



*Este documento se ha obtenido directamente del original que contenía la firma auténtica y, para evitar el acceso a datos personales protegidos, se ha ocultado el/los código/s que permitiría comprobar el/los original/es.*

## CONTRATO DE SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

### PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

**Madrid, junio de 2022**

<b>1.</b>	<b>OBJETO DEL PLIEGO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>EL CONTRATISTA, EQUIPO, MEDIOS Y OFICINA .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>DOCUMENTACIÓN A APORTAR POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE COLECTIVO.....</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR .....</b>	<b>6</b>
5.1.	....OBJETIVOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN.....	6
5.2.	....DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	7
<b>6.</b>	<b>DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>8</b>
6.1.	....RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DOCUMENTOS PREVIOS: .....	8
6.2.	....ANÁLISIS DE CONDICIONANTES EXTERNOS.....	8
6.3.	....CONDICIONES DE FUNCIONALIDAD.....	16
6.4.	....DEFINICIÓN DE LAS OPCIONES ESTUDIADAS.....	16
6.5.	....SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	17
6.6.	....DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....	18
<b>7.</b>	<b>IMPLANTACIÓN METODOLOGÍA BIM .....</b>	<b>47</b>
<b>8.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>48</b>
8.1.	....PROYECTO CONSTRUCTIVO .....	48
8.2.	....DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR POR EL CONTRATISTA PARA LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL .....	49
8.3.	....REDACCIÓN DEL PROYECTO CON METODOLOGÍA BIM.....	50
<b>9.</b>	<b>PERMISOS, LICENCIAS Y VISADOS.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEJO 1 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO .....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEJO 2 DOTACIONES MÍNIMAS DE EQUIPO Y MEDIOS.....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEJO 3 - BIM: “REQUERIMIENTOS BIM DE LA CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS” .....</b>	<b>82</b>

## **1. OBJETO DEL PLIEGO**

El objeto de este pliego es describir los trabajos y enumerar las materias que han de ser objeto de estudio, definir las condiciones y criterios técnicos que han de servir de base para la realización del contrato y concretar los documentos en cuya realización ha de intervenir el Consultor para que el trabajo pueda ser aceptado por la Administración.

Se describen igualmente, los documentos e información que la Administración pone a disposición del Contratista y se establecen las relaciones entre los representantes de ambos en lo referente a aspectos técnicos y seguimiento del Contrato.

## **2. EL CONTRATISTA, EQUIPO, MEDIOS Y OFICINA**

La empresa que resulte adjudicataria del contrato recibirá el nombre de “Contratista”. A su representante legal se le denominará “Delegado del Contratista”.

El Contratista realizará todos los trabajos necesarios para conseguir el objetivo de este contrato, y será plenamente responsable, técnica y legalmente, de su contenido, así como de la entrega de las diferentes unidades del Proyecto.

El Contratista aportará un equipo humano formado por técnicos competentes en cada una de las materias objeto del trabajo y los medios materiales que resulten necesarios para su correcta realización.

Para la realización de los trabajos, el Contratista deberá disponer de una oficina en la que se encontrará toda la documentación e información en vías de elaboración o redacción que concierna a los trabajos objeto del Contrato.

En el anejo 2 a este Pliego se detallan las dotaciones mínimas personales y materiales de que deberá disponer el Contratista durante la ejecución del contrato.

El representante de la administración y las personas que con él colaboren deberán tener acceso a toda la documentación, en cualquier momento que estimen oportuno.

Asimismo, el Contratista deberá disponer del material y personal auxiliar necesario para la correcta ejecución de los trabajos (medios informáticos, delineación, mecanografía, reproducción, encuadernación, etc.).

El representante de la administración no será responsable, directa o solidariamente, de lo que con plena responsabilidad técnica y legal realice o elabore el Contratista.

## **3. NORMATIVA APLICABLE**

El Contrato se regirá por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, por el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, y por las Normas, Instrucciones, recomendaciones, pliegos oficiales vigentes, Órdenes, Reales Decretos y Leyes que a fecha de la redacción del proyecto se encuentren en vigor, tanto de la Comunidad de Madrid como del Estado, además de aquellas Normas DIN, UNE,

ISO y CEI en todo aquello que guarde relación con las obras a definir en el proyecto de construcción, normativa urbanística y medioambiental, normativa de la U.E. aplicable, las normas técnicas aplicables de ADIF o RENFE, los códigos U.I.C.; en especial las normas y procedimientos de Metro de Madrid, S.A. para los trabajos que deben llevarse a cabo en las infraestructuras y líneas ferroviarias sobre las que ejerce su labor de Explotador.

Además del presente Pliego de Prescripciones Técnicas, será de aplicación al contrato la normativa de la U.E, la normativa medioambiental y urbanística; las Normas, Instrucciones, recomendaciones, Órdenes, Reales Decretos y Leyes que a fecha de la redacción del proyecto se encuentren en vigor, tanto de la Comunidad de Madrid como del Estado, además de aquellas Normas DIN, UNE, ISO y CEI en todo aquello que guarde relación con las obras a definir en el proyecto de construcción, así como las normativa técnica aplicable de ADIF, y los códigos U.I.C.;

Así mismo, para la ejecución de los trabajos que deben llevarse a cabo en las infraestructuras y líneas ferroviarias sobre las que Metro de Madrid, S.A. ejerce su labor de Explotador, habrán de respetarse las normas y procedimientos establecidos por Metro de Madrid. S.A.

También se observarán las directrices vigentes sobre la ordenación y contenidos de los proyectos, así como las instrucciones que dicte el representante de la administración cuando no existan otras sobre el tema.

Para la redacción del Proyecto se tendrán en cuenta, entre otras, las normas que de forma explícita se citan seguidamente, y cuantas disposiciones complementarias concordantes con ellas pudieran resultar de aplicación:

- 1) Normativa de Básica de Carácter General:
  - Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, y su normativa de desarrollo, en especial el Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, y el Reglamento de Contratación Pública de la Comunidad de Madrid, aprobado por Decreto 249/2003, de 3 de abril.

- 2) Normativa de referencia para la ejecución:

El Proyecto objeto del presente contrato deberá sujetarse a las instrucciones y reglamentos técnicos comunitarios y nacionales que sean de obligado cumplimiento, en particular se observarán los siguientes:

- Real Decreto 266 1/1998, de 11 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

- 3) Normativa Medioambiental:

Se estará a las disposiciones medioambientales vigentes y las instrucciones u órdenes que dicten las Administraciones con competencia en la materia y, en especial, a lo dispuesto en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación de Impacto Ambiental. También se observarán:

- Ley 8/ 1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, de regulación de la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 55/2012 por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid, que dispone como régimen jurídico aplicable en la materia el definido en la legislación estatal.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 18/92, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

4) Normas de Seguridad:

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

5) Normativa Urbanística:

Las cuestiones urbanísticas se sustanciarán por la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid, y demás normativa urbanística que resulte de aplicación; en particular:

- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid
- Ley 9/1995, de 9 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo.
- Ley 1/2020, de 8 de octubre, por la que se modifica la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid, para el impulso y reactivación de la actividad urbanística.

6) Normativa técnica:

- Proyecto Funcional de Estaciones y Túneles de Metro de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y sus posteriores modificaciones.
- Normativa específica de accesibilidad, en especial de la Comunidad de Madrid y la referida a los medios de transporte colectivo.
- Normativa propia del Ayuntamiento de Madrid, así como las Ordenanzas Reguladoras.
- Ley de Ordenación y Coordinación de los Transporte Urbanos de la Comunidad de Madrid.
- Normativa específica aeroportuaria y/o de AENA.

#### **4. DOCUMENTACIÓN A APORTAR POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE COLECTIVO**

La Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad de Madrid pondrá a disposición del Contratista toda aquella información de que disponga y que sea relevante para la elaboración de los trabajos objeto de este contrato.

Se facilitarán aquellos documentos que se consideren relevantes en cuanto a los proyectos constructivos y de liquidación de las obras de los tramos afectados, y toda la información que sea transmitida por Metro de Madrid a esta Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo en relación al estado y explotación de los mismos y que se considere necesaria para la correcta elaboración del Proyecto.

El Contratista solo podrá hacer uso de esta documentación para la realización de los trabajos que se indican en este Pliego.

#### **5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

##### **5.1. OBJETIVOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN**

El objetivo de este contrato es la generación de los documentos que son necesarios según la legislación vigente para la licitación de las obras relativas a la ampliación sur de la línea 11 del Metro de Madrid, desde la estación de La Fortuna hasta la línea 10. El proyecto contemplará un máximo de 2 estaciones, nuevas o de intercambio. Se estudiarán las conexiones con la red de Metro existente, Cercanías y otros medios de transporte.

La ampliación de la red de Metro se deberá materializar a través de las líneas de Metro ya existentes.

Para ello, a través de este contrato se redactará el Proyecto Constructivo de la actuación, además de aquellos documentos necesarios para la tramitación ambiental de éstos de acuerdo a la Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental.

## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la redacción del Proyecto deberán realizarse todos los trabajos previos de diagnóstico de la situación actual, necesarios para la selección y definición de la solución constructiva a desarrollar mediante la redacción del proyecto Constructivo y la elaboración de los documentos que lo componen: Memoria junto con sus Anejos, Planos, Pliego, Mediciones y Presupuesto.

Los objetivos a cubrir consistirán en:

- Análisis de estudios previos realizados en relación a la actuación.
- Análisis de condicionantes externos mediante la recopilación de los datos básicos de la situación actual de la zona de estudio, que incluya una caracterización del territorio, de los factores ambientales y del planeamiento existentes que permita identificar los corredores más adecuados para acoger la infraestructura y descartar aquellas zonas en las que no sea viable la actuación.
- Estudio de los condicionantes funcionales a cumplir por la nueva infraestructura (en cuanto a parámetros de toda índole exigidos para su la correcta explotación). Se estudiarán las diferentes opciones de explotación, tanto en el sistema de explotación actual como en otras opciones (conducción automática o similar), así como una nueva línea comercial con explotación independiente al resto de la red.
- Determinación de las posibles opciones viables de acuerdo a los estudios realizados, que incluirá, como mínimo, en relación a cada una de ellas, la definición de los siguientes elementos:
  - Trazado en planta y perfil.
  - Obras de infraestructura necesarias para realizar el tramo definido. Incluirá, por tanto, túnel, pozos de ventilación, cuartos de transformación, pozos de bombeo, instalaciones para evacuación de emergencia, estaciones, vestíbulos, accesos, cuartos técnicos, espacios para alojamiento de subestaciones eléctricas y eventualmente otro tipo de estructuras como puentes, etc.
  - Arquitectura y decoración de estaciones.
  - Integración en el proyecto de las obras de la superestructura de vía de acuerdo con los criterios que Metro de Madrid defina para el trazado previsto.
  - Servicios afectados de todo tipo.
  - Identificación de su impacto ambiental, su funcionalidad y su coste

- Elaboración de un análisis multicriterio de las alternativas viables, que recoja factores tales como la funcionalidad, rentabilidad, afección al territorio, vertebración de la red de transportes, variables socio-económicas, ...
- Tramitación ambiental del Proyecto, para lo que el Consultor preparará la documentación necesaria, de acuerdo a la ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Estudio de las alegaciones, en su caso, fruto del procedimiento de EIA e incorporación de las prescripciones ambientales impuestas por el mismo.
- Aprobación de la alternativa seleccionada.
- Desarrollo de la alternativa seleccionada a nivel constructivo y redacción del Proyecto Constructivo, incluyendo todos los documentos preceptivos de acuerdo a la legislación vigente.
- Implantación de metodología BIM en el proyecto, incluyendo modelización de túnel, estaciones y pozos, según lo recogido en el Anejo nº3 BIM del presente documento.

## **6. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

### **6.1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DOCUMENTOS PREVIOS:**

Se obtendrán los antecedentes técnicos que pudieran existir, en concreto estudios y proyectos anteriores, así como cualquier otro que se estime de interés. El contratista deberá recopilar toda la documentación previa relacionada con la actuación, así como la información necesaria de otros Organismos que pudiera servir de punto de partida al Proyecto.

Asimismo, el Contratista recopilará los datos básicos de las instalaciones e infraestructuras ferroviarias o de otro tipo, existentes o en proyecto, en la zona de actuación, a través de órganos competentes y del trabajo de campo.

### **6.2. ANÁLISIS DE CONDICIONANTES EXTERNOS**

Se expondrá la definición, planeamiento y delimitación de la situación existente. Se indicará la zona considerada de influencia directa del estudio (Zona de estudio) teniendo en cuenta los principales factores sociales, ambientales, económicos, administrativos y técnicos.

#### **6.2.1. Datos básicos**



La obtención de los datos básicos a considerar será una parte fundamental de la redacción del proyecto. Los datos a obtener por el Contratista se agrupan en cinco conjuntos: cartografía base, datos físicos, datos ambientales, datos socioeconómicos y datos relativos al patrimonio histórico-cultural. A continuación, se enumeran dichos datos:

#### 6.2.1.1. Cartografía base:

El primer dato para estudiar un trazado es la cartografía del área seleccionada para implantar la nueva obra. La escala de la cartografía será, como mínimo 1:1000. Contendrá todos los condicionantes que puedan tener incidencia en el trazado.

En todas las áreas a ocupar por nuevas estaciones de metro se efectuará, de forma complementaria, un levantamiento por topografía clásica a escala 1/500.

Igualmente, materializará una red de bases que sirvan para el replanteo de cada una de las partes que componen el proyecto.

Además, tomará todos los datos necesarios para el enlace en planta y en alzado de los elementos a proyectar con las infraestructuras existentes del Metro.

La red de apoyo estará formada por una malla homogénea de triángulos con el fin de asegurar una perfecta compensación. Dicha red se unirá a la Red Geodésica Nacional, de forma que las coordenadas de sus vértices estén referidas al sistema UTM.

#### 6.2.1.2. Datos básicos físicos

Dentro de este apartado se estudiarán al menos los siguientes aspectos:

##### 6.2.1.2.1. Geología y Geotecnia

El Consultor llevará a cabo un estudio geológico-geotécnico con el objeto de caracterizar el terreno en el que se ubicará la futura infraestructura mediante la definición de las características y parámetros geológico-geotécnicos de la zona de estudio.

Con carácter general, el estudio geológico-geotécnico constará de las siguientes fases:

- a) Recopilación de información geológico-geotécnica, detección y localización de los servicios de la zona y planeamiento de la campaña.
- b) Realización de la campaña de reconocimiento de campo y ensayos.
- c) Redacción y edición del informe técnico final: El consultor procederá a la revisión y análisis de los datos y resultados obtenidos a través de los trabajos anteriores y redactará el Informe Técnico final del estudio geológico-geotécnico.

El alcance y características del estudio geológico-geotécnico se definen de manera detallada en el Anejo nº1 a este Pliego. El alcance y profundidad de este estudio debe ser tal que permita justificar

las decisiones en relación al trazado proyectado o la ubicación de elementos de la línea basadas en el mismo.

En el Anejo nº1 a este Pliego también se detallan de modo orientativo las prescripciones a tener en cuenta para la ejecución de la campaña de reconocimiento y las especificaciones concretas de los diferentes trabajos (sondeos, ensayos, toma de muestras...) que el contratista deberá realizar para la caracterización del área de estudio.

El Contratista deberá someter a aprobación del representante de la administración las hipótesis técnicas de partida (alcance de la obra, localización de emplazamientos de sondeos, métodos de ejecución, tipo de máquinas a emplear, laboratorio de ensayos propuestos, etc.

El informe final del estudio geológico-geotécnico incluirá criterios y recomendaciones sobre aspectos tales como:

- Trazado en Planta y Perfil.
- Secciones tipo de Estaciones y Túneles.
- Procedimientos constructivos más adecuados.
- Sistemas de sostenimiento provisional y definitivo si procede.
- Cimentación de estructuras y obras de fábrica.
- Análisis de los asientos previstos en edificaciones y construcciones cercanas a la traza y que pueden verse afectados por su ejecución.
- Tratamientos del terreno

Y, en general, todos los datos necesarios para poder identificar los corredores más adecuados para acoger la infraestructura desde el punto de vista geotécnico. En el Anejo nº1 se detalla el contenido del informe final y su menara de presentación.

El estudio constará de memoria descriptiva, planos de cortes de sondeos, ensayos de laboratorio, estimaciones de asientos y subsidencias, estimación de cargas de diseño, determinación de métodos constructivos, etc. y planos de perfiles geológico-geotécnicos.

El estudio servirá asimismo como base para la redacción del Anejo de Geología y Geotecnia del Proyecto Constructivo.

#### 6.2.1.2.2. Hidrología y climatología

El estudio hidrológico y climatológico incluirá los siguientes apartados:

- Datos climatológicos generales
- Datos pluviométricos
- Cálculo de precipitaciones e intensidad de lluvia
- Estudios de las cuencas. Características y tiempos de concentración.

- Cálculos de caudales. Período de recurrencia.
- Niveles freáticos y aguas subálveas.
- Cálculo del caudal de infiltración y bombeo.
- Dimensionamiento del drenaje y ubicación de pozos.

Los datos se recogerán de las publicaciones existentes tanto del Ministerio de Fomento, como del Instituto Nacional de Meteorología.

#### 6.2.1.2.3. Cimentaciones, servicios e infraestructuras en el ámbito de afección.

Se realizará un estudio completo de los diferentes servicios e infraestructuras que se pudieran verse afectados por la actuación. Se recabará de las diferentes administraciones y empresas la documentación necesaria.

El Contratista realizará un inventario exhaustivo de las instalaciones o servicios públicos y privados existentes en la zona de estudio, que previsiblemente podrían ser afectados, temporal o permanentemente, por la ejecución de las obras o la explotación del trazado.

A tal fin, recabará la información necesaria de las Compañías y organismos propietarios y comprobará en el campo la situación precisa de las diferentes redes.

Con la información obtenida, el Consultor preparará planos de situación de los servicios afectados, que servirán también de base para la realización de los correspondientes proyectos de reposición a incluir en el Proyecto Constructivo.

Asimismo, el Consultor recopilará toda la información disponible tanto sobre las cimentaciones de los edificios como de los propios edificios, así como la referente a otras estructuras próximas situadas en el área de influencia y que previsiblemente podrían verse afectadas por la actuación (Se estudiará la cimentación de las edificaciones a una distancia de 100 metros de los diferentes trazados). Esta información deberá ser contrastada "in situ", realizándose sobre el terreno las mediciones o comprobaciones necesarias para establecer, con la mayor precisión posible, la situación, dimensiones y características de las cimentaciones, edificios, o estructuras enterradas, afectadas por la traza directamente, y aquellas otras que aunque no lo estén por la traza, pudieran estarlo por la ejecución de la obra y/o la puesta en explotación del servicio. Se estudiará, particularmente, la interferencia de la obra con los servicios existentes y con la edificación del entorno y, en especial, aquellos elementos que, por su singularidad o estado de conservación obliguen a extremar las medidas de seguridad. Cuando se estime necesario se definirán y desarrollarán las medidas de refuerzo de las estructuras o del terreno necesarias para garantizar la seguridad del elemento.

El contratista deberá elaborar una ficha de estado por cada uno de los inmuebles o estructuras de otro tipo que resulten afectadas por la actuación, incluyendo en cada una de ellas una caracterización y descripción de la estructura, un reportaje fotográfico de su estado y, en su caso, el inventario de patologías preexistentes que pudiesen presentar, que se incluirá en el estudio y

posteriormente en el anejo correspondiente del proyecto aquellas que resultasen finalmente afectadas tras la selección de la alternativa.

#### 6.2.1.3. Datos básicos ambientales.

La documentación generada se incluirá en relación a estos datos será incluida en el documento de análisis de alternativas. Dentro de este apartado se estudiarán al menos los siguientes aspectos:

##### 6.2.1.3.1. Vegetación

Se estudiará de todo el ámbito de actuación, mediante la realización siguientes trabajos:

- Estudios iniciales y bibliográficos. A partir de la documentación existente, auxiliándose con fotografías aéreas y visitas al terreno, se realizarán las siguientes labores:
  - Definir las unidades vegetales actuales a cartografiar.
  - Investigar la posible presencia de especies de carácter endémico o amenazadas.
  - Recoger la información que facilite la cartografía posterior.
- Cartografía de las unidades de vegetación. Sobre la cartografía base se ubican las distintas unidades identificadas. Esta tarea exigirá una revisión de campo.
- Descripción florística. Las unidades anteriormente cartografiadas deberán ser descritas mediante la realización de los correspondientes inventarios, bien mediante la elaboración de listas de especies o bien elaborando un inventario cuantitativo.

Se realizará un inventario completo del arbolado que pudiese resultar afectado, incluyéndose número de pies, especies o variedades, dimensiones, edad aproximada, estado sanitario y localización. Se deberán determinar además las posibilidades o no de trasplante así como un detalle de la metodología a emplear. Lo anterior se recogerá en un Estudio Específico del Arbolado.

##### 6.2.1.3.2. Fauna

Al igual que en la vegetación se deberán realizar los inventarios que permitan la descripción, cuantificación y valoración de la fauna existente en el ámbito de actuación.

Será necesario realizar, al menos, un estudio inicial a partir de la documentación existente que se completarán con visitas al terreno.

En el caso de que durante la tramitación ambiental del Proyecto lo requiera el Órgano Ambiental competente se deberán realizar Estudios Específicos de la Fauna.

##### 6.2.1.3.3. Paisaje

El estudio del paisaje se acometerá definiendo y cartografiando en primer lugar las unidades de paisaje. Las unidades resultantes siempre serán consecuencia de los componentes básicos del paisaje, es decir, el relieve o modelado fisiográfico, el agua, la vegetación y las estructuras o elementos artificiales.

A continuación se realizará un análisis de las unidades para determinar su calidad y fragilidad. El estudio del paisaje se completará con la determinación de las cuencas visuales de puntos seleccionados de cada unidad.

#### 6.2.1.3.4. Espacios naturales

En el caso que existan espacios naturales protegidos dentro del área de influencia, se obtendrá toda la información relativa al nivel de protección del espacio y la que pueda ser significativa a efectos del Proyecto.

En el caso de que durante la tramitación ambiental del Proyecto lo requiera el Órgano Ambiental competente se deberán realizar Estudios Específicos de los distintos Espacios Naturales que se afecten.

#### 6.2.1.3.5. Estudio de ruido y vibraciones

Uno de los principales factores ambientales a estudiar será el ruido y las vibraciones. Se determinarán los tipos de áreas de sensibilidad acústica en función de los usos del suelo existentes y previstos en el entorno de la infraestructura. Para el conocimiento del ruido en la situación pre-operacional se realizarán medidas directas en horario diurno y nocturno. A partir de esos datos se elaborarán los correspondientes mapas de ruido.

