

Estándar de competencias profesionales

Elaborar el proyecto de captura de imágenes para fotogrametría y reconstruir la geometría en el espacio de los haces perspectivos que las forman

Familia Profesional **Edificación y Obra Civil**
Nivel **3**
Código **ECP2608_3**
Estado **BOE**
Publicación **RD 883/2022**

Competencia profesional

Elementos de la competencia

- EC1** Determinar los parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas, partiendo de la información previa contenida en la cartografía, topografía y fotografía existentes o de la recogida de datos en visita previa al lugar en función del tipo de objeto/terreno y de la precisión requerida en el proyecto que por su tipología sean de su competencia.
- IC1.1** El tamaño medio del píxel proyectado sobre el objeto o terreno a fotografiar o GSD (Ground Sample Distance) se selecciona, cumpliendo con los requisitos de precisión y/o nivel de detalle y comprobando las exigencias técnicas establecidas en proyecto.
- IC1.2** El tipo de sensor captador de imágenes se elige según las necesidades del proyecto (analógico o digital, puntual, matricial o lineal, activo o pasivo, entre otros), seleccionándolo en función del tamaño del área a cubrir, las características geométricas del objeto, terreno o fenómeno a modelizar, el rango del espectro óptico que se desea captar y de la disponibilidad del equipo específico.
- IC1.3** El tamaño del sensor (cámara fotográfica, video, entre otros) se selecciona, según el tamaño adecuado para minimizar el número de fotogramas que darán cobertura al área del proyecto, manteniendo la profundidad de campo mayor o igual a la requerida.

- IC1.4** La distancia focal de la óptica se selecciona en función de la distancia de toma máxima permisible entre la cámara y el objeto o terreno a fotografiar y del abatimiento máximo por proyección de elementos verticales en la imagen que sea permisible en el proyecto, perteneciendo a un rango que permita garantizar el tamaño medio del pixel proyectado o GSD.
- IC1.5** La distancia de toma entre la cámara y el objeto o terreno a fotografiar se determina en función de la distancia focal de la óptica seleccionada y del tamaño del pixel del sensor, garantizando el tamaño medio del pixel proyectado o GSD que se quiera obtener en el proceso.
- IC1.6** La velocidad máxima del vuelo, cuando la toma de datos se realice desde medios aéreos se establece en función de la cadencia de disparo de la cámara o de la frecuencia máxima de barrido según el tipo de sensor seleccionado, verificando las exigencias establecidas en proyecto.
- IC1.7** La separación transversal entre las pasadas longitudinales paralelas, si se consideraran estas necesarias, se determina a partir del tamaño medio del pixel proyectado o GSD y del tamaño del sensor, comprobando el porcentaje de solape requerido entre ellas, establecido en base al tipo de procesamiento al que vaya a ser sometida la información.
- IC1.8** La separación entre imágenes matriciales consecutivas se determina a partir del tamaño medio del pixel proyectado o GSD, del tamaño del sensor, y de la apreciación mínima de profundidad deseada, en función del porcentaje de solape requerido entre ellas, establecido en base al tipo de procesamiento al que vaya a ser sometida la información.
- IC1.9** La frecuencia de disparo o toma de los datos que se realice en medios aéreos empleando sensores matriciales se establece en función y de la velocidad de vuelo y de la separación entre imágenes consecutivas, comprobando las exigencias establecidas en proyecto.
- EC2** Estudiar los condicionantes legales y físicos que afectan al proceso de captación de información o ambientales y/o meteorológicos que afectan al proceso a la calidad de la imagen o a las propiedades físicas del objeto, terreno o fenómeno a modelizar, verificando las condiciones establecidas en el proyecto que por su tipología sean de su competencia.
- IC2.1** Los obstáculos que pudieran interferir en el trayecto entre puntos de toma del sensor o sensores captadores de imágenes se detectan, verificando que no interfieren en la escena produciendo ocultaciones de información, detectando todos los elementos que puedan suponer un riesgo para el personal en la zona de proyecto y la distancia mínima de seguridad que ha de respetarse a ellos.
- IC2.2** Las fechas y franjas horarias donde las condiciones de iluminación son apropiadas para el proyecto se estudian o, en su defecto, comprobando que permitan legalmente realizar el

proyecto o fenómeno a modelizar, obteniéndose, del cruce de esta información, los plazos y fechas previstas de realización del proceso de captación de información.

IC2.3 La fuente artificial de iluminación de la escena, en el caso de requerirse unas condiciones particulares de emisión de radiación electromagnética por parte del objeto o terreno a modelizar, se estudian junto con el cliente, y en su caso, con la empresa proveedora los efectos de la fuente de iluminación sobre el objeto/terreno a modelizar, obteniéndose por escrito los correspondientes permisos.

