

NOTA DE SERVICIO 03/2024

Prescripciones técnicas de cartografía y topografía para la redacción de estudios informativos

De acuerdo con el Real Decreto 253/2024, de 12 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, corresponde a la Subdirección General Planificación y Explotación de la Dirección General de Carreteras la elaboración de estudios informativos en el ámbito de la Red de Carreteras del Estado.

El estudio informativo, de acuerdo con la Ley y Reglamento de Carreteras actualmente vigentes, constituye el instrumento básico para la planificación de nuevas carreteras o la modificación sustancial de la funcionalidad de carreteras existentes, sirviendo de base para tramitaciones administrativas de capital importancia: La información pública sobre la declaración de interés general y la concepción global de su trazado, la evaluación de impacto ambiental y la modificación de la ordenación territorial y urbanística por parte de las comunidades autónomas y entidades locales afectadas.

La obtención de una cartografía adecuada resulta esencial con el objetivo de establecer las posibles alternativas de trazado y seleccionar la más recomendable, pues permite conocer el terreno por el que discurrirá la infraestructura, tanto los accidentes naturales como los debidos a la mano del hombre. Las escalas más habituales son la 1:5.000 cuando se trata de trazados de nuevas carreteras en terreno rústico y la 1:2.000 cuando se trate de terrenos urbanizados o actuaciones sobre carreteras existentes.

Además de la cartografía, la ortofotografía constituye una herramienta ya habitualmente empleada durante la redacción de estudios informativos, pues resulta muy valiosa para la caracterización del territorio y la comprensión de las alternativas de trazado, especialmente en relación con aspectos ambientales.

La nota de servicio 1/2015 de "Pliego de prescripciones técnicas particulares para la redacción de estudios informativos de la red de carreteras del Estado" incluye prescripciones relativas a la realización de trabajos cartográficos y topográficos en sus apartados 14.7.1 "Datos básicos cartográficos" y 15.5 "Cartografía y topografía". Debido al tiempo transcurrido, se hace preciso la actualización de estas prescripciones debido a la evolución de la técnica y a la





experiencia adquirida en estos años, con objeto de asegurar la calidad de la cartografía y ortofotografía empleada en la redacción de estudios informativos.

Se hace notar la importancia de que los estudios informativos cuenten con cartografía y ortofotografía obtenida mediante la restitución de fotografías obtenidas mediante vuelos fotogramétricos realizados exprofeso para el estudio, al efecto de obtener una cartografía de la máxima actualidad posible. La utilización de imágenes de vuelos que realiza el Instituto Geográfico Nacional para la obtención de ortofotografías del PNOA debería reservarse únicamente para la obtención de datos básicos cartográficos cuando la cartografía existente sea insuficiente durante la redacción de la fase A de redacción del estudio.

En la nota se ha introducido el uso de sensores LIDAR en aeronaves, que puede ser un complemento al vuelo fotogramétrico para la creación de un modelo digital de elevaciones y la obtención de cartografía, en particular en áreas donde la vegetación abundante enmascare el terreno natural.

Además, se ha aprovechado para introducir técnicas como el barrido de láser escáner terrestre para la realización de levantamientos topográficos o el láser escáner embarcado en vehículos terrestres. El uso de estas técnicas solo tendrá sentido en aplicaciones muy concretas, que deberán ser definidas en los pliegos de prescripciones técnicas particulares de redacción de los estudios informativos en que puedan ser útiles.

Este documento ha sido elaborado por:

D. Juan Antonio Martínez Ripoll, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Iván Leivas Montero, Ingeniero en Geodesia y Cartografía

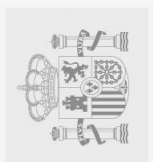
Ha contado con la revisión por parte de los siguientes técnicos de la Dirección General de Carreteras:

D. Miguel González Fabre, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Joaquín Moraleda Palmero, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Asimismo, los comentarios y aportaciones formulados por el Instituto Geográfico Nacional y por la Subdirección General de Sostenibilidad e Innovación han enriquecido la versión final del documento.

Ha sido aprobado por D.ª Rosalía Bravo Antón, Subdirectora General de Planificación y Explotación de la Dirección General de Carreteras en abril de 2024.



INDICE

Abreviaturas empleadas	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. FASE A	8
2.1. Escalas de trabajo.....	8
2.2. Delimitación del área de estudio	8
2.3. Datos básicos cartográficos.....	9
3. FASE B.....	11
3.1. Cartografía y topografía	11
3.1.1. Vuelo fotogramétrico	11
3.1.1.1. Características del avión a utilizar	12
3.1.1.2. Características de las cámaras fotogramétricas	12
3.1.1.3. Especificaciones del sistema GNSS e IMU/INS.....	13
3.1.1.4. Formato e información complementaria de las imágenes	13
3.1.2. Trabajos de topografía de campo para la obtención de cartografía adecuada al tipo de estudio informativo.....	14
3.1.2.1. Red básica	14
3.1.2.2. Apoyo de campo.....	17
3.1.2.2.1. Apoyo de campo continuo	17
3.1.2.2.2. Apoyo de campo para aerotriangulación.....	17
3.1.2.2.3. Metodología de observación de los puntos de apoyo.....	18
3.1.2.3. Aerotriangulación.....	19
3.1.3. Restitución	19
3.1.4. Ortofotografías	21
3.1.4.1. Ajuste radiométrico y formación del mosaico.....	22
3.1.4.2. Control de calidad de las ortofotografías generadas.....	22
3.1.5. Trabajos topográficos complementarios.....	23
3.1.5.1. Poligonales y redes secundarias.....	23
3.1.5.2. Levantamientos topográficos	24
3.1.5.2.1. Levantamientos topográficos con estaciones totales.....	24
3.1.5.2.2. Levantamientos topográficos con método GNSS.....	25
3.1.5.3. Utilización de técnicas de barrido láser escáner terrestre.....	25
3.1.5.3.1. Características mínimas del equipamiento láser terrestre:	26
3.1.5.3.2. Cálculo y registro. Ajuste al marco de referencia.	27

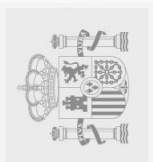


3.1.6. Trabajos topográficos utilizando sensores LIDAR en aeronaves.....	27
3.1.6.1. Utilización de sensores LIDAR instalados en un avión.....	28
3.1.6.2. Utilización de sensores LIDAR instalados en un VANT.....	29
3.1.7. Trabajos topográficos utilizando sensores láser escáner en vehículos terrestres (mobile mapping system).....	29
3.1.8. Formato de entrega de todos los trabajos que generen nubes de puntos	31
3.1.9. Otros datos complementarios a incluir en la cartografía.....	31
3.2. Documentación a entregar.....	32
3.2.1. Vuelo fotogramétrico	32
3.2.2. Red básica	32
3.2.3. Apoyo de campo.....	33
3.2.4. Aerotriangulación.....	33
3.2.5. Restitución	33
3.2.6. Ortofotografías	33
3.2.7. Poligonales y redes secundarias.....	34
3.2.8. Levantamientos topográficos	34
3.2.8.1. Topografía clásica - estación total y GNSS	34
3.2.8.2. Barrido láser escáner terrestre.....	34
3.2.9. Otros levantamientos con sensores Láser Escáner.....	35
3.2.9.1. Embarcados en aeronaves (LIDAR)	35
3.2.9.2. En vehículos terrestres (mobile mapping system)	35
4. ENTRADA EN VIGOR.....	35
ANEXO 1. MODELOS DE RESEÑAS.....	36
ANEXO 2. EJEMPLO DE LISTADO DE CÓDIGOS UTILIZADOS	39



Abreviaturas empleadas

- AGL: Above Ground Level (altura de vuelo sobre el terreno)
- ASCII: American Standard Code for Information Interchange (código estándar para el intercambio de información)
- BTN: Base Topográfica Nacional
- CAD: Computer-Aided Desing (herramienta de software para el diseño asistido por ordenador)
- CNIG: Centro Nacional de Información Geográfica.
- DXF: Drawing eXchange Format (formato de fichero de intercambio de dibujos)
- ECW: Enhanced Compressed Wavelet (formato de archivo para imágenes ráster)
- ERGNSS: Red de Estaciones de Referencia GNSS del Instituto Geográfico Nacional
- ETRS89: European Terrestrial Referencia System 1989 (Sistema de referencia terrestre europeo 1989)
- FOV: Field Of View (campo de visión que define la distancia y el ángulo que el sensor puede detectar)
- GeoPDF: Fichero PDF georreferenciado
- GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistema de navegación global por satélite)
- GPRS: General Packet Radio Service (Servicio general de paquetes vía radio)
- GSD: Ground Sample Distance (tamaño aproximado que representa un píxel en el terreno)
- IGN: Instituto Geográfico Nacional
- IGR-RT: Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte del IGN
- IMU/INS: Inertial Measurement Unit/ Inertial Navegation System (unidad de media inercial/sistema de navegación inercial)
- LAS: Formato de fichero para el intercambio de datos de una nube de puntos
- LIDAR: Laser Imaging Detection And Ranging (sistema de medición y detección de objetos por láser)
- MDE: Modelo Digital de Elevaciones
- MDS: Modelo Digital de Superficies
- MDT: Modelo Digital de Terreno
- MMS: Mobile Mapping System (sistema de mapeo móvil)
- MTN25: Mapa Topográfico Nacional 1:25.000





- Multipath: Efecto que se produce cuando la señal de un satélite llega al receptor a través de múltiples trayectorias debido a la reflexión y difracción en objetos cercanos
- ODTs: Obras de Drenaje Transversales
- PANSHARPENING: Proceso de fusión de imágenes pancromáticas de alta resolución y multispectrales de menor resolución para crear una única imagen en color de alta resolución
- PDOP: Position (3D) Dilution Of Precisión (indicador adimensional de posición por los satélites)
- PNOA: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
- Red REGENTE: Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales.
- REDNAP: Red Española De Nivelación de Alta Precisión
- REGCAN95: Red Geodésica Nacional por técnicas espaciales Canarias 1995
- RTK: Real Time Kinematic (sistema de posicionamiento cinemático por GNSS en tiempo real)
- SIOSE: Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España
- SLAM: Simultaneous Localization And Mapping (técnica de localización y mapeo simultáneos)
- TIFF: Tagged Image File Format (formato de fichero de imagen con etiquetas)
- UTM: Universal Transverse Mercator (sistema de coordenadas universal trasversal de Mercator)
- VANT: Vehículo Aéreo No Tripulado
- WGS84: World Geodetic System 1984 (sistema geodésico mundial 1984)





1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se desarrollan las prescripciones técnicas que deben cumplir los trabajos vinculados a la obtención de la cartografía en los estudios informativos redactados para la Dirección General de Carreteras. También podría ser empleadas en la obtención de la cartografía de estudios previos, en aquellos aspectos que sean aplicables, de acuerdo a las escalas y especificaciones concretas que se establezcan en los pliegos de redacción de este tipo de estudios. Excepcionalmente, se podrán admitir cambios en las técnicas y especificaciones indicadas en este documento, siempre que sean aprobados por el Director del estudio y cuenten con el visto bueno de la Subdirección General de Planificación y Explotación.

Como norma general, el consultor que resulte adjudicatario de un contrato de prestación de servicios para la redacción de un estudio informativo para la Dirección General de Carreteras estará obligado a:

- La realización de cartografía a una escala adecuada para la realización de los trabajos de la fase A, si no existiera cartografía previa adecuada en cuanto a escala y actualidad. Para ello, el consultor podrá tener la obligación de restituir a partir de fotogramas orientados del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) o incluso de realizar un vuelo específico.
- La realización de la cartografía de la fase B, a la escala requerida en el PPTP, en base a un vuelo fotogramétrico específico que garantice la actualidad de la cartografía obtenida; Incluso la incorporación de sensores LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) en el vuelo para la obtención del modelo digital del terreno en el caso de zonas donde la vegetación pueda ocultar el terreno natural.
- Realización de los trabajos topográficos complementarios que resulten necesarios.

En caso de ser necesaria la realización de trabajos de mayor precisión que los descritos en la presente nota de servicio, y tras la aprobación del director del estudio y con el visto bueno de la Subdirección General de Planificación y Explotación, serán de aplicación las metodologías de trabajo, prescripciones y precisiones descritos para estos trabajos en las instrucciones técnicas relativas a la cartografía y topografía en proyectos de trazado y construcción de la Dirección General de Carreteras.



2. FASE A

2.1. Escalas de trabajo

Para la definición de corredores y/o alternativas, hay que tener en cuenta que existen varias tipologías de estudios informativos cuyas necesidades cartográficas pueden ser diversas en lo que se refiere a grado de detalle y precisión y que, por tanto, van a condicionar la escala de levantamiento de la base cartográfica a utilizar para su estudio. Entre las citadas tipologías, se encuentran las siguientes:

- Trazado de nuevas carreteras (en campo abierto y mucha extensión).
- Variantes de población (trazados en campo abierto y pequeña extensión).
- Áreas metropolitanas o con grandes presiones en los márgenes de la actuación (requieren mayores escalas).
- Acondicionamiento o aumento de capacidad de carreteras existentes (no es necesaria una banda amplia, al ceñirse las actuaciones al corredor existente).

