



# Aerotri

## Cálculo de Aerotriangulaciones

**Aerotri** es un programa que realiza el ajuste de bloques fotogramétricos para el cálculo de la aerotriangulación. El cálculo del bloque se puede realizar con miles de fotogramas en cualquier disposición, con datos de distinta procedencia e incluso sin puntos de apoyo, utilizando datos GPS/INS.

Obtiene un fichero con toda la información del ajuste, así como un fichero de orientaciones necesario para la creación de ortofotos y la restitución. Calcula parámetros de deriva para las observaciones GPS/INS y corrige los datos de ese error.

Se genera un gráfico del vuelo, con una representación precisa de los fotogramas sobre el terreno, los puntos y las elipses de error. Este gráfico se puede guardar en formato dgn, tanto 2D como 3D, incluso con coordenadas UTM y precisión de milímetros; así como en el formato bin de Digi.

El programa ha sido muy depurado y optimizado en cuanto al espacio de memoria necesario y, sobre todo, respecto al número de operaciones a realizar, con el fin de obtener una aplicación muy rápida que permite el ajuste de grandes bloques en un tiempo muy pequeño.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

### Cálculo y ajuste

El ajuste de la aerotriangulación se lleva a cabo mediante el **método de haces**, que establece directamente relaciones entre las fotocoordenadas y el terreno, sin pasar por modelos. Se realiza por tanto un ajuste simultáneo de todas las observaciones, incluyendo en estas, además de las fotocoordenadas, las coordenadas de los puntos de apoyo (salvo que se obligue a que sean fijos) y las coordenadas GPS de los centros de proyección. Al tratar todos los datos en conjunto y no realizar ningún paso intermedio se aprovecha al máximo toda la información.

Aerotri ofrece dos tipos de ajuste: mínimo cuadrático y robusto, que permite la detección y eliminación automática de observaciones erróneas (en las fotocoordenadas medidas, en los puntos de apoyo ó en los datos GPS con los centros de proyección aproximados). Cuando se realiza un ajuste robusto el peso de una observación varía en cada iteración en función del residuo. Los residuos elevados se resaltan con un número o con un asterisco, de acuerdo al número de veces que el residuo sobrepasa su propia desviación típica:  $\sigma_v$ . Esta se calcula teniendo en cuenta la redundancia parcial de cada observación:  $\sigma_{vi} = \sigma_{li} * r_i$ .

## **Módulos de cálculo**

### **Calibración**

El módulo de calibración se basa en un modelo de distorsión diseñado para permitir modelar la distorsión de cualquier cámara con proyección central, desde cámaras métricas, ya sean analógicas o digitales, a cámaras amateur. Los parámetros son independientes unos de otros y, de todas las posibles combinaciones orientación/distorsión. El programa siempre obtiene aquella para la cual la distorsión es mínima.

El resultado de la calibración puede ser leído por Digi que corrige de forma continua la distorsión al moverse sobre la foto y en los ficheros generados.

### **Transformación de modelos**

El módulo de transformación de modelos, calcula una transformación de semejanza tridimensional entre dos sistemas de coordenadas, y transforma todos los puntos al sistema de referencia, incluyendo la matrices de giro de centros de proyección, si existen.

El algoritmo empleado proporciona una solución rigurosa y rápida, con un tiempo de cálculo lineal respecto al número de puntos, haciendo del programa una herramienta idónea para el cálculo de parámetros de transformación entre dos sistemas cuando se tiene un gran número de puntos.

### **Tipos de observación GPS e INS**

Aerotri permite distinguir entre tres tipos de observaciones GPS e INS (tipo 0,1 y 2).

Las observaciones de tipo 0 no están afectadas por errores sistemáticos de desviación. Las coordenadas tipo 1 tienen un error constante (desplazamiento) en cada coordenada. Si son tipo 2 tienen un error de deriva. El programa calcula los parámetros de desviación que corresponda según el tipo y corrige las observaciones GPS de ese error. Finalmente, la opción «Offset» para los datos inerciales calcula un único error constante para todas las pasadas.

Es posible emplear para los datos de posición (GPS) y para los giros (INS) grupos que no sean coincidentes. Para ello se dividen primero los datos en tantos conjuntos como sea necesario, de manera que dentro de cada conjunto todos los puntos compartan unos mismos parámetros de desviación, tanto para el GPS como para el INS

### **Cálculo de fotogramas intermedios**

Si el recubrimiento longitudinal es del 80% (es decir, si tomando una de cada dos fotografías se tiene recubrimiento), y si se tienen datos GPS e INS de los centros de proyección, es posible medir la mitad de los fotogramas, con lo que se tiene un bloque adecuado, y posteriormente el programa calcula las coordenadas ajustadas de los centros de proyección omitidos a partir de las coordenadas y giro presentes en el fichero de GPS y los parámetros de desviación calculados en el ajuste.