IC2.4 Los condicionantes ambientales y/o meteorológicos que pueden afectar a la calidad de la imagen se estudian, informando tanto al cliente como a la empresa proveedora de imágenes para fines fotogramétricos.

IC2.5 Los permisos administrativos que se requieran para el proceso de captación de información, en caso de ser necesario se obtienen, verificando que se cumplen las exigencias establecidas en proyecto o documentación de encargo.

EC3 Elaborar el esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento a partir de los parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas previamente definidos, teniendo en cuenta los condicionantes que afectan al proceso de captación de información y estableciendo el plan de actuación en el que se definen pormenorizadas las fases a ejecutar, en aquellos proyectos que por su tipología sean de su competencia.

IC3.1 Las coordenadas de los puntos exactos desde los cuales el sensor captador obtiene imágenes del objeto o terreno y la dirección de apuntamiento se seleccionan, comprobando la huella y los solapes longitudinales, y en su caso, los transversales, verificando el recubrimiento completo de las superficies a modelizar y que cada punto de las superficies sea visto desde un mínimo de tres puntos de vista distintos.

IC3.2 Las zonas de cambio de pasada, en proyectos cuya geometría tenga un desarrollo lineal se solapan en un mínimo de tres fotogramas de cada pasada realizadas con sensores matriciales, o en su caso, en una superficie de longitud mayor o igual al ancho de la traza en los sensores de barrido.

IC3.3 Las zonas donde sea imposible identificar puntos comunes en más de un fotograma (láminas de agua, zonas censuradas, entre otros), si no se emplea georreferenciación directa, se incluyen, si es posible en una única zona de solape entre fotogramas consecutivos y si la zona es muy extensa, verificando que no ocupe más de un 30% de cada imagen en la que figure.

IC3.4 La ruta o recorrido a seguir para visitar todos los puntos de toma se obtiene, minimizando el tiempo del proceso, contando con las limitaciones en la maniobrabilidad y de uso del vehículo donde se embarque el sensor captador de imágenes, en el caso de embarcarse, evitando los obstáculos detectados y maximizando las distancias de seguridad a elementos de riesgo.

IC3.5 La representación gráfica con la distribución de los puntos de toma y la ruta o recorrido se realiza, validándolo con la empresa proveedora de imágenes para fines fotogramétricos.

EC4 Generar un esquema de distribución óptima de puntos de apoyo y/o control fotogramétrico, garantizando la geometría del bloque de imágenes, sirviendo de referencia para la obtención de los mismos, en aquellos proyectos que por su tipología sean de su competencia.

IC4.1 La cantidad y distribución de los puntos de apoyo y/o control se obtienen en función de la existencia o no de información adicional de posición y/u orientación en el espacio del sensor o sensores captadores de imágenes obtenida en el proceso de captación de información, de su precisión y de la técnica de obtención de las orientaciones externas de los fotogramas (par estereoscópico o aereotriangulación), empleando sistemas auxiliares como sistemas de navegación inercial, unidades de medida inercial, altímetros o receptores GNSS, y en aquellos proyectos cuya geometría requiera un bloque de pasadas paralelas o adicionales transversales a estas, reduciendo la cantidad de puntos de apoyo necesarios para garantizar la geometría del bloque.

IC4.2 La distribución de los puntos de apoyo se realiza de modo que el polígono que forman los puntos más externos recubran completamente el área de proyecto, cubriendo todo el rango de cotas incluidas las zonas de máxima elevación y máxima profundidad y ubicadas en las zonas de máxima cobertura de imágenes (extremos superior e inferior de las pasadas o en el área central de la zona de solape entre pasadas paralelas, en el caso de existir), comprobando que la separación entre puntos de apoyo dentro de la misma pasada y en el sentido de avance de la pasada, sea como máximo aquella que permita garantizar que los errores transmitidos en las zonas intermedias se encuentren dentro de la tolerancia del proyecto.

IC4.3 El proyecto, en el caso de ser una ampliación, revisión o actualización de otro anterior, se emplea en la zona común los mismos puntos de apoyo y/o control, verificando que, si son diferentes y se requieren puntos de apoyo y/o control en ubicaciones distintas, se obtienen del vuelo fotogramétrico del proyecto original por técnicas fotogramétricas.

IC4.4 Los puntos de control se ubican en las zonas intermedias entre puntos de apoyo, permitiendo obtener una medida de la exactitud en la obtención de las orientaciones externas de los fotogramas.

EC5 Aplicar los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes producidas por el sistema óptico para mejorar la definición del trabajo fotogramétrico, garantizando las exigencias establecidas en el proyecto o documentación del encargo.