Según esta categorización de los estudios informativos, la definición de corredores y/o alternativas de la fase A pueden requerir diversas escalas, desde 1/25.000 para la representación de datos básicos y caracterización del territorio en estudios de nuevas carreteras en campo abierto, a 1/500 en el caso de estudio de alternativas actuaciones en medio urbano que requieren una precisión muy alta para garantizar la precisión del estudio.

En general, en esta fase A se procurará el empleo de cartografía existente (Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25), Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT), que, además de las geometrías, contiene información alfanumérica de interés de los modos de transporte existentes; Base Topográfica Nacional (BTN), que contiene la mayor parte de la información primitiva que se emplea para la generación del MTN25, y Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), todos ellos facilitado por el IGN, así como cartografía aportada por servicios de conservación, etc.). No obstante, puede haber circunstancias que aconsejen la realización de trabajos de cartografía específicos (ausencia de cartografía suficientemente actual a una escala adecuada para los trabajos de fase A), incluso la necesidad de adelantar la realización de la cartografía necesaria en la fase B (estudios informativos de acondicionamiento de una carretera existente donde la actuación se ciñe a un corredor existente, actuaciones en medio urbano, etc.).

2.2. Delimitación del área de estudio

Se establecerá con exactitud el área de estudio, detallando las razones que lleven a establecer los límites de la misma, y la escala de la cartografía a realizar



en esta fase A en función del tipo de estudio Informativo a realizar y las necesidades específicas de los corredores y/o alternativas en estudio.

Una vez definida el área de estudio, se comprobará que tanto los itinerarios existentes, así como las nuevas alternativas que se estudian y que son objeto de esta fase, se encuentran convenientemente recogidos dentro de los límites del área definida.

Se señalarán de manera breve aquellos elementos existentes en el terreno que, incluso previamente a la realización de un estudio detallado, sea posible detectar que tienen mayor relevancia en el área de estudio. Para todos estos elementos, se indicarán sus características e importancia, así como la metodología de obtención de los datos cartográficos/topográficos, justificando la idoneidad del método elegido en función de la precisión y grado de detalle necesario para su correcta definición.

2.3. Datos básicos cartográficos

Como ya se ha indicado, en general la base cartográfica sobre la que se realizará el estudio de datos básicos y de caracterización del territorio será el Mapa Topográfico Nacional 1/25.000. En el caso de no disponer de cartografía actualizada y a la escala necesaria de alguna zona, se deberá utilizar una cartografía específica, obtenida por restitución fotogramétrica. Los fotogramas empleados para su obtención serán nadirales, exigiéndose total nitidez en los mismos.

Con este fin, siempre que sea posible, se utilizarán las imágenes de los vuelos que realiza el IGN para la obtención de las ortofotografías del PNOA, utilizando las orientaciones de los pares fotogramétricos que el IGN ha calculado y usados en el proceso de generación de la ortofotografía del proyecto "imagen PNOA".

Por existir vuelos realizados para el PNOA con diferentes resoluciones, y teniendo en cuenta que siempre debe utilizarse el último vuelo disponible para que la representación cartográfica tenga la máxima actualidad, se limitan las escalas a restituir en función de su GSD (Ground Sample Distance, indica el tamaño aproximado que representa un píxel en el terreno):

- Los vuelos con GSD de 35 cm podrán utilizarse para obtener cartografía a escala 1/5.000 con equidistancia de curvas de nivel 5 m.
- Los vuelos con GSD de 22 y 18 cm podrán utilizarse para obtener cartografía a escala 1/2.000 con equidistancia de curvas de nivel 2 m.

En caso de ser necesaria cartografía de mayor detalle, a escalas mayores o más actual, será necesaria la realización de un vuelo fotogramétrico expreso. Este vuelo realizado específicamente, y que podrá ser usado posteriormente en la fase B (pues se supone que los corredores en este tipo de trabajos estarán ya muy definidos y no necesitarán unas áreas de estudio tan amplias como cuando se requiere cartografía 1/5.000), se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones, para las escalas que se indican a continuación (sin perjuicio de lo indicado para escalas menores en puntos anteriores):



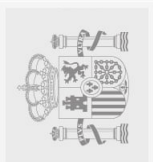


- Se realizará un vuelo con GSD de 10 cm o inferior para la realización de cartografía 1/1.000.
- Se realizará un vuelo con GSD de 7 cm o inferior para la realización de cartografía 1/500.

En este caso, de realizarse un nuevo vuelo para la ejecución de los trabajos, se deberá materializar ya en esta fase A la red básica y el apoyo de campo, tal y como se describe para los vuelos expresos para la fase B.

En caso de tener que realizarse para el estudio informativo cartografía a escala 1:1.000 ó 1:500 la red básica se realizará de acuerdo con las instrucciones técnicas relativas a la cartografía y topografía en proyectos de trazado y construcción de la Dirección General de Carreteras, incluyendo la realización de nivelaciones geométricas desde la REDNAP (Red Española de Nivelación de Alta Precisión) para la obtención de la altimetría de los vértices de la red básica.

La información alfanumérica incluida en la cartografía será legible totalmente en caso de tener que imprimirse un plano reducido en formato DIN A3, siendo el formato original de proyecto el DIN A1. La toponimia utilizada será preferiblemente la local, siendo el Nomenclátor Geográfico Básico de España una posible fuente a consultar.



3. FASE B

3.1. Cartografía y topografía

La cartografía se obtendrá por restitución de un vuelo fotogramétrico realizado exprofeso para el estudio informativo, pudiendo ser necesario complementar esta cartografía base mediante técnicas cartográficas y topográficas de detalle, así como con información procedente de otras bases cartográficas de datos existentes (servicios afectados, toponimia, etc.).

Este vuelo tendrá la doble finalidad de, por un lado, facilitar el proceso de caracterización del medio y por otro de servir para la restitución de la cartografía.

3.1.1. Vuelo fotogramétrico

El vuelo se realizará con un GSD adecuado a la escala de trabajo necesaria para desarrollar el estudio informativo, de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- Para obtener cartografía a escala 1/5.000 con equidistancia de curvas de nivel 5 m, se usará un vuelo con GSD de 35 cm o inferior.
- Para obtener cartografía a escala 1/2.000 con equidistancia de curvas de nivel 2 m, se usará un vuelo con GSD de 18 cm o inferior.
- Para obtener cartografía a escala 1/1.000 con equidistancia de curvas de nivel 1 m, se usará un vuelo con GSD de 10 cm o inferior.
- Para obtener cartografía a escala 1/500 con equidistancia de curvas de nivel 0,5 m, se usará un vuelo con GSD de 7 cm o inferior.

La altura de las pasadas del vuelo se calculará de tal forma que se cumpla:

- El tamaño del píxel medio para toda la pasada a escala de suelo (GSD) será el solicitado \pm el diez por ciento ($\pm 10\%$).
- No habrá más de un diez por ciento (10%) de fotogramas en cada pasada con píxel medio del fotograma a escala de suelo (GSD) superior al solicitado \pm el diez por ciento ($\pm 10\%$).

La cobertura estereoscópica obtenida a partir de los fotogramas del vuelo fotogramétrico debe garantizar los siguientes recubrimientos mínimos:

- El recubrimiento longitudinal para la obtención del par estereoscópico debe ser como mínimo del $60\% \pm 5\%$.
- El recubrimiento transversal, en aquellos estudios informativos en los que sea necesario realizar el vuelo fotogramétrico en bloque, debe ser al menos de un $30\% \pm 5\%$ entre pasadas.

La verticalidad e inclinación de cada fotograma será inferior a cuatro grados centesimales (4^g).



3.1.1.1. Características del avión a utilizar

Los vuelos se realizarán con aviones adecuados a su uso para la obtención de imágenes utilizables con fines fotogramétricos, con las tolerancias exigidas en función del GSD solicitado en función de la escala de la cartografía a realizar, según se ha definido en el punto anterior, y deben cumplir con todos los requisitos de mantenimiento y permisos de vuelo exigidos por los organismos competentes.

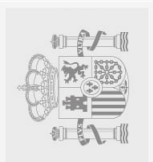
Desde el punto de vista técnico, las características solicitadas a los aviones para la realización de vuelos fotogramétricos son:

- Para conseguir la estabilidad necesaria para la correcta realización de los vuelos, se utilizarán aviones bimotores.
- La cámara se montará de tal modo que se atenúen los efectos de las vibraciones del avión y que los tubos de escape no empañen sus lentes.
- La velocidad del avión deberá ser tal que, combinada con el tiempo de exposición, asegure un error de arrastre en la imagen inferior a una centésima de milímetro (0,01 mm).
- Los desplazamientos de imagen debidos al movimiento de la cámara durante la exposición no deberán exceder de 25 micras, siendo necesario la utilización de un mecanismo que lo garantice.

3.1.1.2. Características de las cámaras fotogramétricas

Las fotografías se obtendrán mediante una cámara fotogramétrica digital matricial calibrada, contando con un certificado de calibración de una antigüedad máxima de 24 meses, y habiendo sido calibrada con los filtros que se utilicen en la ejecución del trabajo. Sus características mínimas se indican a continuación:

- El sensor pancromático de la cámara deberá tener una resolución de al menos 7.500 columnas y 15.000 filas, y los sensores multiespectrales una resolución mínima como máximo 5 veces inferior.
- Resolución radiométrica del sensor de al menos 12 bits por banda.
- El campo de visión transversal será mayor de 50° y menor de 80° sexagesimales.
- La resolución espectral del sensor será:
 - 1 banda situada en el pancromático.
 - 4 bandas situadas en azul, verde, rojo, e infrarrojo cercano.
- Control de exposición automático.
- Deberá estar provista de un sistema de navegación y adquisición de datos soportados por sistema GNSS (Global Navigation Satellite System) en modo cinemático, con el fin de proporcionar datos espaciales. Este sistema debe garantizar:



- Navegación de alta precisión.
- Posibilidad de tomas fotográficas en coordenadas predeterminadas.
- Cálculo automático de la deriva, velocidad y altura.
- Registro automático de las posiciones de cada fotograma.
- Deberá estar provista de un sistema de medida inercial IMU/INS (Inertial Measurement Unit/ Inertial Navigation System).
- La cámara deberá estar montada sobre plataforma giroestabilizada que permita mantener su verticalidad.
- La cámara estará dotada de un mecanismo compensador del desplazamiento del avión (FMC), admitiéndose también el método de la compensación del avance del avión por medio de TDI (Time Delay Integration).

3.1.1.3. Especificaciones del sistema GNSS e IMU/INS

El sistema GNSS e IMU/INS (Inertial Measurement Unit/ Inertial Navigation System) utilizado podrá recibir en sus canales las portadoras de fase L1 y L2, y sus correspondientes códigos. Tendrá un mínimo de 12 canales de seguimiento continuo. Deberá reconstruir la portadora L2 de forma completa.

- La máscara de elevación estará fijada en 5° sexagesimales de altura.
- El indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) será inferior a 5 para garantizar la precisión en la navegación.
- La antena de alta calidad estará instalada en el exterior del avión en un lugar que asegure la recepción continua de la señal de los satélites y esté libre de interferencias de otros equipos del avión y de efectos "multipath" o multitrayectoria.
- La unidad de medición del sistema inercial compuesta por giróscopos y acelerómetros debe ir alojada sobre el eje de la cámara en el lugar establecido por el fabricante de la misma.
- La deriva debe ser menor que 0,1° sexagesimales/hora.
- La frecuencia de datos de registro debe ser > 200 Hz.
- El sistema GNSS e IMU/INS registrará la posición y orientación de la cámara en el momento del disparo.

3.1.1.4. Formato e información complementaria de las imágenes

Una vez procesadas las imágenes recogidas por la cámara, el formato de los fotogramas será TIFF (Tagged Image File Format) sin compresión, con máxima resolución geométrica después del proceso de generación de imágenes multispectrales de alta resolución partiendo de la imagen pancromática de alta resolución y de las imágenes multispectrales de baja resolución (pansharpening) y con profundidad de color de 8 bits por banda.



También se entregará una versión de cada fotograma, a plena resolución, comprimido en formato ECW (Enhanced Compressed Wavelet).

En un fichero en formato ASCII se entregará para cada fotograma la siguiente información:

- Número de referencia del trabajo.
- Pasada.
- Número del fotograma.
- Fecha y hora GNSS de la toma (Marca de Evento).
- Coordenadas X e Y del centro de proyección en UTM ETRS89.
- Altura elipsoidal y altura ortométrica del centro de proyección.
- Ficheros de giros (Omega, Phi y Kappa).
- Desviaciones estándar a priori en coordenadas y giros.

