Anejo 5. Guías técnicas de trabajo

Apéndice 5.1. GUÍA TÉCNICA

DE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

Manual BIM de FGV

| VERSIÓN | FECHA | MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN |
| --- | --- | --- |
| 1.0 | 03/12/2020 | Publicación del Manual |
| 2.0 | 27/04/2021 | Incorporación capítulo de trazado |
| 3.0 | 08/06/2021 | Revisión capítulo de trazado |



# ÍNDICE

[ÍNDICE 2](#_Toc74036525)

[1. Antecedentes 3](#_Toc74036526)

[2. Red de bases. Sistema de referencia. Sistema de proyección 3](#_Toc74036527)

[3. Levantamiento topográfico de la vía 4](#_Toc74036528)

[4. Escaneados y nubes de puntos 5](#_Toc74036529)

[5. Trazado 6](#_Toc74036530)

[5.1. Modelado 6](#_Toc74036531)

[5.1.1. Representación del trazado en alzado 6](#_Toc74036532)

[5.2. Set de propiedades 7](#_Toc74036576)

[5.2.1. Eje de trazado en alzado 8](#_Toc74036577)

[5.2.2. Eje de trazado en planta 9](#_Toc74036578)

[6. Gestión de dudas e incidencias 9](#_Toc74036579)

# Antecedentes

La elaboración de esta guía tiene como finalidad establecer una serie de premisas y requerimientos a tener presentes en las tareas, metodología y procesos efectuados para la ejecución de levantamientos topográficos y captura de datos por medios de láser escáner de todos los elementos de la vía, incluidos andenes, todos ellos trabajos necesarios para la Redacción de Proyectos de Construcción para la Renovación y Ampliación de Infraestructuras Ferroviarias de la Red de Metrovalencia y Activos Ferroviarios de FGV.

Todos estos trabajos deberán llevarse a cabo respetando el tráfico ferroviario, por lo que el personal adscrito al trabajo deberá disponer de todas las habilitaciones requeridas por FGV para tal fin.

# Red de bases. Sistema de referencia. Sistema de proyección

Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana cuenta con su propio Marco de Referencia Topográfico, materializado en una Red de Bases propia, que define por tanto un sistema único para todas sus Redes Ferroviarias tanto en Valencia (METROVALENCIA) como en Alicante (TRAM). Según el Real Decreto 1071/2007 del 27 de julio de 2007, se adopta el Sistema de Referencia Geodésico ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) como sistema de referencia geodésico oficial para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y Baleares. Este Sistema de Referencia establece:

* Elipsoide de Referencia: GRS80.
* Origen de Longitudes: meridiano de Greenwich. Positivas al E (este) y negativas al W (oeste).
* Latitudes referidas al Ecuador y consideradas positivas al norte del mismo.
* El geoide empleado para el cálculo de las altitudes elipsoidales será el EGM08-REDNAP.
* Las altitudes ortométricas de las bases, se obtendrán desde las líneas NAP (nivelación de Alta Precisión), quedando referidas al nivel medio del mar, definido para la península por el mareógrafo fundamental del Puerto de Alicante.
* Como Sistema de Proyección para la representación cartográfica, se empleará la proyección UTM (Universal Transversa de Mercator) y el Huso 30 de esta proyección cilíndrica, al considerarse prácticamente la totalidad de la Red en el ámbito de este huso cartográfico.

Aunque actualmente se dispone de las coordenadas de estas bases que conforman el Marco de Referencia Topográfico propio de FGV, en algunos casos, se deberán volver a implantar una nueva Red de Bases, densificando la red de bases en aquellos casos en los que sea necesario. La necesidad de volver a implantar una Red de Bases en algunos casos, por ejemplo en el caso de la Red Ferroviaria de Metrovalencia, radica en que esta Red de Bases fue implantada previamente al año 2007, con lo que las coordenadas de las bases actuales son fruto de una re-proyección desde el Sistema de Referencia ED-50 hasta el Sistema de Referencia ETRS89 y no aseguran por tanto de la precisión necesaria para la realización de los trabajos topográficos en vía solicitados para la redacción de los proyectos.