# FICHEROS

## **FICHEROS DE ENTRADA**

### **Fichero de fotogramas**

Es el fichero que contiene las medidas de las fotocoordenadas. Las unidades de las magnitudes deben ser siempre las mismas.

Este fichero debe contener:

- Nombre del fotograma
- Nombre del punto
- Fotocoordenadas x e y
- Marcas (opcionales) 1 si fotograma o fotocoordenada entra en el cálculo, 0 si no entra.

La precisión de las fotocoordenadas se especifica en la ventana del programa. Sin embargo puede haber puntos con una precisión distinta. Para estos puntos se indica su precisión en el fichero mediante un ';' seguido del valor de la precisión. Ha de escribirse tras el último campo, la coordenada y o la marca, según se trate de un fichero sin marcar o marcado. Aerotri puede leer ficheros con el formato de PATB.

Extensiones de los ficheros:

- Aerotri: .fot (sin marcar), .ftm (marcado)
- PATB: .f, .ff

### **Fichero de apoyo**

Es el fichero que contiene las coordenadas de los puntos de apoyo. Se pueden indicar también puntos de control. Estos puntos tienen coordenadas conocidas pero no entrarán en el cálculo, sirviendo posteriormente para comprobación. Se mostrarán sus residuos, como diferencia entre las coordenadas calculadas y las conocidas. Se indican marcándolos con un 2. Las unidades de las magnitudes deben ser siempre las mismas.

Este fichero debe contener:

- Número de punto
- Coordenadas X, Y, Z
- Marcas (opcionales)

Al igual que las fotocoordenadas, su precisión se indica en la ventana del programa pero pueden especificarse en el fichero precisiones distintas para cada punto. Se indican separadamente la precisión planimétrica y altimétrica.

Extensiones de los ficheros:

- Aerotri: .apy (sin marcar), .pym (marcado)

### **Fichero de observaciones GPS/INS**

En un mismo fichero se pueden combinar grupos de distinto tipo. También se permiten precisiones particulares, tanto a nivel individual como a nivel de grupo. Si sólo existen datos de GPS o sólo de INS, se indican igual que las precisiones planimétrica y altimétrica en el fichero de puntos de apoyo. Para los datos INS el primer valor de precisión afecta a  $\Omega, \Phi$  y el segundo a K.

Extensiones de los ficheros:

- Aerotri: .gpn

### Fichero de valores aproximados

Es el fichero que contiene los valores aproximados de los puntos y centros de proyección. Este fichero no es imprescindible aportarlo. Si no existe lo genera el propio programa a partir del fichero de fotogramas.

Este fichero debe contener:

- Número de punto
- Coordenadas X, Y, Z
- Giros  $\Omega, \Phi, K$
- Marcas (opcionales)

Los valores ajustados de un cálculo pueden servir como valores aproximados para otro cálculo posterior. Si se le indica al programa, marcando la casilla correspondiente, el cálculo será normalmente bastante más rápido.

Al terminar un ajuste Aerotri automáticamente escribe el nombre del fichero de valores ajustados en el lugar del fichero de valores aproximados y marca la casilla que indica que son valores ajustados.

Extensiones de los ficheros: -Aerotri: .apr (sin marcar), .prm (marcado), .ajs (ajustado)

