

**ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN DEL “Estudio de viabilidad y anteproyecto (fase 1) de la Red de Metro de Zaragoza”.**

**ÍNDICE**

- 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**
- 2. OBJETO DEL CONTRATO**
- 3. OBJETO DEL PLIEGO**
- 4. MARCO DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y TRABAJOS ANTERIORES REALIZADOS**
- 5. DIRECCION DEL ESTUDIO**
- 6. EL CONSULTOR, EQUIPO, MEDIOS Y OFICINA**
- 7. INFORMACIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**
- 8. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE**
- 9. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**
- 10. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**
- 11. DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS PREVIOS AL ANTEPROYECTO**
- 12. DEFINICION DEL ANTEPROYECTO DE LA PRIMERA FASE**
- 13. DEFINICION DEL PLAN DE EXPLOTACIÓN Y PROGRAMA ECONÓMICO DE LA PRIMERA FASE.**
- 14. PROCESO DE INFORMACIÓN PÚBLICA Y ESTUDIO DE ALEGACIONES**

**15. ORDENACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN INTEGRANTE DEL ESTUDIO**

**16. PRESENTACION DEL ESTUDIO**

**17. PROPIEDAD DE LA DOCUMENTACIÓN**

**18. OTROS TRABAJOS A REALIZAR POR EL CONSULTOR**

**19. ASISTENCIA TÉCNICA AUXILIAR**

**20. PLAZO DE EJECUCIÓN**

**21. PRESUPUESTO Y FORMA DE PAGO**

**22. RÉGIMEN JURÍDICO-ADMINISTRATIVO**

**ANEJO N.º 1: CONDICIONES QUE HAN DE REGIR EN LA REDACCION  
DEL ESTUDIO GENÉRICO-GEOTÉCNICO**

**ANEJO N.º 2: MODELO DE PROPOSICIÓN ECONÓMICA PARA LOS  
TRABAJOS DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

**ANEJO N.º 3: ESPECIFICACIONES PARA EL ESTUDIO DE DEMANDA Y  
ACCESIBILIDAD**

**ANEJO N.º 4: MODELO DE PROPOSICIÓN ECONÓMICA PARA EL ESTUDIO  
DE DEMANDA Y ACCESIBILIDAD**

## 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La Ciudad de Zaragoza y su área de influencia han venido experimentando desde hace años un crecimiento económico continuado tanto en términos de población como de actividad económica que ha supuesto un elevado incremento de la movilidad y, consecuentemente de las necesidades de transporte dentro de la ciudad y entre la misma y los Municipios que la rodean. Este crecimiento opera sobre los mercados de vivienda, trabajo y servicios para todos los habitantes del área y al sistema de transporte le corresponde ofrecer un soporte a la movilidad que garantice y desarrolle esa funcionalidad, que sólo puede satisfacerse de forma adecuada mediante la disponibilidad de modos de transporte de alta capacidad, y la adopción de medidas de gestión que permitan integrar la oferta existente y aprovechar del mejor modo posible los recursos disponibles.

Ya en 2005, se inició un proceso de revisión de la planificación global de los sistemas de transporte a través del Plan Intermodal de Transporte, culminado en 2007. Este plan acomete medidas en la construcción de nuevas infraestructuras de transporte, aparcamiento o planificación de los servicios que en su aplicación permitirán una mejor y más eficaz gestión global del sistema y de cada uno de los modos, en particular.

Junto al Plan Intermodal de Transporte, cabe mencionar la creación del Consorcio de Transportes de Zaragoza (CTAZ), como Autoridad de gestión del transporte colectivo en la ciudad. El CTAZ está en la actualidad planificando la coordinación de los distintos servicios de transporte público y diseñando lo que será el futuro sistema tarifario del transporte público de Zaragoza.

Por último, mencionar la implantación de la primera línea de tranvía en la ciudad, desarrollada mediante un estudio informativo que, en 2007, dio lugar a la contratación del proyecto de construcción. Esta línea, norte-sur, comunica el centro de Zaragoza con las áreas residenciales y de actividad situadas al norte y

sur de la ciudad, permitiendo el trasbordo con numerosas líneas del transporte urbano de TUZSA.

En este contexto, el Ayuntamiento de Zaragoza se plantea la necesidad de una planificación a largo plazo de un nuevo sistema de transporte de capacidad media y alta. Una primera iniciativa, complementaria con la línea norte-sur, es la planificación de la denominada Línea 1 de Metro, con trazado este-oeste entre la estación de Delicias y Miraflores. Esta línea, cuya asistencia técnica se encuentra en ejecución, contempla el trazado subterráneo de un sistema de alta capacidad basado en una línea de metro de nueva construcción o el aprovechamiento de la red ferroviaria para la implantación de un nuevo sistema Metro-Cercanías que discorra sobre el actual túnel del ferrocarril.

Todas estas iniciativas demandan una revisión global de la oportunidad y viabilidad de realización de una red completa de Metro y su coordinación con la línea de tranvía N-S actualmente proyectada y las planificadas en el Plan Intermodal de Transporte. El objeto de esta asistencia técnica se basa en la necesidad de planificar, estudiar la viabilidad y desarrollar mediante anteproyectos la nueva red de Metro de Zaragoza.

La complejidad de la ciudad de Zaragoza aconseja analizar una propuesta global de implantación a medio y largo plazo de un sistema completo de Metro. Para ello, se tendrán en cuenta las soluciones para el eje norte-sur, y para el eje este – oeste, como condicionantes para el diseño del resto de la red, si bien ésta última deberá ser revisada considerando el análisis en red.

Una vez Definida la red de metro dando respuesta al programa de necesidades, resueltos los intercambiadores modales con las redes de transporte de superficie, el anteproyecto debe vincularse al análisis de viabilidad técnica y económica, proporcionando opciones y variantes que permitan diversas

combinaciones de alternativas que faciliten la selección de la solución óptima, capaz de resolver las prioridades sociales y económicas actuales y futuras.

Todo ello conduce en el momento presente a requerir por parte del Ayuntamiento una Asistencia Técnica que, sin olvidar los estudios realizados y teniendo en cuenta los objetivos expuestos anteriormente desarrolle la redacción del “Estudio de viabilidad y anteproyecto de la Red de Metro de Zaragoza”. En este estudio se proyectará una solución subterránea de Metro para la parte de red que mayor interferencia tenga con la actividad ciudadana en superficie, planteándose en superficie el resto. El estudio debe cubrir suficientemente las exigencias de la legislación general y las específicas que pudieran ser aplicables en el ámbito de construcción y concesión de la misma.

Este estudio de viabilidad y anteproyecto de la Red de Metro de Zaragoza tiene por lo tanto los siguientes objetivos:

1. Establecer y planificar la implantación de un nuevo sistema de transporte público de capacidad (Metro) en Zaragoza y su área metropolitana a medio y largo plazo, teniendo en cuenta los sistemas de transporte actualmente existentes o en desarrollo.
2. De acuerdo con esta planificación, modificar el actual sistema de transporte urbano en autobús para coordinarlo con la nueva red de Metro, conseguir una mayor eficiencia en el uso de los recursos y mejorar las posibilidades del ciudadano para moverse a través de la red de transporte público.
3. Establecer la viabilidad de la nueva red de Metro mediante los correspondientes estudios de trazado, viabilidad geológica-geotécnica, demanda, etc,... de manera que se justifique la rentabilidad social y económica del sistema.
4. Fijar y justificar los criterios de la puesta en servicio de la red en fases.
5. Realizar el Anteproyecto constructivo de la primera fase.

## **2. OBJETO DEL CONTRATO**

El objeto del presente Contrato es la prestación de Servicios de Consultoría y Asistencia Técnica al Ayuntamiento de Zaragoza para la redacción del “Estudio de viabilidad y del anteproyecto para la construcción de la Red de Metro de la ciudad de Zaragoza”, conforme al presente Pliego de Prescripciones Técnicas y a las demás condiciones que le sean de aplicación.

Los trabajos comprendidos en esta Asistencia Técnica, en todas sus fases, serán los necesarios para servir de base a los procesos de Información Pública, resolución de alegaciones y verificación de acciones correctoras de impacto ambiental y se realizarán según las cláusulas del presente Pliego, así como siguiendo las instrucciones que sean formuladas por la Dirección del Estudio, en la que se encontrará representado el Ayuntamiento de Zaragoza, a través del Área de Servicios Públicos.

## **3. OBJETO DEL PLIEGO**

El presente Pliego tiene por objeto describir los trabajos y enumerar las materias que han de ser objeto de estudio, establecer las condiciones y criterios técnicos que han de servir de base para el mismo y concretar la redacción y presentación de los documentos en cuya realización ha de intervenir el Consultor para que el trabajo pueda ser aceptado en el marco del Contrato.

Junto al presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, revestirán carácter contractual el Cuadro de Características y el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato.

#### 4. MARCO DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y TRABAJOS ANTERIORES REALIZADOS

La asistencia técnica cuya contratación soporta el presente Pliego de Prescripciones Técnicas está financiada por el Área de Hacienda del Ayuntamiento de Zaragoza.

El consultor dispondrá de cuantos estudios sobre la materia hayan sido promovidos anteriormente y en concreto de los siguientes:

1	1990	Proyecto de un Ferrocarril Metropolitano para la ciudad de Zaragoza	José María Valero y Daniel Olano	
2	1992	Estudio Previo para la implantación de un sistema de tracción eléctrica en Zaragoza	Consultora Sánchez Blanco y Asociados S.A.	Ayto. de Zaragoza
3	1993	Estudio previo de reimplantación del tranvía en Zaragoza	Javier Peña Gonzalvo, Ángel Álvarez Tejerína y Daniel Andrés Rubia	
4	1996	Estudio de transporte colectivo de viajeros del entorno metropolitano de Zaragoza.	ALG-INECO-José María Valero	
5	1996	Plan estratégico de Zaragoza y su área de influencia	Ebrópolis	
6	1998	Bases para un Plan Estratégico de Tráfico y Transportes conforme al Avance del Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza		Ayto. de Zaragoza
7	2000	Estudio de movilidad de Zaragoza. Análisis de movilidad y primeros avances del 2004.	Sener	
8	2001	Estudio preliminar de la viabilidad de un metro ligero para los corredores norte-sur y este-oeste en la ciudad de Zaragoza	Sener	

9	2001 - 2002	Hacia el desarrollo sostenible. Agenda 21. Zaragoza		Ayto. de Zaragoza
10	2001	Estudio sobre el transporte de viajeros en la comarca de Zaragoza y otras zonas de influencia	Idom-Consultrans	
11	2003	Estudio de implantación de una red de metro ligero en la ciudad de Zaragoza		TUZSA
12	2004	Propuesta de trazado e implantación de tranvía-metro ligero, definición del proyecto y análisis de su viabilidad técnica y económica	ETT	
13	2006	Plan Intermodal del Área de Zaragoza: Plan de Movilidad Sostenible	OTIZA	
14	2006	Estudio de viabilidad de una línea de tranvía - Metro Ligero, Norte-Sur, en Zaragoza	IBERINSA-URBANTRÁN	
15	2006	Anteproyecto, Plan de explotación y Programa económico de una línea de tranvía - Metro Ligero, Norte-Sur, en Zaragoza	IBERINSA-URBANTRÁN	
16	2007	Proyecto Constructivo de una línea de tranvía - Metro Ligero, Norte-Sur, en Zaragoza	IAYESA-INGEROP-SERING	
17	2007	Estudio Informativo de una línea de Metro Este-Oeste (Delicias-Miraflores)	INECO-ETT. soterrado	Metro
18	2008	Modelización del sistema de tráfico y transporte	Trakteplán	Ayto. de Zaragoza
19	2008	Estudios de viabilidad de estacionamientos de disuasión asociados al transporte público de Zaragoza	Trakteplán	Ayto. de Zaragoza

El Consultor realizará las copias de la citada documentación en el plazo que le marque la Dirección del Estudio.

