



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES DE TÚNEL Y EL ESTUDIO DE GÁLIBOS DE LÍNEA 4

Control de documento	
Autor: Julián Martín Jarillo	Fecha: 9 de mayo de 2018
Revisado por: Alexandra Portales Guiraud María Lorenzo Moral	Fecha: 10 de mayo de 2018
Aprobado por: Dionisio Izquierdo Bravo	Fecha: 11 de mayo de 2018
Versión	Fecha
02	30 de mayo de 2018



Índice

1. OBJETO	3
2. ALCANCE.....	3
3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES.....	4
3.1. Condiciones generales que deben cumplir los entregables	4
3.2. Recepción	4
3.3. Certificación de final de trabajos	5
4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	5
4.1. Características del túnel.....	5
4.2. Ejecución de la medida (actividad “a”)	7
4.3. Posicionamiento en el túnel (actividad “a”).....	8
4.4. Calidad de la medida (actividad “a”).....	8
4.5. Formato de los resultados (actividad “a”)	8
4.6. Superposición de envolventes (actividad “c”).....	9
4.7. Medición (actividad “c”)	10
4.8. Análisis y presentación de resultados (actividad “c”)	11
4.9. Elaboración de informe y entrega de documentación (actividad “c”).....	11
5. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	12
5.1. Normas para realización de los trabajos	13
5.2. Horarios y limitaciones en los trabajos	13

1. OBJETO

En paralelo al proyecto de re-señalización de la Línea 4 de Metro de Madrid (en adelante, METRO), que se está llevando desde el Área de Ingeniería de METRO, se contempla el rediseño de los perfiles de velocidad máxima circulación en función de la geometría de vía con el fin de mejorar las prestaciones de la línea y, por tanto, el servicio ofrecido al viajero.

Dadas las limitadas dimensiones del túnel de dicha línea, cualquier modificación en el perfil de velocidad de circulación puede ocasionar un contacto físico entre el material rodante y el paramento del túnel. Es por ello que para llevar a cabo dichas actuaciones es imprescindible realizar previamente un estudio detallado de gálibos.

El citado estudio de gálibos engloba tres actividades principales:

- Obtención de las secciones transversales de túnel referenciadas al punto kilométrico (en adelante, PK) de la línea y determinación de plano y eje de vía en cada una de ellas.
- Cálculo de gálibos conforme a la última versión disponible de la norma UNE-EN 15273 *“Aplicaciones ferroviarias. Gálibos”* para el material rodante que circula por dicha línea y generación de envolventes de gálibo adecuadas para cada PK. La ejecución de esta actividad corresponderá exclusivamente a METRO, por lo que no será objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas (en adelante, PPT).
- Superposición de la correspondiente envolvente de gálibo generada en la actividad “b” a cada sección transversal disponible, post-procesado y análisis de resultados.

El objeto del presente PPT es establecer las prescripciones técnicas para el adecuado desarrollo de las actividades “a” y “c” anteriormente descritas.

2. ALCANCE

El alcance del presente PPT abarca las actividades “a” y “c” descritas anteriormente y que, a continuación, se detallan.

La actividad “a” tiene por objeto la obtención de las secciones transversales de túnel referenciadas al PK correspondiente y determinación de plano y eje de vía en los tramos de vía principal de la Línea 4 de METRO que discurren subterráneamente, tanto estaciones como interestaciones. Por lo tanto, el alcance de la actividad “a” se localiza en los 14.626,50 m de túnel (incluyendo estaciones) de la citada Línea 4, como se especifica en el apartado 4.1 del presente PPT.

La actividad “c” tiene por objeto la superposición de las envolventes de gálibo pertenecientes a cada sección transversal, post-proceso y análisis de resultados. Las secciones transversales serán las obtenidas de la actividad “a” mientras que las envolventes de gálibo serán las aportadas por METRO dentro del marco de la actividad “b”.

Por tanto, el alcance de la actividad “c” comprenderá:

- Superposición. Se superpondrán a cada una de las secciones transversales de túnel obtenidas de la actividad “a” las envolventes de gálibo correspondientes a ambas vías tal como se recoge en el apartado 4.6 del presente PPT.
- Medición. Se presentarán en cada sección las distancias envolvente-envolvente (interacción tren-tren) y envolvente-sección (interacción tren-túnel para ambas vías) descritas en el apartado 4.7 del presente PPT.
- Análisis de resultados. Metodologías y medios gráficos para:
 - Agilizar la identificación de puntos de interferencia tren-tren y tren-túnel.
 - Mejorar la visión global de las condiciones generales del túnel en cuanto a gálibos se refiere.
- Elaboración de informe y entrega de resultados. En dicho informe se recogerán los resultados obtenidos.