3.1.2. Trabajos de topografía de campo para la obtención de cartografía adecuada al tipo de estudio informativo

3.1.2.1. Red básica

En caso de tener que realizarse para el estudio informativo cartografía a escala 1:1.000 ó 1:500 la red básica se realizará de acuerdo con las instrucciones técnicas relativas a la cartografía y topografía en proyectos de trazado y construcción de la Dirección General de Carreteras, incluyendo la realización de nivelaciones geométricas desde la REDNAP (Red Española de Nivelación de Alta Precisión) para la obtención de la altimetría de los vértices de la red básica. En caso de cartografía a escala 1:5.000 ó 1:2.000, se procederá de acuerdo a lo siguiente.

Previamente a la realización de cualquier trabajo topográfico de campo se materializará una red básica que estará enlazada con el marco de referencia ETRS89 preferentemente mediante la Red de Estaciones de Referencia GNSS (ERGNSS) del IGN o cualquier otra red de estaciones GNSS cuyas coordenadas hayan sido obtenidas a través de esta y validadas por el IGN y utilizando las últimas coordenadas publicadas. En el caso de que por alguna razón justificada no fuese posible la utilización de redes de estaciones permanentes GNSS, también será posible el enlace a vértices de la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (Red REGENTE) del IGN. Esta red básica será la que se utilice como base de partida para cualquier otro trabajo que se realice en campo; como obtención de puntos de apoyo; o cualquier otro trabajo a realizar, que debe estar enlazado al marco de referencia propio del estudio, tanto en planimetría como en altimetría.

Para ello se enlazarán planimétricamente y altimétricamente con los vértices de la Red REGENTE y/o ERGNSS utilizando metodología de observación para la





obtención de datos posicionales desde satélites GNSS (Global Navigation Satellite System).

El sistema de referencia que se utilizará en los trabajos es el oficial en la cartografía española, para la península y Baleares:

- Proyección cartográfica: Universal transversa Mercator (UTM).
- Sistema de referencia de coordenadas: ETRS89 materializado por los vértices de la Red REGENTE.
- Sistema de referencia altimétrico el nivel medio del mar en Alicante o el sistema de referencia altimétrica de mareógrafos propio de cada isla, materializado en ambos casos por la Red Española de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP).

Y para trabajos en las Islas Canarias se utilizará su sistema oficial:

- Proyección cartográfica: Universal transversa Mercator (UTM).
- Sistema de coordenadas de referencia: REGCAN95.
- Sistema de referencia altimétrica de mareógrafos propio de cada isla materializado por la REDNAP.

La metodología de trabajo se basará en el posicionamiento GNSS en modo estático relativo con postproceso y geometría multilaterada. El cálculo y compensación de la trilateración/multilateración, que configura la red básica, se realizará por el método de mínimos cuadrados.

No se admiten para la realización de la red básica otras técnicas de observación GNSS diferentes del posicionamiento estático relativo con postproceso. Por tanto, no son válidas las metodologías clásicas de poligonación, observaciones GNSS con receptores monofrecuencia, observaciones de GNSS en tiempo real RTK (Real Time Kinematic), etc.

Se enlazará la red básica mediante GNSS al menos a tres estaciones permanentes, preferentemente de la red ERGNSS u otras redes GNSS que hayan sido validadas por el IGN. En el caso de utilizar como enlace la red geodésica REGENTE, se utilizarán al menos tres vértices geodésicos de esta red para materializar el enlace.

El tiempo de observación GNSS debe ser el suficiente para fijar las ambigüedades de fase en L1 Y L2, aunque este tiempo depende de gran número de parámetros (longitud de la base línea, número y configuración de los satélites que se reciben durante la medición, tipo de receptor, etc.) Con carácter general se establecen los siguientes tiempos de observación mínimos y las longitudes máximas de base líneas a medir salvo justificación especial:

Longitud de base línea	Menor o igual a 10 km	10 km < longitud < 30 km
Tiempo mínimo de Observación	10 minutos	10 minutos +1 min/km para cada km superior a 10



La longitud máxima de cualquier baselínea queda limitada a 30 km. Asegurando la recepción de, al menos, 4 satélites durante el tiempo de observación con una máscara de elevación de 15 grados de altura. La configuración de la constelación de satélites tiene que ser tal que se tenga un indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) igual o inferior a 5 para garantizar la precisión en la navegación.

Las tolerancias en el error medio cuadrático de los incrementos de coordenadas medidas y ajustados para cada baselínea (en las tres dimensiones, ΔX , ΔY , ΔZ) no superarán los 30 mm.

Esta red básica estará compuesta por al menos cuatro vértices que deberán cubrir la zona que ocupe el estudio informativo, de forma que la distancia máxima entre los vértices de la red básica será de 4.000 m. Por otra parte, la red básica tampoco deberá desviarse del trazado una distancia superior a 4.000 m.

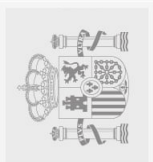
Para garantizar la fiabilidad de la red básica es fundamental la redundancia de datos para el cálculo de las baselíneas en el elipsoide WGS84. Con esta filosofía el método de trabajo para la creación de la red básica será la triangulación con técnicas GNSS. De esta manera, toda la zona objeto del trabajo debe quedar cubierta por una triangulación formada por las baselíneas que unan entre sí los vértices de la red básica. A cada vértice de la red básica deben llegar al menos tres baselíneas, excepto los dos vértices extremos de la triangulación, que podrán tener solamente dos baselíneas.

Se describirá con toda exactitud en la memoria de los trabajos de topografía el procedimiento utilizado para la obtención de las coordenadas y cotas de los vértices de la red, representándose la red básica en mapas 1:50.000 o 1:25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional del IGN (Instituto Geográfico Nacional). En uno de estos planos se representarán todas las baselíneas medidas mediante GNSS, tanto las de unión a la red REGENTE y/o ERGNSS u otras estaciones permanentes GNSS utilizadas, así como las propias de la red básica.

En todas las metodologías descritas, al indicarse la unión o enlace con un mínimo de baselíneas de observación, se sobrentiende que estas baselíneas de unión deben haber sido admitidas en su totalidad en el proceso de cálculo, siendo necesario repetir o enlazar con otras tantas estaciones o vértices como los rechazados en el cálculo, para conseguir el mínimo requerido en cada caso.

Se dejará constancia en el terreno de los vértices de la red básica con clavos de acero recibidos con hormigón y/o clavos de acero en elementos tales como obras de fábrica existentes, soleras, firmes consolidados u otro medio que garantice su permanencia, utilizándose señales de tipo hito FENO o hitos similares prefabricados solamente de forma excepcional en terrenos que no permitan el uso de clavos de acero.

De cada uno de los vértices se realizará una reseña y se incluirán en el estudio informativo, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con la representación del entorno y, además, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas proyectadas UTM y coordenadas geodésicas, altitud ortométrica, coeficiente de anamorfosis (K), convergencia (W) y una fotografía en color que se incluirán en el estudio. Se incluye un modelo en el ANEXO I. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que



permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

La colocación de estos vértices en el terreno debe ser elegida cuidadosamente para garantizar su máxima perdurabilidad para que estos hitos de la red básica puedan ser utilizados posteriormente para materializar la red básica planimétrica del proyecto de trazado y construcción.

3.1.2.2. Apoyo de campo

Los trabajos de apoyo de campo comprenderán la toma de datos en campo que se requieran para determinar la posición planimétrica y altimétrica de los puntos de apoyo necesarios para la restitución fotogramétrica de las imágenes aéreas verticales obtenidas. Para la obtención de sus coordenadas se partirá de la red básica realizada.

Si existen datos de un sistema mixto GNSS e IMU/INS de la cámara, se podrá realizar una aerotriangulación del vuelo para obtener los datos de orientación de los pares fotogramétricos necesarios para la restitución.

En los casos de que las imágenes a utilizar sean muy pocas (4 ó 5 pares), o que no haya funcionado correctamente el sistema GNSS o IMU/INS del sistema de la cámara, se realizará un apoyo continuo.

3.1.2.2.1. Apoyo de campo continuo

El apoyo continuo se efectuará con un mínimo de 5 puntos por par estereoscópico.

La posición de los puntos de apoyo en los fotogramas será lo bastante próxima a las esquinas de los fotogramas para que la zona a restituir quede en el interior del polígono formado por los puntos, quedando recubierto por el citado polígono al menos el 70% del fotograma en la dirección de avance de la pasada.

3.1.2.2.2. Apoyo de campo para aerotriangulación

Siempre que los datos del sistema mixto GNSS e IMU/INS se hayan medido correctamente durante el vuelo, se puede realizar el apoyo mediante una aerotriangulación analítica en la que intervengan estos datos obtenidos más los puntos de apoyo obtenidos en campo de acuerdo con las normas siguientes:

- Se obtendrán 2 puntos de apoyo desdoblados en el primer modelo y último de cada pasada, y un punto más desdoblado cada ocho modelos (los puntos se deben desdoblar para evitar los posibles errores en la identificación del punto de apoyo en los procesos de aerotriangulación, ya que al tomarse menos número de puntos que en el apoyo continuo clásico un error en un punto puede ocasionar distorsiones importantes en el ajuste del bloque aerotriangulado). Al contar con puntos desdoblados, inmediatamente el operador que realice la aerotriangulación detectaría la posible anomalía existente en el punto mal identificado debido a la imposibilidad de ajustar los dos puntos próximos sin diferencias notables.





- Los puntos en el primer y último modelo deben estar a una distancia suficiente de los bordes del fotograma para que la zona a restituir quede en el interior del polígono formado por los puntos, quedando recubierto por el citado polígono al menos el 70% del fotograma en la dirección de avance de la pasada.
- Se dará un punto de control altimétrico complementario cada 4 modelos en zonas de posado fiable, especialmente en carreteras o plataformas que aparezcan en el vuelo. Las coordenadas de estos puntos no se incluirán en el cálculo de la aerotriangulación, sino que servirán para verificar las diferencias entre las coordenadas que les asigne el cálculo de la aerotriangulación y sus coordenadas obtenidas en campo. Las diferencias en cota obtenidas durante la fase de restitución y estos puntos de control se incluirán en una tabla en el anejo de cartografía.
- Siempre en todas las pasadas debe haber al menos un punto de apoyo en el interior de la pasada.
- Si durante el proceso de cálculo de la aerotriangulación los datos del sistema mixto GNSS e IMU/INS fuesen rechazados, deberá realizarse el apoyo de forma continua.

Obviamente, los programas de cálculo de aerotriangulación utilizados debe incluir los datos del sistema mixto GNSS e IMU/INS de la cámara en el proceso de cálculo.

3.1.2.2.3. Metodología de observación de los puntos de apoyo

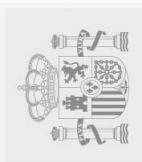
Se observarán las coordenadas planimétricas y altimétricas de los puntos de apoyo mediante técnicas GNSS por métodos estático relativo con postproceso o RTK, desde los vértices de la red básica o de las estaciones GNSS que se han utilizado para su realización, según las especificaciones siguientes:

- En caso de usar el método estático relativo con postproceso, será necesaria la recepción de al menos cuatro satélites durante el tiempo de observación, con una máscara de elevación de 15 grados sexagesimales de altura. La configuración de la constelación de satélites tiene que ser tal que se disponga de un indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) inferior a 5, y con unos tiempos de observación:

Longitud de base línea	Menor o igual a 10 km	10 km < longitud < 30 km
Tiempo mínimo de Observación	10 minutos	10 minutos + 1 min/km para cada km superior a 10

- En caso de utilizarse tecnología RTK, bien sea mediante radio enlace, o mediante enlace por módem con protocolo GPRS (General Packet Radio Service), teniendo en todo el tiempo el receptor con ambigüedades fijadas, quedará limitada la longitud de las base líneas a 10 km, siempre que se garantice una precisión respecto a la red básica igual o mejor que el GSD.

De cada uno de los puntos de apoyo se realizará una reseña y se incluirán en el estudio informativo, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con





la representación del punto, sus coordenadas, cota, número del punto, número de fotograma, y una fotografía en color del punto de apoyo tomada en el campo a nivel del suelo. Se incluye un modelo en el ANEXO I.

3.1.2.3. Aerotriangulación

Los programas que se utilicen para la obtención de los valores de los parámetros de orientación externa de las imágenes se basarán en el ajuste de los bloques por haces, permitiendo combinar los datos de los puntos de apoyo, los datos GNSS, los datos inerciales y los datos fotogramétricos.

Los programas que se utilicen para la obtención de los valores de los parámetros de orientación externa de las imágenes incluirán en su proceso de cálculo algoritmos de detección automática y eliminación de errores groseros.

El consultor informará del software que se utilice para este proceso, así como de la idoneidad para la realización de este trabajo.

Las precisiones del ajuste para, los puntos de apoyo y control que intervengan en el cálculo serán:

- Desviación típica a posteriori de la medida de fotocoordenadas (precisión interna): Error medio cuadrático $< 0,5$ GSD.
- Error medio cuadrático de los errores residuales planimétricos en los puntos medidos (precisión interna planimétrica final) $< \text{GSD}$.
- Error medio cuadrático de los errores residuales altimétricos en los puntos medidos (precisión interna altimétrica final) $< \text{GSD}$.
- Error residual máximo planimétrico en los puntos de apoyo utilizados $< \text{GSD}$.
- Error residual máximo altimétrico en los puntos de apoyo utilizados $< 1,5$ GSD.
- Error máximo altimétrico en cada punto de control $< 1,5$ GSD.