Aerotri Manager

Archivo Herramientas Configuración Ayuda

Principal Avanzado Información de salida

Fichero de fotogramas Fichero de apoyo

Aerotri Aerotri

Fichero de valores aproximados Fichero de GPS/INS

Aerotri Son ya valores ajustados Aerotri

Precisiones

Fotocoordenadas

Apoyo

Planimetría Altimetría

GPS

Planimetría Altimetría

INS

$\Omega, \Phi$  K

Tipo de ajuste

☐ Mínimo cuadrático

☒ Robusto

Puntos de apoyo

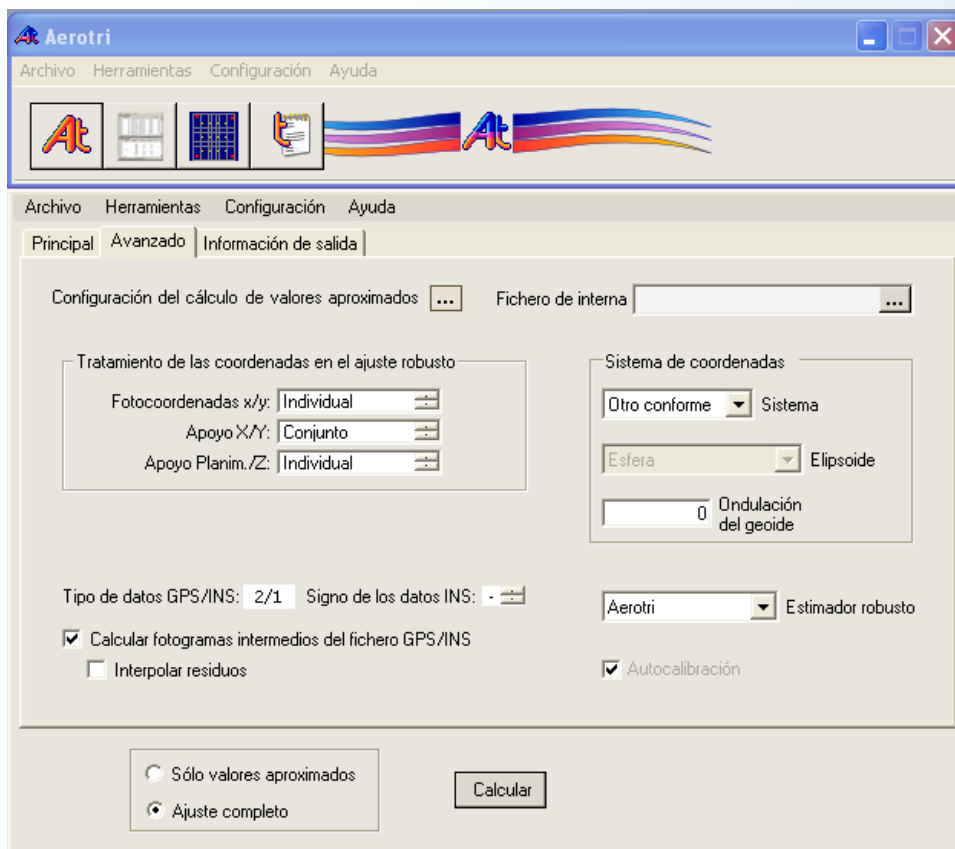
☐ Fijos

☒ Variables

☐ Sólo valores aproximados

☒ Ajuste completo

Calcular



## **FICHEROS DE SALIDA**

El programa Aerotri genera dos ficheros en el cálculo de valores aproximados y un número variable en el ajuste del bloque, según se haya configurado la salida. Los del cálculo de valores aproximados son un fichero de proceso, con extensión .pro, y el del resultado propiamente dicho, de valores aproximados, con extensión .prm, que sirve de entrada para el ajuste del bloque y se explicó en los ficheros de entrada.

### **Fichero de proceso**

El cálculo de valores aproximados es una orientación relativa de todos los fotogramas. Éstos se van uniendo para formar modelos, a los que se podrán incorporar fotogramas contiguos. Los modelos se van uniendo entre sí para finalmente acabar todos los fotogramas formando un único modelo. Las coordenadas de los centros de proyección y puntos en el sistema de coordenadas de ese modelo son los valores que se guardan en el fichero de valores aproximados.

En este fichero se indica:

- Número de puntos en común de los dos elementos que se unen
- Número de iteraciones que fueron necesarias hasta alcanzar la convergencia
- Desviación típica de los residuos a posteriori
- Puntos malos. Puntos con mayor residuo en caso de que sea muy alto en relación a los demás. Los puntos indicados como posibles puntos malos no son necesariamente erróneos

Extensiones de los ficheros:

- Aerotri: .pro

## **Fichero de información del ajuste**

Este fichero se compone de los siguientes elementos:

Cabecera. Datos que definen el ajuste e información acerca del número de fotogramas, puntos y datos GPS e INS.

Residuos. Primero los de las fotocoordenadas, a continuación los de los puntos de apoyo (si no son fijos) y los puntos de control, y por último los de las observaciones GPS e INS si es que hay. En los residuos de las fotocoordenadas se muestra si la observación corresponde a un punto de apoyo

Desviaciones típicas a posteriori. El programa calcula hasta cuatro desviaciones típicas a posteriori: para las fotocoordenadas, para los puntos de apoyo (si no son fijos), para las observaciones GPS y para las INS (si existen). Para los puntos de apoyo y las observaciones GPS (INS) la relación entre las precisiones planimétrica y altimétrica ( $\Omega, \Phi$  y  $K$ ) a posteriori es la misma que a priori (ya que la planimetría y la altimetría no se separan en el cálculo de la desviación típica a posteriori, es decir, no se calculan dos valores sino uno). Entre paréntesis se muestra el valor de la desviación típica a posteriori en relación a las precisiones a priori.

Análisis de la distribución de los residuos elevados. Indica el tanto por ciento de residuos que superan cada nivel. También se realiza un análisis de los residuos de las fotocoordenadas según la zona del fotograma. De esta manera se pueden detectar errores sistemáticos

Parámetros ajustados. Para los centros de proyección, puntos y conjuntos GPS/INS.

Precisiones. En los puntos, además de la precisión individual de las coordenadas X e Y se muestra la precisión planimétrica conjunta. Al final de los puntos se muestran las precisiones planimétrica y altimétrica medias, distinguiendo los puntos de apoyo de los puntos que no son de apoyo, y dentro de estos últimos los que han sido observados en dos, tres o más fotogramas

### Extensiones de los ficheros:

- Texto: .inf
- Html: .htm
- Binario: .bnf
- Hoja pdf: .pdf