## 5. DIRECCIÓN DEL ESTUDIO

La Dirección de los trabajos corresponde a la Dirección del Estudio. La Dirección del Estudio, es decir, el equipo designado por el Ayuntamiento de Zaragoza integrado en su estructura orgánica, desempeñará una función coordinadora y ejercerá las siguientes funciones:

- Establecer los criterios y líneas generales de la actuación.
- Aprobar el Plan de Trabajo propuesto por el equipo consultor.
- Autorizar y facilitar al equipo consultor contactos con la Administración del Estado, Autonómica, Local, organismos oficiales y empresas del sector, en relación con el presente estudio.
- Tramitar las certificaciones de pago correspondientes a los trabajos efectuados.
- Supervisar y aprobar técnicamente el Estudio de Viabilidad y Anteproyecto de la Red de Metro de Zaragoza.
- Validar los informes y avances del trabajo del equipo redactor del estudio que se licita.
- Velar por el cumplimiento del contrato en general y por el cumplimiento de los plazos del mismo en particular.

## **6. EL CONSULTOR, EQUIPO, MEDIOS Y OFICINA**

La empresa que resulte adjudicataria del Contrato, recibirá el nombre de “Consultor”. A su representante legal se le denominará “Delegado del Consultor”. El Consultor designará una persona que, en posesión de la adecuada titulación, y con amplia experiencia en la coordinación interdisciplinar, asumirá el carácter de “Coordinador del Estudio” y será el coordinador de todos los profesionales del equipo y de los trabajos a realizar por ellos, así como el garante de la coherencia y eficacia de las soluciones planteadas en el estudio. Esta persona será diferente del Delegado del Consultor.

El Consultor realizará todos los trabajos de diseño, cálculo y detalle, y será plenamente responsable, técnica y legalmente, de su contenido, así como de los plazos de entrega de las diferentes unidades del estudio.

El Consultor aportará un equipo formado por un número suficiente de técnicos competentes en cada una de las materias objeto del trabajo y unos medios materiales adecuados para su correcta realización.

El Consultor facilitará una relación del personal técnico que vaya a intervenir en los trabajos, con indicación de las funciones específicas de cada persona. Aportará el historial profesional del Coordinador del Estudio y del Delegado del Consultor y, al menos, de los responsables de las siguientes materias:

- Integración urbanística de la propuesta.
- Topografía y cartografía.
- Geología y geotecnia.
- Hidrogeología y drenaje.
- Arquitectura y edificación.
- Estructuras de edificación y prevención de patologías
- Trazado de obras lineales, en especial de ferrocarriles.
- Demanda de redes de transporte.
- Evaluación de alternativas de inversión
- Túneles y obras subterráneas.
- Estructuras y obras de fábrica.
- Infraestructura y estaciones ferroviarias.
- Superestructura, electrificación e instalaciones de seguridad para los ferrocarriles.
- Impacto Ambiental de obras lineales.
- Material móvil
- Servicios y servidumbres afectados y su reposición.

- Ordenación del tráfico.
- Precios y presupuestos.
- Aseguramiento de la calidad.
- Explotación de ferrocarriles.
- Economía y finanzas.

Si alguna de las funciones anteriores es ejercida por la misma persona, deberá ser indicado expresamente por el consultor.

El Consultor incluirá una relación de los medios técnicos y auxiliares que piensa destinar a la ejecución de las diferentes tareas.

El Consultor deberá adjuntar a su oferta cartas de compromiso de colaboración en el trabajo en caso de adjudicación favorable, de todos los colaboradores que figuren en su oferta, si esto fuese necesario.

Para la realización de los trabajos, el Consultor deberá disponer de una oficina en Zaragoza, en la que se encontrará toda la documentación e información en vías de elaboración o redacción que concierna a los trabajos objeto del Contrato. La Dirección del Estudio y las personas que con ella colaboren tendrán derecho a acceder libremente a toda la documentación, en cualquier momento que estimen oportuno, o solicitar que esta les sea enviada.

Todo el personal adscrito a la realización del trabajo tendrá la capacidad y preparación técnica adecuada para afrontar la ejecución de cada una de las fases y especialidades que comprende la asistencia técnica. La Dirección del Estudio podrá exigir, en cualquier momento, el relevo de aquel personal que, a su juicio, no cumpla dichas exigencias. Asimismo, el Consultor deberá disponer del material y personal auxiliar necesario para la correcta ejecución de los trabajos (medios informáticos, delineación, mecanografía y reproducción).

Los trabajos de geología y geotecnia deberán ser desarrollados por empresas especializadas de reconocida experiencia, independientes del Consultor, como garantía de mayor calidad y control técnico.

## **7. INFORMACIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

Durante el desarrollo de los trabajos de Consultoría y Asistencia Técnica a que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, todas las relaciones directas del Consultor con las Administraciones involucradas se realizarán a través de la Dirección Técnica del Estudio. Al iniciar los trabajos, el Consultor presentará un programa detallado de su desarrollo que, una vez aprobado por la Dirección del Estudio, servirá para realizar su seguimiento y control. Dicho programa, que tendrá una versión con indicación del porcentaje de cada actividad que se prevé realizar mensualmente, tendrá carácter contractual, tanto en su plazo total como en los plazos parciales, así como en todas las modificaciones que pudieran introducirse en él, autorizadas por la Dirección del Estudio.

Sin perjuicio de la facultad conferida a la Dirección del Estudio de poder exigir en cualquier momento la revisión del estado de los trabajos, se establecen los siguientes controles que deben figurar expresamente en el programa o plan de trabajo:

- a) Reuniones de información sobre aspectos generales o particulares, con periodicidad no superior a los treinta días, a las que asistirán la Dirección del Estudio y/o posibles colaboradores por ella designados, el Coordinador del Estudio y aquellas personas de su equipo interdisciplinar que estén relacionadas con los temas a tratar.

b) Informes mensuales por escrito sobre el estado de los trabajos que el Coordinador del Estudio someterá a la consideración de la Dirección del Estudio. Estos informes deberán contener:

- La descripción general del trabajo.
- El grado de avance del trabajo según el programa elaborado o plan de trabajo vigente.
- El estado de ejecución de los trabajos (realizados y por ejecutar) en cada uno de los apartados del estudio.
- Una relación de la documentación entregada a la Dirección del Estudio durante el mes.

c) A requerimiento de la Dirección del Estudio, el Coordinador informará por escrito sobre cualquier aspecto del desarrollo de los trabajos y en el plazo que aquél fije.

El Ayuntamiento de Zaragoza facilitará al Consultor las credenciales que precise para el buen fin de la asistencia técnica.

## **8. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE.**

Para la redacción de los Estudios objeto del presente Contrato serán de aplicación todas las normas, instrucciones, recomendaciones y Pliegos oficiales vigentes, la normativa urbanística y las directrices vigentes sobre la ordenación y contenido de los proyectos y estudios, así como las instrucciones que dicte la Dirección del Estudio cuando no existan otras sobre el tema. Teniendo en cuenta la inexistencia de normas generales para la proyección y construcción de líneas de ferrocarril tranviario o metro ligero emanadas del ámbito regional al que son propias y del estatal que podría actuar subsidiariamente, resulta sin embargo necesario precisar que serían de aplicación entre otras:

- Normas aplicables de la Diputación General de Aragón y del Ayuntamiento de Zaragoza.
- Instrucciones, Leyes, Normas, Recomendaciones y el resto de la normativa de aplicación del Ministerio de Fomento.
- Instrucciones, Leyes, Normas, Recomendaciones y el resto de la normativa de aplicación del Ministerio de Industria y Energía.
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Normas UNE.
- Recomendaciones CENELEC.
- Normas internacionales ISO, EN, IEC, IEEE.
- Normas de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC).
- Normas de la Unión Internacional de Transporte Público (UITP).
- Normativa internacional aplicable (EUROCODE, DIN, ASTM) en caso de no existir normativa española sobre determinadas materias.
- Normas de la Federación de Electrotecnia, Electrónica y Técnicas de la Información de Alemania (VDE).

Adicionalmente serán de aplicación las normas específicas de vigencia en el ámbito estatal sobre hormigón, estructuras, transporte y transformación de energía, comunicaciones, etc., y en caso de ausencia de norma o de duda sobre la aplicación, las propuestas deberán ser sancionadas por la Dirección del Estudio.

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

El presente Estudio de Viabilidad y Anteproyecto se plantea dentro del proceso expuesto en el apartado 3 de este Pliego y debe concretar y detallar el esquema de una red de metro para la ciudad de Zaragoza, utilizando para ello todos los trabajos hechos sobre transporte público y movilidad urbana en Zaragoza con anterioridad, los estudios de origen y destino, las estimaciones de

demanda y en general los estudios de movilidad. El estudio pretende definir, evaluar y comparar las distintas alternativas que puedan dar solución a la necesidad de construir una red de ferrocarril metropolitano en la ciudad de Zaragoza. Como se ha dicho, en la ciudad consolidada las líneas de Metro deberán ser subterráneas para reducir las afecciones que ocasionaría un Metro Ligero en superficie.