- IC5.1** Los certificados de calibración de los sensores se analizan, extrayendo los parámetros y consideraciones particulares indicadas, comparando las exigencias establecidas en el proyecto.
 - IC5.2** El modelo de distorsiones del certificado y el modelo de distorsiones del software fotogramétrico se transforman, ajustándolas para una mejor definición del proyecto.
 - IC5.3** Los parámetros de corrección del sensor con el que se ha obtenido cada imagen se aplica, obteniendo una mejor definición de acuerdo con las exigencias del proyecto.
 - IC5.4** La comprobación de la idoneidad de los parámetros de calibración certificados en la imagen o imágenes del proyecto se realiza, comparándolas y ajustándolas a las exigencias del mismo.
- EC6** Obtener la orientación interna de las imágenes para garantizar su geometría, transformando las coordenadas de la imagen y fotocoordenadas según las exigencias del proyecto.
- IC6.1** La transformación afín entre las coordenadas calibradas de los puntos fiduciales y sus coordenadas imagen medidas se realiza en la observación de imágenes analógicas, comprobando la precisión de las mismas con la precisión del certificado de calibración.
 - IC6.2** La transformación se realiza directamente en la observación de imágenes digitales matriciales, ajustando las coordenadas de imagen y fotocoordenadas, asignando como factor de escala el tamaño del pixel del sensor calibrado.
 - IC6.3** La orientación interna se aplica a cada línea de barrido en la observación de imágenes digitales de barrido y dicha información viene incluida en el modelo de coeficientes polinómicos racionales o RPC, aplicándola en el software fotogramétrico de forma directa.
- EC7** Seleccionar la técnica para la obtención de la orientación exterior de las imágenes o conjunto de imágenes con solape, verificando las exigencias establecidas en el proyecto.
- IC7.1** La orientación externa de una única imagen se obtiene, realizando una transformación conforme o afín 3D entre las coordenadas de puntos en el terreno y sus fotocoordenadas en la imagen cuando solo se disponga de una única imagen o las imágenes no formen par estereoscópico o alternativamente se puede obtener directamente la matriz esencial.
 - IC7.2** La orientación externa de un par estereoscópico se obtiene, realizando una orientación relativa del par y una orientación absoluta del par cuando se disponga de imágenes estereoscópicas y este sea el método que mejor se adapte a las características del proyecto.
 - IC7.3** La orientación externa de un bloque continuo de imágenes solapadas se obtiene mediante un proceso de aerotriangulación, disponiendo, en su caso, de imágenes estereoscópicas y este sea el método que mejor se adapte a las características del proyecto.

- EC8** Obtener la orientación externa, en el caso de tener un único fotograma, a partir de la imagen, de los parámetros de calibración de la cámara empleada, de su orientación interna y de las coordenadas objeto/terreno, estableciendo un mínimo de tres puntos de apoyo ubicados en posiciones óptimas del objeto o terreno a modelizar.
- IC8.1** La identificación de los puntos se realiza sobre la imagen, estableciéndolas a partir de las reseñas literales y/o gráficas de los mismos.
- IC8.2** Las fotocoordenadas se registran, indicando el identificador que las relaciona y las coordenadas objeto/terreno verificándolo las exigencias del proyecto.
- IC8.3** La transformación conforme o afín 3D se realiza, analizando los estadísticos del proceso, estableciendo la precisión de la transformación que debe ser mejor o igual a la requerida en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto.
- EC9** Obtener la orientación externa, en el caso de tener un par estereoscópico, a partir de dos imágenes con solape, de los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas, de sus orientaciones internas y de las coordenadas objeto/terreno, estableciendo un mínimo de tres puntos de apoyo ubicados en posiciones óptimas de la zona de solape entre imágenes.
- IC9.1** La orientación relativa del par se realiza, identificando un mínimo de seis puntos homólogos en las dos imágenes, ubicados en las zonas de Von Gruber, y realizando una transformación conforme 3D u obteniendo una matriz esencial, comprobando que los residuos del proceso de transformación no deben superar 1/2 pixel, transformando ésta orientación entre fotocoordenadas y coordenadas modelo.
- IC9.2** Los puntos de apoyo se identifican sobre las imágenes que forman el par, verificando un mínimo de tres, a partir de las reseñas literales y/o gráficas de los mismos.
- IC9.3** Las coordenadas modelo en el par estereoscópico se registran, indicando el identificador que las relaciona con sus coordenadas objeto/terreno, verificándolo las exigencias del proyecto.
- IC9.4** La transformación conforme 3D entre las coordenadas modelo y las coordenadas objeto/terreno de los puntos de apoyo se realiza, obteniendo los estadísticos del proceso de ajuste, verificando que los residuos no superen la tolerancia de escala.
- EC10** Obtener la orientación externa de un bloque continuo de imágenes solapadas mediante un proceso de aerotriangulación, si es el caso, a partir de un conjunto de imágenes solapadas entre sí, las orientaciones internas, los parámetros de calibración de la cámara o cámaras empleadas y un conjunto de puntos de apoyo ubicados en zonas óptimas que recubren toda el área de proyecto, empleando de forma adicional puntos de control o parámetros

de orientación aproximados, obtenidos con una unidad de medida inercial o IMU o, las coordenadas de los fotocentros de las imágenes obtenidos con un sensor GNSS, o ambos de forma conjunta, empleando un sistema de navegación inercial o INS.