3.1.3. Restitución

La restitución se realizará a escala 1/5.000, 1/2.000, 1/1.000 ó 1/500 según los casos, con curvas de nivel cada 5 metros, 2 metros, 1 m y 0,5 m respectivamente. Se restituirá una franja suficiente para representar fielmente el entorno de todas las alternativas seleccionadas en la fase B. Esta franja se ampliará en los casos pertinentes, especialmente cuando sea necesario para llevar a cabo los estudios del medio incluidos en la fase B, y muy en particular el estudio de impacto ambiental (vegetación, paisaje, red viaria, etc.), o elementos limitativos en los márgenes de la actuación.

La restitución será realizada en restituidores digitales, por operadores de fotogrametría a partir de los pares estereoscópicos orientados en la aerotriangulación, no siendo admisible obtener los datos altimétricos y curvas de nivel por correlación automática sin el control de un operador. Los planos





cartográficos producidos se presentarán en formato digital, la información tridimensional digitalizada se presentará en los formatos que utilicen los sistemas tanto del consultor como de la Dirección General de Carreteras, y como mínimo en DXF.

Estos planos se representarán empleando los colores usuales en la cartografía nacional y recogerán toda la información, tanto planimétrica como altimétrica, de los elementos del terreno necesarios para su correcta utilización en el estudio informativo. Los planos se entregarán también en formato GeoPDF con resolución no inferior a 600 ppp.

La precisión de la restitución será:

- Precisión altimétrica:
 - Las cotas del noventa por ciento (90 %) de los puntos bien definidos, no diferirán de las verdaderas en más de un cuarto (1/4) del valor de la equidistancia entre curvas de nivel.
 - Las curvas de nivel, en terreno no enmascarado por vegetación, se dibujarán con una exactitud tal que el noventa por ciento (90 %) de las cotas obtenidas por interpolación de aquellas, no diferirá de las verdaderas en más de la mitad (1/2) de la equidistancia.

Entendiéndose por puntos bien definidos en altimetría: aquellos puntos de cota aislados que se han obtenido en la fase de restitución, no un punto cuya cota se obtenga de un elemento lineal.

- Precisión planimétrica:
 - La posición del noventa por ciento (90 %) de los puntos bien definidos, no diferirá de la verdadera en más de cinco décimas de milímetro (0,5 mm) a la escala del mapa restituido.

Entendiéndose por puntos bien definidos en planimetría: los puntos insertados en su posición real que pertenezcan a elementos característicos que permiten su identificación sin generar dudas en caso de realizarse una comprobación en campo.

Los mapas deberán reflejar todos los detalles planimétricos del terreno y de las construcciones y edificaciones que puedan aparecer en el mismo, con dimensión mínima mayor de quince décimas de milímetro (1,5 mm) a la escala del plano.

Los planos originales del estudio informativo tendrán formato A1, y la información alfanumérica (cotas de curvas de nivel, cotas de puntos aislados, nombres, etc.) será tal que en un plano impreso reducido a formato DIN A3 sea perfectamente legible. Se incluirá la toponimia incluida en los mapas 1/25.000 del IGN, que se encuentra recogida en el Nomenclátor Oficial Geográfico Básico de España, realizando en caso necesario el trabajo de campo preciso para asegurar que se asemeja lo más posible a la toponimia local. Deberá incluirse:

- Parajes significativos.



- Accidentes geográficos significativos.
- Caminos con nombre propio.
- Hidrónimos.
- Poblaciones que aparezcan en la imagen, aunque no tengan ayuntamiento (pedanías, barrios, parroquias, etc.)
- Nombre de todos los términos municipales que figuran en cada hoja de cartografía. Deben incluirse las líneas límites municipales que figuran en los mapas 1:25.000 del IGN, disponibles en el Centro de Descargas del CNIG.
- Elementos urbanos representativos, aunque estén en ocasiones fuera del casco urbano, especialmente cementerios y ermitas.
- Servicios afectados.
- Nombre de todos los tramos de las carreteras representadas, incluyendo sus puntos kilométricos.
- En su caso, los elementos arqueológicos representativos.

3.1.4. Ortofotografías

A partir de las imágenes digitales obtenidas, el modelo de terreno y las orientaciones de los fotogramas se realizará la ortorrectificación para pasar de la perspectiva cónica propia de las imágenes a una perspectiva ortogonal de carácter métrico.

La ortorrectificación se realizará en un sólo paso evitando remuestreos posteriores en las siguientes fases del proceso, y se realizarán directamente con un tamaño de píxel a la escala de suelo (GSD) solicitado.

Para el proceso de remuestreo se utilizará la interpolación bicúbica.

La rectificación se realizará obteniendo la cota del modelo digital de terreno con un espaciado entre píxeles que sea adecuada para cada fotograma. En caso de que haya puentes o cambios de pendiente bruscos, este espaciado se reducirá según sea necesario de tal forma que los elementos rectificadas tengan la precisión final que se pretende.

A las imágenes ortorrectificadas se les realizará un control visual para asegurar que no existen zonas duplicadas, estiramientos de píxeles o errores geométricos producidos por errores del modelo digital de terreno o por una mala elección del espaciado de píxeles de consulta del modelo digital de terreno a la hora de rectificar.

En caso de que existan errores producidos por el modelo digital de terreno, éste se corregirá y se volverá a realizar el proceso de rectificación en aquellos fotogramas que se vean afectados por estos errores.





En caso de que los errores vengan producidos por la elección del espaciado de píxeles de consulta del modelo digital de terreno, se repetirá el proceso de rectificación disminuyendo dicho espaciado.

La precisión planimétrica del proceso será tal que el error medio cuadrático de la posición de los píxeles sea menor del doble del GSD (< 2 GSD). Esta comprobación se realizará con un número representativo de puntos (al menos 30 puntos por imagen) entre puntos de apoyo y control, y puntos que se obtengan por superposición con la cartografía.

3.1.4.1. Ajuste radiométrico y formación del mosaico

En el proceso de formación del mosaico se unirán las distintas imágenes obtenidas de la ortorrectificación, para lo que tras el primer equilibrado de color se deben definir las líneas de corte y unión. Estas líneas podrán obtenerse automáticamente mediante la utilización de algoritmos de mínimos cambios radiométricos o por líneas definidas manualmente siguiendo accidentes naturales que eviten las diferencias tonales en la unión, de tal manera que la transición entre distintos fotogramas resulte imperceptible.

En la confección del mosaico deben intervenir todas las fotografías del vuelo.

Las imágenes resultantes se dividirán en bloques que permitan su utilización y manejo de forma razonable.

3.1.4.2. Control de calidad de las ortofotografías generadas

Se llevará a cabo un control de calidad sobre las ortofotos en el que se verificará la precisión planimétrica de la imagen resultante, la ausencia de defectos internos y la continuidad geométrica y radiométrica con las ortofotos colindantes.

Precisión planimétrica: para su comprobación se utilizarán los puntos de aerotriangulación, las líneas de corte y los elementos expresamente restituidos para este control. La diferencia entre unas y otras coordenadas nunca debe ser superior al doble del GSD (< 2 GSD).

Defectos internos: se realizará un control visual de las ortofotos en busca de defectos tales como:

- Desplazamientos de píxeles debido a defectos del modelo digital de terreno.
- Elementos quebrados.
- Duplicados.
- Estiramiento de píxeles en puentes.
- Zonas con huecos por falta de información en la imagen (proyecciones de elementos, etc).





Continuidad geométrica y radiométrica: cada ortofoto se comprobará con sus colindantes. Las entidades que se extienden más allá de una hoja lo harán con un error máximo de 2 píxeles.

Las ortoimágenes contiguas han de tener el color continuo, salvo las diferencias producidas por las condiciones de toma del propio vuelo. La comprobación radiométrica a realizar en esta fase consiste en verificar la correspondencia radiométrica entre la ortofoto realizada y la imagen original con la que se realizó. Los parámetros estadísticos radiométricos de ambas, es decir, histogramas, saturación, media, desviación, etc., deben ser similares.

3.1.5. Trabajos topográficos complementarios

Dada la variedad de casuísticas que se pueden presentar en los distintos tipos de estudios informativos, es posible que sea necesario realizar trabajos topográficos complementarios a diferentes escalas y que necesiten unos rangos de precisión en la toma de datos muy específica. Se detallan a continuación las diferentes metodologías a utilizar en función de la precisión esperada, de modo que ésta se adapte a las necesidades concretas de los datos a tomar en campo.

3.1.5.1. Poligonales y redes secundarias.

En el caso de que, por necesidades del estudio informativo, sea necesario densificar la red básica en determinadas zonas para la toma de datos topográficos de detalle, se tendrán que emplear preferentemente técnicas de observación GNSS en estático relativo con al menos 3 receptores GNSS (2 estacionados en vértices de la red básica) registrando simultáneamente. El fin último será obtener un enlace redundante y preciso, tanto en planimetría como en altimetría, con el marco de referencia de orden superior constituido por la red básica.

Complementariamente, en caso de utilizarse topografía clásica para realizar trabajos de densificación de redes en zonas que no haya cobertura GNSS, por ejemplo, en zonas de desfiladeros, túneles, estructuras, etc., se realizarán poligonales de precisión cerradas y compensadas encuadradas entre los vértices de la red básica, debiendo ser los errores de cierre de la poligonal inferiores a las tolerancias máximas admitidas que se detallan. Las poligonales se realizarán con una estación total de 3'' segundos sexagesimales de precisión o mejores, y en distancias con mediación a prisma superior a 3mm±2ppm, y siempre apoyándose en los vértices de la red básica.

Las precisiones de las poligonales realizadas serán tal que sus errores de cierre sean:

- Error angular $< 40 \times (N)^{1/2}$ segundos centesimales, siendo $N = N^{\circ}$ de vértices.
- Error lineal (después de compensación angular) $< 100 \times (K)^{1/2}$ mm; siendo K = longitud del itinerario en km.



En mapas 1/25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional del IGN, se representarán las poligonales y el orden de observaciones seguido, incluyéndose en el anejo de cartografía y topografía el cálculo de las poligonales.

Asimismo, deberán incluirse en el estudio informativo las reseñas de los vértices de las poligonales, adjuntando en la reseña de cada uno de ellos un croquis de campo con la representación del entorno y, además, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas proyectadas UTM y coordenadas geodésicas, altitud ortométrica, coeficiente de anamorfosis (K), convergencia (W) y una fotografía en color del vértice tomada en el campo a nivel del suelo que se incluirán en el estudio informativo. Se incluye un modelo en el ANEXO I.

3.1.5.2. Levantamientos topográficos

Se realizarán levantamientos topográficos en todos los trabajos que debido a sus exigencias métricas no sean susceptibles de realizarse por fotogrametría (levantamientos de detalle a escalas 1/200 y 1/500), y/o en las zonas en que, por no existir vuelo o por no ser perfectamente visible en el vuelo, las zonas objeto de nuestro interés requieran un levantamiento topográfico in situ de detalle.

Para la obtención de las coordenadas de los puntos del levantamiento se partirá de la red básica o redes densificadas desde la red básica.

Las coordenadas de los puntos necesarios para definir el levantamiento se obtendrán utilizando metodología clásica por radiación con técnicas GNSS en tiempo real (RTK), por radiación con estación total o mediante la utilización de equipos de láser escáner terrestre.

3.1.5.2.1. Levantamientos topográficos con estaciones totales

Se podrán utilizar técnicas de taquimetría por radiación con estación total, directamente desde vértices de la red básica o bases de redes secundarias.

La toma de datos se realizará estacionando y orientando directamente el equipo en las bases de la red básica o red secundaria obtenidas más próximas al ámbito en estudio, o indirectamente (en un punto de coordenadas no conocidas) mediante técnicas de intersección inversa visando al menos a 3 bases, determinando así las coordenadas de la base auxiliar de radiación.

El instrumental para la toma de datos por radiación, debe disponer al menos de las siguientes características: compensador de doble eje, registro digital de datos de ángulos y distancias, desviación estándar en la medida de ángulos inferior a 5" sexagesimales y en distancias con medición a prisma superior a $3\text{mm}\pm 2\text{ppm}$.

Los vértices de la red básica o bases de redes secundarias densificadas deben situarse para tener una distancia máxima de radiación de 200 metros con la finalidad de garantizar que la precisión, tanto en planimetría como en altimetría, de los elementos radiados no supere los $\pm 2\text{ cm}$.