El resultado de los trabajos se concretará en CUATRO documentos, con los títulos que se indican:

- ❑ **Determinación del escenario inicial**, con la definición de las distintas líneas de transporte existentes en el año 2012 (denominado en este pliego como escenario “0”), y la modelización tanto del transporte público como del privado. Para ello deberá planificarse la red en base a toda la información existente y a los nuevos estudios de demanda que se deban desarrollar en esta asistencia. En el anejo nº 3 de este pliego se detallan las especificaciones del estudio de demanda que se exige.
- ❑ **El Estudio de Viabilidad** con la definición de alternativas de trazado sobre la base de las conclusiones de estudios anteriores, evaluación y selección de la opción más recomendable con el contenido que se expone en este apartado y el siguiente y, en todo caso, en el artículo 227 de la Ley de concesión de obras públicas.
- ❑ **El Anteproyecto** de la alternativa seleccionada con el contenido que se expone en este apartado y el siguiente y, en todo caso, en el artículo 228 de la Ley de concesión de obras públicas.
- ❑ **El Plan de Explotación y programa económico** en el que se concreten, por una parte, los aspectos operativos de funcionamiento de la línea, con el dimensionamiento de personal, material y otros medios necesarios, y por

otra los escenarios de ingresos y gastos en diferentes horizontes temporales, permita garantizar una razonable financiación futura y la sostenibilidad económica de la actuación.

El trabajo contendrá toda la documentación precisa para el trámite de Información Pública, tanto desde el punto de vista del trazado, como medioambiental, y al nivel de estudio de viabilidad como de anteproyecto de la solución elegida. Se expondrán las circunstancias que pudieran justificar la declaración de interés general de la actuación y los factores y parámetros de diseño que han conducido al trazado propuesto. Asimismo se cumplirán, en materia ambiental, las normas emanadas de la adscripción a la Agenda 21 del Ayuntamiento de Zaragoza.

Se analizarán, por tanto, de un modo exhaustivo y global las distintas propuestas y estudios sectoriales realizados hasta la fecha, se desarrollarán aquellas alternativas más adecuadas y se propondrá aquélla que resuelva de forma más satisfactoria la situación actualmente planteada.

Para ello se realizará el planteamiento del problema existente y se recopilará y estudiará la información disponible hasta el momento, realizándose un resumen de la misma y sus conclusiones.

Seguidamente se generarán, estudiarán, analizarán y finalmente se valorarán (a escala general mínima 1:5.000, sin perjuicio de que se considere un mayor detalle en los puntos en los que sea aconsejable) las distintas alternativas de trazado y planes de explotación simplificados que puedan plantearse cumpliendo los condicionantes funcionales, técnicos, medio ambientales y de coste.

Dentro del Estudio de alternativas se realizará el análisis de las ventajas, inconvenientes y costes de cada una de las opciones y su repercusión en los

diversos aspectos del transporte y de la ordenación territorial y urbanística, así como la reposición de los servicios y derechos afectados en cada caso.

Para ello, con todos los estudios de movilidad y encuestas de origen y destino realizados con anterioridad por el Ayuntamiento, se decidirán los puntos óptimos de interconexión de las líneas de forma que el número total de horas de viaje de los usuarios del sistema sea mínimo. Se utilizarán para la modelización los métodos adecuados como EME-2, TRANSCAD, CUBE, VISUM-VISSIM, etc. **Se exigirá la compatibilidad con AINSUM, que es el sistema que utiliza el Servicio de Movilidad Urbana para modelización de tráfico.** En el estudio de las diferentes alternativas se realizará el análisis de las ventajas, inconvenientes y costes de cada una de las opciones y su repercusión en los diversos aspectos del transporte y de la ordenación territorial y urbanística, así como la reposición de los servicios y derechos afectados en cada caso. A tal efecto, se considerará en cada alternativa, al menos:

- Las demandas probables en diferentes horizontes temporales.
- La inversión necesaria a lo largo de la vida de la obra.
- Los gastos de explotación anuales
- La rentabilidad económico-social de las diferentes alternativas.
- El impacto medioambiental de las diferentes opciones, con especial incidencia en la accidentabilidad y las contaminaciones atmosférica y acústica.

Se continuará con un análisis multicriterio de las diferentes alternativas, para el cual se tendrán en cuenta, entre otros criterios,

- Las repercusiones económicas enunciadas anteriormente.
- Los impactos medioambientales consecuentes a la explotación de la obra.

- Los impactos producidos durante la ejecución de la obra: tráfico y molestias.
- Los efectos sobre el resto del sistema de transportes.
- Los efectos sobre la ordenación territorial y urbanística de la ciudad.
- El carácter estructurante, o no, de cada opción y su efecto barrera si lo hubiese, seleccionando, finalmente, la propuesta de la alternativa óptima.

Posteriormente, la alternativa seleccionada se desarrollará con más profundidad, al nivel de anteproyecto constructivo de infraestructura, superestructura y material (a escala general mínima 1:2.000, sin perjuicio de que se considere un mayor detalle en los puntos en los que sea aconsejable), con el correspondiente plan de explotación que asegure su funcionamiento conforme a los criterios establecidos en el siguiente apartado de este pliego y el programa económico que lo sostenga y con expresión de las características que deben reunir cada una de las partes de la obra entendida en toda su extensión.

Con la alternativa seleccionada se realizará la Memoria - Resumen que será sometida en su caso a información pública, preparando la documentación necesaria para su exposición.

Además de lo anteriormente expuesto, el Consultor prestará asistencia a la Dirección del Estudio para la realización de los procesos de información pública, la resolución de las alegaciones que se presenten, y el seguimiento hasta la Aprobación Definitiva del Estudio y Anteproyecto, efectuando las modificaciones que se deriven de la atención prestada a las alegaciones presentadas.

## **10.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

La asistencia técnica que se precisa se define con mayor detalle en los siguientes apartados..Consta de las siguientes fases:

### **FASE A: Análisis de los estudios anteriores.**

### **FASE B: Planificación general de la red.**

Esta fase tiene por objeto definir la red en su conjunto, en base a las necesidades de accesibilidad, demanda e intermodalidad, debidamente contrastadas con una primera selección de trazados viables. El estudio se desarrolla de manera general para toda la ciudad y dará lugar a la definición de un conjunto de corredores de demanda por los que implantar las futuras líneas de Metro.

Se considerará Escenario "0" o de referencia para la definición de la red y sus alternativas, el escenario que recoge la situación actual y los proyectos en marcha; es decir,

1. La red TUZSA de transporte urbano con la reordenación que se precise para adecuarla a este escenario.
2. La línea norte – sur , de la que se dispondrá el correspondiente proyecto constructivo.

### **FASE C: Estudio de viabilidad.**

Para cada uno de estos corredores, se realizará un análisis de trazado (viabilidad de trazado y ejecución de la línea a escala 1:5.000), estudiando alternativas de trazado y ejecución. Es estudio estimará en mayor detalle la demanda e introducirá un análisis de impacto ambiental a nivel de corredor. Por último, esta fase analizará la rentabilidad social y económica de la línea y programará su desarrollo en los diferentes horizontes de construcción de la red.

En esta fase se incorporará el estudio de viabilidad de la línea este – oeste y se procederá a su actualización de acuerdo al planteamiento de funcionamiento en red.

Como parte de esta fase se desarrollará un proceso de información pública para el estudio de viabilidad y también se someterá a consultas del organismo ambiental competente.

**FASE D: Programación.**

Programación y desarrollo por fases de las distintas líneas, en base a los estudios de viabilidad y rentabilidad realizados. La programación incluirá como punto de partida la realización de la línea norte – sur y la reordenación de la red de autobús determinada en la fase B.

**FASE E: Anteproyectos de la primera fase de la alternativa seleccionada en la fase D (escala 1:2.000).**

**FASE F: Plan de explotación y Programa económico.**

**FASE G: Información Pública.**

En el apartado 11 se desarrollan las fases A,B,C y D. La fase E se desarrolla en el apartado 12, la fase F en el apartado 13 y la fase G en el apartado 14 de este pliego.

El licitador presentará en su oferta un diagrama de barras de base semanal, orientativo, con el desarrollo de cada actividad, en el que figure la cuantificación porcentual de lo que supone el trabajo realizado en cada semana sobre el total previsto para cada actividad.

Al comienzo de los trabajos, y en el plazo de 15 días, el Consultor redactará un **Plan de Aseguramiento de la Calidad (P.A.C.)** que, una vez aprobado por la Dirección del Estudio, revestirá carácter contractual y servirá para detectar errores

y preservar un adecuado nivel de calidad en todos los documentos previstos en el presente Pliego.

## **11.- DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS PREVIOS AL ANTEPROYECTO.**

Las fases A, B, C y D del presente estudio se corresponde con los dos primeros documentos del apartado 9, denominados genéricamente Determinación del escenario inicial y Estudio de viabilidad, este segundo a efectos de cumplimentar lo estipulado en el artículo 112 de la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público.

### **FASE A: Análisis de los estudios anteriores.**

Se procederá a un análisis detallado de los estudios enumerados en el apartado 4 de este pliego, con especial atención a los ocho últimos trabajos, de manera que se incorpore a esta asistencia toda la información disponible.

### **FASE B: Planificación general de la red en el contexto del sistema de transporte público de Zaragoza**

#### **B.1 Definición del ámbito y área de estudio de la futura red**

El ámbito de trabajo será. En principio, el municipio de Zaragoza. No se descarta que parte de la red de Metro pueda ubicarse en los municipios del Área Metropolitana pero se entiende que el principal objetivo de esta red es dar servicio al continuo urbano de la ciudad.

El ámbito del estudio recogerá los distintos corredores y propuestas de red realizadas desde el Plan Intermodal, grupos técnicos, políticos, etc,... Es imprescindible que, en esta primera fase, se analicen todas las propuestas que hayan surgido desde distintas instancias, en torno a la implantación de la nueva red de Metro.

## **B.2 Caracterización sociodemográfica del área de estudio**

En esta Fase se realizará un análisis de las diversas fuentes de información, que puede aportar la Administración o que sea necesario recopilar para la adecuada definición de los corredores de demanda y futuras líneas.

En particular se recopilará y analizarán las variables demográficas y socioeconómicas que sean más relevantes para la definición posterior de la demanda: población, actividad, empleo. Se analizará, asimismo, la evolución de estas variables para detectar las zonas urbanas más dinámicas o con mayor potencial de movilidad.

## **B.3 Usos del suelo, planeamiento y puntos atractivos**

En paralelo a la caracterización sociodemográfica, se realizará un análisis urbanístico y de usos del suelo. Este análisis tiene por objeto:

- Determinar los pesos, densidades y puntos de atracción que deben ser accesibles a la futura red de Metro.
- Establece suelos vacantes susceptibles de ser utilizados para futuras estaciones o durante el período de obras.