IC10.1 La importación de las coordenadas aproximadas de los fotocentros, en su caso, o de las orientaciones aproximadas de las imágenes, o de ambos, se obtienen, utilizando los equipos o medios de forma manual o automática.

IC10.2 Las fotocoordenadas o de las coordenadas modelo de un mínimo de nueve puntos de paso por par estereoscópico ubicados en las zonas de Von Gruber, medidas en todas y cada una de las imágenes o pares del bloque que solapen con cada punto se obtienen, midiendo de forma manual o por correlación de imágenes.

IC10.3 Las fotocoordenadas o coordenadas modelo de los puntos de apoyo, y en su caso los puntos de control, en todas y cada una de las imágenes o pares que solapen con cada punto, se miden manualmente, estableciéndolas de acuerdo al sistema establecido en proyecto.

IC10.4 El proceso de aerotriangulación en bloque por el método de haces de rayos (caso de haber obtenido fotocoordenadas), o alternatively por el método de modelos independientes (caso de haber obtenido coordenadas modelo), se calculan, obteniendo los estadísticos y verificando que la desviación típica de todos los puntos de paso, apoyo o control debe ser inferior a un píxel y que el error máximo permitido en cada punto de apoyo y control sea inferior o igual a la tolerancia de escala.

IC10.5 Los puntos que no cumplan con las condiciones establecidas en proyecto, se reajustan para corregir su error, y en su caso, eliminándolos si existe suficiente densidad de puntos para garantizar la geometría.

Contexto profesional

Ámbito profesional

Sectores productivos

Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Medios de producción

Datos de campo del objeto o terreno a modelizar. Sistemas de visión estereoscópica forzada o visualizadores de documentos. Cámaras fotográficas. Mesa y material de dibujo técnico. Equipos y redes

informáticas: estaciones de trabajo fotogramétricas, memorias portátiles, escáneres, impresoras, trazadores, grabadoras de datos. Aplicaciones y entornos informáticos de visualización de mapas, hojas de cálculo, procesamiento y visualización de imágenes, y de fotogrametría, así como de diseño asistido o entorno BIM. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

Información utilizada o generada

Pliego de prescripciones técnicas. Listado de empresas proveedoras de imágenes para fines fotogramétricos, así como el listado de sensores y ópticas disponibles por dichas empresas. Características geométricas y distribución espacial del objeto, terreno o fenómeno a modelizar. Mapa de las zonas de exclusión aérea en el que se incluyan las zonas restringidas de vuelo y de vuelos fotográficos, si se requiere. Mapas ZEPA (Zonas de Especial Protección para las aves) con las fechas de restricción de vuelo, si se requiere. Hoja de datos con las características y requerimientos de los sensores a emplear. Previsión meteorológica en la zona de proyecto para las fechas previstas de realización del proceso de captación de información, obtenida de una fuente oficial o de una fuente calidad reconocida. Mapa de obstáculos de la zona de proyecto obtenido a partir de una fuente fiable o visitando la zona de proyecto. Parámetros del proyecto de captura de imágenes estereoscópicas. Condicionantes que afectan al proceso de captación de información. Hoja de datos con las características y condicionantes del vehículo de embarque del sensor o sensores captadores de imágenes. Esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento. Hoja de datos con las características y precisiones de los sensores adicionales para la obtención de la posición y/o orientación en el espacio del sensor o sensores captadores de imágenes. Croquis y coordenadas de los puntos de apoyo y/o control de los proyectos originales que se pretenden ampliar, revisar o actualizar, si es el caso. Vuelo fotogramétrico original con todos sus parámetros, incluido el certificado de calibración de la cámara o cámaras, las orientaciones internas y las orientaciones externas de los fotogramas, en los proyectos de ampliación, revisión o actualización. Imágenes del proyecto fotogramétrico. Certificado de calibración del sistema óptico emitido por una empresa certificada. Imágenes del proyecto fotogramétrico, con los parámetros de calibración de la distorsión de las imágenes aplicados. Esquema de ubicación de los puntos toma y direcciones de apuntamiento. Imágenes del proyecto fotogramétrico, con los parámetros de calibración de la distorsión de la imagen aplicados y sus orientaciones internas. Reseñas y coordenadas de los puntos de apoyo y/o control fotogramétrico. Parámetros de orientación aproximados. Coordenadas de los fotocentros de las imágenes y tiempo GPS.