A partir del ruido y vibraciones estimados para la nueva infraestructura se elaborarán los mapas de ruido en situación post-operacional en situación diurna y nocturna. Se deberá presentar un documento donde se justifiquen y se representen las medidas correctoras necesarias en materia de contaminación acústica.

#### 6.2.1.3.6. Estudio energético

Se realizará un estudio energético para valorar las diferentes alternativas. El estudio incluirá diferentes fuentes de energía renovables, su implantación y funcionamiento en fase de explotación.

El estudio incluirá las propuestas de implementación de la energía que se pudiera generar en la infraestructura. Se estudiarán al menos las siguientes fuentes de energía renovable: Geotermia (en túnel, estructuras y sondeos), voltaica, recuperación de energía en material móvil.

Además, se estudiarán las diferentes opciones para reducir el consumo energético tanto en fase de obra como de explotación. Se estudiarán de manera especial las instalaciones eléctricas y de climatización.

#### 6.2.1.3.7. Reportaje fotográfico

Se realizará un reportaje fotográfico completo de las diferentes alternativas que en base a los estudios realizados resultasen viables, detallando la ubicación de las estaciones y pozos.

#### 6.2.1.4. Datos básicos socioeconómicos

##### 6.2.1.4.1. Demanda

El Consorcio Regional de Transportes de Madrid proporcionará un estudio de demanda.

El Contratista realizará por su cuenta y a su cargo los estudios complementarios que resulten necesarios para complementar la información suministrada por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid hasta el nivel exigido para desarrollar el Proyecto.

##### 6.2.1.4.2. Planeamiento urbanístico

El Contratista recopilará la información relativa al planeamiento urbanístico vigente del municipio de Madrid en la zona de estudio, incluyendo el planeamiento vigente, las revisiones (si existen) y el planeamiento en desarrollo. Con esta información se elaborará un plano donde se representará la clasificación del suelo, su calificación, los sistemas supramunicipales, generales y locales, y la delimitación de los sectores y unidades.

##### 6.2.1.4.3. Estructura de la propiedad

La fuente básica que habrá de ser investigada es la cartografía catastral. Deberán obtenerse las hojas de los planos parcelarios de la zona, así como las características catastrales de las fincas, con objeto de tener la información necesaria para proceder a valorar, de forma aproximada, las propiedades afectadas.

Deberá cumplirse con los requerimientos de la “Instrucción de 24 de abril de 2019, de la Secretaría General Técnica, relativa al contenido al que deben ajustarse los anejos de expropiaciones que forman parte de los proyectos de construcción de carreteras y otras infraestructuras del transporte”, que sustituye a la Instrucción de 7 de abril de 2017.

##### 6.2.1.4.4. Servidumbres

Se recopilará toda la información disponible de servidumbres existentes: en la cartografía base, acudiendo a los organismos titulares y mediante revisiones de campo. Entre las servidumbres a estudiar estarán las líneas ferroviarias existentes, tanto de Titularidad de la Comunidad de Madrid como del Estado, las carreteras, viarios, las servidumbres asociadas a conducciones enterradas y las servidumbres asociadas a líneas aéreas eléctricas.

#### 6.2.1.5. Datos básicos relativos al patrimonio histórico-cultural

##### 6.2.1.5.1. Zonas arqueológicas

Se efectuará un Estudio Arqueológico que abarcará los trabajos necesarios para cumplir los requisitos y directrices que establezca la Hoja Informativa, o documento equivalente, emitida por la Dirección General de Patrimonio Cultural, Área de Protección.

##### 6.2.1.5.2. Vías pecuarias

Se identificarán y cartografiarán las existentes en la zona del estudio. Se estudiará la restitución de aquellas que se vean afectadas por el trazado de la infraestructura según marquen las directrices del Área de Vías Pecuarias.

##### 6.2.1.5.3. Patrimonio histórico-cultural

Se procederá al estudio y localización de los bienes y elementos con valor histórico-cultural que existan en el área de estudio.

#### **6.2.2. Análisis y prognosis de los datos básicos obtenidos**

En esta fase se presentarán los resultados del estudio, análisis y prognosis de los datos básicos obtenidos con el fin de caracterizar la situación y determinar la envergadura de las opciones capaces de cumplir con los objetivos y condiciones funcionales que persigue la actuación. Al menos, el análisis comprenderá los aspectos geotécnicos, ambientales, urbanísticos y de estructura de la propiedad. Otros condicionantes a los que se prestará atención serán los servicios existentes y las servidumbres, así como las relacionadas con el patrimonio (arqueología, vías pecuarias, bienes con valor cultural, etc.).

En base a estos resultados, el contratista deberá confeccionar un documento de diagnóstico y territorial del medio ambiente afectado por el Proyecto.

El análisis y prognosis de demanda se realizará a partir de los datos obtenidos de acuerdo al punto 6.2.1.4.1 de este Pliego. La prognosis implicará la construcción de un modelo específico, o bien el uso de un modelo existente. Una vez calibrado el modelo se realizará la prognosis a partir de las variables básicas proyectadas al año horizonte.

La prognosis del ruido y vibraciones se realizará mediante modelos que puedan efectuar previsiones a partir de la geometría y el nivel de tráfico de la nueva infraestructura. Se elaborará a partir de ellos los correspondientes mapas del ruido.

El análisis de los aspectos ambientales se llevará a cabo de forma separada y debe conducir a conocer las interacciones entre los factores ambientales y las acciones de proyecto, de forma que se

esté en condiciones de realizar el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto de acuerdo a la legislación vigente en la materia.

### **6.3. CONDICIONES DE FUNCIONALIDAD**

Se realizará por parte de la dirección del contrato con apoyo del Contratista un análisis funcional de la actuación, para detectar, de acuerdo a los datos obtenidos a través de los estudios anteriormente descritos, las necesidades a satisfacer a través de la misma.

Se establecen las siguientes condiciones al trazado de la línea:

- Unirá la estación de La Fortuna con la actual Línea 10 de Metro.
- El diseño será compatible para el sistema de explotación mediante conductor o mediante conducción automatizada.
- La ampliación de la red de Metro se materializará mediante la ampliación de las líneas de Metro ya existentes.
- El proyecto contemplará un máximo de 2 estaciones, nuevas o de intercambio, y una longitud máxima de nueva red de Metro de 4 kms.
- Se estudiarán las conexiones con la red de Metro existente, Cercanías y otros medios de transporte.

El Contratista deberá hacer una recopilación de toda la normativa técnica relativa a trazado, estaciones, instalaciones y su funcionalidad que haya que tener en consideración a la hora de diseñar la nueva infraestructura.

Asimismo, se deberán estudiar las necesidades de ventilación, drenaje, energía y seguridad, definiendo las condiciones en relación a pozos de ventilación, bombeo, subestaciones eléctricas y vías de evacuación de túnel y estaciones, de manera que estos aspectos sean tenidos en cuenta para la evaluación de las posibles opciones.

### **6.4. DEFINICIÓN DE LAS OPCIONES ESTUDIADAS**

Una vez caracterizada la situación actual y las necesidades a satisfacer a partir del análisis y pronóstico de los datos básicos, y teniendo en cuenta los condicionantes funcionales de la actuación, se procederá a la generación de las alternativas que puedan resolver la situación y necesidades enunciadas y resulten viables a la vista de los datos básicos.

Se presentarán y analizarán las opciones funcionales y técnicas con la profundidad y extensión suficiente para poder valorarlas de forma completa, comparar y seleccionar. Asimismo, el contratista analizará los potenciales impactos de cada una de ellas. Cada opción ha de ser técnica, social, ambiental, administrativa y económicamente viable.

Se realizará un análisis específico de subsidencias y previsión de movimientos de cada una de las alternativas planteadas. Se utilizarán programas específicos de este tipo de análisis.



Para cada una de las alternativas de trazado generadas se realizará un estudio de los posibles procedimientos para la construcción de la infraestructura de la línea, encaminado a determinar los procedimientos constructivos más convenientes desde el punto de vista técnico y económico.

El contratista deberá elaborar un documento completo que contenga los datos externos y funcionales existentes, las diferentes alternativas confeccionadas y las características técnicas, funcionales, valoración e impactos de cada una de ellas.

## **6.5. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

### **6.5.1. Evaluación de impacto ambiental del proyecto**

El Proyecto deberá ser sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental según lo establecido por el artículo 7 de la Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo al procedimiento establecido en el capítulo II de esta Ley.

En función del tipo de proyecto y las determinaciones del órgano ambiental, el Contratista deberá generar la documentación que resulte necesaria, según lo indicado en la referida Ley. Esta documentación se encuentra definida en los artículos 34 y 39 (EIA ordinaria) y 45 (EIA simplificada) de la Ley 21/2013.

El procedimiento de EIA incluye asimismo la consulta a administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas y, en caso de tramitación ordinaria, la Información Pública del proyecto. Una vez sometido el documento a Información Pública, en su caso, y recibidas las alegaciones e informes de las Administraciones afectadas y personas interesadas, el Contratista realizará una labor de recopilación, análisis y síntesis de las mismas elaborando los informes de contestación.

Enmarcado en el trámite de consulta a las administraciones públicas afectadas, el Contratista deberá elaborar y obtener la documentación necesaria que acredite la compatibilidad de la nueva actuación con el planeamiento urbanístico.

Una vez elaborada y enviada la preceptiva documentación al Órgano Ambiental para su análisis, el Contratista deberá realizar las subsanaciones e informes adicionales que éste solicite.

Por último, una vez emitido por el Órgano Ambiental la Declaración o Informe (en su caso) de Impacto Ambiental, el Contratista deberá realizar un estudio del mismo con objeto de ajustar el Proyecto Constructivo a las determinaciones ambientales en él incluidas.

### **6.5.2. Valoración de las opciones estudiadas**

De manera paralela a la evaluación ambiental del proyecto, para cada opción se determinará la valoración de sus costes y beneficios y la evaluación de otras ventajas e inconvenientes, tanto para la comunidad como para el usuario.

Se distinguirán los siguientes costes y beneficios cuantificables económicamente:

- Costes: Construcción, expropiaciones, reposición de servidumbres y servicios, conservación, costes de funcionamiento, consumo energético, costes del tiempo.
- Beneficios: Reducción de costes de conservación, reducción de costes de funcionamiento, reducción de tiempos de recorrido, generación de energía.

Mediante el adecuado estudio de costes y beneficios se determinarán para cada opción de trazado los oportunos indicadores de rentabilidad, concretando justificadamente, en su caso, la tasa de actualización y el período de análisis considerados.

Por otra parte, se considerarán los costes y beneficios no cuantificables económicamente mediante la elaboración del oportuno análisis multicriterio, bien por el método Electre, por objetivos o por otros métodos que pueda proponer el Contratista. Deberá valorarse la conveniencia de usar un Sistema de Información Geográfica para desarrollar este apartado.

Se realizará una valoración de los posibles riesgos de cada una de las alternativas planteadas, en función del terreno, infraestructuras que se cruzan, edificaciones existentes, afecciones a terceros, ocupaciones, etc.

#### **6.5.3. Comparación de las opciones estudiadas**

Una vez se haya concluido el análisis económico, el análisis multicriterio y la evaluación ambiental se realizará un resumen comparativo de las características y repercusiones técnicas, económicas, sociales, ambientales y administrativas de cada opción estudiada mediante unos cuadros con las características e índices obtenidos en la valoración.

#### **6.5.4. Concepción global de la opción seleccionada**

Basándose en la comparación anterior, se seleccionará razonadamente, sin olvidar la incidencia de la explotación, una determinada opción.

La concepción global de la opción seleccionada se expondrá destacando su funcionalidad, clasificación de cada tramo, localización aproximada, accesibilidad, características técnicas, nivel de servicio, impacto ambiental, etc.

El contratista deberá elaborar un documento resumen que contenga los datos externos y funcionales existentes, las diferentes alternativas tenidas en cuenta, el análisis comparativo realizado y la justificación de la alternativa final seleccionada.

### **6.6. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA**

La Dirección del Contrato seleccionará la opción más ventajosa, tras el análisis multicriterio, y una vez que el Contratista haya contrastado su viabilidad urbanística y se haya superado el trámite de evaluación ambiental, mediante el correspondiente informe o declaración favorable por parte del Órgano Ambiental.

A partir de ese momento comenzará la redacción de los diferentes documentos integrantes del Proyecto Constructivo de la actuación, previa comunicación de inicio por parte de la Dirección del Contrato.

El contratista podrá comenzar con los trabajos previos a la redacción del Proyecto, en aquellos aspectos que no se vean afectados por los trámites anteriores. Para comenzar la redacción, el Contratista deberá realizar los siguientes trabajos, cuyos resultados se incluirán en el Anejo o documento correspondiente:

#### **6.6.1. Antecedentes**

Se hará referencia al objeto, contenido y conclusiones de posibles estudios elaborados con anterioridad y que constituyan antecedentes directos o indirectos del presente Proyecto.

#### **6.6.2. Cartografía y topografía**

Para el desarrollo concreto del proyecto y la redacción del anejo de Cartografía y Topografía, una vez seleccionada la alternativa, se completarán los trabajos para la obtención de la cartografía base definidos en el punto 6.2.1.1 mediante una campana topográfica complementaria, centrada a nivel del trazado seleccionado, que constará de las siguientes fases:

##### **6.6.2.1. Sistema de referencia**

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

- Sistema de Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM).
- Sistema Geodésico de Referencia: ETRS-89 materializado por la red REGENTE.

El sistema de referencia altimétrico que se utilizará en los trabajos será el nivel medio del mar en Alicante, que es el definido por la red N.A.P.

##### **6.6.2.2. Red de Replanteo**

###### **6.6.2.2.1. Formación de la Red de Replanteo**

Se establecerá una red de replanteo doble, planimétrica y altimétrica, referida al marco ETRS-89 y a la red N.A.P.

Esta red de replanteo estará formada por al menos cinco bases, que servirán para la obtención del levantamiento topográfico, replanteo de la obra y para posteriores trabajos de topografía.

Las premisas para la ubicación de estas bases serán:

- Que estén repartidas por la obra y que la abarquen por completo.
- Para que puedan ser utilizados por métodos de topografía clásica, es recomendable que desde cada vértice sean visibles por lo menos otros dos.
- Que sean puntos estables y permanentes.
- Se situaran fuera de la zona de actuación pero cerca de ella.

Se dejará constancia en el terreno de los vértices mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña conteniendo un croquis de campo con la representación del entorno y su acceso, el emplazamiento, tipo de señal, sus coordenadas y coeficiente de anamorfosis y una fotografía en color.

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.

#### 6.6.2.2.2. Observación de la red de replanteo

Los instrumentos utilizados en la observación de las bases de replanteo deberán estar en perfectas condiciones y calibrados. Se tendrá especial cuidado en la correcta nivelación y el centrado de la base nivelante y el trípode.

#### Planimetría

Para la georreferenciación planimétrica del proyecto, se enlazará mediante GPS a un vértice geodésico de la red REGENTE o una estación fija de referencia de redes GNSS.

La metodología de trabajo se basará en el posicionamiento GPS en modo estático relativo con postproceso, o modo RTK haciendo uso de estaciones permanentes GPS de referencia y usando las soluciones de red.

Las condiciones de observación serán las siguientes:

- Número de satélites mayor o igual a 5
- Máscara de elevación mayor de 15º
- GDOP inferior o igual a 5

Las tolerancias de las coordenadas medidas en las observaciones serán de 25 mm en X e Y, y 35 mm en Z.

#### Altimetría

Es necesario que todo el trabajo esté dentro de unas precisiones relativas dentro del sistema. Las cotas de las bases de replanteo obtenidas con observaciones GPS se ajustarán mediante una nivelación geométrica. Para ello se realizará la nivelación geométrica de un anillo cerrado partiendo de una base como datum, pasando por el resto de las bases y cerrando el anillo en la primera. El error de cierre se compensará entre las bases.

La tolerancia para esta nivelación geométrica es: error en cota  $\leq 10\sqrt{K}$  mm; siendo K=longitud del itinerario en km.

#### 6.6.2.3. Obtención de la cartografía 1/500

##### 6.6.2.3.1. Levantamiento topográfico

La escala del levantamiento será 1/1000 con equidistancia de medio metro.

Se tomarán todos los puntos necesarios para que la cartografía obtenida con este levantamiento sea un reflejo fiel del terreno existente. Las observaciones de estos puntos se realizarán por topografía clásica, mediante radiación desde las bases de replanteo o mediante observaciones GPS.

Las tolerancias de las coordenadas medidas en las observaciones serán de 30 mm en X e Y, y 40 mm en Z.

El plano topográfico proporcionará la siguiente información:

- Vías de comunicación, edificios, construcciones, aceras, sendas, caminos.
- Se tomarán todos los servicios afectados: abastecimiento, saneamiento, drenaje, líneas de gas, teléfono, electricidad, comunicaciones, etc
- Parcelas y subparcelas, y se diferenciarán los usos del suelo.
- Los árboles aislados y singulares se dibujarán individualizados uno a uno.
- Se pondrá especial cuidado en la toma de puntos de las zonas donde se vaya a emplazar estaciones o pozos, estructuras o túneles, así como en las conexiones con vías ya existentes.

Se tomarán topográficamente todas aquellas infraestructuras y servicios de especial relevancia para el proyecto (colectores, túneles, pasos superiores o inferiores, etc.), siempre que los datos suministrados por los propietarios de la infraestructura fueran dudosos y se requiera por parte de la Dirección del Proyecto su comprobación.

##### 6.6.2.3.2. Replanteo y obtención del perfil longitudinal

Se realizará el replanteo de las actuaciones en superficie, de los puntos singulares o de aquellos que la dirección del proyecto considere oportunos. También se obtendrá el perfil longitudinal de los distintos ejes.

##### 6.6.2.3.3. Obtención de perfiles transversales

Se realizará la obtención de los perfiles transversales, con la anchura necesaria en función de la zona de ocupación.

#### 6.6.2.3.4. Documentos a entregar de los trabajos topográficos

##### 6.6.2.3.4.1. Documentación a entregar de las bases de replanteo:

- Se describirá en la memoria de los trabajos de topografía el procedimiento utilizado para la obtención de las coordenadas y cotas de los vértices de Red de Bases de replanteo, especialmente la metodología usada.
- Reseñas, con croquis, fotografías de las bases y referencias.
- Listado de coordenadas de las bases de replanteo.

##### 6.6.2.3.4.2. Documentación a entregar del replanteo de los ejes y obtención de los perfiles longitudinales:

- Cotas de los perfiles longitudinales.
- Estado de alineaciones y listado de puntos cada 20 m.

##### 6.6.2.3.4.3. Documentación a entregar de los perfiles transversales obtenidos en campo:

- Perfiles transversales.

##### 6.6.2.3.4.4. Documentación a entregar de los levantamientos taquimétricos:

- Planos de los levantamientos topográficos ploteados en DIN A-3.
- DXF de los planos levantados.

Toda la documentación de estos apartados se entregará tanto en formato papel como en formato digital.

#### 6.6.3. Geología y geotecnia:

Para el desarrollo concreto del proyecto, una vez seleccionada la alternativa, se completarán los trabajos realizados definidos en el punto 6.2.1.2.1 mediante los siguientes trabajos complementarios, centrado al nivel del trazado seleccionado:

##### 6.6.3.1. Estudio geológico detallado a nivel constructivo

El estudio geológico de los terrenos atravesados por la traza se realizará tomando como base la información bibliográfica y cartográfica disponible. Se incluirán los planos geológicos existentes, a escala 1:200.000 y 1:50.000, así como cualquier otra que estuviese disponible. Esta información se completará con un estudio de fotogeología de la zona, que deberá incluirse en el Proyecto, y una campaña de apoyo sobre el terreno con el fin de determinar con exactitud los siguientes datos:

- geomorfología;
- espesores y características de los mantos de alteración y materiales de recubrimiento;
- litología, estratigrafía e historia geológica;
- geología estructural y tectónica, haciendo especial hincapié en la detección de paleodeslizamientos y otros riesgos geológicos, en su caso;
- hidrogeología;
- sismicidad.

Con toda la información procedente de los estudios y reconocimientos previamente efectuados se confeccionará un plano de planta geológica a escala 1:5.000, con un ancho de banda mínimo de 500 m. El plano de planta geológica deberá contener al menos:

- Representación de la obra: incluirá el eje del trazado con referencias a sus distancias al origen, las vías con las distancias mínimas por gálibo exigibles.
- Representación geológica: se indicarán con colores las diferentes unidades geológicas del sustrato, separando, siempre que sea posible, diferentes litologías existentes dentro de cada una de ellas. Se indicarán con diferente tono las zonas de afloramientos sanos de las zonas cubiertas por suelos de alteración. En este último caso se harán referencias puntuales sobre los espesores de suelos existentes según las observaciones de campo. Lo mismo es aplicable a las formaciones de recubrimiento cuaternarias. Cada unidad geológica o formación superficial diferenciada tendrá asociada una sigla, tanto en planos como en leyenda.
- Representación hidrogeológica: se representarán mediante simbología adecuada los cursos de agua permanentes, lagunas y charcas. Se indicarán además las zonas húmedas o de aparición de freatofitas. Se deberán marcar los manantiales y pozos. En los primeros se indicará el caudal aproximado, mientras que en los segundos se indicará la profundidad a la que aparece el agua.
- Representación geomorfológica: se representará mediante simbología las diferentes formas del terreno, utilizando diversos colores para cada uno de los agentes morfogenéticos (fluvial, gravitacional, cárstico, antrópico...). Se prestará una especial atención a aquellos procesos que puedan afectar a la obra. En particular, se cartografiarán de manera diferenciada los paleodeslizamientos, que deberán ubicarse en planta y para los que habrá que definir su profundidad y cubicación de modo aproximado.
- Representación de los reconocimientos realizados con la simbología adecuada a cada uno de ellos.
- Se recopilará toda la documentación de las infraestructuras realizadas en la zona para comprobar los datos y contrastarlos.

#### 6.6.3.2. Procedencia de materiales

El contratista estudiará a nivel de proyecto las canteras, préstamos o vertederos de los materiales a utilizar para la ejecución de las unidades de obra incluidas en el mismo, para determinar los que resulten más ventajosos en función de los diferentes factores a tener en cuenta: distancia, calidad, etc.

De acuerdo con el artículo 34 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado, el contratista tiene la libertad para obtener los materiales naturales que las obras precisen de los puntos que tenga por conveniente, siempre que los mismos reúnan las condiciones exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas del Contrato. Excepcionalmente, la Administración podrá exigir determinadas localizaciones, en cuyo caso figurará esta exigencia de modo expreso en los documentos contractuales del proyecto, como una prescripción técnica más. Este extremo deberá señalarse, por tanto, en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

#### 6.6.3.2.1. Préstamos, yacimientos granulares y canteras

Se incluirá un estudio específico y detallado relativo a la posible procedencia de los materiales, actualizando y completando la información obtenida a partir de la cartografía del I.G.M.E. u otros organismos, en su caso. Para cada préstamo, yacimiento o cantera que se proponga utilizar, se describirá con detalle su ubicación en planos a escala 1:50.000, y la forma de acceso mediante el correspondiente croquis.