## **B.4 Caracterización del sistema de transporte actual**

Habida cuenta de la importancia que tiene la coordinación con el sistema actual de transporte, el estudio incluirá en esta fase una caracterización completa del sistema de transporte público, actual o en desarrollo. Para ello;

- Recopilará toda la información de oferta y demanda disponible para la red de transporte urbano (TUZSA) y concesiones interurbanas en el ámbito del área metropolitana.
- Revisará el estudio de demanda realizados para la línea norte – sur y la Línea 1 de Metro.

Este apartado se encuentra recogido en el Estudio de Demanda, que lo desarrolla con mayor detalle.

## **B.5 Estudio de demanda: modelo de transporte para el conjunto del área de estudio**

Como se indica en el apartado anterior, el estudio de demanda se encuentra especificado en detalle en un apartado posterior.

El objeto del estudio de demanda es múltiple:

- Definir la reordenación de red en el escenario “0”.
- Identificar los principales corredores urbanos por los que discurrirá la futura red de Metro.
- Estimar la demanda de viajes en cada una de las líneas
- Servir de base para un correcto dimensionamiento de la explotación de cada una de las líneas.
- Permitir la reordenación del sistema de transporte urbano en torno a la nueva red de Metro.

El estudio de demanda será completo para toda la ciudad y sus modos de transporte público y privado. Se desarrollará mediante un modelo en cuatro fases que incluya, no sólo las transferencias de viajes desde el actual servicio de transporte urbano sino también las modificaciones en el actual reparto modal entre el automóvil y el transporte colectivo. Será un modelo de estimación a corto, medio y largo plazo que abarque todos los horizontes temporales para la ejecución de la nueva Red de Metro.

Es imprescindible que el estudio de demanda se apoye en los estudios previos existentes, tanto en el CTAZ como en el Ayuntamiento de Zaragoza. En particular, el estudio de demanda utilizará las bases informativas y modelos del estudio de modelización del sistema de tráfico y transportes, contratado en 2007 por el Ayuntamiento de Zaragoza y actualmente en ejecución.

## **B.6 Modelo de accesibilidad al transporte público**

En paralelo al estudio de demanda, se realizará un modelo de accesibilidad basado en un SIG. Este modelo tiene por objeto conocer la cobertura a la población, empleo y centros de atracción de la futura red, establece indicadores de accesibilidad y permitir la comparación de las distintas alternativas de línea. Como parte del trabajo deberán suministrarse al Servicio de Movilidad Urbana dos licencias del programa utilizado para elaborar el SIG y otras dos del programa empleado para desarrollar el estudio de transporte público (en total cuatro licencias).

## **B.7 Estudio de la tecnología a emplear**

Bajo el epígrafe de “Metro” pueden incluirse numerosos sistemas de alta capacidad o capacidad intermedia. Sobre la base de que sea un sistema con recorridos mayoritariamente subterráneos, será necesario un primer estudio de alternativas tecnológicas que permitan precisar el tipo de Metro más adecuado, así como sus parámetros de trazado, gálibos y operación para desarrollar adecuadamente las fases posteriores del estudio. Entre otros puntos, se deberá analizar:

- Capacidad del sistema, en viajeros transportados.
- Automatización de la conducción
- Exigencia de parámetros de trazado, principalmente radios horizontales mínimos y pendientes-rampas máximas.
- Electrificación
- Otros aspectos tecnológicos como uso de rodadura ferroviaria o neumática, sistemas de control y seguridad, etc,...
- Compatibilidad de estos sistemas con la posibilidad de combinar trazados subterráneos y en superficie.

## **B.8 Estudio preliminar de viabilidad física**

Con objeto de incluir o descartar un primer grupo de corredores urbanos, se realizará un primer análisis de viabilidad física de trazado. Para ello,

- Se desarrollará un análisis geológico-hidrológico general que permita descartar itinerarios que, por su complejidad, puedan presentar problemas de viabilidad en fases posteriores del estudio. Este análisis se desarrolla en detalle en un apartado posterior, al presentar el contenido del “Estudio geológico-geotécnico”.
- Análisis de las grandes infraestructuras de servicios, como colectores, canalización, tendidos, etc,..., así como ubicación de aparcamientos subterráneos que limiten la viabilidad de trazado en ciertos corredores.

## **B.9 Identificación de corredores para las líneas**

Fruto de los análisis preliminares, se definirán un conjunto de corredores susceptibles de acoger distintas líneas de Metro. Estos corredores deberán cumplir:

- Viabilidad preliminar de trazado y constructiva
- Adecuada accesibilidad a las áreas residenciales y centros atractivos
- Nivel mínimo de demanda

## **B.10 Definición de grandes grupos de alternativas de red de metro**

Una vez identificados los corredores, se procederá a definir las distintas alternativas de red . Ello quiere decir que los corredores aislados deberán analizarse en su conjunto, desde el punto de vista de su integración en una sola red, intermodalidad con el resto del transporte urbano y viabilidad de desarrollo en varias fases.

La definición de la red no es única y admite numerosas alternativas. Por ello, esta fase de considera esencial para establecer la imagen final del sistema de transporte urbano de Zaragoza.

Se definirán al menos dos alternativas de red (planos en planta a escala mínima 1:5.000, sin perjuicio de que pudiera considerarse un mayor detalle en los puntos en los que sea aconsejable) que incluirán, en esta fase preliminar, los siguientes elementos:

1. Definición del sistema tecnológico a emplear
2. Definición de los corredores o líneas que se incluyen en la red
3. Condicionantes geológico-geotécnicos e hidrológicos de cada línea
4. Condicionantes físicos de trazado: viario por el que discurre, condicionantes infraestructurales y grandes servicios afectados.
5. Sistemas constructivos empleados por tramos.
6. Cobertura y accesibilidad a la población, empleo y centros de atracción
7. Demanda de viajes en cada una de las líneas
8. Intermodalidad y afección al resto del sistema de transporte urbano
9. Estimación del impacto sobre la movilidad en transporte privado
10. Estudio preliminar de impacto ambiental de toda la red

### **B.11 Evaluación de la red**

La evaluación de la red adecuada se realizará mediante un análisis multicriterio. Se considerará Escenario “0” o de referencia para la definición de la red y sus alternativas, el escenario que recoge la situación actual y los proyectos en marcha; es decir,

- 1.- La red TUZSA de transporte urbano con la reordenación que se precise para adecuarla a este escenario.
- 2.- La línea norte – sur , de la que se dispondrá el correspondiente proyecto constructivo.

Este Escenario servirá de referencia para la definición de alternativas de red y su evaluación. El análisis multicriterio debe incluir criterios e indicadores dentro de los grupos de evaluación siguientes:

- Cobertura y accesibilidad
- Demanda

- Eficiencia global del sistema de transporte
- Impacto ambiental
- Balance energético
- Viabilidad de trazado y coste de inversión
- Costes de explotación y mantenimiento
- Rentabilidad económico-social

El coste de inversión de cada alternativa se realizará con un sistema de precios de unidades completas de obra, que el Consultor someterá a la aprobación de la Administración. El coste de cada alternativa se ordenará en los capítulos de: movimiento de tierras, drenaje, túneles, estructuras, superestructura ferroviaria, seguridad y comunicaciones, edificación e instalaciones en estaciones, reposiciones de viales, servicios afectados, expropiaciones, medidas de integración ambiental y otras obras de integración urbanística. La valoración del material necesario y de los gastos de explotación de la línea de metro se efectuará a partir de miniplanes de explotación que permitan definir la cantidad de material, las plantillas de personal para las diferentes tareas, los vehículos x km recorridos, etc.

El análisis multicriterio incorporará, al menos, los siguientes criterios o indicadores, distribuidos convenientemente en los grupos de evaluación mencionados anteriormente:

- Las variables económicas enunciadas anteriormente (inversión y gasto anual) y los criterios de rentabilidad (TIR y VAN) junto con las tarifas de equilibrio de cada solución.
- Los impactos medioambientales consecuentes a la ejecución y explotación de la obra, así como las medidas correctoras de aplicación.
- Los impactos producidos durante la ejecución de la obra: tráfico y molestias.
- Los efectos sobre el resto del sistema de transportes.

- Los efectos sobre la ordenación territorial y urbanística de la ciudad y, en especial, sobre el tráfico en el viario más directamente afectado.
- El carácter estructurante, o no, de cada opción y su efecto barrera si lo hubiese.
- La posibilidad de anexas aparcamientos de disuasión a lo largo del trazado de la alternativa.

El Consultor podrá proponer otros, así como los algoritmos de medida de cada uno de ellos y las fórmulas de integración, los pesos y la matriz de coeficientes de ponderación, para alcanzar una valoración uniforme. Las propuestas serán presentadas a la Dirección del Estudio para su aprobación.

Se utilizará cualquiera de las metodologías habituales, basadas en la realización de una matriz de criterios, definición y cuantificación de indicadores y ponderación razonada de los mismos.

La evaluación de la red dará lugar a una propuesta de red de Metro, con definición de las líneas que la constituyen.

De todo este proceso, habrá de resultar la selección de una alternativa de la cual la primera fase seleccionada en el punto 9 será desarrollada en el Anteproyecto y que deberá ser técnica, funcional, ambiental y administrativamente viable, debiendo poner de manifiesto los riesgos operativos y tecnológicos que pudieran producirse durante la construcción y explotación de la obra.

### **FASE C: estudio de viabilidad de las líneas**

La fase c tiene por objeto establecer los correspondientes **Estudios de Viabilidad** de trazado, construcción y rentabilidad de las líneas que constituyen la red de Metro. Se seguirá la metodología ampliamente utilizada en los estudios de metro, metro ligero y tranvía en España. Asimismo, los estudios de viabilidad

deberán constituir la base de la documentación necesaria para solicitar financiación a entidades públicas y privadas, españolas o europeas. Para ello, deberán ajustarse al contenido especificado en la Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público, para lo previsto en la concesión de las obras públicas.

El estudio de viabilidad se desarrollará para cada línea; es decir, existirá un estudio de viabilidad para cada línea y no uno del conjunto ya que se entiende que éste ha sido analizado en la fase B de la asistencia técnica.

Cada Estudio de Viabilidad incluirá los apartados siguientes:

- a) Finalidad y justificación de la obra, así como definición de sus características esenciales.
- b) Previsiones sobre la demanda de uso e incidencia económica y social de la obra en su área de influencia.
- c) Valoración de los datos e informes existentes que hagan referencia al planeamiento sectorial, territorial o urbanístico.
- d) Se realizará un análisis ambiental de las alternativas y correspondientes medidas correctoras.
- e) Justificación de la solución elegida
- f) Riesgos operativos y tecnológicos en la construcción y explotación de la obra.
- g) Coste de la inversión a realizar, así como el sistema de financiación propuesto para la construcción de la obra con la justificación, asimismo, de la procedencia de ésta.