Ha de contemplarse la posibilidad de ser necesaria la superposición de varias envolventes de gálibo diferentes en determinadas secciones a petición de METRO.

3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

3.1. Condiciones generales que deben cumplir los entregables

Todos los entregables que se generen como resultado de los trabajos deberán cumplir las condiciones que se establecen en este PPT y deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa, o por las personas en las que esta delegue.

3.2. Recepción

Una vez terminados los trabajos y recibidos los documentos requeridos se procederá a su estudio y análisis para formalizar la recepción.

Si la ejecución de los trabajos no cumpliera con todas las especificaciones, el Contratista procederá, con toda urgencia, a efectuar las correcciones necesarias hasta que desaparezcan

las diferencias señaladas. Una vez efectuado este trabajo, podrá procederse a la recepción de los mismos.

3.3. *Certificación de final de trabajos*

Los trabajos realizados se someterán a las revisiones que, en base a las necesidades del proyecto y a la experiencia de la Dirección Facultativa, y de común acuerdo con el Contratista, se considerara aconsejable realizar.

Asimismo, se procederá a la lectura del PPT y contrato para contrastar la total ejecución de lo indicado en los citados documentos, y que en caso de no cumplirse se procederá a su resolución previo a la certificación final de trabajos. Como norma general, no se planteará la realización de la certificación final de trabajos si no estuvieran implantadas y comprobadas todas las modificaciones surgidas.

Si el resultado es satisfactorio se realizará la certificación final de trabajos.

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

4.1. *Características del túnel*

La Línea 4 de METRO presenta las siguientes características:

- Longitud total: 14.626,50 m (toda ella electrificada).
- Longitud de vía principal: 14.626,50 m.
- Plataforma: doble vía sobre hormigón o balasto.
- Número de estaciones: 23 (una de ellas con andén central).
- Longitud de andenes: aproximadamente 60 m.
- Longitud a cielo abierto: 0 m.
- Longitud de doble túnel de vía única: 231,41 m.

La longitud de túnel de vía principal, incluyendo estaciones, asciende a 14.626,50 m.

Estaciones de la Línea 4 de METRO:

- Pinar de Chamartín (cabecera de línea).
- Manoteras.
- Hortaleza.
- Parque de Santa María.



Área de Ingeniería

Servicio de Ingeniería de Material Móvil.

- San Lorenzo.
- Mar de Cristal.
- Canillas.
- Esperanza.
- Arturo Soria.
- Avenida de la Paz.
- Alfonso XIII.
- Prosperidad.
- Avenida de América.
- Diego de León.
- Lista.
- Goya.
- Velázquez.
- Serrano.
- Colón.
- Alonso Martínez.
- Bilbao.
- San Bernardo.
- Argüelles (cabecera de línea con andén central).



Figura 4.1. Esquema de la Línea 4 de METRO.

4.2. Ejecución de la medida (actividad “a”)

Los trabajos de medida asociados a la obtención de las secciones deberán realizarse en la franja horaria que se asigne diariamente fuera del horario de servicio comercial de METRO.

El acceso a la zona de trabajo se realizará desde el depósito de Hortaleza, desde las estaciones de la Línea 4 o desde cualquier otro lugar que METRO habilite a tal efecto en función de las necesidades y medios dispuestos para realizar los trabajos.

Horarios de trabajo y lugares y horarios de acceso estarán siempre supeditados al criterio y necesidades de explotación de METRO en cada momento.

El equipo de medida deberá ser completamente autónomo.

No se permitirá el uso de ningún vehículo ferroviario de tracción mecánica; no obstante, se podrá emplear carro ligero con ruedas o similar y que pueda ser retirado de la vía tras cada una de las jornadas de trabajo de campo sin invadir tramos de vía no reservados a tal efecto.

4.3. Posicionamiento en el túnel (actividad “a”)

Para un correcto posicionamiento de las citadas secciones en el túnel METRO puede facilitar los PK de entrada y salida en cada estación de la Línea 4.