Las profundidades y ubicaciones en planta de las muestras recogidas en los reconocimientos deben ser suficientemente representativas dentro de cada uno de los préstamos, yacimientos o canteras. En el caso de yacimientos granulares o canteras activos, se podrá sustituir la investigación por datos de ensayos suministrados por sus explotadores.

- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en hormigones estructurales, deben seguirse los criterios especificados en la EHE-08.
- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en pavimentos de hormigón o en hormigón magro vibrado deben seguirse los criterios especificados en el artículo 550 y 551 del PG3.

#### 6.6.3.2.2. Instalaciones de suministro

Se investigarán y documentarán las instalaciones de suministro de materiales que pudieran emplearse en las obras: fábricas de cemento, plantas de machaqueo de áridos, plantas de hormigón y plantas de mezclas bituminosas.

Toda la información relativa a la procedencia de materiales se resumirá en un mapa de localización de préstamos, yacimientos, canteras e instalaciones de suministro a escala 1:50.000, en el que se ubicarán todos los puntos de aprovechamiento detectados, con indicación expresa del tipo de material existente (préstamos, yacimientos granulares, canteras) y las instalaciones de suministro localizadas (fábricas de cemento, plantas de áridos, plantas de hormigón y plantas de mezclas



bituminosas). Sobre la base de las características geotécnicas y la ubicación de las distintas fuentes de materiales (desmontes de la traza, canteras, préstamos, etc.) y en coordinación con el anejo de movimiento de tierras del Proyecto, se realizará una propuesta razonada de la procedencia de los materiales del Proyecto, y en función de su distancia a la zona de obras, se determinará el coste del transporte que debe incluirse dentro de la justificación del precio unitario de cada unidad de obra. También se estudiará en la justificación de los precios unitarios de los materiales naturales el importe del canon a abonar por la explotación de préstamos, yacimientos granulares o canteras. En ningún caso podrán figurar, dentro de los Cuadros de Precios, unidades de obra cuya ejecución exija el empleo de materiales cuya procedencia no haya sido debidamente justificada.

#### 6.6.3.3. Campaña geotécnica complementaria

Con el fin de determinar las características geológico-geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza de la alternativa seleccionada al nivel de detalle suficiente para la redacción del proyecto constructivo, se realizarán los sondeos, toma de muestras y ensayos complementarios a los ejecutados en el marco de la campaña de reconocimiento de campo realizada para la obtención de los datos básicos que resulten precisos para conseguir la completa caracterización geotécnica del terreno atravesado por la línea.

Para definir la campaña complementaria a realizar, el contratista deberá elaborar un en el plan de Reconocimiento Complementario, con el mismo contenido que plan de reconocimiento del estudio geológico-geotécnico ya realizado, pero particularizado para la traza de la alternativa seleccionada, indicando los trabajos ya realizados y los complementarios a realizar.

Las condiciones de ejecución de los trabajos de la campaña complementaria se ajustarán a lo establecido en cuanto a este aspecto en el Anejo nº1 a este Pliego.

La campaña geotécnica se complementará, donde corresponda, con una campaña exhaustiva de investigación geofísica, en la que se incluirán sondeos eléctricos verticales SEV y SEDT, perfiles sísmicos, testificación geofísica de sondeos, prospecciones con georadar y tomografía eléctrica.

El estudio geológico-geotécnico y los datos complementarios obtenidos a través de esta campaña complementaria servirán de base para la elaboración del Anejo geotécnico del Proyecto Constructivo, que incluirá todos los datos necesarios para el diseño y dimensionamiento de las obras a nivel de proyecto constructivo,

#### 6.6.4. Climatología e hidrología

Para el desarrollo concreto del proyecto y la redacción de los anejos de climatología e hidrología, una vez seleccionada la alternativa, se completarán los trabajos realizados en cuanto a climatología e hidrología definidos en el punto 6.2.1.2.2 centrados al nivel del trazado seleccionado.

El Anejo de climatología del Proyecto tiene por finalidad dar a conocer las condiciones climáticas e hidrológicas del entorno afectado por las obras. Éste se orientará a la definición de los principales rasgos climáticos de la zona. Basándose en ellos, el Contratista establecerá la incidencia que tendrá

el clima en la obra, mediante el cálculo de los coeficientes medios de aprovechamiento de días laborables para la realización de las principales unidades de obra, así como la definición de los índices agroclimáticos que servirán de partida para el diseño de las plantaciones a realizar en la obra.

El Anejo hidrológico tiene por finalidad, previo análisis del régimen de precipitaciones y del resto de las características hidrológicas de la zona objeto del Proyecto, determinar los caudales de infiltración del túnel o los caudales generados en las cuencas interceptadas por la traza en las zonas en que ésta transcurra en superficie.

#### 6.6.4.1. Climatología

##### 6.6.4.1.1. Datos de partida

El Contratista consultará las publicaciones existentes, tanto del Ministerio de Fomento como de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET.), o cualquier otro organismo, en lo referente a los datos climáticos de la zona. En el caso de que la obra esté situada en un lugar donde algunos de los datos recogidos en dichas publicaciones no sean representativos por estar basados en estaciones climatológicas alejadas de la traza, se elaborará un estudio específico partiendo de los datos disponibles en AEMET. Será preceptiva la incorporación de los datos originales suministrados, así como el proceso seguido para su selección, en el que se tendrán en cuenta condiciones de proximidad a la traza, número de años con datos completos y altitud de la estación de registro. Se elaborará un cuadro resumen con las estaciones seleccionadas, con indicación expresa del código de identificación, cuenca hidrográfica en la que se localiza, tipo de estación (pluviométrica, termopluviométrica, etcétera), nombre, coordenadas, altitud, número de años con datos y número de años con datos completos. Además, sobre un plano a escala adecuada, se reflejará la posición de dichas estaciones, indicando su nombre y código, así como la traza objeto del Proyecto.

##### 6.6.4.1.2. Contenidos mínimos

El Contratista deberá estructurar los trabajos en tres apartados:

- Obtención, mediante estudio estadístico, de las principales variables climáticas.
- Clasificación e índices climáticos.
- Determinación del número de días aprovechables en la ejecución de las obras. Dentro del apartado de las variables climáticas, se obtendrán las siguientes:
  - precipitación media mensual y anual;
  - precipitación máxima en 24 horas (por meses y anual);
  - precipitación máxima mensual;

- número de días de lluvia;
- número de días de nieve;
- número de días de granizo;
- número de días de tormenta;
- número de días de niebla;
- número de días de rocío;
- número de días de escarcha;
- temperatura media mensual y anual;
- temperatura media de las mínimas (mensual y anual);
- temperatura media de las máximas (mensual y anual);
- temperatura mínima absoluta (mensual y anual);
- temperatura máxima absoluta (mensual y anual);
- oscilación de las temperaturas extremas medias mensuales;
- oscilación verano-invierno de las temperaturas medias;
- oscilación máxima de las temperaturas;
- humedad media relativa;
- evaporación media diaria;
- número medio anual de días de sol;
- número medio anual de días despejados;
- número medio de días con heladas;
- análisis de los vientos dominantes (dirección, recorrido, velocidad, etcétera).

Siempre que sea posible se presentarán los resultados en forma de gráficos con la especificación de los valores más representativos. En el apartado de clasificación e índices climáticos, se obtendrán los usuales (Aridez de Martonne, termo-pluviométrico de Dantin-Revenga, pluviosidad de Lang, clasificaciones agroclimáticas de Köppen o Papadakis, etcétera) que hacen referencia a la influencia del clima sobre la vegetación y los cultivos. Se incorporarán los diagramas ombrotérmicos de Walter-Gaussen, de cada una de las estaciones seleccionadas, donde queden reflejados los períodos secos y húmedos a lo largo del año.

#### 6.6.4.2. Hidrología

El objetivo fundamental de los trabajos de hidrología es garantizar la continuidad de los cauces naturales interceptados por la línea en sus tramos superficiales si los hubiese, mediante su eventual acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal o puentes. Por otro lado, junto con los estudios geológicos llevados a cabo, la localización de las masas de agua existentes en el terreno interceptadas por la traza para el correcto diseño de túnel y estaciones, determinación de los caudales de infiltración y dimensionamiento de los elementos de drenaje y evacuación necesarios para un correcto funcionamiento de la infraestructura.

El Anejo de hidrología incluirá una descripción general de la hidrología de la zona, sobre la base de los datos básicos, de la recopilación de nuevos datos que permitan el nivel de detalle necesario para el diseño constructivo de la alternativa seleccionada y las visitas realizadas a la traza, con especificación de los cursos de agua atravesados, surgencias, aguas subterráneas, manantiales, pozos, etcétera, que afecten directa o indirectamente a la traza.

Además de los datos pluviométricos de la Agencia Estatal de Meteorología, que deberán tener el mismo tratamiento descrito para los datos climatológicos, se deberán mantener los contactos necesarios con los organismos afectados (Confederaciones Hidrográficas o administración hidráulica competente) para recabar la información disponible (aforos de cursos de agua, localización de acuíferos, zonas inundables, deslinde de dominio público hidráulico), así como los condicionantes que afectarán en el diseño posterior de las obras de drenaje necesarias o interferencias con otros proyectos en desarrollo.

El Contratista deberá analizar los datos obtenidos y adaptar el diseño de la infraestructura de manera que cumpla con los objetivos indicados.

#### **6.6.5. Trazado**

El Contratista deberá calcular los parámetros de la alternativa de trazado seleccionada, teniendo en cuenta los condicionantes tanto externos (topografía del terreno, infraestructuras y servicios existentes...) como funcionales, de acuerdo a los criterios y especificaciones técnicas de la Red de Metro de Madrid.

El trazado se establecerá a escala 1:500 y tendrá en cuenta los siguientes condicionantes:

##### **6.6.5.1. Trazado en planta**

El trazado en planta se resolverá con radios iguales o superiores a 300 m., pudiendo reducirse en casos excepcionales. Las alineaciones rectas o curvas se acordarán con clotoideas de longitud tal que permitan la transición al peralte con una rampa no superior a 1,5 mm./m. Donde se dispongan diagonales, se proyectarán tramos rectos.

##### **6.6.5.2. Trazado en alzado**

La rasante de la variante se concretará con rampas o pendientes iguales o menores a 35 milésimas llegando excepcionalmente a 40 milésimas y los parámetros de los acuerdos (Kv) iguales o superiores a 2.000 m.

Además, las estaciones deben estar en horizontal y su alineación ha de ser recta.

#### 6.6.5.3. Peralte y aceleración sin compensar

Estos parámetros se obtendrán a partir de las fórmulas siguientes:

$$h = 11,9 \times V^2/R \quad a = (V^2/12,96) \times ((R-h)/153,42) \quad \text{siendo:}$$

$h$  = Peralte en mm. < 150 mm.

$V$  = Velocidad según el gráfico de marcha en Km./h.

$R$  = Radio de la curva circular en m. > 300 m. (Excepcionalmente  $\geq 250$  m).

$a$  = Aceleración sin compensar = 0. En casos excepcionales podrá llegar hasta 0,065 g.

$Y$  = Variación de la aceleración en la transición < 0,17 m/s<sup>2</sup>/s. En casos excepcionales se podrá llegar a 0,20 m/s<sup>2</sup>/s.

Los parámetros anteriores podrán ser adaptados en aquellos casos en que se considere preciso por la Dirección del Contrato por circunstancias especiales, debiendo el Contratista adoptar los que se determinen finalmente.

Durante la fase de proyecto deberán confrontarse los estudios efectuados en gabinete en la traza sobre el terreno, para lo cual el Contratista deberá realizar los trabajos de replanteo que sean precisos.

#### 6.6.6. **Infraestructura de la Línea**

El Contratista deberá realizar los trabajos de cálculo y diseño que permitan definir todas las obras de infraestructura necesarias para la puesta en servicio de la línea y con el grado de detalle necesario para hacer posible la ejecución de las obras objeto del presente Pliego.

El Contratista estudiará y definirá con todo detalle las diferentes obras que configuran la infraestructura de la línea proyectada incluyendo túneles, estaciones, cocheras, pozos de ventilación, pozos de bombeo, obras para las subestaciones, así como la interferencia con otras obras, afecciones de servicios y su reposición, así como las edificaciones colindantes y las actuaciones encaminadas a preservarlas de asientos inadmisibles.

El diseño de los túneles incluirá los siguientes aspectos:

- El trazado, incluyendo además de la geometría en planta y alzado, la localización de las boquillas y las obras complementarias correspondientes a éstas, así como otros elementos del túnel (pozos de ventilación y acceso, galerías auxiliares, pozos de bombeo, etc.)
- Las secciones constructivas a utilizar, con definición y cálculo de los sostenimientos provisionales y definitivos, previsión de inyecciones (de contacto, consolidación e impermeabilización),

disposición y tipos de juntas, elementos de drenaje e impermeabilización, etc.

- Los procedimientos constructivos, incluyendo:

Los métodos de perforación que se estimen más adecuados, la secuencia de operaciones a utilizar para cada sección tipo y la metodología a aplicar en el paso de zonas. Se estudiará la repercusión contractual de estos aspectos de forma que puedan tenerse en cuenta en la posterior licitación y contratación de las obras. Se estudiará la localización de frentes de ataque y sus pozos y rampas de acceso y pozos de ataque.

- El control durante la ejecución, definiendo las medidas de comprobación a adoptar y la instrumentación necesaria (sondeos en avance, testificación geomecánica, microsísmica, medidas de convergencias, ensayos de arrancamiento en bulones, células de presión, extensómetros, etc), todo lo cual será adecuadamente valorado.
- La previsión y estudio de las superficies para instalaciones de obras y su ubicación más adecuada. Se indicarán los valores previsibles según cálculo de las medidas que lo permitan, como asientos, movimientos, tensiones, etc., de manera que sean fáciles de contrastar con los resultados que se obtengan durante la ejecución.
- La seguridad en la construcción, definiendo las normas a seguir durante la misma, con indicación de los medios y dispositivos que se utilizarán y el detalle de los puntos característicos a comprobar expresamente. Se prestará especial atención a la definición de procedimientos y fases de construcción con la elaboración de planos de construcción que reflejen las hipótesis de cálculo establecidas.

Todos los aspectos referentes al diseño de túneles quedarán reflejados de forma específica en el correspondiente anejo o anejos del Proyecto, salvo el relativo a la seguridad, el cual quedará incorporado al Estudio de Seguridad que se redactará conjuntamente para la totalidad del Proyecto.

Se deberán dimensionar los elementos de evacuación y emergencia, mediante las modelizaciones necesarias.

Se deberán estudiar las conexiones con otras líneas de Metro para la interconexión de la red. El alcance de estos trabajos incluirá el dimensionamiento y cálculo, mediciones, etc...como una parte más del contrato vigente.

Se deberá dar cumplimiento a lo establecido “la instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre promovidas por la Comunidad de Madrid”.

#### 6.6.6.1. Estaciones

De acuerdo con lo establecido en el punto 6.3, la ampliación de la red de Metro contará con un máximo de 2 estaciones, nuevas o de intercambio. Se estudiarán las conexiones con la red de Metro, Cercanías y otros medios de transporte. Los elementos que se agrupan en este epígrafe se consideran partes integrantes de las estaciones y se proyectarán con arreglo a los criterios

funcionales de la red de Metro de Madrid establecidos en el documento “Proyecto Funcional de Estaciones y Túneles de Metro de la Comunidad de Madrid”.

En todo momento se tendrá presente la aplicación de la normativa de accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas y el Código Técnico de la Edificación y cualquier otra legislación vigente de aplicación en la materia.

El Contratista deberá realizar el dimensionamiento de las áreas de tránsito de viajeros teniendo en cuenta el número previsible de viajeros que circulen por ellas (obtenidos a través de los estudios de demanda realizados) de acuerdo a los criterios de diseño de la Red Metro de Madrid, según normativa ya descrita, debiendo éstas dimensiones será aprobadas por la Dirección del contrato. Se deberán presentar las simulaciones y modelizaciones necesarias.

En las estaciones de intercambio el Proyecto Constructivo incluirá la remodelación de la estación existente de la línea o líneas con las que se intercambia, con el alcance de detalle del resto del Proyecto, incluso si es necesaria la reforma completa de la estación existente.

El contratista estudiará y diseñará los siguientes elementos:

#### 6.6.6.1.1. Accesos

Se ubicarán de forma que la entrada al vestíbulo sea lo más directa posible, evitándose todo camino redundante. Con carácter general, los accesos dispondrán de escaleras mecánicas de bajada y subida y de escalera fija.

Las dimensiones y resto de características del diseño del acceso en superficie, sus pasillos de conexión con el vestíbulo de la estación y todo el resto de elementos necesarios (escaleras fijas, foso de escaleras mecánicas, puertas cortavientos, cancela, carpintería metálica...) serán acordes con los criterios y estándares de Metro de Madrid, debiendo ser aprobadas por la Dirección del contrato.

Deberá estudiarse la urbanización de la superficie de manera que se integren los nuevos accesos en la vía pública.

#### 6.6.6.1.2. Cañones

Las dimensiones serán acordes con los criterios y estándares de Metro de Madrid, debiendo ser aprobadas por la Dirección del contrato y dependerán, fundamentalmente del flujo de viajeros y de la necesidad de disposición de escaleras mecánicas o pasillos rodantes.

#### 6.6.6.1.3. Vestíbulos

Las dimensiones serán acordes con los criterios y estándares de Metro de Madrid, debiendo ser aprobadas por la Dirección del contrato y dependerán no solo de los flujos de viajeros previstos

para cada uno de ellos, sino también factores estéticos y funcionales. Por tanto, contarán con la superficie necesaria para ubicar además de los elementos de control de viajeros, (taquillas, máquinas expendedoras de billetes, torniquetes, pasos enclavados de accionamiento electromagnético y célula fotoeléctrica, etc...), aseos y vestuarios masculinos y femeninos para uso de los agentes de la Compañía y cuarto de control de estación. Si el flujo esperado de viajeros lo justifica, se reservará espacio para locales comerciales. Los aseos tendrán ventilación al exterior.

El cuarto de control de estación será dimensionado para albergar los medios necesarios para el control de todos y cada uno de los elementos que componen la estación, tales como monitores de circuito de televisión, control de la megafonía, central telefónica, cuadro de alarma y control de escaleras mecánicas, cuadro sinóptico del funcionamiento de los ventiladores y en su caso de bombas de agotamiento de agua, control de alumbrado del túnel, etc...

La superficie destinada a locales comerciales podrá variar dependiendo de la importancia de los flujos de viajeros previstos.

#### 6.6.6.1.4. Andenes

Los viajeros se reparten en dos zonas claramente diferenciadas, una de espera y circulación de viajeros y otra de seguridad, constituida con material antideslizante y de distinto color que el resto de la plataforma para su perfecta diferenciación.

En estas zonas se situarán las siguientes áreas de servicio:

- Cuarto de transformación (en andén vía II).
- Cuarto de enclavamiento.
- Cuarto de comunicaciones.
- Cabina de andén (en el centro del andén de vía I en finales de línea).
- Cuarto de limpieza y fuentes de agua (ambos andenes).
- Cuarto de PCI (en andén vía II).

El cuarto de PCI estará ubicado lo más próximo posible al cuarto de transformación y dispondrá de toma de agua potable y desagüe.

En los cuartos de limpieza se instalará un grifo y una pileta con desagüe.

Los cuartos para conductores estarán ubicados en las estaciones terminales o en aquellas que se establezca ruptura de frecuencia, disponiéndose uno en cada andén de dichas estaciones. Estos cuartos se destinarán uno a permanencia de conductores ubicado en el piñón y el otro, también en piñón, a servicios, con dos mingitorios y un lavabo.

Los cuartos tendrán la disposición y dimensiones mínimas que permitan su funcionalidad de acuerdo a los criterios y estándares de Metro de Madrid, debiendo ser su distribución aprobada por la Dirección del contrato.

#### 6.6.6.2. Túnel



El Contratista deberá diseñar la sección del túnel teniendo en cuenta la normativa técnica vigente en la materia, así como los condicionantes siguientes:

#### 6.6.6.2.1. Secciones

La geometría del trazado así como los gálibos cinemáticos del material móvil tipo de la línea, la línea aérea, la distancia de resguardo mínimo a obstáculos (semáforos, tendido de cable, etc.), serán los elementos a tener en cuenta a la hora de diseñar la sección del túnel, tanto en vía sencilla como en vía doble.

Igualmente, se tendrán en cuenta las tolerancias de construcción.

La relación entre los radios de curvatura, peraltes, entrevía, distancias mínimas de los gálibos a los paramentos y descentramiento del eje del túnel se calcularán en el desarrollo del proyecto a partir de los datos aportados por la Dirección del contrato de acuerdo a los criterios de Metro de Madrid. Se prestará especial atención a los gálibos geométricos en aquellas zonas donde se dispongan aparatos de vía, que son, igualmente, objeto de presente proyecto.

#### 6.6.7. Superestructura de vía

El contratista diseñará la plataforma de vía (teniendo en cuenta los elementos de drenaje necesarios en función de los estudios hidrológicos realizados) y el resto de la superestructura, definiendo todos sus componentes: traviesas, tipo de sujeción, carriles y aparatos de vía precisos para la correcta explotación de la línea. También deberá definir el procedimiento constructivo que resulte más conveniente para su correcta ejecución.

Se definirán los materiales a utilizar y la sección tipo, de la que se generarán los oportunos planos que se incluirán en el documento del planos del Proyecto.

El diseño se realizará de acuerdo a las especificaciones de diseño del Metro de Madrid. El Proyecto incluirá el Pliego de Condiciones con el que el contratista deberá realizar la topografía del túnel y la vía, una vez montada ésta.

#### 6.6.8. Instalaciones y Equipos

##### **Instalaciones y equipos que deberá redactar el Contratista**

Los trabajos de diseño de las instalaciones y equipos que deberán ser proyectadas íntegramente por el Contratista, son los siguientes:

- 6.6.8.1. Arquitectura y acabados de la estación
- 6.6.8.2. Iluminación de las estaciones
- 6.6.8.3. Cuadros eléctricos y tomas eléctricas en las estaciones
- 6.6.8.4. Proyecto de accesibilidad
- 6.6.8.5. Infraestructura de la Ventilación
- 6.6.8.6. Fuentes de energía renovables

La obra civil que se proyecte habrá de ser homogénea con la existente, por lo que se diseñarán dos pozos de impulsión y compensación, uno por piñón, en las estaciones y otro de aspiración en cada interestación.