3.1.5.2.2. Levantamientos topográficos con método GNSS

Se podrá utilizar metodología GNSS para la realización de los trabajos que exijan la toma de puntos en campo, en zonas de horizonte despejado para recibir correctamente la señal GNSS. Este método de trabajo puede ser el adecuado por ejemplo para definir cotas de entrada y salida en ODTs, perfiles longitudinales en cauces, o perfiles transversales en secciones críticas o para levantamientos taquimétricos de detalle.

Las coordenadas de los puntos necesarios para definir el levantamiento se obtendrán por radiación con técnicas GNSS de RTK, estacionando siempre un equipo fijo en vértices de la red básica o red secundaria. El uso de soluciones RTK vía GPRS a redes de estaciones de referencia que no estén integradas en el cálculo de la red básica quedará supeditado al enlace y justificación conveniente en el anejo correspondiente, tanto en planimetría como en altimetría, con el marco de referencia o redes monumentadas específicamente para el estudio informativo.

Al utilizar la radiación GNSS en RTK debe tenerse en cuenta que el error medio cuadrático esperado para los puntos obtenidos es de ± 5 cm, tanto en planimetría como en altimetría.

3.1.5.3. Utilización de técnicas de barrido láser escáner terrestre

Las técnicas de barrido mediante técnicas láser escáner terrestre pueden plantearse como alternativa a metodologías de captura clásicas topográficas, resultando de especial interés para la toma de datos de elementos tales como estructuras, muros, firmes, escolleras, taludes, túneles, etc.

Por ello, se podrán utilizar técnicas de barrido láser escáner terrestre para obtener una nube de puntos del estado actual del elemento/objeto en estudio (estructuras, muros, firmes, escolleras, taludes, túneles, etc.), pudiendo capturar en la misma toma además de la información de la nube de puntos complementariamente y siempre que sea de interés, información radiométrica (mediante sistema de cámaras fotográficas para colorear la nube de puntos).

Esta captura de datos se podrá realizar empleando sistemas estáticos de barrido láser; entendiéndose por ellos única y exclusivamente aquellos en los que el equipo láser permanece en una posición fija mientras se realiza la captura de datos. En función de la dimensión de la zona en estudio, podrá realizarse desde un estacionamiento único o bien desde varios estacionamientos, creando una nube de puntos que cubra el ámbito de los elementos a levantar.

Los puntos de enlace deben tener una distribución de al menos 3 puntos/dianas cada 75 metros para nubes tomadas con láser escáner situados fijos constituyéndose así una distribución homogénea tanto longitudinalmente como transversalmente para todo el bloque, e incluyendo además de los puntos de enlace interiores siempre elementos de enlace en las esquinas/bordes del bloque.

Otra tecnología para realizar barridos de láser escáner en movimiento son los equipos de localización y mapeo simultáneo SLAM (Simultaneous Localization And Mapping, por sus siglas en inglés). Se trata de una tecnología que permite



que un dispositivo capture la geometría y radiometría de su entorno mediante medidas relativas y sistemas de visión de puntos y geometrías homónimas. Los sistemas de captura de datos láser e imagen basados en tecnología SLAM pueden ser interesantes para trabajos de comprobación o actualización de datos previos, así como la captura de zonas de extensión limitada. La toma de datos se realiza sin estacionamiento fijo en trípode o en puntos fijos de coordenadas conocidas, durante la captura de puntos.

En el caso de utilizar sistemas con esta tecnología, deberán emplazarse en la zona de la toma con SLAM puntos de control y apoyo suficientes para garantizar la calidad tanto en planimetría como en altimetría acorde a la escala del levantamiento a realizar. Independientemente del sistema empleado, y con la finalidad de limitar y controlar las posibles deformaciones por derivas y escala, la captura siempre deberá hacerse mediante itinerarios cerrados (mismo punto de llegada y de partida) de tal forma que la toma cinemática (tiempo utilizado antes de cerrar un itinerario) no supere los 4 minutos.

Los puntos de apoyo y control con coordenadas y cota obtenidos por procedimientos clásicos deben tener una densidad en la nube capturada de al menos 3 puntos cada 40 metros de avance.

3.1.5.3.1. Características mínimas del equipamiento láser terrestre:

Las características mínimas del equipamiento láser escáner terrestre estático a utilizar serán:

- Sistema de escáner de láser.
 - Nubes de puntos sincronizadas y calibradas con las cámaras fotográficas.
 - Precisión relativa de al menos 4 mm a 10 m.
 - Campo de visión de 360° sexagesimales en horizontal y 300° sexagesimales en vertical.
- Sistema de cámaras fotográficas de alta resolución.
 - El sistema debe incluir por lo menos una cámara digital que permita tomar imágenes con resolución 13 Mpx.
 - Campo de visión de las imágenes esféricas debe ser de 360° sexagesimales.

Las características mínimas del equipamiento SLAM a utilizar serán:

- Sistema de escáner láser.
 - Campo de escaneo horizontal de 360° sexagesimales.
 - Campo de escaneo vertical de 270° sexagesimales.
 - Velocidad de medición de puntos mínima 300.000 puntos/segundo.
 - Alcance mínimo 25 m.



- Sistema de cámaras fotográficas.
 - El sistema debe incluir por lo menos una cámara digital que permita tomar imágenes con resolución 12 MPx.
 - Las imágenes obtenidas deben permitir colorear la nube de puntos.

3.1.5.3.2. Cálculo y registro. Ajuste al marco de referencia.

La totalidad de los cálculos y registros deben referirse al marco de referencia del estudio informativo mediante la inclusión en el procedimiento de cálculo de los puntos de enlace tomados en campo por procedimientos clásicos, tanto si la captura de la nube se ha realizado con múltiples estacionamientos/posiciones de barrido, como si se ha realizado en forma cinemática con sistema SLAM.

Todos los cálculos y registros deben poder realizarse y ajustarse a las coordenadas y cota propias del estudio informativo (incluyendo factor de escala de las coordenadas UTM ETRS89). Por ello, el software propuesto por el consultor debe permitir, independientemente del sistema de registro realizado para obtener la nube de puntos, que la nube de puntos calculada tanto en planimetría como en altimetría quede ajustada al marco de referencia del estudio informativo, mediante los puntos de enlace tomados en campo.

Las técnicas y metodologías empleadas en la toma de datos de los puntos de enlace, toma de datos láser escáner y cálculo, registro y ajuste de los datos deben permitir garantizar una precisión de ± 10 cm tanto en planimetría como en altimetría respecto al marco de referencia del estudio informativo.

3.1.6. **Trabajos topográficos utilizando sensores LIDAR en aeronaves**

La tecnología LIDAR se utiliza para crear modelos de terreno, enviando un haz láser desde un avión hacia la superficie terrestre creando un modelo digital de elevaciones (MDE), del que puede obtenerse un modelo digital de superficies (MDS) o un modelo digital de terreno (MDT).

Utilizando el sensor adecuado, los datos obtenidos con LIDAR pueden ser muy precisos y detallados para la formación de modelos de terreno, incluso en zonas con abundante vegetación, siempre que se realice una depuración de la nube de puntos obtenida.

Es importante reseñar que los levantamientos de nubes de puntos no pueden ser un sustituto de la cartografía convencional, puesto que no proporcionan datos planimétricos de la zona levantada, tan solo datos altimétricos que permiten la obtención de un MDT y un MDS; salvo que se realice a partir de la nube de puntos una vectorización de las líneas que conforman la planimetría que cumpla las precisiones exigidas en el estudio informativo.

Para cualquier trabajo realizado con un sistema LIDAR, al comienzo de cada sesión de trabajo, es fundamental seguir rigurosamente los procesos de calibración e inicialización requeridos por el fabricante tanto de los sensores como del software usado.



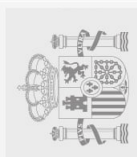
Para poder realizar los cálculos en post proceso que permitan ajustar las nubes de puntos con mayor precisión al terreno, se darán puntos de apoyo y control preseñalizados con la misma distribución y requisitos que los especificados en el apartado "3.1.2.2. Apoyo de campo".

Las necesidades de la nube de puntos a obtener deben ser estudiadas cuidadosamente para definir el número de puntos por metro cuadrado a obtener, así como para definir las características del equipo a utilizar y la planificación del trabajo (tipo de sensor, altura de vuelo, recubrimientos entre líneas de vuelo, etc.).

3.1.6.1. Utilización de sensores LIDAR instalados en un avión

Los datos LIDAR obtenidos con un sensor instalado en un avión deben tomarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones mínimas:

- Se indicarán las características y requisitos del sensor utilizado, que deberá cumplir con las características que se solicitan.
- Deberá disponer de sistema de navegación GNSS e IMU/INS propio. Este sistema deberá garantizar la calidad final de la nube de puntos que se obtenga, siendo similar al descrito para las cámaras fotogramétricas montadas en avión.
- El sensor debe estar montado sobre plataforma giroestabilizada que permita mantener su verticalidad, o un sistema para compensación del cabeceo, alabeo y amortiguador de guiñada (pitch, dutch roll y yaw damper) que corrijan los movimientos que son detectados por la unidad IMU/INS en tiempo real.
- El campo de visión transversal (FOV) a planificar será de 50° sexagesimales.
- La frecuencia de escaneo mínima será de 100 Hz.
- Deberá tener una frecuencia de pulso mínima de 1.000 kHz para garantizar la uniformidad en todo el barrido de la densidad de puntos exigida.
- Deberá tener una resolución radiométrica de intensidades múltiples mínima de 12 bits.
- Deberá tener la capacidad de registrar un mínimo de 4 retornos para cada pulso.
- Divergencia del haz menor o igual a 0.25 mrad.
- Reflectividad objeto > 10 %.
- En caso de no realizarse el vuelo LIDAR simultáneamente a un vuelo para uso fotogramétrico, el sistema incorporará una cámara fotográfica de al menos 18 mega píxeles, con 3 bandas de 8 bits (RGB), que permita obtener tras un postproceso imágenes rectificadas para colorear los puntos de la nube.





- La precisión horizontal será $< \text{altura de vuelo}/10.000$.
- La precisión vertical será $< 0,05-0,30$ m en error medio cuadrático con alturas de vuelo entre 150-6.000 m sobre el terreno (AGL por sus siglas en inglés: Above Ground Level), también llamada "altitud absoluta", que es la distancia vertical entre el avión y el terreno bajo él.

3.1.6.2. Utilización de sensores LIDAR instalados en un VANT

En caso de necesitarse levantamientos en zonas de pequeña extensión o de difícil accesibilidad con datos muy precisos del terreno (MDE), puede ser adecuado la utilización de sensores LIDAR montados en VANT.

En caso de ser necesaria la realización de trabajos LIDAR instalados en un VANT, y tras la aprobación del director del estudio y con el visto bueno de la Subdirección General de Planificación y Explotación, serán de aplicación las metodologías de trabajo, prescripciones y precisiones descritos para estos trabajos en las instrucciones técnicas relativas a la cartografía y topografía en proyectos de trazado y construcción de la Dirección General de Carreteras.

Precisión de rango esperada en sistema LIDAR: ± 3 cm a 100 metros.

Todas las prescripciones técnicas que se describen para los vuelos VANT serán de aplicación para los vuelos realizados con helicóptero.

Es importante recordar que la nube de puntos entregada como resultado de los trabajos debe estar en el sistema oficial de referencia que se detalla en el apartado "3.1.2.1. Red básica", especialmente para evitar errores altimétricos, y la cota de los puntos debe tener sus cotas ortométricas referidas a la REDNAP y no a alturas elipsoidales.

3.1.7. Trabajos topográficos utilizando sensores láser escáner en vehículos terrestres (mobile mapping system)

Los sistemas de mapeo móvil (mobile mapping system, MMS, por sus siglas en inglés) consisten en la captura y toma de datos en forma de nubes de puntos con procedimientos de láser escáner colocados sobre una plataforma adaptada instalada en un vehículo automóvil.

Esta tecnología puede resultar de utilidad para la toma de datos de vías existentes sin tener que interrumpir el tráfico, ya que, aunque la precisión planimétrica global es inferior a la obtenida por procedimientos de topografía tradicionales (tales como GNSS en tiempo real o estación total) desde las bases de replanteo, para la medición de peraltes puede llegar a tener más precisión.

Por este motivo su uso queda limitado a la realización de inventarios de plataformas de carreteras y la obtención de perfiles transversales de las calzadas; estos perfiles deberán ser completados con los otros métodos topográficos descritos en estas prescripciones a partir del borde de la calzada de la carretera en servicio. La obtención de otros elementos de la calzada obtenidos a partir de la nube de puntos está limitada a que se utilice la metodología descrita a continuación, usando estaciones de referencia muy



próximas y/o puntos de control, y siempre que la precisión esperada en los elementos representados de ± 10 cm. sea admisible.