4.4. Calidad de la medida (actividad “a”)

Los requisitos que deben cumplirse para garantizar la calidad de la medida son:

- Precisión de la medida. El error en la medida de la sección de túnel será inferior a $\pm 0,5$ cm.
- Precisión del posicionamiento. El error en el posicionamiento de la sección de túnel será inferior a $\pm 1,0$ m.
- Nivel de detalle de la medida. Los carriles han de estar perfectamente representados (sin zonas de sombra), especialmente la cabeza de los mismos dada su importancia a la hora de determinar el plano y el eje de vía. Para garantizar la calidad de la medida se plantea como solución realizar una medida por cada vía y posteriormente fusionar ambas medidas en una sola sección. Se aceptará cualquier otra solución, siempre que esté debidamente justificada y argumentada y cumpla con los requisitos de calidad y precisión exigidos.

4.5. Formato de los resultados (actividad “a”)

Se extraerá una sección por cada cinco metros lineales de túnel, lo que equivale aproximadamente a 2.930 secciones; además, se contará con una reserva de otras 400 secciones para zonas de túnel que sean objeto de estudio en detalle (pudiendo definirse esas secciones adicionales en función de los primeros resultados obtenidos). En cualquier caso, METRO podrá distribuir bajo su criterio el montante total de secciones a lo largo del túnel.

Cada una de las secciones ha de entregarse en formato DXF. El archivo ha de contar con las siguientes características:

- Nombre. “Línea_PK_fecha”. Ejemplo: “L04_14252-46_20181024.dxf” para una sección perteneciente al PK 14+252,46 m de la Línea 4 realizado el 24 de octubre de 2018.
- Unidades. La unidad de medida en el plano ha de ser el milímetro.
- Capas. Debe contar con la información ordenada en las siguientes capas:



- Metadatos. Tendrá que aparecer en formato texto la misma información que aparece en el nombre del archivo.
- Contorno. En ella debe aparecer la sección transversal de túnel construida con una poli-línea.
- Plano de vía 1. En ella debe aparecer el plano de vía 1 construido con una línea.
- Plano de vía 2. En ella debe aparecer el plano de vía 2 construido con una línea.
- Eje de vía 1. En ella debe aparecer el eje de vía 1 construido con un punto.
- Eje de vía 2. En ella debe aparecer el eje de vía 2 construido con un punto.
- Eje de sección. En ella debe aparecer los ejes de referencia de la medida de la sección.
- Capas adicionales. Podría añadirse o modificar las anteriores si fuera necesario.

En el caso de haber optado por realizar una medida por cada vía, será necesaria la fusión de las secciones obtenidas por ambas vías para cada PK en una única sección con las mismas características antes descritas. No obstante, METRO podrá solicitar la entrega por separado de las secciones medidas por ambas vías en determinados puntos kilométricos del túnel. El formato del nombre de la sección efectuada por cada vía será: “Línea_vía_PK_fecha”. Ejemplo: “L04_v2_14252-46_20181024.dxf” para una sección perteneciente al PK 14+252,46 m de vía 2 de la Línea 4 realizado el 24 de octubre de 2018.

4.6. Superposición de envolventes (actividad “c”)

Se superpondrán simultáneamente las envolventes de gálibo correspondientes a ambas vías a cada una de las secciones obtenidas en la actividad “a” (para cada sección de túnel, se representarán en el mismo plano ambas vías con sus correspondientes envolventes).

METRO facilitará la colección de envolventes de gálibo y la relación de tramos y vía en los que ha de emplearse cada una de ellas. Cada una de las citadas envolventes se entregará en formato tabla de coordenadas, que estarán referenciadas a eje y plano de vía.

El proceso de superposición posicionará la envolvente de tal modo que el origen de la envolvente coincida con el eje de vía y su base sea paralela al plano de vía.

Igualmente, el formato de trabajo para este trabajo ha de ser DXF, las magnitudes seguirán expresándose en mm y cada una de las envolventes superpuestas tendrá que aparecer en una nueva capa:

- Envolvente vía 1. Para la capa de la envolvente superpuesta por vía 1.
- Envolvente vía 2. Para la capa de la envolvente superpuesta por vía 2.

4.7. Medición (actividad “c”)

Sobre las secciones obtenidas según lo descrito anteriormente (con las envolventes ya superpuestas), incluidas las 400 secciones adicionales, se medirán distancias paralelas y perpendiculares al correspondiente plano de vía.