Cada Estudio de Rentabilidad seguirá la siguiente metodología:

### **C.1 Alternativas de trazado de la línea y ubicación de estaciones**

Para cada línea, se estudiarán las alternativas de trazado y ubicación de estaciones que permitan cumplir los objetivos del estudio. Los trazados propuestos

deberán estar definidos gráfica y analíticamente en planta y perfil longitudinal. Los túneles y obras subterráneas se definirán en planta y alzado, especificando gálibos y justificando la viabilidad de su construcción. Asimismo, se estimará el coste de ejecución en base al estudio geológico-geotécnico realizado y del sistema constructivo que se adopte.

En esta fase del trabajo, se analizarán las obras subterráneas a partir de la geología previsible, de los niveles freáticos conocidos y de las características geomecánicas de los materiales a atravesar, dificultades para su excavación, situación de vertidos y sistema de transporte.

Asimismo, el Estudio de Viabilidad analizará el riesgo para las edificaciones cercanas a las obras.

El estudio de las obras subterráneas incluirá, para cada alternativa de trazado de línea, los siguientes elementos:

- Perfil geológico y geotécnico, con indicación de la litología, estructura e hidrogeología de los terrenos atravesados.
- Propuesta justificada de sección en túnel
- Definición estructural de las obras subterráneas

Asimismo, se justificará el procedimiento constructivo a emplear en túnel y estaciones.

## **C.2 Definición de instalaciones del sistema de metro elegido**

Básicamente, se definirán y valorarán los costes de:

- La superestructura y vía
- Electrificación
- Sistemas de seguridad y comunicaciones

Asimismo, se realizará un primer dimensionamiento de talleres y cocheras, ubicándolos en los terrenos potencialmente adecuados y valorando su coste.

### **C.3 Estudio de demanda a nivel de Estudio de Viabilidad**

El estudio de demanda en la fase de Estudio de Viabilidad tiene por objeto profundizar en los siguientes puntos:

- Estimación detallada de la demanda anual y previsiones de crecimiento en la línea, cara al estudio de rentabilidad.
- Dimensionamiento de estaciones. Para ello, el estudio deberá acompañarse de un análisis de accesibilidad de cada una de las estaciones propuestas.
- Dimensionamiento de la explotación de la línea. Para ello, se realizará un plan de explotación para cada una de las líneas estudiadas.

### **C.4 Estudio de impacto ambiental**

Cada estudio de viabilidad deberá llevar emparejado un análisis ambiental, según se especifica en la legislación vigente (RL 6/2001). La dirección del estudio decidirá el nivel de detalle del análisis ambiental y si es necesaria, en esta fase del proyecto, la realización de un Estudio de Impacto Ambiental completo, según especificaciones legales, a efectos de tramitación de la DIA.

El análisis ambiental incluirá los siguientes epígrafes:

- Identificación de alternativas
- Identificación e inventario de impactos de cada una de ellas.
- Realización de un diagnóstico de impactos producidos por cada alternativa.
- Medidas protectoras, correctoras o compensatorias que minimicen los efectos negativos de las alternativas.

Dadas las características de la ciudad de Zaragoza, el análisis ambiental deberá incluir, como mínimo, los siguientes tipos de impacto:

- Impacto sobre el substrato hidrogeológico de la ciudad.
- Impacto sobre el substrato arqueológico

- Estudio de ruidos y vibraciones
- Transporte de material extraído de los túneles. Vertederos.
- Afecciones ambientales durante las obras.

### **C.5 Reposición de servicios y afección durante las obras**

Se realizará, en esta fase del trabajo, un inventario de los grandes servicios afectados y se contactará con las compañías para que faciliten la identificación de los mismos. Las propuestas de trazado procurarán incidir de la menor manera posible sobre los grandes servicios existentes e intentarán afectar en la menor medida posible la calidad de vida del ciudadano, realizando una propuesta que reduzca cortes y mantenga las máximas condiciones de seguridad.

### **C.6 Evaluación y selección de la solución escogida para cada línea**

Como en el caso de la Fase I, se procederá a realizar una selección de alternativas apoyada en metodologías multicriterio. En este caso, se consideran alternativas de trazado dentro de un mismo corredor, así como la ubicación de las estaciones. Los criterios de evaluación serán los mismos que los utilizados en la fase de planeamiento (Fase I).

### **C.7 Análisis de rentabilidad y financiación**

Cada línea tendrá un estudio de rentabilidad y financiación. Es decir, par cada línea se incluirá:

- Un análisis de rentabilidad social que incluya un balance coste / eficacia de las alternativas evaluadas y de la solución adoptada.
- Una análisis coste / beneficio de eficiencia de transporte mediante un análisis de los beneficios derivados de los ahorros de tiempo en el sistema de transporte.
- Un análisis de rentabilidad financiera, mediante el estudio de las cuentas provisionales de una operación pública, privada o mixta.

Se utilizarán metodologías similares a las empleadas en la evaluación de proyectos de ámbito ferroviario en España y en instituciones financieras europeas.

### **C.8 Estudio de riesgos**

Como indica la legislación vigente, el Estudio de Viabilidad incluirá un análisis de riesgos, subdividido en tres partes:

- Riesgos de la infraestructura e instalaciones
- Riesgos de la operación
- Riesgos durante la ejecución de las obras.

### **C.9 Estudio de viabilidad**

Fruto de los análisis anteriores, se realizará, para cada una de las líneas de Metro, un documento que recoja el Estudio de Viabilidad y la solución de trazado y ubicación de estaciones, talleres y cocheras seleccionada. Este estudio será completo, en lo que respecta a cumplir la normativa vigente cara a la solicitud de financiación o una posible concesión del sistema.

### **C.10 Información pública**

Como parte de esta fase se desarrollará un proceso de información pública para el estudio de viabilidad y también se someterá a consultas del organismo ambiental competente.

## **Fase D: Programación y desarrollo de la red**

Esta fase recoge la programación de la red y su desarrollo en fases. Se apoya en los estudios de viabilidad y tiene como objetivo proponer un calendario de desarrollo de proyectos y obras para los próximos años.

La programación incluirá, asimismo, todas las fases de información pública y gestión con las Administraciones. La programación puede subdividirse en las subfases siguientes:

### **D.1 Selección de las prioridades de línea por fases**

Priorización de líneas y tramos dentro de las mismas. Establecimiento de un programa plurianual de desarrollo que incluya la redacción de los proyectos, tramitación ante las Administraciones, procesos de información pública, licitaciones y ejecuciones de obra.

### **D.2 Sistema de financiación y establecimiento de un programa plurianual de inversión**

Análisis de inversión. Establecimiento de un programa plurianual de inversión con identificación de fuentes financieras, sistema de financiación (financiación ordinaria pública, sistemas PPP o financiación privada), fuentes de financiación, etc,...

## **12. DEFINICIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LA PRIMERA FASE**

En este apartado se desarrolla la FASE E definida en el apartado 10.

El Estudio desarrollará la primera fase de la red de Metro a nivel de Anteproyecto constructivo, con el detalle suficiente para que pueda licitarse posteriormente la redacción del proyecto constructivo, la ejecución de la obra y la explotación de ésta, por un período concreto de tiempo, bien directamente por parte del Ayuntamiento o bien como un contrato de concesión de obra pública. El Anteproyecto incluirá en todo caso lo citado en los artículos 227 y 228 de la Ley de Concesión de Obras Públicas.

La ejecución del anteproyecto de la primera fase requiere el desarrollo de los siguientes trabajos, ordenados según el índice que apruebe la Dirección del trabajo en base a la propuesta que le haga el Consultor. Dispondrá de Memoria, Anejos (definiendo las soluciones elegidas y alcanzando un nivel de predimensionamiento), Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas y Presupuesto.

La memoria tiene por objeto realizar una presentación de las características fundamentales del servicio de transporte de alta capacidad, con los que se elabora el anteproyecto constructivo. En ella se atenderán, al menos, los siguientes aspectos:

- Entre los aspectos generales se fijará posición sobre si en los tramos en superficie la plataforma ha de ser reservada en su totalidad, o parcialmente; si se permitirá algún acceso restringido a ambulancias, bomberos, policía, residentes...
- En relación con el material móvil se detallarán las especificaciones fundamentales del mismo, especialmente en cuanto afecten a las características del trazado para que aquél pueda operar con normalidad y obteniendo los mejores rendimientos.
- En cuanto a la infraestructura se definirán las secciones tipo de plataforma en vía única, si es el caso, y en vía doble, en recta y en curva.
- En cuanto a estaciones o paradas se definirán las paradas tipo, en superficie o, en su caso, estaciones subterráneas, y las dotaciones que deben incorporarse imprescindiblemente a las mismas (marquesinas, en su caso, máquinas vendedoras de billetes y canceladoras, iluminación, paneles informativos, cuartos técnicos, instalaciones de transporte vertical, etc.); andenes laterales o andén central.

En puntos sucesivos se describen los contenidos mínimos que debe incorporar el anteproyecto de la alternativa seleccionada, los cuales deberán estar soportados en los correspondientes anejos.

## 12.1.- Antecedentes

### Datos básicos cartográficos

Para la realización de los estudios correspondientes a esta fase se utilizará cartografía digitalizada comercial a escalas 1:5.000, 1:2.000 y 1:1.000 o superior procedente de la Diputación General de Aragón, del Ayuntamiento de Zaragoza o de otros organismos. En caso de no existir o no ser completa, el Consultor deberá ejecutarla y completarla para la realización correcta del trabajo. En todo caso, deberá actualizarla en lo relativo a la zona de la actuación. La cartografía que se utilice deberá incorporar varios colores.

### Datos básicos técnicos: Instalaciones, infraestructura viaria, material móvil y semaforización

El Consultor recopilará los datos básicos de las instalaciones e infraestructuras viarias existentes en la zona de actuación, a través de los órganos competentes del Ayuntamiento de Zaragoza y del trabajo de campo, para la correcta definición de los parámetros de diseño de las nuevas obras.

Se recogerá también información acerca del grado de utilización de las instalaciones y de su explotación.

### Datos básicos geológicos y geotécnicos

El Consultor llevará a cabo un estudio geológico – geotécnico - geofísico completo, que incluya todos los datos necesarios para el diseño y dimensionamiento de las obras a nivel de anteproyecto.

El alcance y características del estudio geológico – geotécnico - geofísico se define en el Anejo correspondiente de este Pliego. La oferta económica de este estudio geológico – geotécnico - geofísico deberá desglosarse en tres apartados:

- a) Recopilación de información geológica - geotécnica, y 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.