Esta obra civil comprende la galería de conexión con el túnel donde se colocarán los ventiladores y silenciadores así como los cuadros eléctricos y elementos de control, el propio pozo de ventilación y la rejilla superficial. Los pozos de inmisión deberán conectarse con las estaciones próximas, si fuera preciso mediante su correspondiente galería.

Todas las galerías tendrán unas dimensiones tales que permitan tanto contener los equipos que resultan del cálculo de la ventilación como permitir el desenvolvimiento de forma ergonómica perfecta de los operarios que tengan que realizar las tareas de mantenimiento de estas instalaciones.

Los pozos de ventilación tendrán sección rectangular y dimensiones tales que el aire extraído no supere las velocidades máximas que se determinen por la Dirección del contrato en función de los criterios y normativa existente. Estos pozos dispondrán de una escalera perimetral que permita la salida al exterior desde la galería. Ésta se proyectará en un material durable y que no disminuya en forma apreciable la sección útil.

En superficie los pozos dispondrán de la rejilla de cierre homologada de acuerdo con los planos de Metro. En todos los casos se deberán dimensionar las rejillas y estructuras que las sustentan para carga de vehículos.

En toda la obra civil proyectada: galerías, pozos, cuartos de transformación, se considerará el sistema adecuado de impermeabilización y drenaje que evacue todas las aguas superficiales y de filtración a la cuneta central del túnel.

En las cocheras deberá asimismo diseñarse la infraestructura para alojar los elementos de ventilación necesarios.

#### 6.6.8.7. Línea aérea. Condicionantes de la infraestructura

La instalación de Línea Aérea necesita disponer de un nicho por estación para alojamiento del seccionador correspondiente.

Estará ubicado normalmente en el túnel a nivel de carriles, próximo unos 9,5 m. a cualquiera de los piñones de la estación y del paramento de la vía, opuesto a donde están situadas las cabinas de andén.

En el caso de las estaciones donde haya de situarse una Subestación próxima, el seccionador y por tanto su nicho, debe estar en el Piñón más próximo a la desembocadura de la galería de cables de la Subestación.

#### 6.6.8.8. Drenaje y pozos de bombeo

Se contemplará el drenaje longitudinal del túnel y la evacuación del agua en los puntos bajos del trazado y los pozos de bombeo que se precisen.

La instalación en pozos de bombas se sitúa en los puntos bajos de la línea donde no hay colectores de desagüe por debajo de la misma. El proyecto deberá contemplar la instalación del equipo mecánico así como su alimentación hasta la entrada en servicio del tramo.

Se deberá practicar un acceso directo e independiente desde la calle hasta el lugar donde se instalen las bombas. Todo según las especificaciones de Metro de Madrid.

#### 6.6.8.9. Alojamiento de subestaciones eléctricas

Deberán tener acceso directo desde el exterior y una galería de conexión con el túnel de línea.

#### 6.6.8.10. Evacuación de emergencia

De acuerdo con el sistema de evacuación de emergencia de viajeros en túnel que resulte necesario de acuerdo a la normativa vigente, el Contratista deberá proyectar la infraestructura necesaria para su implantación (sobrecancho en túnel, acceso directo al exterior desde el túnel, galería paralela de evacuación, alumbrado, etc.)

#### 6.6.8.11. Saneamientos y abastecimientos

##### 6.6.8.11.1. Estaciones

El abastecimiento de agua potable se realizará mediante tantas acometidas como vestíbulos tenga la estación, proyectándose al efecto, una arqueta para alojar la llave general de paso, provista de puerta con cerradura y empotrada en el paramento del vestíbulo.

Se considerará la instalación de Columna Seca, de acuerdo con las especificaciones de Metro de Madrid.

En todos los pasillos de acceso al vestíbulo y andenes y con la separación adecuada se instalarán bocas de riego de enchufe rápido también empotradas en los paramentos y dotadas de puertas con cerraduras.

Las aguas residuales de los aseos, vestuarios y cuarto de limpieza, se conducirán mediante tubería dimensiones suficientes a una arqueta y desde ella, y con tubería de fibrocemento y las arquetas necesarias, al colector general más próximo mediante bombeo o por gravedad.

En los puntos bajos de los pasillos se colocarán rejillas o arquetas sifónicas para evacuar el agua que se pudiera acumular: ésta y la de los desagües de los fosos de las escaleras mecánicas se dirigirán cuando sea posible, al sistema de saneamiento antes citado.

El agua proveniente de las filtraciones y del baldeo de los andenes se desaguará, mediante la red adecuada, a la cuneta central de la entavía.

Se proyectará además de la cuneta central, cubierta con un entramado metálico, dos laterales adyacentes a los andenes y que desagüen a ella.

#### 6.6.8.11.2. Túnel

A lo largo del túnel, tanto en el de interestación como en el de estación, el Contratista incluirá en el proyecto una cuneta longitudinal que, discurriendo por el eje de la contrabóveda recoja todas las aguas de filtraciones y las provenientes de baldeos de andenes y cañones. Esta cuneta desaguará en un colector general instalado bajo la cuneta, del diámetro que resulte del cálculo de los caudales a desaguar, mediante las correspondientes arquetas.

Este colector desembocará en los pozos de bombeo ubicados en los puntos bajos del trazado.

#### 6.6.8.12. Alumbrado de túneles

El Contratista proyectará una línea de alumbrado con lámparas fluorescentes según especificaciones de Metro y una línea de fuerza con enchufes para conexión de herramientas de trabajo, ambas líneas alimentadas desde los cuartos de transformación de las estaciones. Se incluirá el alumbrado de los cañones de acceso a las salidas de emergencia.

#### 6.6.8.13. Fuentes de energía renovables

Se estudiarán y proyectarán diferentes fuentes de energía renovables, tanto en túnel como en estaciones. El estudio incluirá su aplicación tanto a la infraestructuras e instalaciones de la red de Metro, como la posibilidad de su aplicación en infraestructuras públicas exteriores.

### **Instalaciones y equipos que deberá redactar Metro de Madrid S.A.:**

La redacción del resto de instalaciones y equipos necesarios para la explotación del sistema corresponde a Metro de Madrid, S.A. Se enumeran a continuación:

- Electrificación de tracción
- Señalización
- Distribución de energía
- Transporte vertical (escaleras mecánicas y ascensores)
- Ventilación
- Protección contra incendios
- Red de telecomunicaciones, red de radiocomunicaciones, red de telefonía, red de transporte de datos
- Sistemas de videovigilancia, megafonía e interfonía
- Control de acceso y antiintrusión
- Sistema de Control de Estaciones

No obstante, el Contratista, para la realización de este proyecto deberá tener en cuenta dichas instalaciones y equipos redactadas por Metro de Madrid, S.A., diseñando y realizando la

infraestructura necesaria para su posterior instalación. Así mismo, queda obligado a incorporarlas al documento definitivo del proyecto constructivo.

El representante de la administración coordinará con Metro de Madrid y el Contratista la inclusión de los proyectos de instalaciones en el documento definitivo del proyecto. En todo caso, el presupuesto será conjunto, así como el resto de documentos que lo requieran. Se hará constar en la Memoria los responsables de cada una de las partes del proyecto, describiendo qué y quién es el autor, quedando refrendado con la firma de todos los autores y el representante de la administración. Quedará documentado el equipo redactor de cada una de las partes del documento final.

No obstante, por motivos de obsolescencia técnica o por plazos de diseño, los proyectos de instalaciones podrían no incluirse en el proyecto constructivo, previa justificación técnica motivada. Dicha justificación detallará qué proyectos de instalaciones no se incluyen en el proyecto constructivo y la motivación técnica que lo justifique.

#### **6.6.9. Cálculos realizados por ordenador**

Los cálculos realizados con ordenador deberán adecuarse a las especificaciones siguientes:

1.- Información sobre el programa de ordenador:

- Descripción de los problemas a resolver por el programa.
- Descripción de las notaciones, abreviaturas, unidades y símbolos utilizados. Fecha del programa y nombre.
- Hipótesis hechas en el problema planteado y simplificaciones admitidas para acomodar al programa, o para hacer posible el cálculo electrónico.
- Constantes de diseño y ecuaciones usadas en el programa.
- Distinción clara entre los datos de entrada y cálculos en el programa.
- Diagrama general y detallado y descripción escrita, paso a paso, de todos los cálculos.
- Nombre comercial del centro que ha efectuado el trabajo.

2.- Criterios de proyecto usados, especialmente diagramas o croquis que muestren las condiciones de carga y estructura supuestas, incluido su predimensionamiento.

3.- Se proporcionarán las hojas del ordenador (como parte de los cálculos del Proyecto), que cumplirán lo siguiente:

- Estarán numeradas e incluidas en un índice.
- Constará la firma del Ingeniero responsable y el sello de la empresa contratista en el índice de hojas, en la relación de datos de entrada y, al menos, en una hoja de salida.
- Se incluirá una leyenda de los términos y abreviaturas usados.

- Contarán con la correspondiente explicación los listados de resultados ofrecidos por el ordenador.

4.- Interpretación de resultados, determinando si los cálculos se ajustan al problema y cumplen con las Instrucciones y normas aplicables en cada caso. Además, indicación de controles al programa, resultados intermedios importantes y de comprobación, además de los resultados finales. Cálculos manuales para los análisis no cubiertos por el programa. En ningún caso se omitirán las unidades empleadas y su signo.

#### **6.6.10. Integración ambiental**

Se redactará el Estudio de Integración Ambiental y Paisajística del Proyecto de acuerdo a las prescripciones que indique el Órgano Ambiental en su informe ambiental o, en su caso, en la Declaración de Impacto Ambiental, debiéndose proyectar las medidas preventivas y correctoras de la incidencia de las obras proyectadas, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, de manera que se consiga la integración ambiental de la línea y la reducción de los impactos.

#### **6.6.11. Coordinación con otros organismos**

Durante la redacción del Proyecto se establecerán contactos con todos aquellos organismos, entidades y empresas concesionarias de servicios que sea preciso, bien sea por resultar directamente afectados por la ejecución de las obras, o bien por disponer de información de utilidad referente a la zona objeto de estudio. Dichos contactos requerirán la aprobación previa y expresa del representante de la administración y se formalizarán, en todo caso, por escrito. En consecuencia, el consultor no podrá ponerse en contacto con Ayuntamientos, organismos, entidades, etc., en cumplimiento de las prescripciones señaladas en el presente Pliego, en tanto no disponga de la pertinente orden formulada por el representante de la administración. A tales efectos, la Administración otorgará al consultor las credenciales precisas para contactar y obtener la información necesaria para el correcto y adecuado diseño de las obras proyectadas.

Será de especial importancia la coordinación con aquellos organismos propietarios o gestores de todas aquellas infraestructuras que pudiesen resultar afectadas por la actuación.

También se deberá investigar, a través de las pertinentes consultas, la posible existencia de planes o proyectos de infraestructuras futuras cuyo diseño y ejecución deba compatibilizarse con el diseño de la línea de metro.

Entre otros que resultasen necesarios, se establecerá contacto con los siguientes Organismos y Entidades:

- Canal de Isabel II
- AENA
- Confederaciones Hidrográficas o Administraciones hidráulicas competentes.

- Se solicitará informe favorable de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura y Turismo.
- Ayuntamiento de Madrid. Se obtendrá información relativa al Planeamiento urbanístico vigente, relación de titulares, bienes y derechos afectados, servicios municipales afectados, etcétera;
- Ministerios afectados, y en especial el de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Entidades y empresas relacionadas con servicios públicos: Se recabará información relativa a la localización, identificación y reposición de servicios y servidumbres afectadas, incluyendo su valoración correspondiente. Se deberá contactar con:
  - Titulares de redes e instalaciones de telefonía: Telefónica; Orange; Vodafone; Jazztel, etc.
  - Sociedad Estatal Correos y Telégrafos.
  - Titulares de redes de transporte y distribución de energía eléctrica: Red Eléctrica de España y compañías distribuidoras de energía eléctrica.
  - Titulares de gaseoductos: Enagás S.A., y resto de empresas transportistas y distribuidoras de gas natural.
  - Titulares de oleoductos: Compañía logística de hidrocarburos (CLH).
  - Administrador de Infraestructuras ferroviarias (ADIF).
  - Entidad Estatal de Suelo (SEPES).
  - Organismos titulares de redes de transporte de agua para abastecimiento de poblaciones o riego.
- Administraciones titulares de otros viales, carreteras y vías pecuarias interceptadas (Comunidades autónomas, diputaciones provinciales, ayuntamientos, etc.): se recabará información relativa a las características de tráfico, y actuaciones previstas en las mismas, con objeto de tenerlo en cuenta en el diseño de intersecciones, enlaces y reposiciones; solicitándose informe favorable entre otros del Área de Vías Pecuarias de la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad
- Agencia Estatal de Meteorología: Se obtendrán los datos climáticos de la zona objeto de estudio;
- Centro de Estudios Hidrográficos: Se obtendrán datos hidrológicos y de aforos relativos a los cursos de agua importantes;
- Entidades relacionadas con el cumplimiento de las condiciones de la Declaración de Impacto Ambiental: Departamentos de medio ambiente y Patrimonio de las comunidades autónomas; confederaciones hidrográficas; patronatos de parques nacionales; etc.

En el Anejo correspondiente se incluirá la documentación correspondiente a los contactos establecidos.

#### **6.6.12. Reposición de servicios afectados**

En base a las consultas establecidas y al inventario y levantamiento realizado, el Contratista estudiará y definirá las obras necesarias para la reposición de los servicios afectados, temporal o permanentemente, por la nueva línea proyectada.

Además de la realización de los planos de coordinación que fueran necesarios, se realizarán los proyectos de reposición necesarios, segregados por Compañías y organismos, debiendo el Consultor definir las soluciones a adoptar en cada caso de acuerdo con los respectivos agentes. El proyecto de estas reposiciones figurará en el anejo de Reposición de Servicios del Proyecto, y su presupuesto se integrará en el de ejecución material del Proyecto.

El Consultor estudiará, igualmente, las obras o desvíos provisionales así como la organización de la obra y los servicios auxiliares necesarios para limitar al máximo las afecciones a la actividad ciudadana normal vigente antes de las obras y definir, de acuerdo con las autoridades correspondientes, las soluciones más adecuadas en cada caso.

A continuación se define a grandes rasgos el procedimiento a seguir por el contratista:

##### **6.6.12.1. Diseño de reposiciones**

Una vez localizados e identificados, se realizará, en los casos en que la reposición lo requiera, un levantamiento topográfico local en el entorno del punto de intercepción, determinando con exactitud las coordenadas y cotas de los diferentes elementos del trazado afectado (postes de apoyo, tendidos aéreos, arquetas de registro, etcétera). Toda la información anterior se reflejará sobre planos de planta y alzado a escala adecuada, los cuales serán remitidos a la Entidad o Empresa propietaria o concesionaria del servicio en cuestión, recabando información relativa a los condicionantes existentes y características técnicas que deben cumplir las obras de reposición.

El contratista deberá elaborar el proyecto de reposición de cada uno de los servicios afectados en colaboración con la propia compañía gestora o el propietario del servicio afectado. En cualquier caso, la solución adoptada deberá contar con la aprobación de la Entidad o Empresa titular del servicio en cuestión, y con la conformidad del Área encargada de los trabajos.

En el caso en que la solución adoptada no pueda ser definida con antelación a la ejecución de las obras, o no cuente con la aprobación final de la Entidad o Empresa titular del servicio en cuestión porque requiera de condiciones especiales o los trabajos deban, por razones de seguridad del personal y garantía del servicio, ejecutarse por la propia compañía y por ello no sea posible su definición exacta, se realizará una estimación y valoración del diseño de la reposición.



#### 6.6.12.2. Definición y valoración de las reposiciones en los documentos contractuales del proyecto

Toda la información recogida y proyectada, relativa a los servicios afectados, se sintetizará en unas fichas resumen que se incorporarán al Anejo “Reposición de Servicios”, con independencia del resto de la documentación (Planos, comunicaciones, etc.) general y justificativa de los servicios afectados por las obras.

Los planos integrantes de los distintos proyectos de reposición de servicios pasarán a formar parte de los planos del Proyecto.

El PPTP del Proyecto incluirá la definición exacta de todas y cada una de las unidades de obra necesarias para la ejecución material de las restituciones proyectadas, las especificaciones de calidad que deben de cumplir los materiales empleados, así como la forma de medición y abono, haciendo referencia expresa a los precios del Cuadro de Precios Nº 1 que sean de aplicación en cada caso.

El Cuadro de Precios Nº 1 deberá incluir los precios unitarios de ejecución material correspondientes a todas y cada una de las unidades de obra incluidas en los proyectos de reposición de servicios. El Cuadro de Precios Nº 2 reflejará su descomposición reglamentaria correspondiente.

Los distintos presupuestos de reposición de cada uno de los servicios afectados se incorporarán como presupuestos parciales dentro del Capítulo General de Reposición de Servicios, cuyo importe total se incorporará al resto de los capítulos del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.

El Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto recogerá las actuaciones necesarias en esta materia que estén contempladas en los proyectos de reposición.

En el caso en que la solución adoptada no pueda ser definida con antelación a la ejecución de las obras el presupuesto estimado se derivará de la elaboración de una separata de reposición del servicio afectado en la que se incluirá la definición de la reposición mediante la descripción de los trabajos, los planos y la valoración mediante un presupuesto. El representante de la administración determinará el modo de incluir el presupuesto en el Proyecto en función de la situación concreta.

#### **6.6.13. Planeamiento urbanístico**

Se analizará la información recopilada relativa al planeamiento urbanístico y se indicará su adaptación al mismo, plasmándose en mapas a escala suficiente para comprobar la situación relativa entre las zonas de afección del trazado propuesto y el alcance previsto para las zonas de urbanizado, etc. de acuerdo con el planeamiento urbanístico vigente.

Se incluirá en el Anejo correspondiente toda la documentación e informes generados en las consultas con el Ayuntamiento en relación a este aspecto.

Igualmente, se analizará con suficiente grado de detalle la localización y determinaciones aplicables a usos tales como centros hospitalarios, equipamiento docente u otros análogos, que pudieran

plantear exigencias específicas en cuanto a limitación de ruidos y vibraciones, accesos, etc., y en consecuencia, requerir la adopción de medidas especiales en el proyecto para hacerlo compatible con ellos.

A la documentación integrante del Proyecto incorporará como Anexo el planeamiento vigente, tanto escrito como gráfico, y tendrá en consideración, en lo que procedan, las determinaciones recogidas en el mismo.

#### **6.6.14. Expropiaciones**

El Anejo de Expropiaciones tiene por objeto definir con toda precisión posible los terrenos cuya obtención sea estrictamente necesaria para la correcta ejecución de las obras correspondientes, así como la identificación de sus propietarios y demás titulares de derechos sobre los mismos, sirviendo de base para el inicio de los correspondientes expedientes expropiatorios y su posterior inscripción en el Registro de la Propiedad.

Deberá cumplirse con los requerimientos de la “Instrucción de 24 de abril de 2019, de la Secretaría General Técnica, relativa al contenido al que deben ajustarse los anejos de expropiaciones que forman parte de los proyectos de construcción de carreteras y otras infraestructuras del transporte”, que sustituye a la Instrucción de 7 de abril de 2017.

El contratista deberá elaborar a tal efecto el Anejo de Expropiaciones, que contendrá la siguiente documentación e información que deberá figurar en formato papel y soporte informático:

##### **6.6.14.1. Relación de los bienes y derechos afectados, con identificación de sus titulares**

Para toda parcela afectada por el proyecto e incluida en la relación de bienes y derechos afectados, se hará constar:

- La identificación registral de la finca, los derechos y cargas que recaigan sobre la misma, así como la identificación de sus titulares según resulte de la certificación registral de dominio y cargas expedida por el Registro de la Propiedad correspondiente. Dicha certificación deberá incorporarse como documentación del Anejo de expropiaciones.

En el supuesto de que el registrador no emitiera certificación de dominio y cargas, bien por no encontrarse la finca inmatriculada, bien por no haber podido realizar la identificación entre parcela catastral y registral, se incorporará el certificado o escrito emitido por el registro haciendo constar estas circunstancias o, en su defecto, bastará con aportar la solicitud de certificación presentada ante el registro de la propiedad correspondiente.

En estos dos últimos supuestos se consignarán los datos de titularidad que resulten del Catastro.

- En el caso de que el titular catastral sea desconocido se utilizarán todas las fuentes de información posibles como Cámaras Agrarias, Ayuntamientos, Comunidades de Regantes y cualquier otro que pudiera aclarar la titularidad.

- La referencia catastral de la parcela y su superficie catastral.
- El aprovechamiento existente en las parcelas rústicas, esto es el que resulte de la inspección visual de las parcelas, siendo suficiente con consignar el aprovechamiento básico o tipo de las mismas.
- Deberán asimismo reflejarse los datos de cultivadores, aparceros, arrendatarios e inquilinos que se hayan podido obtener del Registro, Catastro y demás fuentes de información utilizadas, con ocasión de la obtención de los datos de titularidad de las parcelas.
- La identificación de las construcciones e instalaciones existentes en cada una de las parcelas (vallados, muros, pozos, construcciones, cerramientos diversos, vegetación, etc..), diferenciando entre aquellos que van a ser repuestos tras ejecutarse el proyecto, y los que deban valorarse e indemnizarse en el expediente expropiatorio. Las características y estado de tales construcciones e instalaciones y fotos representativas de las mismas.
- Tratándose de bienes o derechos titularidad de las Administraciones públicas deberá consignarse además su régimen jurídico, esto es, si son bienes patrimoniales o de bienes de naturaleza demanial. La inclusión de los bienes demaniales tendrá meros efectos informativos. Si el carácter demanial de los bienes no se hubiera podido constatar en este momento y se pusiera de manifiesto en las actuaciones posteriores, se dará traslado a la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo a fin de que formule las propuestas necesarias para la preparación y adquisición de esos suelos.
- Si como consecuencia de la ejecución del proyecto resultará afectada alguna Vía Pecuaría deberán indicarse los terrenos que son necesarios para su reposición y representarse gráficamente de forma adecuada.
- Para las ocupaciones temporales se señalará el número de meses que está prevista su duración sin que quepan indicaciones imprecisas o genéricas.
- Si fuera necesario el establecimiento de servidumbre en alguna parcela, debe indicarse qué tipo de servidumbre es, así como las limitaciones que implica en el uso posterior de la parcela.
- Las superficies de expropiación, servidumbre y ocupación temporal se expresarán en metros cuadrados, evitándose los decímetros cuadrados, centímetros cuadrados y los milímetros cuadrados, redondeándose con el criterio que marque la Dirección General del Catastro en sus informes de validación, para que el proyecto tenga coherencia con la información que nos proporcione la Dirección General de Catastro.
- Código CSV correspondiente al informe de validación gráfica de cada una de las parcelas afectadas por expropiación parcial o sometidas parcialmente a servidumbre. En el caso de las ocupaciones temporales, no serán necesarios. Estos informes de validación gráfica se obtienen de la Dirección General del Catastro a través de la página <http://www.sedecatastro.gob.es/>, y en ellos se refleja la afección ocasionada por el proyecto a la parcela catastral.

