necesario que existan puntos de control, aunque si recomendable para tener la garantía de que todo está funcionando correctamente.

**Tabla 2. Parámetros del vuelo bajo, con 80% - 60%.**

Camera Model	Footprint Size		GSD	Flying Height 1
UltraCam D	1150 m	750 m	10 cm	1150 m
UltraCam X	1550 m	1000 m	11 cm	1500 m
UltraCam Xp	1550 m	1000 m	9 cm	1500 m
UltraCam Xp WA	2080 m	1350 m	12 cm	1400 m
UltraCam L	1360 m	950 m	14 cm	1400 m
UltraCam Lp	1360 m	950 m	12 cm	1400 m

Camera Model	Line Distance	Base	Flying Height 1
UltraCam D	460 m	150 m	1150 m
UltraCam X	620 m	200 m	1500 m
UltraCam Xp	620 m	200 m	1500 m
UltraCam Xp WA	830 m	270 m	1400 m
UltraCam L	540 m	190 m	1400 m
UltraCam Lp	540 m	190 m	1400 m

**Tabla 3. Parámetros de vuelo alto, con 80% - 60%.**

Camera Model	Footprint Size		GSD	Flying Height 2
UltraCam D	2300 m	1500 m	21 cm	2300 m
UltraCam X	3100 m	2000 m	22 cm	3000 m
UltraCam Xp	3100 m	2000 m	18 cm	3000 m
UltraCam Xp WA	4150 m	2700 m	24 cm	2800 m
UltraCam L	2720 m	1900 m	29 cm	2800 m
UltraCam Lp	2720 m	1900 m	24 cm	2800 m

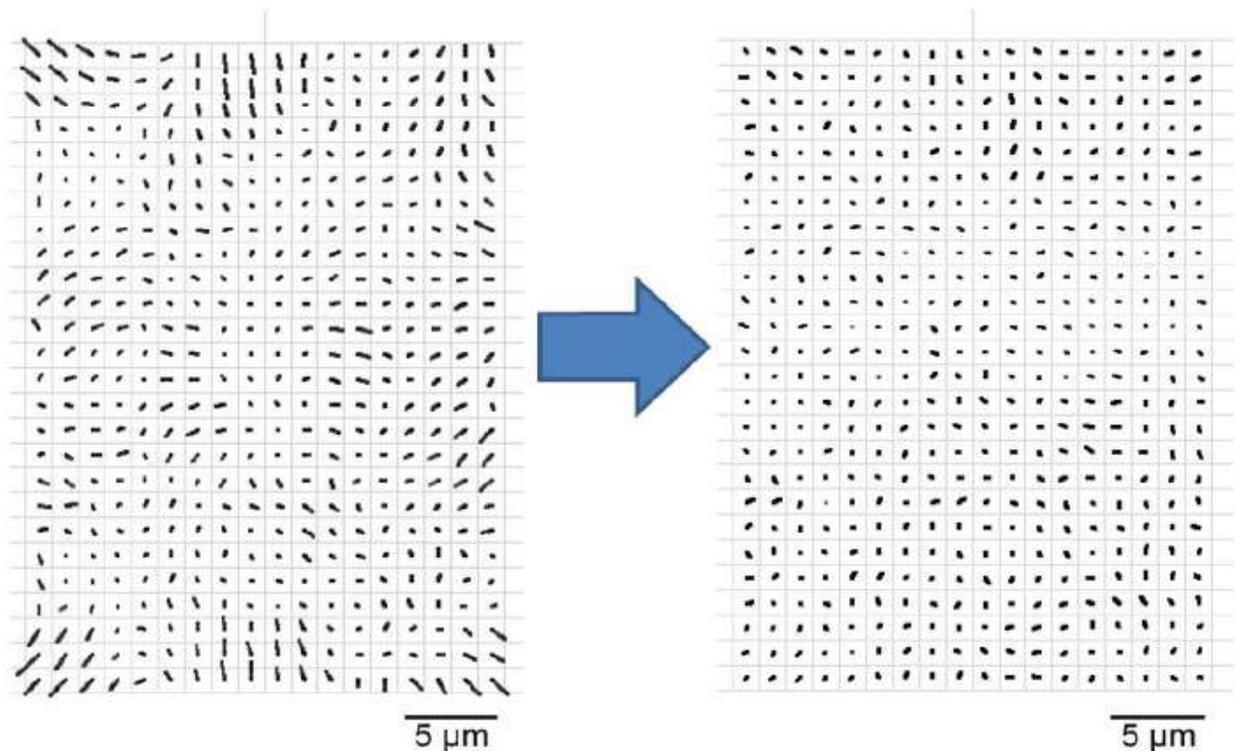
Camera Model	Line Distance	Base	Flying Height 2
UltraCam D	950 m	310 m	2300 m
UltraCam X	1230 m	410 m	3000 m
UltraCam Xp	1250 m	400 m	3000 m
UltraCam Xp WA	1660 m	540 m	2800 m
UltraCam L	1100 m	370 m	2800 m
UltraCam Lp	1100 m	370 m	2800 m

## 5) Proceso de Calibración Geométrica de la cámara digital

El proceso de calibración se realiza en tres pasos.

Primeramente, se descargan y procesan las imágenes. El primer control de calidad visual de la misión completa se realiza visualizando los datos brutos de las vistas rápidas.

Durante el segundo paso, se realiza la aerotriangulación por haces con parámetros de auto calibración adicionales y generando puntos de paso automáticos que deben tener gran densidad y una buena distribución.



La figura muestra los resultados de la AT considerando parámetros de auto calibración. La magnitud de las distorsiones residuales se reduce considerablemente.

El tercer y último proceso es el informe del resultado y la creación de un nuevo certificado de calibración si es necesario.

El proceso y visualización de las imágenes, así como la AT son realizados por el cliente, mientras que el ajuste final con los parámetros de auto calibración y la creación del nuevo certificado de calibración se realiza en Vexcel.

## 6) Evaluación de la calidad radiométrica de la imagen

Además de los procesos geométricos, las imágenes de resolución completa LV00 y LV02 junto con los ficheros imageinfo.xml se utilizan para evaluar la calidad radiométrica de la imagen, nitidez, nivel de ruido, así como los resultados del proceso de stitching.

El cliente será informado de los resultados de esta evaluación.