Informe final. A la vista del estudio geológico – geotécnico - geofísico, la información anterior disponible y los condicionantes de la infraestructura y su entorno, el consultor procederá a la revisión y análisis de ambos y redactará un Informe Técnico final. Éste incluirá criterios y recomendaciones sobre aspectos tales como:

- Trazado en Planta y Perfil
- Secciones tipo
- Procedimientos constructivos más adecuados
- Cimentación de estructuras y obras de fábrica
- Instalaciones y material móvil
- Talleres, Puesto de Mando e instalaciones adicionales para la operación y mantenimiento

Y, en general, todos los datos necesarios, desde el punto de vista geotécnico, para el desarrollo del anteproyecto.

En base a este informe, se redactará el Anejo de Geología y Geotecnia, que además deberá incluir los análisis y cálculos de las obras y de los procedimientos constructivos desde el punto de vista geotécnico, tales como empujes sobre entibaciones o sostenimientos, capacidades portantes, asientos previsibles, etc.

### Datos básicos de planificación

Como documento básico del estudio se recogerá el planeamiento urbanístico vigente o en proceso de aprobación relativo a las zonas de la actuación.

Se recopilarán, así mismo, los datos que puedan ser de importancia a la hora de definir la afección de las diferentes alternativas, durante su ejecución o en funcionamiento, sobre los distintos servicios e infraestructura urbana, como viales, redes de abastecimiento y saneamiento, tráfico urbano, situación de industrias, etc.

### Datos básicos medioambientales

Se utilizarán como fuentes de información básica la recogida en estudios anteriores, la existente en Organismos, tales como ICONA, Patrimonio Nacional, Comunidad Autónoma, Agenda 21 del Ayuntamiento de Zaragoza, etc., y los trabajos y estudios monográficos realizados sobre este tema.

Sin embargo, esta información deberá ser completada con trabajo de campo en aquellos puntos que sea necesario teniendo en cuenta que:

- Se aplicará la metodología detallada de CORINAIR para la estimación de emisiones contaminantes para el tráfico rodado si fuese posible o en su defecto la metodología simplificada.
- Se aplicará el modelo de predicción de niveles sonoros de la Agencia Local 21 del Ayuntamiento de Zaragoza.
- Se elaborará un documento de evaluación de la contabilidad ambiental del proyecto.

## **12.2.- Estructura urbana, evolución e integración urbanística de la red de metro.**

La red de metro, el trazado definitivo de cada una de sus líneas, la secuencia de las fases y las prioridades de cada una quedarán pormenorizadamente justificadas en función de las necesidades derivadas de la resolución de las actuales demandas de transporte, así como de las previsiones futuras, vinculadas a una propuesta de ciudad a largo plazo, que debe superar el alcance del desarrollo previsto en el plan general de ordenación urbana vigente, limitado a un espacio de tiempo menor al que debe satisfacer la propuesta de metro.

Además de justificar la solvencia de la red de metro para resolver los problemas de transporte, se justificará la correspondencia de su trazado con la estructura urbana actual y futura desde la perspectiva funcional y de su contribución a potenciar la interrelación de las actividades sociales, económicas y de intercambio en el futuro.

## **12.3.-Trazado**

A partir de los puntos anteriores (antecedentes e integración urbanística) el Consultor efectuará el trazado de la línea a escala 1:2.000. Dicho trazado se efectuará con un programa de trazado de reconocida solvencia con los parámetros de diseño mencionados.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL TRAZADO Y LÍMITES

Parámetros	Límites
Velocidad máxima de circulación:	V <sub>máx</sub> = 50 Km/h tramo urbano V <sub>máx</sub> = 70 Km/h túnel o suburbanos
Ancho de vía:	1.435 mm
Radio horizontal mínimo de la red y vías de servicio:	
En zonas en superficie	
- Deseable:	50 m
- Absoluto:	40 m
En zonas en túnel construidas con tuneladora	
- Deseable:	400 m
- Absoluto:	350 m
En zonas en túnel construidas con pantallas	
- Deseable:	100 m
- Absoluto:	80 m
Radio vertical mínimo de la red:	
- Deseable:	500 m
- Absoluto:	250 m
Pendiente máxima de la red, zonas subterráneas:	
- Deseable (en rampas sin límite de longitud):	40 ‰
- Absoluta (en situaciones puntuales):	50 ‰
Pendiente máxima de la red, zonas expuestas a intemperie:	
- Deseable (en rampas sin límite de longitud):	30 ‰
- Absoluta (en situaciones puntuales):	40 ‰
- Pendiente máxima en vías de servicio:	70 ‰

El consultor tendrá en cuenta en los perfiles longitudinales la existencia de vaguadas y las consecuencias de índole funcional y económico que las mismas imponen al material para despejar la vía en caso de avería de un vehículo. Se prestará especial atención a los cruces del río Ebro y, si es el caso, del río Huerva así como los túneles ferroviarios del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias. En cualquier caso la cartografía y topografía deberá ser revisada y actualizada y adaptada a las escalas correspondientes. Además, si no existiera cartografía o fuera insuficiente, el Consultor deberá realizar por sus propios medios el levantamiento topográfico de todo el trazado o el complemento necesario para la cartografía existente. El Consultor levantará los planos a escala mayor de la 1:2.000 de aquellos puntos singulares, en donde sea necesaria mayor definición y no se disponga de esa cartografía en los estudios anteriormente realizados o no se encuentre suficientemente actualizada.

La memoria irá acompañada de un anejo de "Cartografía y Topografía".

#### **12.4.- Infraestructura. Implantación de la plataforma y ordenación urbanística**

En este punto se detallarán los tramos en superficie y subterráneos, los tramos de vía doble y sencilla si hubiera alguno, la tipología de los carriles elegidos, sus apoyos y el sistema de montaje de los mismos. Se definirán las características de la base –losa de hormigón u otra- y del conjunto de la plataforma así como de las áreas adyacentes y, de modo muy singular, la conexión con el viario urbano en todas las tipologías que pudieran darse a lo largo del recorrido, con identificación del tipo de suelo y, si es el caso, del mobiliario urbano complementario.

En el caso de la integración del trazado subterráneo en la ciudad, se tendrá en cuenta cuál será el proyecto básico de todas las bocas de metro y accesos que vayan a disponerse en la zona de traza subterránea, así como de todo el

mobiliario auxiliar y complementario que se defina. Para los tramos en superficie, se exige un estudio arquitectónico y de integración en la ciudad específico que contemple no sólo el estudio de diseños realizados en los múltiples proyectos y análisis ya efectuados, sino una propuesta concreta integradora con la ciudad.

Se definirán en este apartado los criterios generales básicos para la reposición de los distintos tipos de viales afectados por el trazado, tanto en la fase de obras como en su estado final.

Los movimientos de tierra y estructuras de estos viales tendrán un tratamiento similar al realizado para la obra principal.

También se detallarán las obras de drenaje que deben incorporarse a la plataforma y se especificarán las medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas que debe incorporar el proyecto constructivo.

Respecto a la información de “Geología y Geotecnia” necesaria para esta parte del proyecto como para la de estructuras, figurará en un anejo que servirá de base a las decisiones adoptadas. Se obtendrá de la revisión y actualización de estudios ya realizados, así como de reconocimientos “in situ” del terreno, de toda la documentación bibliográfica y cartográfica disponible y de la información que proporcionen otros trabajos técnicos, estudios y proyectos anteriores, sean o no ferroviarios, sobre algunas de las zonas a estudiar. La información así obtenida se complementará con la campaña de sondeos, calicatas, tomas de muestras, ensayos etc., que considere necesarios para el conocimiento exacto de las características del terreno, los cuales deberán ser contratados a empresa de reconocida solvencia, autorizada por la Dirección del Estudio, asumiendo el Consultor la responsabilidad de su control y vigilancia, así como de la interpretación de los datos obtenidos y de las recomendaciones finales sobre taludes de desmontes y terraplenes, carga admisible en cimentaciones, tipología de estas, geología y geomecánica de rocas en túneles, hidrología subterránea,

viabilidad de soluciones soterradas y todos los demás aspectos de la obra influidos por las características de los terrenos. En todo caso el Informe Geotécnico es de la responsabilidad del Consultor. Se prestará atención a los niveles freáticos existentes, y a su posible alteración con la construcción de la alternativa considerada.

En materia de “Hidrología y drenaje”, que se detallará en un anejo, se incluirá el estudio de las posibles cuencas, tanto superficiales como subterráneas, y fundamentalmente estas últimas, que pudieran afectar a las obras, para lo que será necesario realizar un estudio de detección de las mismas, y las consecuencias de su posible modificación. En el caso de la escorrentía superficial, se justificarán debidamente los caudales adoptados y, en su caso, se calcularán las capacidades hidráulicas de cada una de las obras de drenaje, tanto en la fase de construcción como en la situación definitiva. Atención especial merecerán los cálculos correspondientes que aseguren la no inundabilidad de cualquier instalación subterránea.

#### **12.5.- Superestructura de vía y revestimiento**

El estudio incluirá la definición de la superestructura de vía, así como aparatos de vía, etc. También se estudiarán las situaciones provisionales durante la construcción.

#### **12.6.- Estaciones de metro: tipología, programa de usos y diseño**

Se definirán las diversas tipologías de estaciones de metro con que estará dotada la red, determinando las jerarquías que en cada caso correspondan, así como las actividades que puedan desarrollarse, complementarias con las básicas de acceso al sistema de transporte y al intercambio entre líneas de diferente

recorrido. Se vincularán las actividades posibles al estudio de flujo peatonal previsible en cada caso.

Se indicarán las propuestas de actividades estructuradas en un programa de usos vinculado a un anteproyecto de cada variante en la que deberán definirse las características espaciales óptimas.

Se incluirá la definición arquitectónica de acabados tanto de una estación, como de una para tipo, buscando la adecuada integración, funcionalidad e imagen del sistema.

El anteproyecto efectuará un inventario de estaciones, que deberán situarse a una distancia recomendable de 450 a 500 metros en superficie y de 500 a 600 en subterráneo. Deberán situarse preferentemente en tramos rectos y llanos o con la menor pendiente posible, deben ser accesibles a personas de movilidad reducida y el desnivel entre la plataforma del andén y la rasante de la calle se superará mediante rampas suaves que se adapten a la normativa vigente relativa a la supresión de barreras arquitectónicas y en el que, al menos, se indicará:

- La numeración para una futura explotación.
- El vial en el que sitúa la parada.
- El PK de ubicación del piñón de entrada de la parada.
- La distancia en relación con la parada anterior (desde el anterior piñón de entrada)
- La tipología de la parada: superficie, subterránea.
- La geometría de la parada: recta, curva, mixta, pendiente en la misma, pendiente en el acceso o en la salida.
- Andenes de servicio a la parada: laterales, central, ancho y longitud.
- Accesibilidad a la parada: a nivel, escaleras fijas y rampas, escaleras mecánicas, ascensor, etc.