Para la determinación de las coordenadas planimétricas, se emplearán métodos GPS en post-proceso para la implantación y densificación de la Red de Bases, apoyándose en los vértices geodésicos más cercanos a la zona de los trabajos. Se presentará un informe en el que se expondrá claramente la metodología seguida, así como los resultados del ajuste (por mínimos cuadrados) y los cierres de la Red, reflejando los residuos obtenidos y las elipses de error absoluto obtenidas. Las elipses de error absoluto obtenidas no podrán ser mayores a 5 milímetros. En los tramos soterrados y túneles, se adoptarán métodos topográficos de triangulación para la imposición de las nuevas bases. Para la determinación de la coordenada altimétrica, se realizarán nivelaciones de precisión apoyadas sobre la Red NAP del IGN garantizando los errores de cierre conforme a la tolerancia esperada por el instrumental empleado. El análisis de estos errores será incluido también en el informe. Como norma general, en los tramos en superficie, la distancia máxima entre las bases implantadas no deberá ser mayor a 100 metros y deberán ser visibles entre ellas. En los túneles y tramos soterrados, se implantarán parejas enfrentadas de bases en los hastiales de los túneles (una en cada hastial) y la distancia máxima de implantación no será mayor a 33 metros entre las mismas.

En los tramos en superficie, las bases implantadas se materializarán mediante clavos de acero tipo GeoPunt o similar. Por otra parte, en los tramos soterrados y de túnel, se materializarán las bases de replanteo sobre los hastiales empleando tetones tipo Leica, que permitan fijar prismas circulares del tipo Leica sobre los mismos.

# Levantamiento topográfico de la vía

El levantamiento topográfico de la vía estará referido al Marco de Referencia de FGV y se empleará para ello un carro auscultador de vía. Estos valores serán necesarios para el correcto cálculo del trazado y el análisis de los condicionantes existentes. El objetivo de este tipo de levantamientos topográficos es proporcionar las coordenadas de los carriles que materializan la geometría real de la vía, así como todos los parámetros que la definen (absolutos y relativos).

Los requerimientos de este tipo de trabajo serán:

* Se emplearán equipos topográficos con la suficiente precisión como para conseguir las precisiones relativas (ancho y peralte) y absolutas (coordenadas) requeridas para este tipo de trabajos. La precisión requerida deberá ser inferior a 10 milímetros para el caso de las coordenadas absolutas y 2 milímetros para los valores de ancho y peralte.
* Se empleará un carro auscultador para el posicionamiento absoluto que registre y mida cada metro las coordenadas (X,Y,Z) tanto de los carriles como del eje de la vía, así como el ancho de la vía y su nivelación transversal (peralte) en el punto medido. Es muy importante a efectos de la determinación del trazado que el registro de estos datos cada metro sea el medido y no un valor interpolado obtenido posteriormente a partir de una densidad de puntos inferior.
* Durante la toma de datos, en cada cambio de estacionamiento, se deberán solapar al menos 25 metros de vía. Al inicio y al final de cada tramo abarcado por el proyecto, se medirán 100 metros más de vía a fin de determinar correctamente la geometría de la misma.
* La distancia máxima de medición no será superior a 100 metros ni para el visado de las bases ni para el visado del prisma del carro auscultador.
* Se entregará un informe en el que se detalle la metodología seguida y los trabajos realizados. También se adjuntará un listado de las coordenadas (X,Y,Z) obtenidas cada metro. Las coordenadas planimétricas se referirán al centro de la vía, mientras que la coordenada altimétrica se referirá al carril más bajo o hilo bajo. Se acompañarán estas coordenadas junto con los valores de ancho y peralte medidos cada metro en el mismo punto de la medición topográfica.

# Escaneados y nubes de puntos

Las nubes de puntos obtenidas mediante el escaneado estarán geo-referenciadas, esto es, estarán referidas al Marco de Referencia de FGV.

El objetivo de este tipo de trabajos es el de conseguir una nube de puntos lo suficientemente densa y precisa que permita tanto la realización de los modelos BIM requeridos, así como el análisis del gálibo para evitar la interferencia de este sobre los condicionantes adyacentes a la vía.