Salvo que se indique lo contrario, las mediciones que han de tomarse en cada una de las secciones obtenidas de la actividad “a” son las reflejadas en la Figura 4.2:

- Puntos 1, 2, 9 y 10. Una medida entre envolvente de gálibo y paramente de túnel (paralela al plano de vía correspondiente).
- Puntos 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Dos medidas entre envolvente de gálibo y paramente de túnel (paralela y perpendicular al plano de vía correspondiente).
- Puntos 11, 12 y 13. Una medida entre envolventes de gálibo (alineada).

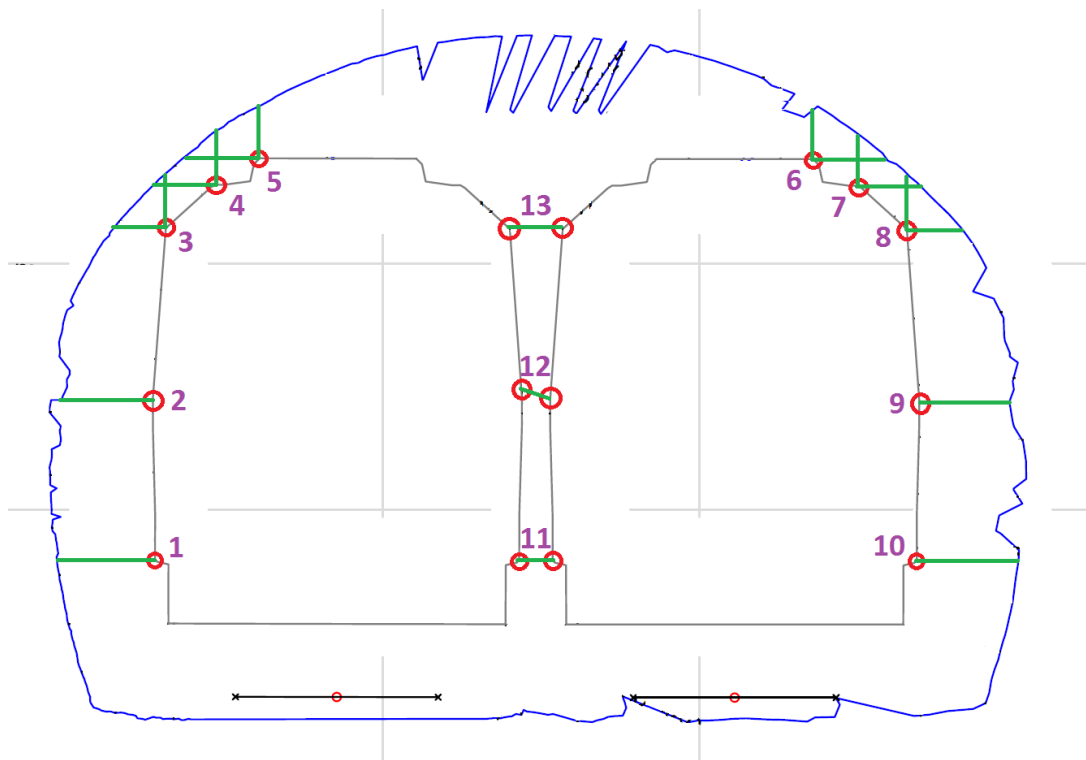


Figura 4.2. Puntos de medida y medidas en cada sección disponible.

Adicionalmente, los puntos de la envolvente de gálibo sobre los que puede ser necesario tomar distancias son:

- Aquellos puntos que se correspondan con singularidades de la propia envolvente (esquinas, salientes, etc.).
- Aquellos puntos que se encuentren a una altura determinada por METRO.

Los puntos en los que se tomen medidas pueden variar según criterio de METRO a lo largo del túnel. En cualquier caso, la cantidad mínima de distancias tomadas en cada sección será de 19.

Estas distancias se incluirán en una nueva capa del archivo DXF que se llamará “Distancias” y se mostrará su valor numérico.

4.8. Análisis y presentación de resultados (actividad “c”)

Se requerirá la elaboración de una tabla en Microsoft Excel (formato XLSX) en la que se listen todas las medidas realizadas en cada sección organizadas según el punto de medición empleado y el PK correspondiente a la sección de túnel en cuestión.