Se incluirá la determinación de la superestructura de vía e instalaciones, y los diferentes espacios y sus usos, a disponer en las nuevas instalaciones que se definan.

### **12.7.- Estructuras y viaductos.**

Se realizará el predimensionado de cada estructura importante, analizando y proponiendo la tipología que resulte más conveniente en cada caso y efectuando un precálculo de la misma, así como de todos aquellos que pudieran considerarse tipos de estructura repetidos a lo largo del trazado. Especial importancia tienen las estaciones subterráneas de dos o más niveles, intercambiadores entre líneas de Metro o de Metro y Cercanías o AVE.

En el supuesto de utilización de un puente o viaducto existente para soportar el trazado de la línea de metro o metro ligero se efectuarán los cálculos que permitan asegurar que tal infraestructura soportará, sin problemas, las nuevas cargas que se derivan de la ubicación de las nuevas superestructuras y el paso de los nuevos vehículos y, en caso necesario, se definirán las actuaciones imprescindibles para que la estructura siga cumpliendo con las exigencias planteadas por su antigua función - salvo que se justifique adecuadamente que la antigua función desaparece - y por los nuevos requerimientos.

El Consultor realizará los estudios necesarios para justificar las soluciones constructivas propuestas.

### **12.8.- Métodos constructivos en túneles**

La prioridad de los túneles del Metro de Zaragoza es la seguridad, tanto durante su construcción (en el interior, para los operarios que lo construyen, y en

el exterior para los edificios y estructuras situadas arriba en superficie) como durante su vida útil. La construcción de túneles de Metro en las últimas décadas ha causado una serie de colapsos, tanto en España como en el resto del mundo.

El Consultor estudiará las causas de los colapsos y hundimientos ocurridos en las últimas décadas en los túneles de Metro y FFCC de otras ciudades de España y el mundo, e incluirá un apartado en el que indique cómo hubieran podido evitarse con los métodos constructivos adecuados o un diseño de máquinas más acertado. En este estudio se incluirán los túneles construidos por pantallas, explicando la forma de evitar las recientes colapsos ocurridas en otras ciudades.

Se prohibirán por lo tanto en los túneles de Zaragoza, y muy especialmente en los que transcurran por los estratos aluviales, arenosos y gravosos de las terrazas del Ebro los métodos constructivos que lleven riesgo o peligro de colapso, como muy especialmente los llamados Métodos de Frente Abierto (Nuevo Método Austríaco, Precorte Mecánico, Soil Nailing y similares), que expongan una superficie de frente superior a 3 m<sup>2</sup> o que remitan la estabilidad del contorno a una delgada capa de hormigón proyectado con o sin mallazos, cerchas y bulones. Los túneles del Metro de Zaragoza se construirán o bien por pantallas desde superficie con el método llamado “cut and cover” o bien con tuneladoras de frente cerrado.

En el caso de utilizar tuneladoras se pondrá especial cuidado en su diseño si son nuevas, o en su modificación si son existentes, a los efectos siguientes:

- El control de la presión del frente deberá ser muy grande, mucho mayor del que en general permiten las tuneladoras llamadas EPB o de presión equilibrada de tierras. Salvo justificación en contrario, en las terrazas aluviales se deberán utilizar las llamadas tuneladoras de presión de lodos o slurry que permiten un control mucho más exacto de la presión en cámara que evite las venidas del frente.

- La inyección por cola se redimensionará modificando y aumentando el número de conductos de inyección y de las bombas correspondientes hasta garantizar que el túnel queda recubierto y protegido de filtraciones con una potente capa impermeable de mortero inactivo. Se incluirá un Informe sobre las infiltraciones y afecciones al nivel freático ocurridas en algunos recientes túneles ferroviarios por inyectar gravilla y lechada en lugar de mortero, y se tomarán las medidas que eviten estos problemas en Zaragoza.

En el caso de construcción de los túneles de línea por pantallas desde superficie con el método llamado “cut and cover” se pondrá especial cuidado en el adecuado cálculo del empotramiento de los paneles y en el diseño de las juntas entre los mismos.

Además de esto se realizarán los estudios clásicos, estudiando las características de los túneles, realizando una descripción de la geología que previsiblemente atravesarán y de las características geomecánicas del suelo a atravesar, los sistemas constructivos, las dificultades para su excavación (tratamientos previos, emboquillados, excavación, sostenimiento, revestimiento, impermeabilización y acabados, tratamientos especiales y problemas derivados de la existencia de agua subterránea en la traza), así como las macrounidades más indicadas para su correcta valoración.

### **12.9.- Métodos constructivos en estaciones subterráneas.**

Se expondrán los métodos y procesos constructivos propuestos teniendo especialmente en cuenta las características geológicas y geotécnicas del subsuelo existente en cada tramo, con especial énfasis en la influencia que tienen los ríos que discurren por el centro de la ciudad de Zaragoza

Además de las metodologías y procesos constructivos a emplear, a describir y justificar en el propuesta para las actuaciones más importantes, edificaciones enterradas, sistemas de muros-pantalla, ejecución de túneles, etc, se expondrán las medidas cautelares a adoptar y las exigencias a imponer a las empresas constructoras para garantizar, en cada caso, la seguridad en las obras y la eliminación de los riesgos.

Como norma general en el Metro de Zaragoza no se construirán estaciones subterráneas en caverna, que por su mayor ancho conllevan peligros mayores que los túneles de línea, tienen mayor superficie de frente abierto y no pueden mecanizarse con escudos de frente cerrado. También como norma general las estaciones subterráneas se construirán desde superficie, con pantallas.

Se incluirá un informe sobre los hundimientos y colapsos ocurridos en estaciones cavernas construidas en los últimos años bajo edificios o líneas ferroviarias en otra ciudades, explicando las medidas que deben adoptarse en Zaragoza para que no ocurran. En este informe se compararán los plazos y costes de diferentes líneas ferroviarias subterráneas, tratando de explicar los motivos de los numerosos retrasos que ocurren en otras ciudades y definiendo las acciones a tomar para que eso no ocurra en la red de Metro de Zaragoza.

#### **12.10.- Cocheras y talleres**

Como parte integrante del anteproyecto se definirán las construcciones destinadas a las cocheras y talleres necesarios, para estacionamiento y mantenimiento del material móvil, dimensionados proporcionalmente a las fases de forma que, aún con una concepción global y unitaria para las necesidades totales, se posibilite una construcción modular con intervenciones e inversiones progresivas, en función del desarrollo de las sucesivas ampliaciones a implementar en la red.

Se definirá la capacidad mínima de las mismas para atender las necesidades de estacionamiento y mantenimiento del material móvil con los elementos imprescindibles para realizar las tareas correspondientes, salvo que se apoye la opción de un mantenimiento externo que no precise instalaciones específicas ligadas a la red.

Se justificará el tamaño de la flota, apoyándose en el plan de explotación y en los planes de mantenimiento de la misma y, consecuentemente, las necesidades de longitud de vías y de superficie que requieren las cocheras. Tales definiciones se efectuarán teniendo en cuenta las previsibles necesidades de ampliación.

A estos efectos, independientemente de su ubicación probable, a la que se hace referencia a continuación, la cochera tipo, que habría de realizar la función de garaje de los vehículos y servir para taller donde efectuar las operaciones de mantenimiento correctivo y predictivo, así como las revisiones de ciclo largo, ha de tener los siguientes elementos:

Un número de vías, o la longitud equivalente en un número menor, siempre suficientes para estacionar vehículos de la longitud que se justifique necesaria, que cubran las siguientes funciones:

- Dos (2) vías para revisiones de ciclo largo
- Dos (2) vías para operaciones de mantenimiento correctivo y predictivo.
- Una (1) vía para lavado.
- Una (1) vía para soplado
- Una (1) vía de pruebas
- Una longitud de vía, equivalente a la necesaria para aparcar todos los vehículos considerados de 35 metros de longitud. No estando dimensionado en este momento se pueden adoptar provisionalmente los valores de 16 vehículos, incluidas las reservas, es decir, 560 metros de vía, que pueden

organizarse en un haz de cinco a ocho vías de 110 metros a 75 metros de longitud, respectivamente.

- Dos (2) vías para dresinas: una de estacionamiento y otra, con muelle, para carga y descarga.
- Un edificio auxiliar dotado de cuarto de control, vestuarios, despachos, sala de reuniones, aseos, comedor, cuarto de baterías, cuarto de dispensación de grasas y aceites, cuarto de herramientas, almacenes, cuarto para equipos de aspiración centralizada, sala de formación y cuarto para simulación.
- Un edificio de control del acceso a las cocheras talleres.

A la cochera se accederá por una vía única o bien doble, en función de lo que concluya un análisis específico que se realice a tal fin y la superficie mínima será determinada como resultado de la mejor ordenación de los elementos anteriormente descritos, pero se considerará la conveniencia de disponer de una mayor superficie de terreno para acoger el material que pudiera circular por otras líneas si llegasen a construirse. El Consultor seleccionará, de no haberlo hecho antes, y aplicando criterios económicos y diferentes escenarios temporales de explotación, uno de los terrenos propuestos por la Dirección del Estudio y, sobre él, delimitará el necesario para su ubicación sobre un parcelario escala 1:1.000, de modo que incluso las vías de acceso y el haz de vías de estacionamiento y trabajo se encuentren recogidos en el trazado del anteproyecto constructivo.