Los requerimientos de este tipo de trabajo serán:

* El escaneado se realizará mediante un láser escáner terrestre y estático.
* Las precisiones relativas obtenidas en la captura del punto no deberán ser superiores a 3 milímetros, mientras que las precisiones absolutas no deberán ser superiores a 10 milímetros. Para ello se deberá tener en cuenta la distancia entre los puntos medidos y el meridiano central del huso 30 (factor de reducción k), determinando esta, la distancia máxima de escaneado para la obtención de las nubes de puntos.
* La estrategia empleada para realizar el escaneado asegurará una densidad de puntos de al menos 3 milímetros en la nube de puntos obtenida, evitando saturaciones innecesarias.
* Cada escaneado deberá tener un número de dianas en común suficiente como para garantizar las precisiones definidas.
* Se entregará un informe en el que se detalle la metodología seguida y los trabajos realizados. Además, se entregarán en formato digital los datos brutos del escaneado y las nubes de puntos ya limpias y georeferenciadas de cada escaneado, así como las fotos obtenidas en los mismos escaneados.
* El formato de entrega de la nube de puntos será el formato \*.E57 (información en valores XYZ y de color RGB). Cualquier otro tipo de formato de entrega deberá ser consultado y aprobado por FGV.
* También se entregará la nube de puntos única resultado de la unión de los diferentes escaneados. El tamaño de estos ficheros de nubes de puntos no será superior a 700.000 Kb. En caso de resultar un tamaño de archivo mayor, se fraccionará la nube de puntos única en sub-tramos de menor longitud de manera que cumplan con el tamaño de almacenamiento máximo requerido anteriormente.

# Trazado

Este capítulo buscar marcar las pautas para las empresas sobre cómo levantar el eje de trazado desde un punto de vista de modelado y de propiedades, con objeto de que se realice con criterios homogéneos y estandarizados.

Esta entrega corresponde a la Alineación de trazado, requerida por FGV en el apartado **16.4.1 Listado Entregables BIM FGV** y **16.4.2 Descripción Entregables BIM FGV**.

## Modelado

Se modelarán dos cilindros, uno correspondiente al trazado en planta y otro al trazado en alzado.

### 5.1.1. Representación del trazado en alzado

El trazado en alzado se representará mediante un cilindro de 1 cm de diámetro, cuyo centro corresponda con la propia alineación de trazado, tanto en planta como en alzado.

Se dividirá en los siguientes elementos, de acuerdo con el **Apéndice 4.1 Listado de Elementos de los modelos y FGV Class**:

| **DISC.** | **SUBDISC.** | **ELEMENTO** | **CÓD. ELEMENTO** | **FGV CLASS** | **CÓDIGO SAP** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VIA | EJE | Trazado ferroviario alzado. Acuerdo parabólico | APA | VIA\_EJE\_APA | V-VIATRAM |
| VIA | EJE | Trazado ferroviario alzado. Recta | ARE | VIA\_EJE\_ARE | V-VIATRAM |

Se empleará el siguiente código de colores:

* Rampa (pendiente ascendente en el sentido de avance de los ppkk): rojo
* Pendiente (pendiente descendente en el sentido de avance de los ppkk): verde
* Acuerdo parabólico cóncavo: azul
* Acuerdo parabólico convexo: amarillo

### 5.1.2. Representación del trazado en planta

El trazado en planta se representará mediante un cilindro de 1 cm de diámetro. Se ubicará 5cm por debajo del cilindro correspondiente al trazado en alzado, de forma que el trazado en planta sea coincidente.

Se dividirá en los siguientes elementos, de acuerdo con el **Apéndice 4.1 Listado de Elementos de los modelos y FGV Class**:

| **DISC.** | **SUBDISC.** | **ELEMENTO** | **CÓD. ELEMENTO** | **FGV CLASS** | **CÓDIGO SAP** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VIA | EJE | Trazado ferroviario planta. Clotoide | PCT | VIA\_EJE\_PCT | V-VIATRAM |
| VIA | EJE | Trazado ferroviario planta. Curva circular | PCC | VIA\_EJE\_PCC | V-VIATRAM |
| VIA | EJE | Trazado ferroviario planta. Recta | PNR | VIA\_EJE\_PNR | V-VIATRAM |

Se empleará el siguiente código de colores:

* Recta: rojo
* Clotoide: verde
* Curva circular: azul

## Set de propiedades

Los sets de propiedades se completarán de acuerdo con el **Apéndice 4.2 Sets de Propiedades**. Es decir, estos elementos de trazado deben contener todas las propiedades requeridas de acuerdo con la fase del ciclo de vida correspondiente (modelos de infraestructura existente, modelos de proyecto, modelos de obra).