El sistema debe constar de un sensor láser escáner, cámara (o cámaras) que pueden realizar imágenes 360°, un sistema IMU/INS (en algunos modelos), un sistema GNSS y un odómetro (en algunos modelos). El objeto de los equipos instalados es poder obtener imágenes 360° sexagesimales del itinerario, y una nube de puntos coloreada con las imágenes, dando coordenadas UTM ETRS89 y altitud ortométrica a los puntos de la nube a partir de los datos de la trayectoria calculados con el GNSS, el sistema inercial y el odómetro. Es necesario contar con todos estos equipos ya que existen acumulaciones de errores en el sistema inercial, pérdidas de la señal GNSS en puntos por arbolado, paso por túneles o bajo estructuras existentes. Los datos capturados por los sensores se procesan y se combinan para crear modelos tridimensionales de la trayectoria y la nube de puntos que conforma el entorno del sistema.

Como ya se ha indicado con anterioridad, es importante realizar una calibración inicial (inicialización del sistema) antes de comenzar la toma masiva de puntos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, verificando con una estación total que la diferencia de cota que se obtiene entre los bordes de la calzada no difiere en más de 2 cm cada 10 m.

Los puntos de un mismo barrido del láser tienen una precisión de entre ± 1 y ± 2 cm, con lo que esta tecnología es muy adecuada para la toma de datos de peraltes en carreteras en uso, si bien puede presentar distorsiones longitudinalmente en el eje de avance de la trayectoria.

La captura de la nube de puntos se restringe hasta el primer obstáculo que exista para producir el retorno de la señal, lo que ocasiona que en múltiples ocasiones la señal rebota en las barreras, elementos de señalización, vegetación u otros elementos en el borde de la calzada existente, con lo que no permite ver el borde de la plataforma (ni bermas, cabezas y pie de taludes en las zonas en terraplén, los pies de talud en las zonas en desmante e incluso en ocasiones las cunetas).

Las precisiones globales en UTM ETRS89 de los puntos de la nube dependen de la metodología de obtención utilizada. Si tan solo se utilizan los datos GNSS, inerciales y del odómetro, están en ± 40 cm; esta precisión puede mejorarse situando estaciones GNSS de referencia en tierra situados previamente, enlazados a la red del estudio informativo con técnicas de observación GNSS de posicionamiento estático relativo con postproceso, y de tal forma que el receptor GNSS del sistema tenga una señal RTK siempre a una distancia menor de 5 km de su posición. En estas condiciones la precisión global está en ± 10 cm. Esta misma precisión puede obtenerse dando puntos de control de coordenadas conocidas en la carretera que se identifiquen en la nube de puntos con una separación de 1 km y a ambos lados de la infraestructura en estudio y que se incluirán en el cálculo del postproceso final de la nube.

Cuando se realice la toma de datos con MMS, se entregará la nube de puntos georreferenciada y depurada en formato LAS, y los elementos lineales que conforman las entidades discretas que integran el modelado planimétrico de la carretera georreferenciados y delineados. Los levantamientos producidos se



presentarán en CAD en formato digital. La información tridimensional digitalizada se presentará en los formatos que utilicen los sistemas tanto del consultor como de la Dirección General de Carreteras, y como mínimo en DXF.

En caso de realizarse una comprobación de la nube de puntos en una sección transversal a la calzada el error en 10 m será menor de 2 cm, y para otros anchos de calzada el error máximo será el proporcional a este límite (0,02/10 multiplicado por el ancho de la calzada en metros). Si se realiza control en la nube de puntos el 90% de los puntos comprobados presentará diferencias menores de 15 cm respecto a las coordenadas y cotas obtenidas en la comprobación.

3.1.8. Formato de entrega de todos los trabajos que generen nubes de puntos

Cuando se realice la toma de datos con sensores LIDAR, para la obtención de un MDT, se entregará la nube de puntos georreferenciada y depurada en formato LAS, con los puntos de la nube registrados con una densidad acorde al paso de malla (o GRID, en inglés) del MDT final que se quiere representar, y que será definida para cada trabajo cuando se solicite esta metodología.

Cuando se realice la toma de datos con tecnología láser (láser escáner y mobile mapping system) para la realización de un levantamiento topográfico, se entregará la nube de puntos georreferenciada y depurada en formato LAS, y los elementos lineales que conforman las entidades discretas que conforman el modelado de los elementos a levantar georreferenciados y delineados. Los planos cartográficos producidos con los elementos lineales modelados se presentarán en CAD en soporte digital. La información tridimensional digitalizada de los planos se presentará en los formatos que utilicen los sistemas tanto del consultor como de la Dirección General de Carreteras, y como mínimo en DXF.

3.1.9. Otros datos complementarios a incluir en la cartografía

El consultor deberá realizar los siguientes trabajos complementarios tanto en campo como en gabinete:

- Al comienzo del trabajo el consultor situará sobre la cartografía señales indicativas de hitos o placas kilométricas existentes en las carreteras colindantes o próximas a la vía cuyo estudio informativo se realiza, de manera que pueda claramente identificarse cualquier referencia a dicho kilometraje. Para tal fin podrá utilizarse la Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT) que provee el IGN a través del centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica o los datos obtenidos por la Dirección General de Carreteras, utilizándose los datos más actualizados.
- Deberán quedar reflejados en los planos cartográficos los servicios afectados más importantes, en orden a ser tenidos en cuenta en el desarrollo del estudio informativo. Para tal fin podrán utilizarse las bases de datos comerciales existentes, aunque si algún servicio afectado



podiese ser crítico para el estudio informativo su ubicación exacta deberá determinarse por métodos topográficos en campo.

- En puntos donde el trazado de alguna de las alternativas que se estudia resulte difícil de juzgar o encajar adecuadamente con la información cartográfica existente, por ejemplo, zonas de desmontes o rellenos de gran altura a media ladera, se procederá a obtener los perfiles del terreno necesarios, referidos al sistema de coordenadas y cotas utilizados, para un adecuado juicio de la viabilidad y obras requeridas por la solución que se estudia. Para tal fin podrá utilizarse el MDT confeccionado por el IGN con sensores LIDAR para el PNOA.

3.2. Documentación a entregar

La documentación mínima a entregar de cada uno de los trabajos realizados será:

3.2.1. Vuelo fotogramétrico

- Informe completo de vuelo.
- Imágenes digitales en formato TIFF.
- Imágenes digitales en formato ECW.
- Datos de los fotocentros obtenidos del sistema mixto GNSS e IMU/INS en formato ASCII.
- Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1/25.000.
- Especificaciones técnicas y certificado de calibración de la cámara.

3.2.2. Red básica

- Informe completo que detalle el enlace a la red geodésica, instrumentación utilizada, métodos topográficos empleados, proyección cartográfica empleada.
- Gráfico de las baselíneas de la red básica sobre mapas 1:50.000 o 1:25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional.
- Cálculo de la red básica.
- Informe de baselíneas, ajuste y parámetros de transformación.
- Reseñas de vértices de la red básica.
- Listado de las coordenadas de la red básica.
- Reseñas de vértices geodésicos o ERGNSS, facilitados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).



3.2.3. Apoyo de campo

- Informe de baselíneas RTK y/o postprocesadas y ajuste (si procede).
- Gráfico de situación de los puntos de apoyo y puntos de control altimétrico sobre los mapas 1:50.000 o 1:25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional.
- Reseñas de puntos de apoyo.
- Listado de coordenadas de los puntos de apoyo.

3.2.4. Aerotriangulación

- Informe de cálculo de la aerotriangulación, donde se ponga de manifiesto los errores residuales del proceso de cálculo, así como los puntos de apoyo rechazados en el cálculo, y listado de coordenadas finales de los puntos aerotriangulados.
- Ficheros de orientaciones absolutas de los pares fotogramétricos obtenidos de la aerotriangulación.

3.2.5. Restitución

- Informe completo con instrumentos empleados y librería de códigos utilizados: Código – elemento – tipo de línea - indicación de los códigos que pueden ser usados en la realización de un MDT (modelo digital de terreno) o en un MDS (modelo digital de superficies). En el ANEXO 2 se incluye un ejemplo de listado de códigos.
- Ficheros de la cartografía tridimensional y del gráfico de distribución de hojas en formato digital, en uno de los formatos estándar de intercambio (DWG, SHP, DGN, ASCII DIGI, etc.), y como mínimo en DXF.
- Ficheros de la cartografía y del gráfico de distribución de hojas en formato GeoPDF con resolución no inferior a 600 ppp.
- En caso de haberse realizado apoyo continuo, los partes de orientación en los que queden reflejados los puntos de apoyo utilizados en cada par estereoscópico, que incluyan los parámetros de orientación y los residuos de la orientación absoluta alcanzados en los puntos de apoyo.
- Diferencias obtenidas entre la cota obtenida en el cálculo y la obtenida en campo de los puntos complementarios de control altimétrico.

3.2.6. Ortofotografías

- Memoria técnica del proceso de rectificación, formación del mosaico y ajuste radiométrico donde se especificará la metodología, instrumentación, software y cálculo empleados de las ortofotografías.
- Ficheros en formato TIFF (sin tiles y sin comprimir) de las ortofotografías con el GSD solicitado.



- Ficheros en formato comprimido JPG de las ortofotografías con el GSD solicitado.
- Ficheros para la georreferenciación de los anteriores ficheros de imagen, empleando como sistema de referencia UTM ETRS89.

3.2.7. Poligonales y redes secundarias.

- Informe completo que detalle el enlace al marco de referencia del estudio informativo, instrumentación utilizada, métodos topográficos empleados, proyección cartográfica empleada, etc.
- Informe de baselíneas y ajuste.
- Informe de cálculo de poligonales e intersecciones inversas en caso de realizarse.
- Ajuste y compensación de la red de bases haciendo constar errores de cierre y longitud de la poligonal, en caso de haberse hecho topografía clásica. Residuos de las observaciones, error medio cuadrático de las coordenadas compensadas y elipses de error en la determinación de la posición de los vértices de la red, en caso de utilizar metodología GNSS.
- Gráfico de las poligonales o baselíneas de la red secundaria sobre mapas 1:50.000 o 1:25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional.
- Reseñas de la red secundaria.
- Coordenadas y reseñas los vértices de la red básica usados en la realización de la red secundaria.
- Listado de coordenadas de la red secundaria.

3.2.8. Levantamientos topográficos

3.2.8.1. Topografía clásica - estación total y GNSS

- Informe de los trabajos realizados, incluyendo los cálculos.
- Listado de coordenadas de los puntos levantados en los trabajos.
- Fichero digital con los puntos levantados, y su delineado y curvado si procede.
- Planos en los que se representen los trabajos realizados.

3.2.8.2. Barrido láser escáner terrestre

- Informe de registro de las nubes.
- Listado de coordenadas de los puntos de enlace, incluyendo sus cálculos.
- Ficheros LAS con la nube de puntos depurada.





- Los planos delineados en formato CAD en 3D de los elementos a levantar georreferenciados.

3.2.9. Otros levantamientos con sensores Láser Escáner

3.2.9.1. Embarcados en aeronaves (LIDAR)

- Informe de los trabajos realizados.
- Cálculo de puntos de apoyo de campo e informe de baselíneas.
- Gráfico de situación de los puntos de apoyo sobre los mapas 1:50.000 o 1:25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional.
- Listado de coordenadas de los puntos de apoyo.
- Fichero LAS con la nube de puntos depurada.
- Los planos delineados en formato CAD en 3D de los elementos a levantar georreferenciados.

3.2.9.2. En vehículos terrestres (mobile mapping system)

- Informe de los trabajos realizados.
- Cálculo de puntos de apoyo de campo e informe de baselíneas.
- Gráfico de situación de los puntos de apoyo sobre los mapas 1:50.000 o 1:25.000 de la serie del Mapa Topográfico Nacional.
- Listado de coordenadas de los puntos de apoyo.
- Fichero LAS con la nube de puntos depurada.
- Los planos delineados en formato CAD en 3D de los elementos a levantar georreferenciados.

4. ENTRADA EN VIGOR

Esta nota de servicio entrará en vigor al día siguiente de la fecha de su aprobación, siendo de aplicación para los pliegos de los contratos de servicios de redacción de estudios informativos que se aprueben a partir de esa fecha.