#### 6.6.14.2. Representación gráfica georreferenciada

La representación gráfica necesaria para la obtención de los informes de validación en la Sede Electrónica de Catastro, deberá tener el formato de archivo GML INSPIRE de parcela catastral, incluyendo para cada finca las superficies afectadas (por expropiación o servidumbre) y la superficie restante. Dicha representación, siguiendo lo dispuesto en la Resolución de 26 de octubre de 2015 de la Dirección General del Catastro y la Dirección General de los Registros y del Notariado (BOE 30 de octubre de 2015), deberá adecuarse a la siguiente metodología:

- La base de representación gráfica será la cartografía catastral.
- Sistema de referencia. Se utilizará como sistema geodésico de representación el sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), empleando la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.
- Topología. La representación gráfica de las parcelas deberá tener una topología de tipo recinto en la cual no existan ni solapes, ni huecos, pudiendo tener recintos inscritos en la finca (construcciones u otros). En el caso de fincas discontinuas se efectuará una representación gráfica de cada una de las porciones que la compongan.

#### 6.6.14.3. Cartografía:

El anejo de expropiaciones debe contener, al menos, los siguientes planos:

- Planos de afección: representación gráfica del trazado y las parcelas catastrales afectadas (con número de polígono y parcela catastral así como el número de finca del plano parcelario asignado).

En los planos se diferenciarán las superficies de expropiación, las sometidas a servidumbre y las afectadas por ocupaciones temporales.

- En el caso de planos de proyectos modificados, se debe reflejar la diferencia entre la zona afectada en el proyecto original y en el proyecto modificado.
- Planos de reposición tanto de la red viaria, carreteras, caminos vecinales, vías pecuarias.

#### 6.6.14.4. Formato de la documentación:

- - En formato papel y formato pdf : todo el contenido del apartado 6.6.14.1 relativo a la de los bienes y derechos afectados, con identificación de propietarios y titulares de los mismos; y el apartado 6.6.14.3 cartografía.
- - En formato .dwg o .dxf : el apartado 6.6.14.3 cartografía
- - En formato .gml : los archivos .gml realizados para cada parcela

- - En formato .pdf : los informes de validación gráfica de cada parcela, realizados para la obtención del CSV que delimite la afección de cada parcela.

**6.6.15. Planos de reposición tanto de la red viaria, carreteras, caminos vecinales, vías pecuarias, así como de todo tipo de servicios afectados (riegos, saneamientos, líneas eléctricas, telefónicas, gasoductos, etc.). De cada una de las reposiciones debe aportarse plano de planta, con la situación actual del servicio y la futura reposición.**

**6.6.16. Plan de obras**

Se elaborará un programa de trabajos, en cumplimiento de lo establecido en los artículos 132 del Reglamento de la ley de contratos de las administraciones públicas (Real Decreto 1098/2001) y 233 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público haciendo constar el carácter meramente indicativo que tendrá esta programación.

El plan de trabajos se confeccionará teniendo en cuenta las actividades correspondientes a las unidades de obra más importantes, los equipos más adecuados para su ejecución y sus rendimientos medios previsibles, así como la lógica del proceso de construcción de las obras. Se adjuntará un diagrama de barras representativo del desarrollo de las obras, justificativo del plazo total estimado para la terminación de las mismas, con indicación de las inversiones previstas en cada actividad y mes durante todo el plazo de ejecución.

**6.6.17. Clasificación del contratista**

Se propondrá la clasificación exigible al Contratista para poder licitar en la contratación de las obras proyectadas, en cumplimiento de lo previsto en la legislación vigente. Se señalarán los grupos, subgrupos y categorías en que deban estar clasificados los contratistas que, en su día, opten a la adjudicación del contrato de ejecución de las obras objeto del proyecto, debiendo ser este extremo, en cualquier caso, aprobado por el representante de la administración.

**6.6.18. Justificación de precios**

El anejo de Justificación de Precios carecerá de carácter contractual y su objeto será acreditar ante la Administración la situación del mercado y servir de base para la confección de los Cuadros de Precios números 1 y 2. En este anejo se presentará la justificación del cálculo de los precios adoptados, las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas. El cálculo de precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del IVA.

Los costes a determinar serán los siguientes:

- Directos:

- mano de obra, con consideración del rendimiento: se calcularán los salarios por trabajador, según las distintas categorías, de acuerdo con lo que disponga el convenio colectivo del sector de empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos;
  - investigación geotécnica de campo, considerando el coste de la maquinaria, desplazamientos, equipos y ensayos;
  - estudio de ruidos y vibraciones;
  - coste de edición de los documentos;
- Indirectos:
- oficina;
  - comunicaciones;
  - vehículos;
  - seguro de responsabilidad civil;
  - imprevistos.

Los costes indirectos se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el técnico autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada. El valor del porcentaje que corresponde a costes indirectos será como máximo del 6 %. El valor del coeficiente representativo de los costes indirectos estará compuesto por dos sumandos:  $K = K1 + K2$ . El primero,  $K1$ , es el porcentaje que resulta de la relación entre la valoración de los costes indirectos y la de los costes directos:  $K1 = \text{Coste indirecto} / \text{Coste directo}$ . El segundo,  $K2$ , es el porcentaje correspondiente a la incidencia de los imprevistos, que será función del tipo y situación de las obras proyectadas.

Una vez determinados los costes directos de las distintas unidades de obra ( $Cd$ ) y establecido el porcentaje correspondiente a los costes indirectos ( $K$ ), se obtendrán los precios de ejecución material ( $P$ ) de todas las unidades de obra que intervengan en el proyecto mediante la expresión:  $P = Cd \cdot (1 + k/100)$ .

#### **6.6.19. Presupuesto para conocimiento de la administración**

El presupuesto para conocimiento de la Administración será obtenido como la suma de los gastos correspondientes al estudio y elaboración del proyecto, del presupuesto de las obras y del importe previsible de las expropiaciones necesarias y de restablecimiento de servicios, derechos reales y servidumbres afectados, en su caso.

#### **6.6.20. Fórmula de revisión de precios**

Se propondrá la fórmula tipo de revisión de precios aplicable en el contrato para la ejecución de las obras proyectadas, de acuerdo con la legislación vigente en el momento de la redacción del proyecto.

#### **6.6.21. Control de calidad de las obras**

A partir de las mediciones correspondientes a las unidades de obra fundamentales del proyecto el Consultor deberá elaborar una propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad, en el que se calculará el número de ensayos a prever para cada una de las unidades de obra seleccionadas de acuerdo a las especificaciones técnicas vigentes en la materia. En caso de no existir normativa específica, el contratista deberá proponer el control que considere más adecuado de cara a las características de los materiales y las unidades a ejecutar.

#### **6.6.22. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición**

El proyecto debe incluir un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición para dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este estudio se realizará de acuerdo con la normativa comunitaria, estatal y autonómica con mención especial al cumplimiento de la OC 2726/2009 de 16 de julio por la que se regula la Gestión de Residuos de Demolición y Construcción de la Comunidad de Madrid y el Plan de Gestión Integrado de los Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid (2006-2016), mientras éste siga vigente y no se apruebe la nueva estrategia de residuos (2017-2024).

#### **6.6.23. Estudio de Seguridad y Salud**

Como Anejo de la Memoria, se realizará un estudio de Seguridad y Salud completo de acuerdo con la normativa vigente en la materia, que incluirá todas las actividades proyectadas.

### **7. IMPLANTACIÓN METODOLOGÍA BIM**

La metodología BIM consiste en la elaboración de los modelos de información con una orientación a mejorar la integración y la coordinación de la información durante la ejecución de los trabajos y su posterior explotación y mantenimiento; es decir, durante todo el ciclo de vida de la infraestructura.

El presente Pliego tiene como objetivo principal el desarrollo de un proyecto constructivo usando la metodología BIM, no como entregable o como una parte del trabajo si no como el hilo conductor o filosofía básica de desarrollo y gestión integral de todo el ciclo de vida útil del proyecto, aprovechando todas las ventajas de esta metodología en cada fase: diseño, elaboración del proyecto, construcción y gestión de la infraestructura, aportando en

cada una de ellas las herramientas, métodos y procedimientos necesarios para garantizar el éxito del proyecto. En el Anejo nº3 BIM, se establecen los requerimientos mínimos de la DGITC para el desarrollo del proyecto (EIR preliminar) y que sirve de base para la elaboración del Plan de Implantación BIM y la redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP).

## 8. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

### 8.1. PROYECTO CONSTRUCTIVO

La edición del Proyecto se realizará con los medios propios del Contratista.

El proyecto deberá contener todos los documentos pertinentes, de acuerdo con lo exigido al respecto por la legislación y normativa vigente. Una vez supervisado favorablemente y aprobado, deberá presentarse en formato PDF, adecuadamente indexado para facilitar el acceso rápido a cada parte de los documentos a través de su índice. Se estará a las instrucciones del representante de la administración en cuanto los nombres de los ficheros. Se entregarán **cinco (5) ejemplares del proyecto completo, en soporte digital, CD o DVD no regrabable**, coincidente de forma garantizada con la versión encuadernada.

Los textos de los documentos de los Proyectos, deberán asimismo grabarse en soporte informático editable, siguiendo las indicaciones del representante de la administración en cuanto a programas de tratamiento de texto, bases de datos a utilizar, programa de mediciones y presupuestos, etc. La documentación gráfica, planos, etc., se grabará en formato DXF. Se entregarán **cinco (5) ejemplares en soporte digital, CD o DVD de todos los archivos fuente. De manera orientativa, se utilizarán los siguientes formatos:**

- Para Memoria, Anejos, Pliego, etc. procesador de textos Microsoft WORD y Acrobat Reader (pdf), hoja de cálculo Microsoft EXCEL y base de datos Microsoft ACCESS.
- Las Mediciones, Cuadros de Precios, Presupuestos y Anejo de Justificación de Precios en fichero en formato de intercambio estándar de base de datos de la construcción versión 3 (FIEBDC-3), ficheros de texto tipo ASCII, procesador de textos Microsoft WORD, hoja de cálculo Microsoft EXCEL.
- Los planos se incluirán en ficheros tipo "DXF" o "DWG", incluyendo en los mismos los ficheros de parámetros de impresión.

Adicionalmente, se entregará una copia en formato papel encuadernada de cada uno de los proyectos constructivos en tamaño UNE A-3, en caso de requerirse por parte de la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo

Tanto las carátulas de los planos como la presentación y encuadernación de los proyectos requerirán la aceptación previa del representante de la administración.



Tanto la documentación en soporte informático como en soporte papel del proyecto que se entregue deberá contener un índice completo de los ficheros informáticos que se presentan. Dicho índice habrá de identificar los directorios en que se ordena la información, la denominación de los ficheros, su formato y su contenido. Este mismo índice se presentará como fichero en formato Microsoft WORD, con el nombre de INDICE y situado en el primer CD-R/DVD-R, si hubiera más de uno.

En todos los estudios que requieran un experto con conocimientos específicos, deberá estar identificado éste como autor, incluida su firma; en concreto, especialistas en cálculo de estructuras, geotecnia, medio ambiente, arqueología y paleontología, coordinadores de seguridad y salud.

## **8.2. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR POR EL CONTRATISTA PARA LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL**

El Adjudicatario deberá presentar aquella documentación necesaria para la tramitación ambiental del contrato y definida en el apartado 6.5.1 del presente Pliego. Dicha documentación incluirá todos los documentos establecidos en la Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental. Estos documentos se elaborarán conforme a las especificaciones definidas en la cláusula 6 de este Pliego.

La edición de los documentos y estudios detallados se realizará con los medios propios del Contratista.

Una vez supervisado favorablemente y aprobado cada documento, deberá presentarse en formato PDF, adecuadamente indexado para facilitar el acceso rápido a cada parte de los documentos a través de su índice. Se estará a las instrucciones del representante de la administración en cuanto los nombres de los ficheros. Se entregarán **cinco (5) ejemplares de la documentación requerida, en soporte digital, CD o DVD no regrabable.**

Los textos de los documentos deberán asimismo grabarse en soporte informático editable, siguiendo las indicaciones del representante de la administración en cuanto a programas de tratamiento de texto, bases de datos a utilizar, programa de mediciones y presupuestos, etc. La documentación gráfica, planos, etc., se grabará en formato DXF. Se entregarán **cinco (5) ejemplares en soporte digital, CD o DVD de todos los archivos fuente. De manera orientativa, se utilizarán los siguientes formatos:**

- Para los estudios y documentos, procesador de textos Microsoft WORD y Acrobat Reader (pdf), hoja de cálculo Microsoft EXCEL y base de datos Microsoft ACCESS.
- Los planos se incluirán en ficheros tipo "DXF" o "DWG", incluyendo en los mismos los ficheros de parámetros de impresión.

En todos los estudios que requieran un experto con conocimientos específicos, deberá estar identificado éste como autor, incluida su firma; en concreto, especialistas en cálculo de estructuras, geotecnia, medio ambiente, etc.

### 8.3. REDACCIÓN DEL PROYECTO CON METODOLOGÍA BIM

Paralelamente a la entrega del Proyecto Constructivo, deberá entregarse un modelo BIM del proyecto, que cumpla todos los requisitos definidos en el Anejo nº3 BIM del presente documento.

Los archivos se entregarán en los formatos siguientes:

- Modelos: En formato IFC 2x3 o superior y en la extensión nativa de los diferentes programas de modelado usado.
- Informes de conflictos: En formato BCF.

A través del EDC se establecerá el sistema de intercambio de archivos entre todos los agentes implicados en el proyecto de modelado.

## 9. PERMISOS, LICENCIAS Y VISADOS

Se estará a lo establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato.

Será asimismo de la incumbencia del Contratista el abono de los derechos de visado en Colegio Profesional si fuera necesario.

También deberá obtener los permisos y autorizaciones necesarias por parte del explotador (Metro de Madrid) para el acceso al túnel para la realización de los trabajos de inspección recogidos en el presente Pliego, siendo a cargo del contratista todos los gastos en que pudiera incurrir como consecuencia de las exigencias de Metro de Madrid en cuanto a comunicaciones y seguridad.

El adjudicatario deberá estar en comunicación permanente con los organismos implicados a fin de garantizar la viabilidad técnica y administrativa de todas las propuestas incluidas en su proyecto.

### PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El adjudicatario del contrato adoptará las medidas necesarias para que durante la ejecución de los trabajos encomendados quede asegurada la protección de terceros. Para ello, será imprescindible la correcta coordinación con el explotador de la línea (Metro de Madrid) y el cumplimiento de las normativa en cuanto a riesgos empresariales de dicha empresa..

LA SUBDIRECTORA GENERAL DE PROYECTOS  
Y CONSTRUCCIÓN

Firmado digitalmente por: OSUNA GARRIDO BEATRIZ  
Fecha: 2022.10.05 13:31

## **ANEJO 1 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO**

## 1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ALCANCE Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

El estudio geológico-geotécnico constará de las siguientes fases:

- a) Recopilación de información geológico-geotécnica de la zona, tanto actual como antigua en el sentido de investigación de la existencia de cursos de agua actualmente inexistentes, rellenos de origen reciente, etc.
- b) Investigación de servicios existentes.

Con el fin de ubicar adecuadamente los puntos de sondeo, se realizará una investigación exhaustiva de todas las redes de servicios existentes en la zona. La Administración facilitará las credenciales oportunas, y, en su caso, los contactos necesarios para que estos trabajos se realicen de forma adecuada; no obstante, si por defecto de la información obtenida en el transcurso de la ejecución de los sondeos, se afectara a alguno o algunos de los servicios existentes, será de responsabilidad del Consultor el subsanar los perjuicios causados incluyendo eventuales responsabilidades de tipo civil o penal. Como consecuencia de ello, y con el fin de minimizar el posible riesgo, se realizarán catas a mano en emplazamiento de sondeo hasta la cota -2 con relación a la superficie.

- c) Realización de la campaña de reconocimiento de campo.

Con el fin de determinar las características geológico-geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza del ferrocarril, se realizarán los sondeos que se determinan en el plan de Reconocimiento (punto 3 del anejo), de los cuales se obtendrán las muestras necesarias para determinar con precisión razonable tanto las acciones a considerar sobre el revestimiento del túnel, como el método constructivo más adecuado para la realización de las obras; en particular se prestará una especial atención a la determinación y definición de posibles niveles freáticos colgados así como el nivel freático general de la zona, disponiendo al efecto los piezómetros y sistemas de ejecución del sondeo adecuados al caso.

Los sondeos deberán llegar hasta una profundidad de 5 metros por debajo de la cota prevista para solera del túnel (en cualquier caso se fijará en el proyecto de reconocimiento). Para conocer ésta será preciso definir de antemano, aun cuando no sea de manera definitiva, un trazado en planta y en alzado de la línea.

La muestra obtenida se guardará en las correspondientes cajas portatestigos que se pondrán a disposición de la Administración, quedando almacenadas en locales del Consultor hasta que la Administración los reclame y, como mínimo, un período de tiempo de 2 años, siendo responsables el Consultor de su guarda y custodia durante este plazo. Si transcurridos estos dos años, la Administración no hubiere reclamado la caja de portatestigos, el Consultor, antes de proceder a deshacerse de ellas, notificará a la Administración sus intenciones y esperará un plazo prudencial para recibir respuesta.

- d) La campaña geotécnica se complementará, donde corresponda, con una campaña exhaustiva de investigación geofísica, en la que se incluirán sondeos eléctricos verticales SEV y SEDT, perfiles sísmicos, testificación geofísica de sondeos, prospecciones con geo-radar y tomografía eléctrica.

- e) Realización de ensayos de laboratorio.

Sobre las muestras obtenidas, se realizarán todos los ensayos necesarios para conseguir la adecuada caracterización del suelo atravesado, tanto desde el punto de vista del diseño como de la construcción, definiéndose los parámetros geotécnicos básicos al efecto.

- f) Supervisión de la campaña de reconocimiento de campo.

Durante la realización del reconocimiento de campo deberá haber constantemente a pie de obra un técnico por parte del Consultor que deber ostentar la titulación adecuada (Ingeniero de Caminos, Ingeniero Técnico de Obras Públicas o Geólogo), el cual deberá redactar un parte diario de incidencias, en el cual reflejarán todos aquellos aspectos que puedan resultar de interés al objeto del Estudio.

- g) Elaboración del informe técnico final.

Con base en todo lo anterior, se redactará un informe técnico final de las características y parámetros geológico-geotécnicos de los terrenos atravesados que deberá servir de base para el anejo de geología y geotecnia del proyecto.

En este informe se incluirá toda la documentación existente tal como fotografías de sondeos, fotografías de muestras, columnas de sondeos, resultados de laboratorio, cálculos realizados en función de los datos anteriores, etc.

## 2. CONDICIONES DE LOS TRABAJOS

En la ejecución de la campaña de campo se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En el túnel de línea se realizará un sondeo cada 250 m, procurando que se realicen además en zonas singulares, tales como aquellas con presencia de edificación intensa o en aquellas que se prevean posibles tratamientos del terreno
- En la ubicación de las estaciones se realizarán al menos dos sondeos
- La profundidad de los sondeos será, como mínimo:
  - Túnel de línea: 5 m bajo la cota de contrabóveda supuesta
  - Estaciones: 30 m bajo la cota de máxima excavación prevista
- De todos los reconocimientos realizados se deberán dar coordenadas UTM
- Se realizará testificación geofísica (gamma natural, temperatura, resistividad, etc.) en uno de cada tres sondeos o en aquellos en donde se detecte presencia de nivel (o

niveles) de agua estables agua o de escaso contenido en finos (tamaño inferior a 0,08 mm)

- La toma de muestras será:
  - Ejecución de un SPT cada 3 m
  - Extracción de muestra inalterada cada 3 m. Cuando no se pueda extraer por presentar el rechazo con una penetración escasa, se parafinarán testigos con la misma frecuencia
  - Muestra de agua en los acuíferos y siempre que se detecte en un sondeo, asegurándose que es agua del terreno y no la empleada en la perforación.
- En las proximidades de gasolineras o zonas de almacenamiento de combustibles, se realizará un sondeo (ejecutado por una empresa con experiencia probada) para analizar la posible contaminación medioambiental.
- Los ensayos in situ a ejecutar en el interior de los sondeos, además del citado SPT serán, en principio:
  - De permeabilidad Lefranc, cuando se detecte un acuífero saturado y que pueda verse afectado por la excavación/perforación de la línea de metro
  - Ensayo presiométrico, al menos en las proximidades del trazado en los sondeos de línea (2 por sondeo) y en toda la profundidad de la estación (5 por sondeo de estación)
- Los ensayos de laboratorio a realizar, serán, como mínimo:
  - Identificación: granulometría por tamizado (o en los casos que se considere conveniente, el pasante por el tamiz UNE 0,08) y límites de Atterberg, a realizar en el 30% de las muestras totales
  - Humedad natural, densidad seca y peso específico de las partículas en un mínimo del 30% de las muestras inalteradas y testigos parafinados
  - Agresividad de las aguas: en el 100% de las muestras de agua extraídas. En los suelos se analizarán al menos dos muestras por sondeo y en aquellas zonas en donde se prevea la sustancia de elementos agresivos.
  - Análisis de expansividad (presión de hinchamiento e hinchamiento libre): en las zonas de peñuelas y transición tosco-peñuela, a realizar, en al menos, un 20 % de las muestras inalteradas y testigos parafinados extraídos de los niveles en estudio.
  - Resistencia a la compresión simple (en un 40% de los testigos parafinados) y determinación de los parámetros de resistencia intrínseca (cohesión y ángulo de rozamiento interno): en al menos un 25% de los testigos parafinados obtenidos.

La ejecución de los trabajos de reconocimiento se ejecutará tal y como se indica en el Punto 3.1 de este Anejo:

- Presentar un plan de reconocimientos con un trazado (en planta y alzado) lo más definido posible, que deberá ser aprobado por el Director del Contrato.
- Los trabajos serán supervisados en todo momento por personal cualificado de la empresa consultora, no siendo admisible que la supervisión continua de los trabajos la realice la empresa encargada de realizar los sondeos
- Toda la información se suministrará de modo que sea fácilmente integrable en la base de datos de la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo.

### **3. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO**

#### **3.1. PLAN DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO**

El Contratista, de manera previa al comienzo de la ejecución de los trabajos de caracterización del terreno (sondeos, toma de muestras, ensayos...) deberá elaborar un Plan de reconocimiento geotécnico que deberá ser aprobado por el Director del Contrato.