A continuación, se describen las propiedades adicionales a cumplimentar propias de trazado. El resto de propiedades, como se menciona en el párrafo anterior, aunque no se describan en este documento, deberán cumplimentarse de acuerdo con lo establecido en el Manual de FGV.

Las propiedades adicionales propias del elemento de trazado deberán ser incluidas en el pset de mantenimiento como se describe a continuación. El nombre del conjunto de propiedades será ‘09\_FGV\_MANT’. El nombre de cada propiedad será el incluido a continuación (a pesar de que en el apéndice 4.2 se llamen de forma genérica ‘CAMPO’).

**Habrá dos tipos de psets para los elementos de trazado, uno para los elementos de planta y otro para los elementos de alzado. El pset completo se incluirá para todos los elementos de planta o de alzado. Pero no todas las propiedades serán de aplicación para todos los elementos de planta o de alzado. Aquellas propiedades que no apliquen a un elemento (por ejemplo, al elemento clotoide no le aplicará la propiedad radio de la curva circular), se rellenarán con el siguiente texto “N/A”.**

### 5.2.1. Eje de trazado en alzado

Estas propiedades adicionales se incluirán en los campos vacíos dispuestos en el grupo de propiedades de mantenimiento (09\_FGV\_MANT).

Las longitudes se expresarán en m y las pendientes en %. No es necesario expresar el tipo de unidad dentro del campo.

|  |  |
| --- | --- |
| **ELEMENTO** | **PSETS ADICIONALES A INCLUIR EN EL PSET DE MANTENIMIENTO (09\_FGV\_MANT)** |
| Recta | 09\_01\_RE\_LONGITUD |
| 09\_02\_RE\_PENDIENTE |
| 09\_03\_RE\_COTA\_INICIAL |
| 09\_04\_RE\_COTA\_FINAL |
| Acuerdo parabólico | 09\_05\_AP\_LONGITUD |
| 09\_06\_AP\_L1 |
| 09\_07\_AP\_L2 |
| 09\_08\_AP\_Kv |
| 09\_09\_AP\_COTA\_ENTRADA |
| 09\_10\_AP\_COTA\_VERTICE |
| 09\_11\_AP\_COTA\_SALIDA |
| 09\_12\_AP\_PK\_VERTICE |
| 09\_13\_AP\_PENDIENTE\_ENTRADA |
| 09\_14\_AP\_PENDIENTE\_SALIDA |
| 09\_15\_AP\_FLECHA |

*(\*) Se requieren 15 propiedades adicionales y el grupo de psets de mantenimiento contiene solamente 10 campos libres. En este caso se podrá ampliar a 15 las propiedades de mantenimiento.*

### 5.2.2. Eje de trazado en planta

Estas propiedades adicionales se incluirán en los campos vacíos dispuestos en el grupo de propiedades de mantenimiento (09\_FGV\_MANT).

Las longitudes se expresarán en m y los peraltes y sobreanchos en mm. No es necesario expresar el tipo de unidad dentro del campo.

|  |  |
| --- | --- |
| **ELEMENTO** | **PSETS ADICIONALES A INCLUIR EN EL PSET DE MANTENIMIENTO (09\_FGV\_MANT)** |
| Recta | 09\_01\_RE\_LONGITUD |
| Clotoide | 09\_02\_CL\_LONGITUD |
| 09\_03\_CL\_PARAMETRO\_A |
| 09\_04\_CL\_RAMPA\_PERALTE |
| Curva circular | 09\_05\_CC\_LONGITUD |
| 09\_06\_CC\_PARAMETRO\_R |
| 09\_07\_CC\_PERALTE\_BI |
| 09\_08\_CC\_PERALTE\_BD |
| 09\_09\_CC\_SOBREANCHO |

*(\*) Para la rampa de peralte indicar el rango de valores (por ejemplo ‘0-5’ ó ‘0-10’).*

# Gestión de dudas e incidencias

Se recomienda, en caso de que el Responsable del Contrato de FGV tenga dudas de cómo proceder, se ponga en contacto para solicitar el apoyo de la oficina de gestión BIM de FGV (o a través del correo [bmo\_fgv@gva.es](mailto:bmo_fgv@gva.es)).

Las propuestas, cambios o alternativas a los requerimientos establecidos en los EIR, deberán analizarse y consensuarse con la Oficina de Gestión BIM en aras de una implantación efectiva, homogénea y estandarizada basada en una mejora continua ordenada.