ANEXO 1. MODELOS DE RESEÑAS

Reseña de vértice de la red básica

NOMBRE PROYECTO	Nº BASE
VÉRTICES DE RED BÁSICA	
Identificación Nombre: Provincia: Municipio: Fecha:	Coordenadas ETRS89 X UTM: Y UTM: Altura Ortométrica: Factor de escala (k): Convergencia (w): Huso:
Situación	Coordenadas Geográficas Longitud: Latitud: Altura Elipsoidal:
Croquis General	Fotografía
Croquis de Detalle	
Observaciones	

FIRMADO por : ROSALIA BRAVO ANTON. A fecha: 26/04/2024 09:43 AM
 Total folios: 47 (36 de 47) - Código Seguro de Verificación: MFOM025C3ADB1DF4C2771BACFD3B. Verificable en https://sede.mitma.gob.es





Reseña de vértice de red auxiliar

NOMBRE PROYECTO	Nº BASE
------------------------	----------------

REDES AUXILIARES

Idefinticación

Nombre: Nº BASE

Provincia:

Municipio:

Fecha:

Coordenadas ETRS89

X UTM:

Y UTM:

Altura Ortométrica:

Factor de escala (k):

Convergencia (w):

Huso:

Situación

Coordenadas Geográficas

Longitud:

Latitud:

Altura Elipsoidal:

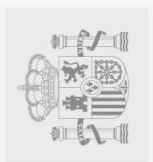
Croquis General

Fotografía

Croquis de Detalle

Observaciones

FIRMADO por : ROSALIA BRAVO ANTON. A fecha: 26/04/2024 09:43 AM
Total folios: 47 (37 de 47) - Código Seguro de Verificación: MFOM025C3ADB1DF4C2771BACFD3B. Verificable en https://sede.mitma.gob.es

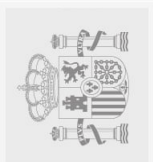




Reseña de punto de apoyo

NOMBRE DE PROYECTO			
RESEÑA DE LOS PUNTOS DE APOYO			
Nº Punto de Apoyo Nº PUNTO Fotograma: Pasada:	Coordenadas UTM-ETRS89 X: Y: Hortm:	Croquis	Foto
Descripción			
Nº Punto de Apoyo Nº PUNTO Fotograma: Pasada:	Coordenadas UTM-ETRS89 X: Y: Hortm:	Croquis	Foto
Descripción			
Nº Punto de Apoyo Nº PUNTO Fotograma: Pasada:	Coordenadas UTM-ETRS89 X: Y: Hortm:	Croquis	Foto
Descripción			
Nº Punto de Apoyo Nº PUNTO Fotograma: Pasada:	Coordenadas UTM-ETRS89 X: Y: Hortm:	Croquis	Foto
Descripción			
Nº Punto de Apoyo Nº PUNTO Fotograma: Pasada:	Coordenadas UTM-ETRS89 X: Y: Hortm:	Croquis	Foto
Descripción			

FIRMADO por : ROSALIA BRAVO ANTON. A fecha: 26/04/2024 09:43 AM
 Total folios: 47 (38 de 47) - Código Seguro de Verificación: MFOM025C3ADB1DF4C2771BACFD3B. Verificable en https://sede.mitma.gob.es





ANEXO 2. EJEMPLO DE LISTADO DE CÓDIGOS UTILIZADOS

Para una correcta utilización de los elementos que forman la representación cartográfica en los trabajos de diseño de una obra lineal es necesario diferenciar dos tipos de elementos:

- Los que definen el terreno sin ningún elemento situado sobre él (edificaciones, puentes, muros de separación de parcelas, etc.), es decir, la superficie del terreno que constituye el MDT.
- Los que definen la elevación de cada punto definida sobre el elemento que en él se encuentre, que es el modelo de superficies o MDS.

De esta forma en el MDS la altitud de un punto estará en los elementos que se hayan construido sobre el terreno como por ejemplo las edificaciones o los puentes. Por tanto, la diferencia de altitud entre el MDS y el MDT se corresponde con las alturas de los elementos construidos sobre el terreno.

Por consiguiente, en función del uso que se vaya a dar a los elementos cartográficos y topográficos representados se utilizará el MDS o el MDT; si se necesita ver datos de la superficie del terreno se utilizará el MDT (por ejemplo, para realizar una cubicación del movimiento de tierras), pero si se precisa realizar un perfil puede ser necesario utilizar el MDS para poder incluir en él todos los elementos intersectados por dicho perfil.

Por último, existen elementos de tipo 3D que pese a ser líneas en tres dimensiones no forman parte de los modelos de elevaciones (MDE), ni del MDT ni del MDS, como por ejemplo las líneas del apartado "LÍMITES" de la tabla adjunta, si bien, aunque su situación planimétrica (2D) sea correcta, la altimetría no se corresponde con un MDE. Pese a ello puede ser necesaria conocer su ubicación planimétrica para realizar un perfil, medir superficies de elementos, localizar servicios, etc.

Al realizarse la cartografía, en función de la metodología de obtención de cada uno de los elementos y sus propias características, debe incluirse en una tabla como la adjunta a continuación, si los elementos son del tipo 3D, 3DT (terreno), o 3DS (superficie).





CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRÁFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
VÉRTICES Y PUNTOS DE APOYO									
000101	VÉRTICE 1 ORDEN	PUNTUAL		GEO1	0	0	0	0.010	3DS
000103	VÉRTICE TOPOGRÁFICO	PUNTUAL		VERTOP	0	0	0	0.010	3DS
000104	PUNTO DE APOYO	PUNTUAL		PA	0	0	0	0.010	3DS
000105	ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS	PUNTUAL		GNSS	0	0	0	0.010	3DS
000108	PUNTO TAQUIMÉTRICO	PUNTUAL		TAQ	0	0	0	0.010	3DT
000109	BASE REPLANTEO	PUNTUAL		BR	0	0	0	0.010	3DT
LÍMITES									
010121	MOJÓN	PUNTUAL		MOJONC	0	0	0	0.010	3D
010123	LÍMITE DE PROVINCIA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,025	3D
010223	LÍMITE DE MUNICIPIO	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.020	3D
010325	PERÍMETRO PARQUE NATURAL	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.020	3D
010423	LÍMITE DE NACIÓN	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,030	3D
010424	LÍMITE DE AUTONOMÍA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,025	3D
013101	LÍMITE COMARCAL	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,020	3D
0111111	LÍMITE TRABAJO	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,020	3D
ALTIMETRÍA									
020123	CURVA DE NIVEL (FINA)	LINEAL	CONTINUA		200	90	10	0,020	3DT
020124	CURVA DE NIVEL (MAESTRA)	LINEAL	CONTINUA		200	60	10	0,025	3DT
020126	CURVA DE DEPRESIÓN FINA	LINEAL	PATRONEADA		200	90	10	0,020	3DT
020127	CURVA DE DEPRESIÓN MAESTRA	LINEAL	PATRONEADA		200	60	10	0,025	3DT
020225	ZANJA	LINEAL	PATRONEADA		255	60	0	0,010	3DT
020246	ESCARPADO	LINEAL	PATRONEADA		168	0	0	0,010	3DT
020247	LÍNEA DE DESMONTE	LINEAL	PATRONEADA		112	56	0	0,010	3DT
020249	ROCAS	LINEAL	PATRONEADA		168	0	0	0,010	3DS
020301	CUEVA	LINEAL	PATRONEADA		168	0	0	0,010	3DT
020401	PUNTO DE COTA	PUNTUAL		COTA	0	0	0	0,010	3DT
020423	TALUD. PIE	LINEAL	PATRONEADA		112	56	0	0,010	3DT
020424	TALUD. CABEZA	LINEAL	PATRONEADA		112	56	0	0,010	3DT
HIDROGRAFÍA									
030120	CUNETAS EJE (OBRA Y TIERRA)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030123	RÍO	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,020	3DT
030124	MARGEN DE CURSO FLUVIAL INTERMITENTE	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030127	VAGUADA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030128	EMBALSE	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DT
030132	LÍNEA DE COSTA	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,025	3DT
030222	RAMBLA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030246	CHARCAS O ZONAS PANTANOSAS	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT



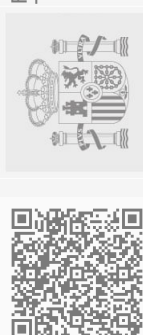


CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRAFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
030248	CONTORNO DE LAGO/LAGUNA	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DT
030249	BALSA	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DT
030301	SIFÓN	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3DS
030302	RESPIRADERO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3DS
030303	SIFÓN	PUNTUAL		SIFON	255		0	0,010	3DS
030305	CANALETA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	255	0,010	3DS
030322	ACEQUIA MARGEN (TIERRA)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DS
030323	ACEQUIA EJE	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030324	ACUEDUCTO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,010	3DS
030325	MARGEN DE CANAL (OBRA)	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,010	3DS
030326	OTRAS CONDUCCIONES SUPERFICIAL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3DS
030327	OTRAS CONDUCCIONES (BAJO RASANTE)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,010	3DS
030329	EJE DE CANAL	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030330	ACEQUIA MARGEN (TIERRA)	LINEAL	PATRONEADA		246	61	27	0,010	3DT
030331	CANAL. PIE	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030332	ACEQUIA. PIE	LINEAL	PATRONEADA		0	0	252	0,010	3DT
030346	DEPOSITO ELEVADO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3DS
030347	DEPOSITO (A NIVEL DEL SUELO)	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3DT
030348	ESTACIÓN DEPURADORA	LINEAL	CONTINUA		255	0		0,010	3DS
030349	HIDRANTE	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DS
031350	HIDRANTE. PUNTUAL	PUNTUAL		HIDRANTE	0	0	252	0,010	3D
030423	ESCLUSA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,015	3D
030446	DIQUE DE EMBALSE O PRESA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,015	3DS
030448	MUELLE/EMBARCADERO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,015	3DS
030450	PISCINA	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DS
030451	ESTANQUE	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DT
030524	FUENTE	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DS
030525	POZO	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DS
030526	ABREVADERO	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DS
030528	LAVADERO	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DS
031525	POZO	PUNTUAL		POZO	0	0	252	0,010	3D
034101	CUNETA MARGEN (BORDES DE OBRA)	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,010	3DT
034102	CUNETA FONDO	LINEAL	CONTINUA		0	0	252	0,010	3DT
USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN									
040124	PARCELA	LINEAL	CONTINUA		0	112	84	0,010	3D
040126	TAPIA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0,010	3D
040127	ALAMBRADA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,010	3D
040128	TAPIA CON VERJA-ALAMBRADA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0,010	3D
040130	VALLA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0,010	3D





CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRÁFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
040131	COLUMNA/PILAR	LINEAL	CONTINUA		240	0	0	0.010	3D
040133	VIGA	LINEAL	CONTINUA		240	0	0	0.010	3D
040142	PUERTA, ENTRADA, CANCELA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
040254	ARBUSTOS	LINEAL	PATRONEADA		0	110	40	0.010	3D
040255	INVERNADERO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
040256	ZONA ARBOLADA	LINEAL	PATRONEADA		0	112	84	0.010	3D
040257	CORTAFUEGOS	LINEAL	CONTINUA		0	112	84	0.010	3D
040258	LÍNEA DE JARDÍN	LINEAL	PATRONEADA		0	112	84	0.010	3D
040259	SETO	LINEAL	PATRONEADA		0	112	84	0.010	3D
040261	PALMERA	PUNTUAL		PALM	0	112	84	0.010	3D
040262	ÁRBOL AISLADO	PUNTUAL		ARBOL	0	112	84	0.010	3D
040263	ÁRBOL CON ALCORQUE	PUNTUAL		ARBALC	255	0	0	0.010	3D
040264	ALCORQUE	PUNTUAL		ALCOR	255	0	0	0.010	3D
040265	ALCORQUE	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
040301	MINA	LINEAL	CONTINUA		255	100	100	0.010	3D
040303	CANTERA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
040445	ESCOMBRERA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
040446	VERTEDERO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
040448	EXPLANADA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DT
010521	MURO	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DS
040522	MURO DE CONTENCIÓN. PIE	LINEAL	PATRONEADA		250	20	20	0.010	3DT
040523	MURO DE CONTENCIÓN. CABEZA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DT
040524	BANCAL DE TIERRA	LINEAL	PATRONEADA		168	0	0	0.010	3DT
040529	BANCAL DE TIERRA PIE	LINEAL	CONTINUA		150	20	0	0.010	3DT
040525	TORRE DE VIGILANCIA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
040526	MURO ANCHO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
040528	MURALLA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
040530	ESCOLLERA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
EDIFICACIÓN / CONSTRUCCIÓN									
050146	EDIFICIO /MANZANA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
050147	EDIFICIO PUBLICO SINGULAR (IGLESIA-COLEGIO)	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.020	3DS
050150	EDIFICIO EN CONSTRUCCIÓN	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DS
050151	EDIFICIO EN RUINAS	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DS
050153	CHAMIZO/CHABOLA/CASETA (USO AGRÍCOLA)	LINEAL	CONTINUA		255	0	40	0.010	3DS
050156	ZONA DEPORTIVA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
050159	CEMENTERIO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
050160	MUELLE/ANDEN/PLATAFORMA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
050174	PLAZA DE TOROS	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
050246	NAVE INDUSTRIAL	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
050247	SILO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS





CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRÁFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
050324	MEDIANERÍAS	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
050326	BORDILLO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
050327	ZONA DE OBRAS	LINEAL	CONTINUA		148	82	84	0.010	3DS
050328	ESCALERA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DS
050329	BASCULA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
050332	MARQUESINA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
050334	CHIMENEA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
050335	RAMPA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
050338	PLATAFORMA METÁLICA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
050350	RESTOS ARQUEOLÓGICOS	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3D
050352	TERRAZA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
050355	PATIO EDIFICIO/MANZANA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
050357	CLARABOYAS/TRAGALUZ	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
050358	ZONA DE JUEGOS	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
REDES DE COMUNICACIÓN									
060102	HITO KILOMÉTRICO AUTOPISTAS/CARRETERAS	PUNTUAL		PK	0	0	0	0.010	3D
060106	BOLARDO	PUNTUAL		BOLAR	0	0	0	0.010	3D
060101	BORDE DE CARRETERA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
060118	PINTURA CALZADA CONTINUA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
060119	PINTURA CALZADA DISCONTINUA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
060124	AUTOPISTA/AUTOVÍA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
060127	CARRETERA EN CONSTRUCCIÓN	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DT
060131	LÍMITE DE PAVIMENTO	LINEAL	CONTINUA		100	100	100	0.010	3DT
060133	QUITAMIEDOS METÁLICO	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DS
060136	VIADUCTO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.100	3DS
060137	TÚNEL	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3D
060138	PISTA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060140	CAMINO	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060142	SENDA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060144	CARRETERA ABANDONADA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DT
060148	PEAJE AUTOPISTA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
060151	PUENTE	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
060152	ARCÉN	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DT
060153	LÍNEA DE ACERA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
060156	CARRIL BICI	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DT
060159	PINTURA CALZADA TRAMO CORTO	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DS
060160	PINTURA CALZADA TRAMO LARGO	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DS
060204	HITO FFCC	PUNTUAL		HITOF	0	0	0	0.010	3D
060205	BARRERA FERROCARRIL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.100	3D





CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRÁFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
060223	FERROCARRIL (VÍA DOBLE)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060224	FERROCARRIL (VÍA SIMPLE)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060225	FERROCARRIL (VÍA ESTRECHA)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060227	FERROCARRIL ABANDONADO (VÍA DOBLE)	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060233	PASARELA (PASO ELEVADO PEATONES)	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
060237	REJILLA LINEAL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DT
060238	REJILLA/IMBORNAL	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060251	FERROCARRIL EN CONSTRUCCIÓN	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT
060601	PISTA AEROPUERTO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
060602	HELIPUERTO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
060624	BARANDILLA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
060701	JUNTA DE DILATACIÓN	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
060702	ALCANTARILLA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DT
061133	QUITAMIEDOS DE OBRA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
067120	VIADUCTO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0,100	3DS
LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y TRANSMISIONES									
070101	TORRE DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA	PUNTUAL		TM	0	0	0	0.010	3D
070103	AEROGENERADOR	PUNTUAL		AERO	0	0	0	0.010	3D
070104	ANTENA LINEAL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
070105	ANTENA PUNTUAL	PUNTUAL		ANTENA	0	0	0	0.010	3D
070123	LÍNEA ELÉCTRICA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3D
070125	CENTRAL ELÉCTRICA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.015	3DS
070126	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
070127	TRANSFORMADOR DE RED ELÉCTRICA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
070147	ZAPATA TORRE ELÉCTRICA	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3DS
070148	ZAPATA TORRE ELÉCTRICA PUNTUAL	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
070201	POSTE TELEFÓNICO	PUNTUAL		PTEL	0	0	0	0.010	3D
070223	LÍNEA TELEFÓNICA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3D
070327	TUBERÍA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
070328	CANALETA	LINEAL	CONTINUA		0	0	255	0.010	3D
070331	OTRAS CONDUCCIONES SUPERFICIAL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
070332	OTRAS CONDUCCIONES (BAJO RASANTE)	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
070401	TRANSFORMADOR AÉREO	PUNTUAL		TRANSF	0	0	0	0.010	3D
070402	POSTE ELÉCTRICO	PUNTUAL		PELE	0	0	0	0.010	3D
MOBILIARIO Y REGISTROS									
080102	CARTEL DE PUBLICIDAD	PUNTUAL		INFOR	0	0	0	0.010	3D
080104	FAROLA	PUNTUAL		FAROLA	0	0	0	0.010	3D
080105	REGISTRO INDETERMINADO	PUNTUAL		REG	0	0	0	0.010	3D



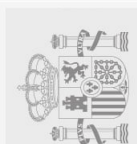


CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRÁFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
080106	REGISTRO DE AGUA PUNTUAL	PUNTUAL		REGA	0	0	0	0.010	3D
080107	REGISTRO DE GAS PUNTUAL	PUNTUAL		REGAS	0	0	0	0.010	3D
080108	REGISTRO ELÉCTRICO	PUNTUAL		REGEL	0	0	0	0.010	3D
080109	REGISTRO DE TELÉFONO	PUNTUAL		REGTF	0	0	0	0.010	3D
080110	BOCA DE RIEGO	PUNTUAL		BOCARI	0	0	0	0.010	3D
080112	REGISTRO DE ALCANTARILLA	PUNTUAL		ALCAN	0	0	0	0.010	3D
080113	SEÑAL DE TRAFICO	PUNTUAL		SENAL	0	0	0	0.010	3D
080114	SEMAFORO (POSTE)	PUNTUAL		SEMA	0	0	0	0.010	3D
080115	FUENTE	PUNTUAL		FUEN	0	0	252	0.010	3D
080116	SUMIDERO. LINEAL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DT
080117	BUZÓN	PUNTUAL		BUZON	0	0	0	0.010	3D
080118	PAPELERA	PUNTUAL		PAPEL	0	0	0	0.010	3D
080120	BANCO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080123	REGISTRO INDETERMINADO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
080124	FAROLA ALUMBRADO (EN FACHADA)	PUNTUAL		FAROLAD	0	0	0	0.010	3D
080125	FAROLA MÚLTIPLE	PUNTUAL		FARM	0	0	0	0.010	3D
080127	SUMIDERO. PUNTUAL	PUNTUAL		SUMID	0	0	0	0.010	3D
080128	CABINA TELEFÓNICA	PUNTUAL		CABTEL	0	0	0	0.010	3D
080129	MONUMENTO LINEAL	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080130	MONUMENTO	PUNTUAL		MONU	0	0	0	0.010	3D
080132	POSTE DE GAS	PUNTUAL		PGAS	0	0	0	0.010	3D
080133	BANCO	PUNTUAL		BANCO	0	0	0	0.010	3D
080134	JARDINERA/MACETERO	LINEAL	CONTINUA		255	0	0	0.010	3D
080135	ARMARIO ELÉCTRICO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
081136	ARQUETA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080137	KIOSCO PRENSA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080140	CABINA TELEFÓNICA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080145	CARTEL (PUBLICIDAD-TRAFICO MARGEN DE CARRETERAS)	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080146	PÓRTICO (PANEL INFORMATIVO QUE CRUZA LOS VIALES)	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080150	PARADA DE BUS	PUNTUAL		BUS	0	0	0	0.010	3D
080151	PANELES SOLARES	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3D
080155	POSTE INDETERMINADO	PUNTUAL		POSTIND	0	0	0	0.010	3D
080162	HITO FIBRA ÓPTICA	PUNTUAL		H_FOPT	0	0	0	0.010	3D
080176	BARRERA PASO NIVEL	PUNTUAL		PASON	0	0	0	0.010	3D
081106	REGISTRO DE AGUA	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
081107	REGISTRO DE GAS	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
081108	REGISTRO ELÉCTRICO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
081109	REGISTRO TELEFÓNICO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS
081129	REG. SANEAMIENTO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0.010	3DS





CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRAFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
081130	CONTENEDOR	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3D
081131	PANTALLA ACÚSTICA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0,010	3D
081141	REGISTRO DE TRAFICO	LINEAL	CONTINUA		0	0	0	0,010	3DS
081155	POSTE INDETERMINADO	PUNTUAL		POSTEINDE	0	0	0	0,010	3D
081166	SEMÁFORO	PUNTUAL		SEMAFORO	0	0	0	0,010	3D
TEXTOS DE USOS DEL SUELO									
090102	TEXTO DE CULTIVO	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090103	Tc/Arb	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090104	Fr	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090105	C	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090106	V	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090108	Er	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090109	J	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090110	Hr	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090111	Mb	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090112	Ma	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090115	Pd/Dh	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090119	RF	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090120	Er/Arb	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090121	Mb/Arb	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090122	J	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
090124	E/P	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
ROTULACIÓN / TEXTOS									
100003	TEXTO INDETERMINADOS	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
100108	NUMERO PUNTO TAQUIMETRICO	TEXTO			0	0	0	0,010	3D
110223	TEXTO TÉRMINO MUNICIPAL	TEXTO			0	0	0	0,020	3D
110326	TEXTO DE PARQUE NATURAL	TEXTO			0	0	0	0,020	3D
110329	TEXTO DE BARRIO	TEXTO			0	0	0	0,020	3D
110423	TEXTO NACIÓN	TEXTO			0	0	0	0,030	3D
110424	TEXTO DE AUTONOMIA	TEXTO			0	0	0	0,020	3D
120124	TEXTO CURVA NIVEL DIRECTORA	TEXTO			0	0	0	0,015	3D
125101	TEXTO DE POLIGONO INDUSTRIAL	TEXTO			0	0	0	0,020	3D
130123	TEXTO DE RIO	TEXTO			0	0	253	0,020	3D
130127	TEXTO DE ARROYO/VAGUADA	TEXTO			0	0	253	0,015	3D
130128	TEXTO DE EMBALSE	TEXTO			0	0	253	0,150	3D
130325	TEXTO DE CANAL	TEXTO			0	0	253	0,015	3D
130524	TEXTO DE FUENTE	TEXTO			0	0	253	0,010	3D
140258	TEXTO DE PARQUE	TEXTO			0	253	0	0,015	3D
150146	ROTULO EDIFICIO	TEXTO			0	0	0	0,015	3D





CÓDIGO	ELEMENTO	TIPO GRÁFICO	ESTILO	BLOQUE	COLOR			GRUESO	TIPO 3D
			LÍNEA		R	G	B		
150156	TEXTO DE DEPORTES (CAMPO FUTBOL-PISTAS TENIS-ETC.)	TEXTO			0	0	0	0.015	3D
150159	TEXTO DE CEMENTERIO	TEXTO			0	0	0	0.015	3D
150447	TEXTO DE PUEBLO	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
150448	TEXTO CASCO URBANO	TEXTO			0	0	0	0.200	3D
150450	TEXTO DE URBANIZACIÓN	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
160102	TEXTO DE H.K. AUTOPISTA-AUTOVÍA-CARRETERA	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
160126	TEXTO CARRETERA	TEXTO			0	0	0	0.015	3D
160140	TEXTO DE CAMINO	TEXTO			0	0	0	0.010	3D
160143	TEXTO DE CAÑADA-VIA PECUARIA	TEXTO			0	0	0	0.010	3D
160154	TEXTO CALLE	TEXTO			0	0	0	0.015	3D
160250	TEXTO ESTACIÓN FFCC	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
170124	TEXTO DE LÍNEA ELÉCTRICA	TEXTO			0	0	0	0.010	3D
189341	TEXTO DE ESTACIÓN DEPURADORA	TEXTO			0	0	0	0.010	3D
150165	TEXTO DE ALTURA DE EDIFICIO	TEXTO			0	0	0	0.010	3D
189502	TEXTO DE IGLESIA	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
189504	TEXTO DE AYUNTAMIENTO	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
189508	TEXTO DE MONASTERIO	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
189510	TEXTO DE HOSPITAL	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
189519	TEXTO DE ERMITA	TEXTO			0	0	0	0.015	3D
189604	TEXTO DE PUERTO NAVAL	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
189606	TEXTO DE PLAYA	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
189707	TEXTO DE PICOS	TEXTO			0	0	0	0.025	3D
189709	TEXTO DE CERROS	TEXTO			0	0	0	0.025	3D
192151	TEXTO PARAJES	TEXTO			0	0	0	0.020	3D
ELEMENTOS OCULTOS BAJO OTROS ELEMENTOS									
920123	CURVA DE NIVEL OCULTA (FINA)	LINEAL	PATRONEADA		200	100	80	0.020	3DT
920124	CURVA DE NIVEL OCULTA (MAESTRA)	LINEAL	PATRONEADA		200	100	80	0.025	3DT
920126	CURVA DE NIVEL DEPRESIÓN OCULTA (FINA)	LINEAL	PATRONEADA		250	150	150	0.020	3DT
920127	CURVA DE NIVEL DEPRESIÓN. OCULTA (MAESTRA)	LINEAL	PATRONEADA		200	100	80	0.025	3DT
920423	TALUD. PIE OCULTO	LINEAL	PATRONEADA		145	140	100	0.010	3DT
920424	TALUD. CABEZA OCULTO	LINEAL	PATRONEADA		145	140	100	0.010	3DT
940127	ALAMBRADA. OCULTA	LINEAL	PATRONEADA		190	190	190	0.010	3D
940527	MURO. OCULTO	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DS
950330	PLATAFORMA. OCULTA	LINEAL	PATRONEADA		255	0	0	0.010	3DS
960118	PINTURA CALZADA CONTINUA. OCULTA	LINEAL	PATRONEADA		160	150	150	0.010	3DT
960158	BORDE ASFALTO. OCULTO	LINEAL	PATRONEADA		115	130	130	0.010	3DT
960223	FERROCARRIL (VÍA DOBLE).OCULTA	LINEAL	PATRONEADA		0	0	0	0.010	3DT