El plan de reconocimiento geotécnico estará constituido por los planos de planta y perfil a escala 1:5000 con indicación de las prospecciones y los trabajos de campo a llevar a cabo, junto con una memoria justificativa, en base a conceptos geotécnicos y constructivos, las necesidades y los objetivos de los mismos. Los planos tendrán un grado de definición suficiente para que un técnico, que pudiera ser otro distinto de quien los ha preparado, lleve a cabo el replanteo en el campo de cada punto de prospección y para que pueda gestionar la petición de los permisos necesarios.

Los trabajos a llevar a cabo, descritos en el plan de reconocimiento, serán programados en el tiempo y expresados en un cronograma con indicación de los recursos requeridos (sondas, penetrómetros, retroexcavadoras, laboratorios, equipos de delineación y equipos de ingeniería), habilitando los plazos y el número de los mismos que permitan asegurar la calidad del trabajo con arreglo a su rendimiento. Asimismo, el contratista deberá realizar el correspondiente plan de seguridad y salud para la realización del reconocimiento.

El plan de trabajos y el programa serán las herramientas de control de desarrollo de los trabajos y, a tal fin, el Consultor entregará las fotografías de los puntos de prospección y las columnas de los sondeos y las calicatas antes de transcurridos veinte días desde que se lleven a cabo.

#### **3.2. ESPECIFICACIONES DE LOS TRABAJOS**

En este anejo se regula la realización por parte del Consultor de los siguientes trabajos:

- Ejecución de sondeos mecánicos.
- Ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT).
- Toma de muestras inalteradas y parafinadas.

- Ensayos de permeabilidad en suelos y en macizos rocosos.
  - Identificación, preparación, conservación y envío al laboratorio de las muestras obtenidas.
  - Ejecución de ensayos de presiometría y dilatometría.
  - Medición y registro de niveles freáticos.
  - Ejecución de ensayos de penetración dinámica, estática y CPTU (piezocono).
  - Ejecución de sondeos eléctricos, perfiles sísmicos, testificación geofísica y prospección con georadar.
  - Ejecución de ensayos Vane-test.
  - Calicatas.
  - Ensayos de carga con placa.
  - Realización de ensayos de laboratorio.
  - Suministro de todo el personal, medios y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, así como el seguimiento en campo de los mismos por un técnico cualificado.
  - Realización de todos los trabajos necesarios para el replanteo de los sondeos u otros puntos o zonas de investigación y registro de las coordenadas y cota de boca de los mismos. El sistema y precisión del replanteo y nivelación se fijará en función del tipo de trabajo, su importancia, y la existencia de cartografía y/o bases de replanteo suficientemente próximas al área de los trabajos.
- En cualquier caso el Consultor realizará la representación en planos de todos los puntos de investigación, junto a un croquis detallado y fotografía en color de cada punto.
- El Contratista propondrá el programa de trabajos a realizar. Una vez aprobado dicho programa, y una vez materializados estos puntos en el terreno, por el Contratista será responsable de su posterior localización. También será responsable de la petición de todos los permisos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, salvo indicación en contra. Si fuera necesario, sería apoyado en esta labor por la Dirección del contrato, en la medida de lo posible.
  - Recopilación y entrega a la dirección del contrato de todos los registros, informes y datos obtenidos o preparados como parte de estos trabajos.
  - Preparación y entrega a la dirección del contrato de un informe final que recoja todos los trabajos y datos obtenidos de los mismos.
  - Redacción del Informe geológico-geotécnico final.



El Contratista deberá entregar una copia del procedimiento de ejecución a utilizar para aquellos ensayos o trabajos que no estén regulados por una normativa oficial publicada, así como la verificación y calibración de los equipos a utilizar.

### **3.3. ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO**

#### **3.3.1. Condiciones generales**

Los trabajos se ejecutarán siguiendo las normas de buena práctica, en orden a conseguir una satisfactoria identificación de los terrenos encontrados y la recuperación de muestras representativas.

Todo el equipo de trabajo deberá estar en buenas condiciones durante el transcurso de la campaña. Si a juicio del Director del Contrato, el equipo suministrado es inadecuado, deberá ser reemplazado a costa del Contratista por otros equipos adecuados.

#### **3.3.2. Sondeos mecánicos**

##### **3.3.2.1. Situación de sondeos**

Los sondeos se llevarán a cabo en los puntos previstos en el proyecto de reconocimiento, en donde los datos obtenidos permitan asegurar el cumplimiento del objeto de su perforación, cuidando de minimizar la ocupación de viales, la afección al tráfico y la perturbación del entorno.

En los lugares a sondear en que deban ser tenidas en cuantas medidas de seguridad para protección de servicios urbanos o instalaciones enterradas, se hará previamente la preparación del terreno con los medios auxiliares necesarios.

Las perforaciones tendrán señalizada el área de trabajo y dispondrán de las medidas de seguridad para los viandantes, la circulación de vehículos, el mobiliario urbano, el arbolado y, en definitiva, el entorno en que se lleva a cabo la actuación.

Las bocas de los sondeos terminados quedarán protegidas con tapas metálicas y enrasadas con el vial, disponiendo de sistemas de apertura con herramientas específicas que permitan la medida regular del nivel freático.

La situación de los sondeos será determinada topográficamente, debiendo quedar localizados por referencias a puntos fijos bien identificados. La cota será determinada por nivelación geométrica.

Los puntos investigados serán fotografiados durante la realización de los sondeos y después de finalizados.

### 3.3.2.2. Prescripciones generales

Los sondeos mecánicos se realizarán a rotación, con recuperación continua de testigo. Puntualmente, si las circunstancias lo requieren, y siempre a indicación de la Dirección del Contrato, se podrían emplear otros sistemas de perforación.

Ocasionalmente el Director del Contrato podrá ordenar o autorizar la perforación a rotoperCUSión, con o sin recuperación del detritus y con la entubación que se precise para otras operaciones o ensayos posteriores.

Para estabilizar los sondeos, cuando se perfore con adición de agua, si fuera preciso, se utilizará entubación metálica de diámetro no inferior a 98 mm. En ningún caso la entubación penetrará en el terreno a mayor profundidad que la prevista para la ejecución de ensayos o toma de muestras.

En todos los casos el fondo de la perforación deberá limpiarse convenientemente antes de realizar cualquier operación de toma de muestras o ensayos, no admitiéndose en el fondo del sondeo un espesor de sedimentos mayor de 5 cm. La limpieza del fondo se efectuará de forma que se asegure que el suelo a ensayar no resulta alterado por la operación.

En suelos, salvo condiciones especiales de dureza u otras circunstancias, se hará la perforación en seco. En cualquier caso, en suelos cohesivos se deberá obtener no menos del 95% de recuperación, y en suelos granulares no menos del 90%.

En los suelos granulares se efectuarán ensayos de penetración estándar (S.P.T.), a intervalos no mayores de 2,0 m y siempre que cambie la naturaleza del terreno.

En los suelos cohesivos se tomarán muestras inalteradas a intervalos no mayores de 4,0 m mediante tomamuestras de pared delgada o gruesa, intercaladas con ensayos de penetración estándar y/o testigos parafinados, de modo que se obtenga una muestra o se realice un ensayo como mucho cada 2,0 m.

En los casos en que la elevada dureza del terreno no permita tomar muestras inalteradas convencionales, se parafinarán porciones representativas del testigo obtenido.

No obstante, el Director del Contrato podrá cambiar la metodología de toma de muestras o ensayos si lo consideran oportuno, en función de las características del terreno y/o profundidad de las prospecciones.

Cuando se perfore con adición de agua, el nivel de la misma en el sondeo se mantendrá en todo momento a la altura del nivel freático o ligeramente por encima del mismo. Tanto la herramienta de perforación, como el tomamuestras de ensayos S.P.T., se retirarán lentamente, manteniendo una aportación continua de agua a fin de evitar el posible aflojamiento del suelo.

Cuando se trate de sondeos para la investigación de la cimentación de estructuras y se encuentre un estrato potente de roca, se penetrará en ella un mínimo de cinco (5) metros, salvo autorización expresa en contrario.

En roca, se perforará a rotación, utilizando batería doble y con extracción de testigo continua. El diámetro interior mínimo del tubo batería será de setenta (70) milímetros. Las coronas de perforación serán las más adecuadas a las características del terreno.

Si las recuperaciones obtenidas fueran suficientes y la calidad del testigo adecuada, la Dirección del Contrato podrá autorizar al Consultor la utilización de batería sencilla.

El Contratista deberá controlar la velocidad y la presión de la perforación, caudal y presión de agua y longitud de carrera, con vistas a conseguir la máxima recuperación de testigo posible. Si fuese necesario, se procederá al registro continuo de los principales parámetros de perforación, tanto analógica como digitalmente. Los parámetros a registrar serán principalmente los siguientes: velocidad de avance, revoluciones por minuto, par de rotación, carga sobre la corona, presión de inyección, caudal de inyección, etc.

Si se encontraran formaciones blandas o muy fracturadas, el Contratista tomará las precauciones necesarias para mantener el testigo tan inalterado como sea posible y conseguir su recuperación. En suelos metaestables, muy sensibles a la adición de agua, deberá limitarse la aportación de agua al sondeo, realizando en seco la maniobra anterior a la toma de muestras o ensayos de penetración.

En algunas condiciones de especial dificultad de recuperación de testigo, se deberá utilizar baterías especiales, refrigeradas por aire, y/o la utilización de baterías triples, dotadas de camisa de fibra de vidrio.

En roca, la longitud de carrera no será en ningún caso mayor de tres (3) metros. En formaciones blandas o fracturadas, esta longitud no deberá exceder de un metro y medio (1,5 m), reduciéndose incluso a medio (0,5) metro si fuera aconsejable.

Una vez extraído el tubo portatestigos del sondeo, se sacará el testigo del mismo cuidadosamente, colocándolo en una caja de cartón parafinado, preparada al efecto suministrada por el Contratista.

El testigo se clasificará, midiéndose la recuperación obtenida, y se situará en la caja portatestigos siguiendo la secuencia en que fue obtenido, disponiendo separadores entre las diferentes maniobras realizadas y delimitando las cotas de toma de muestras (S.P.T., muestras inalteradas, testigos parafinados, etc).

Además el porcentaje de recuperación, se determinará para todos los testigos obtenidos el índice de calidad de roca (RQD). Este índice, expresado como tanto por ciento, se obtendrá como cociente entre la longitud total del testigo, considerando solamente aquellas partes del mismo de al menos diez (10) centímetros de longitud, y la longitud de perforación en cada maniobra. Aquellas fracturas que evidencien haber sido producidas durante la

perforación o manipulación de los testigos, no se considerarán como tales a los efectos de determinar el índice RQD.

El Consultor deberá llevar un registro o parte de campo continuo de la ejecución de cada sondeo, en el que el sondista haga constar como mínimo los siguientes datos: maquinaria y equipos utilizados, fechas de ejecución, coordenadas y cota de boca, operaciones realizadas, columna estratigráfica y descripción de los terrenos encontrados indicando en qué tramos se ha perforado en seco y cuáles con adición de agua u otros fluidos autorizados. También se incluirán los resultados de los ensayos de penetración realizados, situación y características de las muestras obtenidas, ganancias y/o pérdidas del líquido de perforación, cotas del nivel freático y de otros niveles acuíferos, recuperaciones obtenidas y diámetro del sondeo y cuantas incidencias se hubieran producido durante la perforación.

Este registro o parte de campo deberá estar a disposición del Director del Contrato en cualquier momento, como comprobación de la marcha del sondeo y de la ejecución de dicha parte en tiempo real. Una vez terminado el sondeo, se entregará al menos una copia del parte de campo al Director o a quien éste indique.

Cada equipo de trabajos de campo (sondeos, calicatas, etc.) deberá tener a pie de obra, a disposición de la Dirección del Contrato o de quien ésta designe, determinados medios de ayuda para la clasificación y descripción visual del terreno. Entre estos medios se fijan como imprescindibles los siguientes: cámara fotográfica, penetrómetro de bolsillo y ácido clorhídrico diluido para la determinación cualitativa de la presencia o contenido de carbonatos.

La clasificación y descripción de los suelos y rocas se efectuará de acuerdo con los criterios de las Sociedades Españolas de Mecánica de Suelos y Rocas.

### **3.3.2.3. Ensayos de penetración estándar**

Tanto el equipo utilizado como el procedimiento operativo del ensayo se ajustará a lo establecido en la Norma UNE 103-800-92.

### **3.3.2.4. Toma de muestras y testigos parafinados.**

El tomamuestras de pared delgada, para reconocer los suelos blandos, tendrá de 1 a 2 mm de espesor, longitud mínima de 45 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. No podrán utilizarse tomamuestras de diámetros inferiores sin la aprobación de la dirección del contrato. Este tipo de tomamuestras, en número razonable, con los complementos necesarios para su uso, estará permanentemente en obra como dotación básica del equipo de sondeos. Antes de proceder a la toma de una muestra, se retirarán todos los materiales sueltos o alterados del fondo del sondeo, como se indica en el apartado 3.2.1. La toma de la muestra se efectuará a velocidad constante, hincando lentamente el tomamuestras en el terreno mediante presión.

El tomamuestras seccionado, para reconocer el resto de suelos, será de pared gruesa de 4 mm de espesor, longitud mínima de 60 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. La secuencia y demás condiciones de hincado de estos tomamuestras serán las mismas que para la realización del ensayo SPT con idea de facilitar la correlación del golpeo con dicho ensayo SPT. Una vez hincado el tomamuestras, la muestra se cortará del terreno por rotación, sacándose seguidamente el tomamuestras con las debidas precauciones.

Extraído el tomamuestras y separado el varillaje, se eliminarán cuidadosamente el menos 3,0 cm de la muestra por ambos extremos y se rellenarán inmediatamente los huecos con parafina líquida. Los extremos del tubo que aloja a la muestra deberán protegerse con tapas cuidadosamente ajustadas. Los tubos que contengan las muestras se etiquetarán para su identificación, almacenándose cuidadosamente para su envío al laboratorio.

Cuando la resistencia del terreno sea elevada impidiendo la toma de muestras inalteradas de longitud suficiente para su posterior ensayo en el laboratorio y el terreno sea cohesivo, se sustituirá la toma de muestra inalterada por el parafinado de un trozo de testigo obtenido de la mayor longitud posible (> 35 cm). Estas porciones, previa limpieza superficial, se recubrirán con material no absorbente, y el conjunto se protegerá con un baño de parafina, de espesor suficiente para asegurar la invariabilidad de sus condiciones de humedad. En circunstancias especiales, la dirección del contrato podrá autorizar otros sistemas de protección de las muestras, siempre que se garantice su inalterabilidad. El diámetro mínimo de las muestras parafinadas será de 70 mm. Cada porción de testigo seleccionado se etiquetará para su correcta identificación.

Las normas de aplicación para la toma de muestras inalteradas en sondeos serán la ASTM D-3550/84 y ASTM D-1587/94.

#### **3.3.2.5. Toma de muestras de agua.**

Cuando se encuentra agua en el terreno en alguno de los puntos de reconocimiento (sondeos, calicatas, etc.), se procederá a la toma de muestras para el estudio de su agresividad y/o potabilidad. Si se hubiese perforado con adición de agua, además de la muestra de agua del propio terreno, se adjuntará una muestra del agua utilizada para perforar.

Las muestras de agua se envasarán en recipientes limpios de plástico o vidrio, dotados de cierre hermético, procediéndose al llenado de los mismos después de enjuagarlos con el agua a muestrear. Cada una de las muestras se etiquetará correctamente indicando su procedencia.

La toma de muestra de agua para análisis químicos se ejecutará de acuerdo a lo establecido en la Norma UNE 41.122/95.

### 3.3.2.6. Observaciones del nivel freático.

El consultor deberá llevar un registro del nivel freático en todos los sondeos, no sólo durante la perforación, sino también tras su finalización, al menos hasta la terminación de la campaña. Si durante la ejecución del sondeo se utilizarán lodos bentoníticos, o geles especiales de perforación, se limpiará éste una vez finalizado mediante circulación de agua limpia. La utilización de lodos bentoníticos o geles especiales precisará la aprobación previa del Director del Proyecto, en especial si se pretende realizar posteriores ensayos de permeabilidad.

Tras la terminación de cada sondeo, se introducirá en éste un tubo perforado o rasurado, de PVC o galvanizado, para la medición del nivel freático y posibles comprobaciones de la profundidad de sondeo. Estos tubos tendrán un diámetro útil comprendido entre 60 y 100 mm y las uniones serán soldadas o roscadas. Los extremos de estos tubos se deben tapar y proteger adecuadamente. Los tubos piezométricos se nivelarán cuidadosamente, dejando en el extremo libre una referencia de nivel. El Consultor tomará las medidas necesarias para evitar el enterramiento del sondeo antes de la colocación del tubo piezométrico. Si fuera necesario, el tubo se colocará antes de retirar completamente la entubación. Los tubos, además de permitir el control diferido del nivel freático, podrán ser utilizados en su momento para el rellenado u obturación de los sondeos. Si estuviera previsto realizar algún ensayo especial en el interior del sondeo, se podrá ordenar la colocación de un revestimiento provisional de las características que se precisen.

En los sondeos en curso se controlará la posición del agua en los mismos, indicando la profundidad a que se encuentra el sondeo, y la fecha y hora de las lecturas.

Durante la realización de cada campaña de campo el Contratista efectuará diariamente como mínimo dos mediciones del nivel freático en todos los sondeos terminados, debidamente espaciadas o con la secuencia que se indique según la duración de los trabajos.

Cuando se perfore en seco, se anotará el nivel al que se detectó por primera vez el agua y la posterior evolución de los niveles de ésta. Si se perfora con agua, se realizarán al menos dos achiques de la misma, controlando los niveles de achique y las posibles recuperaciones de nivel, de modo que se garantice la comprobación y posición del nivel freático. Por tanto, el Consultor deberá proponer y en su caso tener, a pie de obra, el adecuado equipo para realizar estos achiques (cacillo, minibomba, aire comprimido, etc.).

El Contratista llevará un registro de estos niveles, en el que se hará constar junto a cada medición, la fecha y hora en que fue efectuada, así como todas las incidencias que a su juicio puedan tener influencia en los niveles medidos, lluvias, etc.

En caso de que fuera preciso o conveniente, se instalarán piezómetros de modo que puedan aislarse los distintos acuíferos interceptados en cada sondeo.

#### **3.3.2.7. Ensayos de permeabilidad “in situ”**

Si las características del proyecto o del propio terreno lo aconsejan, se procederá a la realización de ensayos de permeabilidad. El tipo de ensayo, Lugeon o Lefranc, se decidirá según la naturaleza y estado del terreno.

En roca se realizarán ensayos Lugeon, reservándose los ensayos Lefranc para suelos granulares o cohesivos y rocas blandas o rocas duras muy fracturadas. Si al realizar ensayos Lefranc, la inestabilidad del terreno lo aconsejará, se procedería a rellenar con gravilla el tramo de ensayo.

En ambos casos se aportará la descripción del método seguido, y las relaciones presión-admisión, carga de agua-admisión, para cada tramo ensayado, con el fin de poder estimar la permeabilidad y/o inyectabilidad del terreno.

#### **3.3.2.8. Ensayos de presiometría y dilatometría**

El equipo a utilizar para estos ensayos deberá reunir las condiciones adecuadas al tipo de terreno a ensayar, principalmente por los diferentes rangos de presiones a alcanzar. En el caso de rocas los equipos deberán poder alcanzar hasta 200 kg/cm<sup>2</sup> (caso del ensayo dilatómico). Estas presiones deben aplicarse en varios ciclos de carga-descarga, realizándose al menos doce (12) escalones por ciclo hasta alcanzar la estabilización de las deformaciones. La utilización de lamas de protección de la célula de carga sólo será autorizada en el caso de que el terreno contenga gravas abundantes.

De cada ensayo se aportará el registro digital bruto, los resultados de la calibración en tubo rígido y vacío, así como el método de interpretación utilizado. También se proporcionará el módulo presiométrico (indicando en este caso el coeficiente de Poisson estimado) y/o de corte, y las presiones de fluencia y límites (brutas y netas).

En suelos excepcionalmente blandos y con dificultades para mantener estable la perforación previa, necesaria para un ensayo presiométrico, puede realizarse un ensayo con célula plana (DMT), que no precisa perforación. Esta célula se sitúa a la cota de ensayo mediante hincas por empuje hidráulico, preferentemente o por golpeo.

#### **3.3.3. Envase, protección y transporte de muestras**

Todas las muestras y testigos se envasarán convenientemente para evitar su alteración durante el transporte o almacenamiento, y se enviarán a la mayor brevedad posible al laboratorio. Las cajas deberán estar siempre protegidas de la intemperie.

Las muestras inalteradas deberán conservarse en el laboratorio en un ambiente de temperatura y humedad controlados. Únicamente se procederá a la apertura de los envases de las muestras que vayan a ensayarse, y sólo en el momento de la realización de los ensayos correspondientes. El resto de las muestras deberán conservarse en condiciones óptimas de humedad y temperatura, al menos

durante seis meses en el laboratorio del Consultor o donde éste proponga previa notificación y visto bueno de la dirección del contrato. Este periodo de “archivo” de muestras será aplicado a las cajas portatestigos, con todos los testigos obtenidos y no destinados a ensayo. Antes de la eliminación definitiva de las cajas, se deberá notificar por escrito tal circunstancia al Director del contrato con una antelación mínima de una semana a la fecha de eliminación.

#### **3.3.4. Calicatas**

Las calicatas se realizarán mecánicamente hasta una profundidad no inferior a 3,0 m, salvo que aparezca roca o que las características del suelo o la presencia de agua lo impidan. Las calicatas tendrán las dimensiones necesarias en planta para permitir su inspección y descripción, la realización de fotografías en color, la obtención de eventuales tomas de muestras en saco o inalteradas o la realización de otros ensayos.

Si el fin de la calicata es el de acceder a una cota o estrato de interés para la realización de un ensayo de carga con placa, el fondo de la misma se dejará ligeramente por encima de la cota de ensayo, de modo que este exceso se elimine en el momento de la realización del ensayo para evitar o disminuir la posible descompresión del terreno, sobre todo si la profundidad fuese superior a 1,0 m. Así mismo se darán las dimensiones adecuadas en planta para permitir la correcta realización del ensayo y asegurar la estabilidad de las paredes.

Antes de proceder a la restitución del terreno extraído, si se observase la existencia de humedad o un rezume de agua, se mantendrá abierta la excavación durante unos 30 minutos con el fin de valorar y estimar en lo posible la permeabilidad del terreno.

Todas las calicatas serán descritas por un geólogo, adjuntando un corte estratigráfico del terreno, así como el estado del mismo en cuanto a humedad, dureza o compacidad de cada estrato.