Será necesario aportar metodología y/o herramienta que facilite la identificación de zonas o puntos kilométricos de interferencia tren-tren y tren-túnel y la visión global rápida y comprensiva de las condiciones generales del túnel en cuanto a gálibos se refiere. Se sugiere el uso de códigos de color, escalas o distintos niveles de interferencia en función de la distancia mínima disponible para facilitar la identificación de estas zonas y secciones correspondientes; los valores umbral a emplear en estos análisis serán establecidos por METRO.

Si la realización de dicho análisis requiriere el empleo de algún software de visionado específico, este deberá ser facilitado y el coste del mismo incluido en la oferta.

4.9. Elaboración de informe y entrega de documentación (actividad “c”)

Se elaborará una memoria final en Microsoft Word (formato DOCX). También se entregará la misma en formato PDF.

La documentación final a entregar recogerá toda la información referente al proyecto y, como mínimo, contendrá:

- Memoria del proceso de medición, programación de los trabajos y equipos y recursos empleados.
- Estimación de errores de medida cometidos.
- Listado de PKs en los que se ha extraído sección de túnel.
- Tabla con distancias en formato XLSX y DOCX (incluido en la memoria).
- Relación de PKs crítico ordenados y presentados según las escalas, grupos o metodologías empleadas en el análisis de resultados.
- Secciones de túnel (en caso de haber optado por la solución de una medida por cada vía, las secciones entregadas en este apartado serán las fusionadas):
 - En formato DXF. METRO podrá solicitar la entrega por separado de las secciones medidas por ambas vías en determinados puntos kilométricos del túnel.
 - Con las envolventes de gálibo superpuestas por ambas vías y sus correspondientes distancias en formato PDF. Además, se agruparán en archivos PDF separados las correspondientes a cada una de las interestaciones.
 - Con las envolventes de gálibo superpuestas por ambas vías y sus correspondientes distancias en formato DXF.
- Propuestas de mejora sobre el trabajo realizado.

La documentación final podrá ser utilizada por METRO en la forma que estime conveniente, siempre y cuando sea únicamente en su provecho y no para terceros.

5. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

En general, serán de aplicación las prescripciones que figuran en las normas, instrucciones o reglamentos oficiales que guardan relación con los trabajos contemplados en el presente PPT, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas y que se encuentran en vigor en el momento de redactar el presente PPT.

Se considerarán todas las modificaciones y ampliaciones de las citadas normas.

En caso de discrepancias entre las normas y salvo manifestación expresa en contra, se entenderá válida la prescripción más restrictiva.

Cuando en algunas disposiciones legales se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

De la misma forma, se deberán considerar siempre las últimas versiones o actualizaciones de todos los documentos referenciados a lo largo del presente PPT.

5.1. Normas para realización de los trabajos

Los trabajos objeto del presente PPT se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

El Contratista se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO, como son las normas para corte y reposición de alta tensión, los protocolos de comunicación con puesto de mando, trenes y vehículos, etc. Por ello, el Contratista deberá hacer conocer dichas normativas al personal involucrado en los trabajos antes del inicio de los mismos.

En caso de que el Contratista incurra en el incumplimiento de estas normas, la Dirección Facultativa podrá paralizar los trabajos hasta que el Contratista asegure y demuestre el cumplimiento de las mismas.

5.2. Horarios y limitaciones en los trabajos

Los trabajos a efectuar en los tramos en explotación (en este caso, todos) estarán sujetos a limitación de horario y el Contratista tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

Trabajos en túnel:

Orientativamente, se autoriza el posible paso al túnel alrededor de las 2:30 h. de la madrugada y una hora antes de abrir servicio debe retirarse todo el personal que pueda estar trabajando en el túnel, permitiendo así el movimiento inicial de las unidades de tren para situarse en su punto de partida y poder comenzar el servicio sin demora alguna.



Solicitud de trabajos:

Todos los trabajos deberán ser programados y autorizados explícitamente por METRO.

El Contratista solicitará por escrito la programación de los trabajos a la Dirección Facultativa, debiendo ser programados con el tiempo de antelación que la Dirección Facultativa indique.

Por necesidades del Servicio de Mantenimiento, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados o bien acortar las franjas horarias de trabajo disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del Contratista.



Área de Ingeniería

Servicio de Ingeniería de Material Móvil.

Madrid, mayo de 2018

DIRECCIÓN TÉCNICA:

D. Dionisio Izquierdo Bravo

DIRECTORES DE PROYECTO:

AUTOR DEL PROYECTO:

Dña. María Lorenzo Moral

D. Julián Martín Jarillo

Dña. Alexandra Portales Guiraud