#### **3.3.5. Toma de muestras en saco**

En las calicatas se tomarán muestras en saco para la realización de ensayos en el número y cuantía que se determinen. La cantidad por cada muestra será la suficiente para poder realizar al menos granulometría completa, límites de Atterberg, un ensayo Proctor modificado y un CBR. Dicha cantidad será determinada en función del tamaño máximo de los granos del material. Se considera que el peso de cada muestra deberá ser del menos unos 60 kg para los materiales más finos.

El envasado de las muestras se realizará en sacos de plástico de suficiente consistencia para su transporte y de modo que se evite durante el mismo la pérdida de finos. De cada muestra en saco se tomará una fracción suficiente para la determinación de la humedad natural. Esta fracción se recogerá en un envase hermético. Cada envase será etiquetado correctamente para su identificación utilizando al menos dos (2) etiquetas adhesivas, una de las cuales, se colocará en el interior del saco como medida de seguridad.

Este tipo de muestras se podrá tomar bien en superficie o de cortes de taludes, calicatas o sondeos con barrera helicoidal.



### 3.3.6. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio comenzarán cuanto antes y se harán simultáneamente junto con la ejecución de los trabajos de campo.

El tipo de ensayos a efectuar dependerá del tipo de suelo localizado y la calidad de las muestras extraídas.

El procedimiento de ejecución será el regulado por las Normas siguientes o bien, caso de no existir éstas, según las reglas de la buena práctica establecidas:

Denominación	Norma	UNE
- Apertura y descripción de muestras	ASTM-D2488	
- Preparación de cada muestra para cualquier número de ensayos.	NLT-101/72	103 100/95
- Determinación de humedad natural.	NLT-102/91	103 300/93
- Determinación de densidad aparente.	NLT-156/72	103 301/94
- Determinación de peso específico del suelo.	NLT-211/91	103 302/94
- Determinación de Límites Atterberg.	NLT-105/98	103 103/94
	NLT-106/98	103 104/93
- Comprobación de la no plasticidad.	NLT-106/98	103 104/93
- Determinación del límite de retracción.	-	103 108/96
- Granulometría por tamizado de suelos.	NLT-104/91	103 101/95
- Granulometría por tamizado en zhorras.	NLT-150/89	103 100/95
- Granulometría del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE (sedimentación o lavado).	NLT-152/89	103 102/95
- Equivalente de arena.	NLT-113/87	103 109/95
- Comprensión Simple en suelos.	NLT-202/91	103 400/93
- Corte directo en suelos.	ASTM D-3080	-
- Triaxial en suelos.	-	103 402/98
- Consolidación unidimensional (ensayo edométrico).	-	103 405/94
- Colapsabilidad en edómetro según norma.	NLT-254/99	-
- Presión máxima de hinchamiento, en muestra inalterada o remodelada.	ASTM D-3877	103 602/96
- Hinchamiento libre, en muestra inalterada o	ASTM D-3877	103 601/96

remodelada en edómetro.		
- Ensayo de dispersión o erosión interna (Pin-hole)	NLT-207/91	
- Proctor normal.	NLT-107/98	103 500/94
- Proctor modificado.	NLT-108/98	103 501/94
- CBR de laboratorio	NLT-111/78	103 502/95
- Determinación coeficiente desgaste de Los Angeles	NLT-149/91	
- Compresión simple en roca, incluso tallado y refrentado.	NLT-250/91	103 400/93
- Compresión simple en roca con bandas extensométricas, incluso tallado y refrentado.	ASTM D-3148	
- Corte sobre discontinuidades rocosas		ISRM
- Triaxial en roca		22950.4/92
- Ensayo a tracción indirecta (brasileño)	NLT-253/91	22950.2/90
- Determinación de la dureza Schmidt	NVR 3-400	
- Determinación del desmoronamiento de rocas blandas	NLT-251/91	
- Porcentaje de absorción de agua	ASTM-C97	
- Carbonatos (cuantitativo)	NLT-116/91	103 200/93
- Determinación del contenido de sulfatos solubles	NLT-120/72	103 201/96
- Determinación de la materia orgánica	NLT-118/98 NLT-117/72	103 204/93
- Análisis químico completo de agua para calificar su agresividad al hormigón, determinando:  PH  Sustancias orgánicas solubles en éter.  Sulfatos  Sustancias solubles en agua  Cloruros  Hidratos de carbono	(TGL-11357)	7234  7235  7131  7130  7138  7132

Todos los ensayos se realizarán en un laboratorio acreditado para la realización de ensayos de Mecánica del suelo (SE).

### **3.3.7. Ensayos de penetración**

#### **3.3.7.1. Ensayos de penetración dinámica tipo BORROS Y DPSH**

Para el ensayo tipo Borros se empleará una puntaza maciza de 16 cm<sup>2</sup> de sección cuadrada y un ángulo de 90º acoplada al extremo inferior de una barra de 32 mm de diámetro. La maza de golpeo deberá pesar 63,5 kg y la altura de caída será de 50 cm.

Para el ensayo tipo DPSH, se empleará una puntaza maciza de 20 cm<sup>2</sup> de sección circular y un ángulo de 90º acoplada al extremo inferior de una barra de 32 mm. La maza de golpeo deberá pesar 63,5 kg y la altura de caída será 75 cm. Este ensayo se ajustará a lo establecido en la Norma UNE-103 801/94.

Las puntazas a utilizar en cualquiera de los ensayos de penetración dinámica deberán estar homologadas en base a la normativa correspondiente. En ambos ensayos se contará y anotará el número de golpes necesarios para cada 20 cm de avance.

Los ensayos de penetración se realizarán preferentemente con el equipo DPSH. El uso del penetrómetro tipo Borros u otro similar, debe ser autorizado previamente por la dirección del contrato.

Todos los ensayos se realizarán hasta alcanzar un rechazo de 100 golpes en 20 cm, o bien cualquier otro rechazo especificado por la dirección del contrato.

En caso de producirse rechazo a menos de 1 m de profundidad o cuando lo considere preciso el Director del Proyecto por la duda razonable de la representatividad del ensayo, de acuerdo con las características del terreno, se realizará otro intento desplazando el equipo a un punto próximo al anterior.

Los resultados se adjuntarán en gráficos o curvas de penetración (número de golpes obtenido para cada avance de 20 cm) suficientemente claros. En cada ensayo, se reflejará la localización, cota de boca, fecha de ejecución y cuantas observaciones puedan ayudar a interpretar los resultados, sobre todo si se estima que ha podido producirse falso rechazo por golpear sobre algún bolo u otro obstáculo aislado.

#### **3.3.7.2. Ensayo de penetración estática**

El penetrómetro deberá ser del tipo cono holandés de 10 cm<sup>2</sup> de sección y capaz de medir independientemente la resistencia en punta y el rozamiento lateral. Los resultados se adjuntarán en gráficos adecuados y con los datos precisos de localización, cota, etc, como en el caso de las penetraciones dinámicas.

Tanto el penetrómetro y el equipo del ensayo de referencia, como su procedimiento, ejecución y presentación de resultados, se ajustarán a lo establecido en la norma UNE 103-804.93.

#### **3.3.7.3. Ensayo de penetración estático CPTU (piezocono)**

Los equipos para este ensayo irán equipados con sistemas de adquisición de datos, capaces de registrar en relación al tiempo la presión por punta por fuste e intersticial (señales analógicas o acústicas que se transforman en señales digitales y éstas se restituyen en forma gráfica o numérica mediante un ordenador situado en superficie).

El procedimiento de ensayo sigue las pautas marcadas por el mismo procedimiento internacional de referencia: UNE 103-804-93.

#### **3.3.7.4. Ensayos de corte en el interior de sondeos (vane-test y vane-borer).**

Para la realización de este ensayo se utilizará un molinete formado por cuatro aspas de relación  $H=2D$ , según regula la norma ASTM D-2573, siendo H la altura de las aspas y D el diámetro equivalente.

#### **3.3.8. Ensayo de carga con placa**

En todos los casos el Director del Contrato podrá exigir el uso de placas de mayor tamaño, así como modificar el rango y secuencia de los escalones de carga. Siempre se realizarán como mínimo dos ciclos de carga-descarga.

Una vez finalizado el ensayo de carga, se procederá a la toma de una muestra del suelo bajo la placa, para determinar la humedad natural y la densidad seca máxima y humedad óptima.

#### **3.3.9. Investigación geofísica**

##### **3.3.9.1. Sondeos eléctricos verticales SEV y SEDT**

El equipo de instrumentación estará formado por un milivoltímetro de estado sólido con lectura mínima de 0,1 mV y escalas de medida de 1 mV a 100V, un miliamperímetro con lectura mínima de 0,3 mA y un rango de medidas hasta 300 mA, un acumulador de batería de 400 V y electrodos impolarizables de material poroso y cobre.

Los datos obtenidos en campo deberán interpretarse en gabinete. Una vez interpretadas las curvas de resistividades, se presentarán los resultados con los valores de resistividad natural en Ohmios y los valores de espesor en metros, confeccionándose perfiles geoeléctricos que han de correlacionarse de una forma lógica con la geología de la zona. El error entre los valores de resistividad obtenidos en campo y los calculados en gabinete no superará el 5%.

En el caso de que la expansión lateral de las capas sea menor que la apertura del dispositivo de medida o bien si existen contrastes laterales de resistividad, se podrán sustituir los SEV por sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo (SEDT).

Estos aportan una mayor focalización de las medidas según el tamaño del bucle que se emplee, a su vez función de la penetración requerida. Los quipos de SEDT habrán de tener las características adecuadas al rango de profundidades a investigar (tiempos de muestreo, etc).

Todas las investigaciones realizadas se reflejarán en un plano de planta, que formará parte del informe final, donde se incluirán los perfiles realizados, las curvas de resistividades, etc.

### **3.3.9.2. Perfiles sísmicos**

Los trabajos geofísicos mediante la técnica de sísmica de refracción se realizarán con un equipo capaz de trabajar con registros analógico y digital y con geófonos de 10 Hz, tanto horizontales como verticales. Cada equipo tendrá un mínimo de seis canales independientes con resolución de ganancias, amplificación de la señal recibida y con memoria independiente para cada canal. Deberá observarse la señal en pantalla CRT y obtenerse los registros mediante fotografía o registro analógico o impresora incorporada de papel autosensible.

El número mínimo de disparos a efectuar por línea será de tres (uno central y dos extremos) en el caso de seis geófonos; cinco en el caso de doce geófonos (uno central, dos extremos y dos exteriores) , y siete de 24 geófonos (tres centrales, dos extremos y dos exteriores).

Se proporcionará el registro digital de cada disparo y las curvas dromocrónicas del conjunto de la línea. Con los datos obtenidos en campo, se elaborarán unos perfiles con la velocidad sísmica y el espesor de cada capa.

Se redactará un informe indicando las conclusiones sobre presencia de discontinuidades, zonas fracturadas o constantes elásticas del terreno. Se incluirá un plano de planta con la situación de los reconocimientos efectuados.

### **3.3.9.3. Testificación geofísica de sondeos**

Se define como un conjunto de técnicas que conducen al conocimiento de diferentes características de los materiales atravesados por un sondeo mecánico mediante la interpretación de un registro continuo o diagráfia. Las diagafías que se realizarán pueden ser combinaciones de los siguientes: gamma natural, gamma-gamma, neutrón-neutrón, parámetros eléctricos (resistividad-potencial eléctrico), sónica de onda completa y térmica.

Los registros se realizarán, tanto en el descenso como en el ascenso de la sonda por el interior del sondeo, considerándose ambos como un único perfil. Las medidas se realizarán utilizando cada una de las sondas correspondientes con un equipo electrónico que

interprete adecuadamente las señales enviadas por la sonda y que sea capaz de indicar en cada momento la posición de la sonda, con una precisión de centímetros y la velocidad de la misma.

Con los datos obtenidos se elaborará un informe final que contenga las diagrfías correctamente representadas, la interpretación litológica de las mismas y las distintas características de los materiales atravesados, los datos del sondeo mecánico que pudieran ser de interés para su interpretación y un plano de situación en planta con las investigaciones realizadas. Se indicará cual es el software y/o el método a aplicar para la interpretación litológica o paramétrica de las diagrfías.

#### **3.3.9.4. Prospecciones con geo- radar**

El geo-radar se basa en la emisión de impulsos electromagnéticos, de muy corta duración, en la banda UHF/VHF, que se repiten con una determinada frecuencia.

La frecuencia a emplear será la adecuada para estudiar los niveles superiores del terreno, con la resolución adaptada al espesor de la capa más fina. En consecuencia las antenas y conjuntos de los equipos a utilizar serán capaces de operar en el rango de frecuencias más adecuado a la profundidad y resolución a alcanzar.

Se indicará el método de procesado de la señal y el software a emplear, así como las constantes dieléctricas estimadas para obtener la escala de profundidades. Esta escala debe estar avalada y correlacionada mediante los datos de espesores obtenidos de calicatas manuales o mecánicas, previamente realizadas, situadas en el perfil geofísico.

El Director del Contrato podrá exigir la ejecución posterior de alguna calicata en puntos de perfil elegidos al azar y/o sobre puntos de anomalías geofísicas, para comprobar la precisión de los espesores suministrados por el geo-radar. Esta precisión en la medida o determinación de espesores estará comprendida en el intervalo de (+3% y -3%).

#### **3.3.9.5. Prospección mediante tomografía eléctrica**

La tomografía eléctrica tiene por objeto determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo a lo largo de un perfil de medidas de resistividad aparente, obtenidas con prospecciones eléctricas de corriente continua.

La presentación de resultados contendrá el perfil del subsuelo a escala horizontal 1:5000 y vertical 1:500, siendo la superficie del terreno fiel reflejo de la cartografía.

#### **3.3.10. Autocontrol de los trabajos de campo**

El Contratista presentará por escrito al comienzo del contrato un Plan de Autocontrol para el desarrollo de los trabajos, que deberá ser aprobado por el Director del Proyecto.

Este autocontrol consistirá, al menos, en la disposición permanente a pie de obra salvo autorización contraria de la Dirección del Contrato de un titulado experto en la materia que será el encargado de la supervisión y correcta ejecución de todos los trabajos de campo que se estén realizando, la testificación “in situ” de las columnas de los sondeos y catas, la petición de permisos si fueran necesarios, etc.

Durante la realización de los trabajos, el Contratista deberá llevar un registro completo, numerado exacto y legible, de cada sondeo u otro tipo de explotación del subsuelo, que contendrá la interpretación de los resultados de las exploraciones, así como las condiciones y naturaleza del subsuelo.

#### **4. INFORME FINAL**

El Contratista redactará el correspondiente Informe Geotécnico final que comprenda los aspectos geotécnicos del trazado objeto de estudio (cimentación de estructuras, estabilidad de taludes, cimentación de rellenos, zonas de préstamo, clasificación de materiales, excavación de túneles, etc.) para su posterior empleo en la redacción del correspondiente proyecto constructivo. El informe incluirá la definición del estudio geológico complementario a realizar en la zona de ubicación de la alternativa que resulte finalmente seleccionada, que se llevará a cabo en la fase de desarrollo de la alternativa seleccionada.

Junto a los datos facilitados por los reconocimientos realizados en el presente contrato, se facilitarán los datos existentes obtenidos para los estudios y anteproyectos realizados hasta la fecha, información que deberá ser tenida en cuenta a la hora de proponer el Consultor el plan de trabajos.

El Informe deberá contener como mínimo la presentación de los trabajos de campo, de los ensayos de laboratorio, su interpretación geotécnica, los problemas geológico-geotécnicos y sus soluciones ingenieriles.

##### **4.1. Presentación de los trabajos de campo**

En los anejos del Informe deberán quedar recogidos todos los datos que se indican a continuación:

###### **4.1.1. Sondeos**

Por cada sondeo se adjuntará una ficha técnica, en formato DIN-A3, que contenga lo siguiente:

- a) Consultor
- b) Denominación contractual.
- c) Identificación del sondeo y referencia a los datos de levantamiento.

- d) Cota del terreno.
- e) Fecha de comienzo y terminación.
- f) Identificación de la máquina utilizada.
- g) Tabulación de los resultados y detalles de todos los sondeos, tipo de batería,
- h) Corona, útiles de perforación, diámetro del testigo y datos de revestimiento con información completa de la disposición vertical y clasificación de los materiales atravesados.
- i) Para cada muestra obtenida, las cotas del principio y del fondo, tipo, longitud y número (todas las muestras se numerarán consecutivamente).
- j) Número de golpes necesarios para cada 15 cm de penetración de los tomamuestras.
- k) Cota del nivel freático y observaciones sobre el agua freática.
- l) Observaciones sobre variaciones en la pérdida del líquido de perforación.
- m) Método y cuantía de presión utilizado para introducir el tomamuestras de pared delgada y longitud y diámetro de cada una de las muestras obtenidas.
- n) Fotografía en color de todas las cajas portatestigos y de la zona donde se hayan realizado todos y cada uno de los sondeos incluyendo la sonda posicionada durante su ejecución y la boca del sondeo finalizado.
- o) Resultados de la testificación geotécnica.
- p) Resultados de los ensayos de laboratorio.

Además, en los sondeos en roca se incluirá también:

- a) Longitud y porcentaje de testigo obtenido para cada maniobra longitud perforada. Numeración correlativa de las muestras.
- b) Tipo de roca, datos estructurales (buzamiento de las capas, estratificación, juntas y esquistosidad).
- c) Cota de cada cambio de tipo de roca.
- d) Cotas en las que se observa cambios en la velocidad de avance del sondeo, con las observaciones precisas.
- e) Parámetros de perforación (velocidad de avance, presión, par revoluciones; en relación a la profundidad), cuando se soliciten expresamente; en caso contrario, sólo se anotarán observaciones cualitativas de dichos parámetros.

#### **4.1.2. Ensayos de penetración dinámica o estática**

Por cada ensayo de penetración se adjuntará una ficha técnica que contenga lo siguiente:



- a) Consultor y nombre del técnico responsable designado por la misma.
- b) Denominación contractual.
- c) Identificación del ensayo de penetración y referencia a los datos de levantamiento.
- d) Cota del terreno.
- e) Fecha de ensayo.
- f) Identificación de la maquinaria utilizada.
- g) Profundidad obtenida y cota del fondo del reconocimiento.
- h) Altura de caída y peso de la maza.
- i) En los penetrómetros dinámicos, número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración con sus gráficos correspondientes.
- j) En los penetrómetros estáticos, resistencia en punta y rozamiento lateral, con sus gráficos, incluidos los de presión intersticial en los piezoconos y de disipaciones de la misma.
- k) Dimensiones de la puntaza y diámetro del varillaje.
- l) Cota del nivel freático cuando sea posible su medición o estimación.
- m) Sistema de golpeo (automático o manual).
- n) Fotografía en color del emplazamiento de cada uno de los ensayos.

#### **4.1.3. Investigación geofísica**

Deberán adjuntarse los siguientes datos:

- a) Consultor y nombre del técnico responsable designado por la misma.
- b) Denominación contractual.
- c) Plano de replanteo en planta de los perfiles investigados.
- d) Identificación de la prospección.
- e) Cotas del terreno.
- f) Fecha de su ejecución.
- g) Nombre del técnico u operador.
- h) Perfiles de las alineaciones analizadas, junto con los datos que han sido utilizados para la interpretación. Método analítico seguido.
- i) Planos de isopacas o isobatas, con curvas de nivel cada 2 m.
- j) Características de los horizontes obtenidos.

- k) Descripción de los equipos utilizados, medios auxiliares y cuantas observaciones sean precisas, en relación con la ejecución.

#### **4.1.4. Calicatas**

Por cada cata se adjuntará una ficha técnica que contenga lo siguiente:

- a) Fecha de ejecución
- b) Datos comunes a todas las prospecciones.
- c) Nombre del consultor.
- d) Denominación contractual.
- e) Identificación y referencia a los datos de levantamiento.
- f) Cota del terreno.
- g) Fecha/s de ejecución.
- h) Maquinaria utilizada.
- i) Coordenadas de posición.
- j) Condiciones sobre excavabilidad del terreno, estabilidad de las paredes y posición del nivel freático.
- k) Columna estratigráfica del corte vitalizado en la cata, indicando espesores y naturaleza del terreno atravesado y profundidad a la que se han tomado las muestras.
- l) Resultados de los ensayos de laboratorio (ensayos de identificación, Proctor, CBR, químicos, etc).
- m) Fotografías en color de la cata y de la zona de ejecución.

#### **4.1.5. Ensayos de carga con placa**

Se adjuntará el corte del terreno visualizado en la cata abierta, especialmente las características del suelo bajo la placa.

Asimismo se adjuntarán los partes de campo del ensayo, junto con la curva presión-asentamiento y un croquis del montaje realizado, además de la caracterización del suelo ensayado y de fotografías en color.

#### **4.1.6. Estaciones geomecánicas**

Se presentará una ficha individualizada de cada estación tomada en campo durante la realización de los estudios geológicos, conteniendo la descripción de los apartados siguientes:

- a) Denominación de la estación.
- b) Situación aproximada.
- c) Tipo de discontinuidades analizadas.
- d) Rugosidad de la discontinuidad.
- e) Continuidad de la misma.
- f) Espaciado medio medido.
- g) Tipo de relleno, con observaciones organolépticas del mismo.
- h) Presencia de aguas, oxidaciones, etc.

Cada estación será perfectamente identificable en los planos de planta geológica que se realizarán para el estudio geotécnico.

#### **4.2. Presentación de ensayos de laboratorio**

En todos los ensayos se presentarán los valores numéricos y/o gráficos correspondientes, adaptados a los impresos normalizados en cada caso. En su defecto, podrán utilizarse impresos distintos, siempre y cuando sean suficientemente claros y precisos para poder deducir de ellos los parámetros buscados. Todas las hojas de resultados y gráficos de los ensayos vendrán firmados originalmente por el jefe de laboratorio y con el sello del mismo.

Cada ensayo estará referenciado con el origen de la muestra, profundidad, tipo de muestra, obra de procedencia, fecha de obtención, fecha de ensayo y cuantos otros datos se consideren precisos para la mejor interpretación del mismo. Si se estimara conveniente, la Dirección del contrato, podría solicitar las hojas de cálculo utilizadas para la realización de cada ensayo.

#### **4.3. Recomendaciones geotécnicas**

Basándose en los resultados de los trabajos de campo y de laboratorio, y en la información existente de trabajos anteriores, se redactarán las correspondientes recomendaciones geotécnicas con el alcance y desarrollo necesarios, incluyendo “estudios de sensibilidad” y “de comportamiento a corto y largo plazo”.

El informe incluirá como mínimo los aspectos siguientes:

- Plano de planta geológica a escala 1:5000.
- Plano de planta con la situación de las prospecciones a escala 1:10.000
- Perfil geológico a escala horizontal 1:5000 y vertical 1:500 con la tramificación geotécnica.

- Tramificación del trazado en función de los diferentes materiales detectados en los reconocimientos, tomando como base de partida la cartográfica geológica realizada para los estudios informativos y la proporcionada por la bibliografía existente.
- Determinación del espesor de cada uno de estos materiales a lo largo del trazado.
- Parámetros geotécnicos característicos de cada una de las formaciones diferenciadas.
- Determinación de la aptitud de los materiales excavados para su empleo en rellenos.
- Caracterización geomecánica de los macizos rocosos.
- Determinación de los tratamientos de terreno a realizar si fuese necesario.
- Estudio de materiales de posibles zonas de préstamos.
- Recomendaciones para cimentación de estructuras y obras de fábrica.

No obstante, este **contenido mínimo** estará sujeto a posibles variaciones en función de las necesidades concretas que se evidencien durante el estudio.

#### 4.4. Túneles

En los túneles se determinará además, el perfil geológico con escalas vertical y horizontal iguales, con definición de fallas y contactos mecánicos, zonas tectonizadas o alteradas, corrimientos, zonas carstificadas o milonitizadas y rocas alterables, solubles o expansivas.

La caracterización geotécnica incluirá los parámetros de resistencia y deformabilidad, permeabilidad, alterabilidad, expansividad y erosionabilidad por sectores. Igualmente se incluirá el valor RMR y las clases de terreno atravesado en relación al tipo de sostenimiento recomendado.

El estudio, analizará la perforabilidad mecánica, la longitud de avance y destroza, el revestimiento recomendado, la problemática previsible de la excavación, el cálculo de subsidencias, los taludes de los emboquilles, el tipo de paraguas recomendado y el caudal máximo previsto, y en general de cualquier otro tratamiento que se considere oportuno.

Se determinará la seguridad respecto a inestabilidad de bloques y el estado de tensiones y deformaciones del terreno, junto a los criterios de admisibilidad y los consecuentes coeficientes de seguridad.

## **ANEJO 2 DOTACIONES MÍNIMAS DE EQUIPO Y MEDIOS**

## **1. PERSONAL:**

El Contratista aportará un equipo humano formado por un número suficiente de técnicos competentes en cada una de las materiales objeto del trabajo, que incluirá:

- Como Jefe de la Oficina Técnica y autor del proyecto, un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (o Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos), con una experiencia mínima de 10 años en redacción de proyectos de construcción de infraestructuras de transporte ferroviario urbano. El Jefe de la Oficina Técnica tendrá dedicación exclusiva (al 100%) al contrato. Esta obligación tendrá la consideración de esencial.

Asimismo el Contratista deberá poner a disposición del contrato, para la realización de los trabajos que lo requieran, el siguiente personal:

- Como especialista en geotecnia, un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (o Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos) o un Ingeniero de Minas (o Máster equivalente), o un Licenciado en Geología (o Máster equivalente) o Grado en Ingeniería Geológica, o Máster en Ingeniería Geológica (o equivalente) con una experiencia mínima de 15 años en la elaboración de los anejos o estudios geotécnicos de proyectos de construcción. Esta obligación tendrá la consideración de esencial.
- Como especialista en túneles ferroviarios, un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (o Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos) con una experiencia mínima de 15 años en el cálculo y diseño de túneles ferroviarios en proyectos de construcción. Esta obligación tendrá la consideración de esencial.
- Como especialista en estructuras y arquitectura de estaciones, un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (o Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos) o un Arquitecto Superior (o Máster equivalente) con una experiencia mínima de 15 años, en el cálculo y diseño de estructuras y arquitectura de estaciones ferroviarias en proyectos de construcción. Esta obligación tendrá la consideración de esencial.
- Como especialista BIM Manager, un Ingeniero o un Arquitecto Técnico o Superior con una experiencia mínima de 5 años en la redacción de proyectos realizados mediante metodología BIM y participación en al menos cinco proyectos creados con esta metodología. Esta obligación tendrá la consideración de esencial.
- Un Licenciado en Ciencias Ambientales (o Máster equivalente), con 10 años de experiencia en elaboración de estudios de impacto ambiental.
- Un Ingeniero Técnico de Obras Públicas (o Grado equivalente), con 10 años de experiencia en proyectos de infraestructuras ferroviarias
- Un ayudante de campo: no se requiere titulación específica.
- Un delineante, con título de Técnico Superior en Proyecto de edificación, Técnico Especialista de Edificios y Obras, Técnico Especialista Delineante de Edificios y Urbanismo o titulación equivalente.

- Un administrativo: no se requiere titulación específica.

Los medios dispuestos por el Contratista en cada momento serán suficientes, en todo caso, para desempeñar todos los trabajos detallados en el Pliego.

El personal adscrito por el Consultor al contrato no tendrá ninguna relación laboral con la Administración bajo ningún concepto, de acuerdo con la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público

## **2. OFICINA:**

El Contratista deberá contar para la ejecución del contrato con una oficina para el uso de su personal con las condiciones necesarias para la correcta realización de las prestaciones incluidas en el contrato a la que pueda acudir el personal de la Administración para la consulta y revisión de los trabajos que éste realice.

## **3. MATERIAL INVENTARIABLE:**

Se incluye en este concepto el material susceptible de utilización continuada a lo largo del desarrollo de los trabajos y necesario para el cumplimiento de las tareas definidas en este pliego.

Se entenderán en cualquier caso, como material inventariable aquel no perecedero con su uso y duradero a lo largo de los trabajos.

El Consultor pondrá a disposición del contrato aquellos medios de transporte necesarios para asegurar la movilidad de su personal.

El Consultor deberá disponer la dotación mínima de material detallada en el punto 5 de este Anejo.

El adjudicatario proveerá la totalidad de dicho material inventariable.

## **4. MATERIAL NO INVENTARIABLE:**

Se incluye en este concepto el material fungible, perecedero con su utilización, suministrado periódica o intermitentemente a lo largo de los trabajos a lo largo de los trabajos y necesario para el desempeño de las tareas definidas en este contrato.

Asimismo, se incluye bajo esta denominación aquel material que, no siendo propiamente fungible, se considera menudo o de escasa entidad, y cuya probabilidad de quedar inservible u obsoleto en su utilización, dentro del plazo del presente contrato, es muy grande.

El Consultor suministrará la totalidad de material no inventariable necesario para el desarrollo de los trabajos, en la cuantía y proporción que el desarrollo de los mismos aconseje.



## **5. DOTACIONES DE MATERIAL:**

El Consultor deberá disponer como mínimo de:

- 8 líneas móviles durante 14 meses
- 14 meses de conexión a internet con fibra óptica.
- Medios informáticos:
  - 8 ordenadores personales
  - Software técnico que resulte necesario para las tareas de modelado BIM, ejecución del trazado, presupuesto, etc.
- 4 turismos
- 1 furgoneta
- Equipo de topografía. Deberá disponer durante 12 meses de los siguientes equipos:
  - Estación Total
  - Equipo gps móvil
  - Medios auxiliares: Niveles y taquímetros, distanciómetro, libreta electrónica, trípodes, miras, cintas de precisión.

## **ANEJO 3 - BIM: “REQUERIMIENTOS BIM DE LA CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS”**



**Comunidad  
de Madrid**

## **REQUERIMIENTOS BIM DE LA CONSEJERIA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS**

## INDICE

1.	INTRODUCCION .....	3
2.	OBJETIVOS BIM. METODOLOGIA DE PROYECTO .....	3
3.	REQUERIMIENTOS BIM .....	3
3.1	Usos BIM .....	4
3.2	Requisitos de Gestión .....	4
3.3	Requisitos Técnicos .....	6

## 1. INTRODUCCION

El presente documento describe los "**REQUERIMIENTOS BIM DE LA CONSEJERIA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS**", que servirán de base para definir la estrategia para el desarrollo y control de la documentación de los mismos mediante el uso de gestión digital.

BIM (building information modelling) facilita la creación colaborativa de Proyectos coherentes, coordinados y bien documentados donde la abstracción y las prácticas basadas en el papel están siendo reemplazadas por bases de datos estructuradas con información gráfica tridimensional, e información de detalle y desarrollo de cada uno de los elementos que conforman los modelos federados.

## 2. OBJETIVOS BIM. METODOLOGIA DE PROYECTO

Desarrollar el proyecto a partir de un modelo virtual realizado de acuerdo a la metodología BIM, de tal forma que la información descriptiva del proyecto en dos dimensiones se genere a partir de dicho modelo existiendo conexión directa entre la información de la maqueta o modelo virtual y los planos y demás documentos entregados (mediciones, presupuestos, planificación de obra, etc.). Se trabajará bajo un protocolo BIM que haya sido redactado a partir de las recomendaciones y contenidos de la Serie de Normas ISO 19650. Esta norma describe los principios, conceptos y procesos que deberán guiar el trabajo.

Dicho protocolo BIM dará respuesta a los requerimientos concretos del proyecto.

De esta manera se establecen los siguientes propósitos y objetivos:

1. Supervisar el desarrollo de Proyectos y tomar decisiones basadas en la información BIM y su visualización en 3D.
2. Mejorar el control del diseño y la construcción gracias a información consistente a lo largo de todo el Proyecto.
3. Anticipar los problemas y riesgos del diseño y la construcción, incluyendo la coordinación, la seguridad y los sobrecostos.
4. Disponer de un repositorio único y fiable de información que represente la infraestructura real
5. Tener un entorno de colaboración adecuado en el que los Agentes del Proyecto accedan a la información más actualizada y desarrollen el Proyecto de manera coordinada.
6. Establecer un entorno colaborativo que asegure un adecuado traspaso de información entre las diferentes Partes a lo largo del Proyecto.
7. Establecer procesos que permitan controlar el cumplimiento de los requisitos de Proyecto.

## 3. REQUERIMIENTOS BIM

Para la obtención de los objetivos indicados en el apartado anterior la empresa deberá describir los siguientes requerimientos conforme las características concretas del proyecto.

### 3.1 Usos BIM

Se definirán los usos BIM necesarios a partir de los requisitos y objetivos marcados en el pliego. En su defecto, o como complemento los usos estarán centrados, en:

- Control del proyecto y ajuste de modificaciones o requisitos de forma automática, de manera que el documento global: Memoria, planos, pliego y Mediciones y presupuestos sea lo más consistente posible
- Documento final que sirva de base para el siguiente paso global en la generación del activo como, por ejemplo, documento de inicio para la ejecución de una obra.
- Generación de plan de ejecución global y definición de hitos clave para el seguimiento
- Encaje de proceso constructivo del activo, teniendo en cuenta todas y cada una de sus fases, así como su interacción con el entorno (edificaciones, construcciones existentes, etc.)
- Coordinación con otras disciplinas, como desarrollo de instalaciones específicas, de tal forma, que el documento pueda servir de base para la definición de otros documentos necesarios para la generación del activo
- Renderizados tridimensionales, con un nivel de detalle a definir antes de la entrega del Plan de Ejecución BIM

### 3.2 Requisitos de Gestión

Se definirán los siguientes requisitos BIM de gestión del Proyecto, relacionados con el desarrollo de Proyectos bajo *“BIM según la Serie de Normas ISO 19650”*

#### 3.2.1 Estándares y Guías de Aplicación

Se indicarán los estándares en función de la fase o nivel de desarrollo del proyecto

#### 3.2.2 Roles y Responsabilidades

Se definirán los roles y responsabilidades del equipo de desarrollo (coordinador BIM, modeladores BIM, etc.), si bien, la responsabilidad de entregar el Proyecto BIM y gestionar el Activo de acuerdo con los requisitos recae en cada Integrante del Equipo de Desarrollo.

#### 3.2.3 Matriz de Gestión de la Información

Se presentará una tabla que establezca las responsabilidades en la gestión de la información BIM. Debe servir de referencia a los equipos de desarrollo para entender sus tareas y está referida a las secciones del apartado 5 de la Norma ISO 19650-2.

Las responsabilidades descritas en esta tabla podrán modificarse de manera puntual para un Proyecto concreto y este se recogerá en los Requisitos BIM Específicos del mismo

#### 3.2.4 Desarrollo del Modelo de Información

##### 3.2.4.1 Plan General de Producción de Modelos

Se elaborará un plan de producción de modelos como parte del proceso de planificación. Este plan incluirá el desglose de modelos, su contenido y el nivel de información necesaria

##### 3.2.4.2 Contenido del Modelo de Información

El contenido del Modelo de Información será tal que permita cumplir los objetivos definidos para cada intercambio con economía de medios y precisión

##### 3.2.4.3 Nivel de Información Necesaria

Se empleará el estándar LOD - Level of Development- del BIM Forum para asignar el nivel de información necesaria para cada etapa del proyecto

ETAPA	LOD	ESPECIFICACIONES LOD
Estudios Previos	LOD 100	El elemento del modelo está representado gráficamente como un objeto genérico, con la mínima orientación formal posible. En este nivel de información necesaria lo único que se puede responder con garantías es si un objeto existirá. En este LOD los elementos son representaciones genéricas normalmente como reservas de espacio.
Anteproyecto Proyecto básico	LOD 200	El elemento del modelo está representado gráficamente dentro del modelo como un sistema genérico, un objeto o un ensamblaje con cantidades aproximadas, tamaño, forma, ubicación y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. En este LOD, los elementos son marcadores genéricos. Pueden ser reconocibles como los componentes que representan, o pueden ser volúmenes para la reserva del espacio. Cualquier información derivada de los elementos LOD 200 debe considerarse aproximada.
Proyecto Constructivo	LOD 300	El Elemento del Modelo se representa gráficamente dentro del Modelo como un sistema, objeto o conjunto específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como se ha diseñado pueden medirse directamente desde el modelo sin referirse a información no modelada, como notas o cotas. El origen del Proyecto se define y el elemento se localiza con precisión con respecto al origen del Proyecto.
Proyecto de la Constructora Planos de taller	LOD 400	El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, un objeto o un ensamblaje específico en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación con detalles, fabricación, montaje e información de instalación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. Un elemento LOD 400 es modelado con suficiente detalle y precisión para la fabricación del componente representado. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como se ha diseñado pueden medirse directamente desde el modelo sin referirse a información no modelada, como notas o cotas.
Puesta en servicio, Operación Mantenimiento	LOD 500	El elemento del modelo es una representación verificada en la obra en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica a los elementos del modelo.

#### 3.2.4.4 Clasificación de Elementos

Se indicará el sistema de clasificación a emplear en todos los elementos contenidos en los modelos BIM.

La naturaleza, extensión y profundidad de la codificación será detallada en el Plan de Ejecución BIM del proyecto

#### 3.2.4.5 Entorno Común de Datos

Se configurará un Entorno Común de Datos (CDE) para el Proyecto, en línea con lo establecido en la Norma ISO 19650-1 sección 11.

Ese CDE será el entorno por defecto para intercambio de información

Los miembros del Equipo de Proyecto deberán comunicar, colaborar y coordinar sus disciplinas y modelos dentro del CDE, aprovechando la posibilidad de crear modelos federados, los sistemas modernos de gestión de incidencias y los procesos automáticos de detección de interferencias y conflictos

#### 3.2.4.6 División en Contenedores

Se indicará el modo en el que el Modelo de Información se dividirá y estructurará en Contenedores (modelos BIM, grupos dentro de los modelos BIM, bases de datos o documentos no estructurados), de tal manera que permita una clara separación del alcance y responsabilidad entre las partes

#### 3.2.4.7 Nomenclatura

Se establecerá un sistema de nomenclatura para los Contenedores (modelos BIM, bases de datos, documentos)

#### 3.2.4.8 Control de calidad, Coordinación y Detección de Interferencias del modelo BIM.

Se indicará la forma de llevar a cabo el control de calidad, revisión de coordinación y control de interferencias del modelo.

### 3.3 Requisitos Técnicos

#### 3.3.1 Plataformas de software

La siguiente lista contiene los softwares y formatos que utilizará el Equipo de Proyecto. La lista no debe considerarse como definitiva o restrictiva. Se podrán actualizar las herramientas y versiones de software en cualquier momento del Proyecto, previa conformidad de la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo.

Tabla - Plataformas de Software

ÁREA FUNCIONAL BIM	SOFTWARE/ARCHIVO NATIVO/ARCHIVO ABIERTO	EXTENSION ENTREGABLE
MODELADO EDIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autodesk Revit</li> <li>VectorWorks</li> <li>ArchiCad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RVT, DWG + IFC</li> <li>VWX / IFC</li> <li>PLN / IFC</li> </ul>
MODELADO OBRA CIVIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISTRAM</li> <li>Revit</li> <li>ArchiCad</li> <li>Civil 3D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SUP / ISA</li> <li>RVT / IFC</li> <li>PLN / IFC</li> <li>DWG + IFC</li> </ul>
MODELADO INSTALACIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revit</li> <li>CYPECAD</li> <li>DDS CAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RVT / IFC</li> <li>MEP / CYP / IFC</li> <li>DDS / IFC</li> </ul>



MODELADO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revit</li> <li>• Robot Structural Analysis</li> <li>• Cype</li> <li>• Tricalc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RVT / IFC</li> <li>• RTF</li> <li>• CYP / IFC</li> <li>• ZIP (TR5, TR7PRE...) / IFC</li> </ul>
MODELADO BIM GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revit</li> <li>• ArchiCAD</li> <li>• Allplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RVT / IFC</li> <li>• PLN / IFC</li> <li>• NDW / IFC</li> </ul>
PROGRAMACIÓN VISUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamo</li> <li>• Data Studio</li> <li>• Revit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DYN O DYF / IFC</li> <li>• VSIX / IFC</li> <li>• RVT / IFC</li> </ul>
GESTIÓN MODELOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NAVISWORKS</li> <li>• SOLIBRI MODEL CHECKER</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NWD, NWF, NWC / IFC</li> <li>• SMC/ IFC</li> </ul>
REVISIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SOLIBRI MODEL CHECKER</li> <li>• NAVISWORKS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SMC/ IFC</li> <li>• NWD, NWF, NWC / IFC</li> </ul>
COORDINACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIM 360</li> <li>• Navisworks</li> <li>• SOLIBRI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F3D / IFC</li> <li>• NWD, NWF, NWC / IFC</li> <li>• SMC/ IFC</li> </ul>
PLANIFICACIÓN 4D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naviswork</li> <li>• Project</li> <li>• SYNCHRO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NWD, NWF, NWC / IFC</li> <li>• MPP / IFC</li> <li>• IFC</li> </ul>
COSTES 5D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquímedes</li> <li>• Presto - Cost It</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DBD, IDX Y DAT / IFC</li> <li>• BC3 / IFC</li> </ul>
GESTIÓN PROYECTOS BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SOLIBRI MODEL CHECKER</li> <li>• Navisworks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SMC/ IFC</li> <li>• NWD, NWF, NWC / IFC</li> </ul>
GESTIÓN DOCUMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIM SYNC</li> <li>• Procor</li> </ul>	
COMUNICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trimble connect.</li> <li>• Slack.</li> </ul>	

NUBES DE PUNTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revit</li> <li>• BricsCAD</li> <li>• BLK360</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RVT / IFC</li> </ul>
-----------------	---	---

En caso de optar por software alternativo para autoría y coordinación, su uso deberá ser justificado previa autorización de la Dirección General de Infraestructuras del Transporte Colectivo. En todo caso las herramientas deben ser compatibles con el estándar abierto IFC 2x3.

### 3.3.2 Idiomas

La información contenida en el Modelo de Información se registrará en estos idiomas:

Tabla - Idiomas

Información	Idioma
Nombre parámetros de modelo	Español
Valores de parámetros de modelo	Español
Componentes	Español
Planos 2D	Español
Documentación	Español

### 3.3.3 Sistemas e Instalaciones

Los sistemas de instalaciones se pueden modelar dentro de los documentos BIM como conjuntos lógicos de elementos que cumplen una función común y conectada. Los Equipos deben aprovechar las capacidades de las herramientas BIM al modelar las instalaciones del Proyecto. Además, los esquemas de principio y unifilares serán necesarios como parte de las entregas del Proyecto. En la medida de lo posible, dichos diagramas se crearán utilizando las posibilidades paramétricas y orientadas a objetos de las aplicaciones BIM en lugar de tratarse de forma independiente con dibujo CAD tradicional.

### 3.3.4 Planos

Como es la práctica común en BIM, los dibujos pueden contener vistas basadas en el modelo -plantas, secciones, perspectivas, tablas - e información no basada en el modelo -detalles, diagramas, esquemas y leyendas-. El Equipo de Desarrollo u Operación debe reducir al mínimo la cantidad de información no basada en modelos y mantenerlos en vistas de dibujo separadas, siempre que sea posible.

### 3.3.5 Coordenadas

Todos los modelos BIM y los datos producidos por el Equipo de Desarrollo u Operación compartirá uno o varios sistemas de coordenadas globales. Estos sistemas se basarán en el sistema de coordenadas ETRS89 y quedarán definidos en el Plan de Ejecución BIM del Proyecto (BEP).

### 3.3.6 Unidades

Todos los modelos BIM compartirán un sistema de unidades común que partirá del especificado en la siguiente tabla:

Información	Formato	Redondeo
Longitud	Metro m	0,000
Área	Metro cuadrado m <sup>2</sup>	0,00
Volumen	Metro cúbico m <sup>3</sup>	0,000
Ángulo	Grados sexagesimales °	0,000
Pendiente	Grados sexagesimales °	0,00

El uso del Sistema Métrico Internacional (SI) es obligatorio.

Habrà una excepción a esta regla para algunos elementos específicos de instalaciones en los que el Sistema Imperial es de uso común (Definición de diámetros de tubo y accesorios).

### 3.3.7 Parámetros

Los elementos BIM pueden alojar información tanto en forma gráfica como no gráfica. A esta última se accede a través de campos o parámetros tanto nativos como personalizados.

Los modelos BIM que alojen información no gráfica en parámetros deben seguir estas reglas:

- La información contenida en el modelo debe servir a un propósito, ya sea para representación o análisis, como parte de los usos acordados de BIM. Por lo tanto, se desaconseja el almacenamiento de información duplicada que ya existe en otros repositorios bien estructurados.
- Los parámetros nativos serán preferidos a los parámetros personalizados, especialmente aquellos que afectan a las etiquetas y a otra información imprimible.
- Los parámetros personalizados tendrán nombres claros, en español siempre que sea posible y se deben mantener en el número mínimo necesario.
- Existirá un registro común de parámetros personalizado, garantizando la consistencia en la denominación y el uso.

### 3.3.8 Limitaciones de los Sistemas de Información

Se establece una limitación en el tamaño de los Contenedores de información en 300 MB. Esta limitación puede ser derogada en el Plan de Ejecución BIM del Proyecto si el Equipo de Desarrollo establece medidas adicionales para asegurar el rendimiento de los modelos.