#### **12.11.- Suministro eléctrico y catenaria**

Se estudiará la conveniencia o no de contar con un sistema propio de alimentación de energía, la redundancia de la alimentación, el número y características de las subestaciones, su ubicación, la tensión de alimentación en corriente continua, la tipología de la línea de alimentación perfectamente definida y los sistemas de gestión de toda la alimentación a la línea y a cada elemento de la misma. En concreto, se tratarán:

- Las tensiones de recepción de energía para alimentar los vehículos en corriente continua y los puntos de contacto con la red de alta tensión. La disponibilidad de suministro de energía por parte de las Empresas Suministradoras habituales en Zaragoza, las tensiones de alimentación de estos suministros y los requisitos en cuanto a transporte, transformación y rectificación asociados.
- Las subestaciones necesarias, su ubicación preferentemente soterrada (también a efectos de expropiaciones), la potencia instalada en las mismas, los grupos transformadores y todos cuantos elementos permitan asegurar el servicio de alimentación a la línea y a las instalaciones de la misma, con suficiente nivel de garantías, en forma tal que sea posible mantener tal garantía en el proyecto constructivo y establecer una previsión razonable de precio o inversión.
- La tensión de alimentación a las paradas o estaciones, así como el sistema de alimentación a los equipos instalados en las mismas.
- Los centros de transformación específicos que puedan plantearse para alimentación a las cocheras y talleres.
- Respecto a la línea de alimentación, catenaria u otra, se realizará una definición de la misma que contemple, en su caso, la distancia entre apoyos, la tipología de postes y péndolas y su inserción en el terreno, los mecanismos de sustentación y su disposición a lo largo de la traza, tanto en tramos de vía doble como de vía sencilla, en estaciones y en cocheras, la disponibilidad de feeder y sus frecuencias, y los elementos de telemando de las secciones de vía, de modo que pueda efectuarse una medición completa de todo el sistema.

### **12.12.- Señalización**

Deberá preverse la señalización en todo el tramo. El consultor estudiará la conveniencia de operar con “marcha a la vista”, de forma semiautomática o con sistema ATP, todo ello por tramos y anticipando las consecuencias, limitaciones y

medidas a adoptar en cada caso. Se definirán y ubicarán las señales luminosas, tanto indicadoras del itinerario como informativas.

En tanto no sea preciso, no hará falta la instalación de bloqueos. Los cambios de uso habitual estarán motorizados y podrán ser accionados por el conductor desde la cabina del vehículo y se decidirá, en función de criterios estrictamente económicos, si conviene motorizar y telemandar los de uso no habitual.

### **12.13.- Comunicaciones y centro de control**

Los sistemas de comunicación y control deberán considerar la evolución constante de las tecnologías en el tiempo, la incorporación de la informática y la transmisión digital en todos los aspectos de las actividades sociales y comunitarias de los habitantes del planeta y apostar por soluciones flexibles que permitan adaptar con los menores costes los cambios derivados de los avances conocidos y de los que se producirán en los años próximos.

Se procurará evitar los sistemas que presenten soluciones rígidas o poco flexibles, aunque estén muy probadas, en cuando respecta a transmisión de datos, radiocomunicaciones, sistemas de interfonía, megafonía, teleindicadores, vigilancia, control de accesos, cronometría, sistemas de señalización, tarifación, etc, etc.

Sin perjuicio de lo anterior, las comunicaciones contemplan una panoplia de especialidades que se tratan seguidamente:

### Red de transmisión digital por fibra óptica

El consultor analizará la conveniencia de programar la construcción de una red de transmisión digital por fibra óptica que sea capaz de transmitir las señales de voz y datos necesarias para todos los servicios requeridos, y que se adopten de los que figuran a continuación, a corto, medio y largo plazo, incluso considerando la posibilidad de uso alternativo o alquiler para otros clientes.

El anteproyecto debe elegir uno de los sistemas más implantados en el sector (Gigabit, ATM, etc.) u otro justificado, así como las posibles redes Wifi que se hagan precisas y los sistemas de comunicación de voz y datos tren tierra, tanto para la parte subterránea como la de intemperie donde dispondrá de SAE. En el proyecto constructivo se decidirá sobre la conveniencia de implantar una red de teleproceso.

### Red de radiocomunicaciones

Se tomará una decisión sobre si debe ser un sistema analógico de radiotelefonía privada o un sistema TETRA que permita la comunicación bidireccional de voz y datos entre el Centro de Control y las unidades móviles. En cualquier caso, para conseguir la cobertura deseada, el consultor analizará la conveniencia de:

- Diseñar e instalar una red propia,
- Compartir la red con el Ayuntamiento de Zaragoza
- Alquilar la red a un operador de comunicaciones, si tal red existe.

### Sistema de telefonía

El sistema de telefonía que se elija deberá permitir el establecimiento de comunicaciones de voz y datos a nivel administrativo dentro de la red, entre el personal de explotación y entre éste y la red de telefonía pública externa,

permitiendo la comunicación con las cocheras y talleres, el centro de control y las subestaciones.

### Sistema de interfonía

El sistema de interfonía que se elija ha de permitir las comunicaciones entre los viajeros, desde las diferentes estaciones y sus accesos, y el centro de control, por medio de interfonos que operen “hot line”. La comunicación deberá poder realizarse en ambos sentidos y los elementos visibles deberán ser diseñados de modo que no sufran daños por parte de los usuarios ni se los produzcan a ellos.

### Sistema de megafonía

El sistema de megafonía que se elija ha de permitir la difusión de música ambiental en el recinto de las estaciones, si las hubiere, así como de mensajes orales emitidos desde el centro de control. Por otro lado, se ha de concebir un sistema de megafonía que, desde el centro de control, permita dirigir idénticos mensajes a los vehículos en plena operación de los mismos.

### Sistema de teleindicadores

Un sistema de teleindicadores deberá permitir la información a los usuarios sobre el funcionamiento de la línea y la circulación de trenes, en tiempo real y de manera fiable, indicando en cada parada el tiempo que falta para el paso del próximo vehículo.

En el interior y exterior de los vehículos deben existir, igualmente, teleindicadores que permitan mostrar mensajes automáticos, gestionados desde el centro de control, sobre sentido de circulación, próxima parada, etc.

### Sistema de televigilancia

Un sistema de captación de imágenes en el interior de los vehículos y en el recinto de las paradas, y de transmisión de las mismas al centro de control, debe ser contemplado definiendo sus características esenciales, aunque la concreción de las mismas se realice en el proyecto constructivo.

### Sistema de cronometría

Un sistema de cronometría centralizada permitirá unificar la información horaria a lo largo de la línea, a partir de un origen de tiempos único que facilitará las labores de explotación, a la vez que proporcionará información adicional a los usuarios.

### Sistema de control de accesos.

Los accesos a la línea, a las diferentes estaciones que hubiera en la misma, contarán con un sistema centralizado de control que permita detectar información suficiente, a efectos estadísticos y de explotación. En la zona en la que el trazado sea en superficie y el plan de explotación opte por un control de acceso a los vehículos ubicado en estos, tal sistema no sería necesario a lo largo de la línea.

Sin embargo, un sistema de control de accesos debe diseñarse para controlar el acceso a las subestaciones eléctricas, talleres y cocheras, armarios de equipos, centro de control, etc.

### Centro de control

El consultor definirá las características principales del Centro de Control en el que deben estar integrados todos los equipos y sistemas de tráfico y ayuda a la explotación, los sistemas de comunicación, los de televigilancia, los de alarmas de

instalaciones y telemandos de éstas, los de energía y tracción, subestaciones e instalaciones fijas de estaciones, hasta el punto de concretar las áreas del mismo, los equipos inicialmente necesarios y, al menos los imprescindibles, y orientar suficientemente sobre el importe de la inversión.

#### **12.14.- Sistema tarifario**

Sin perjuicio de la definición de las tarifas, que es objeto de otro apartado del programa económico, y de los sistemas de control del uso del servicio con títulos de transporte, que lo es del plan de explotación, corresponde al Consultor definir, a nivel de anteproyecto, los equipos que integren el sistema de expedición de billetes y cancelación de los mismos. Se incluirá un estudio específico sobre los diversos sistemas de tiketing existentes (Edmonton, tarjetas sin contacto, etc.) con una recomendación justificada de la propuesta. Tal sistema ha de ser capaz de soportar tecnologías con y sin contacto.

#### **12.15.- Semaforización.**

El consultor deberá definir un sistema para controlar, en las intersecciones, el paso coordinado de los vehículos ferroviarios y el tráfico viario y peatonal, dando prioridad al metro ligero en superficie. Este sistema, que ha de quedar suficientemente definido, estará formado en principio por un equipo de control local, instalado en un armario en la propia intersección, con capacidad para actuar sobre el resto de los semáforos.

El equipo de control conocerá la aproximación, entrada y salida del metro ligero a la intersección, gracias a detectores instalados en la vía; activará una fase de prioridad al metro ligero cuando éste se aproxime, actuando sobre los

semáforos correspondientes, para finalizarla una vez que el vehículo tranviario abandone la intersección.

#### **12.16.- Medidas correctoras de impacto ambiental**

En el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Anteproyecto se seguirá la metodología descrita por el R.D.L. 1302/86 y el Reglamento que lo desarrolla, y la Ley 6/2001 que modifica el RDL 1302/86 , teniéndose en cuenta sus exigencias.

El anteproyecto, en función de las exigencias que plantee el cumplimiento de las directrices de la agencia 21, realizará un inventario de las medidas correctoras de impacto ambiental que deben establecerse para la construcción de las infraestructuras que se plantean, así como las que deban regir, en su caso, el período de explotación de las mismas y elaborará una memoria de estudio ambiental con carácter específico. También se realizará una contabilidad ambiental de acuerdo con las bases de ejecución del presupuesto municipal de Zaragoza.

#### **12.17.- Material móvil**

Además del cálculo de las necesidades de material móvil a que se alude en el apartado anterior el consultor deberá definir las características principales del material deseado para la explotación, lo que influirá lógicamente en el cálculo citado.

Entre otros aspectos que pudieran ser de interés, habrá de concretar los siguientes:

- Tipo de vehículo, monodireccional o bidireccional.

- Límite mínimo y máximo de longitud de cada vehículo.
- Capacidad o no para funcionar varios vehículos conectados; acceso entre ellos. Composición de los trenes. Pesos y cargas.
- Límites máximo y mínimo de anchura.
- Límites máximo y mínimo de altura.
- Anchura de vía.
- Altura del piso interior sobre cabeza de carril.
- Pendiente máxima que debe superar en vía general.
- Pendiente máxima excepcional que debe superar con longitud máxima de la misma.
- Radio de giro mínimo según velocidades de circulación en vía general.
- Radio de giro mínimo en desvíos, talleres y cocheras.
- Peralte que debe soportar.
- Tipo de tracción principal y, en su caso, auxiliar.
- Tensión de alimentación nominal normal y tolerancias.
- Sistema o sistemas de suministro de energía según zonas.
- Velocidad máxima sostenida.
- Aceleración mínima y máxima según diferentes cargas.
- Deceleración máxima en condiciones normales y en condiciones de emergencia.
- Sobreaceleración.
- Aceleración transversal no compensada.
- Materiales empleados, cabinas, puestos de conducción, condiciones ergonómicas de los mismos.
- Prescripciones frente al fuego y el vandalismo
- Equipo neumático y bogies, en su caso.
- Tipo de carril según zonas y ruedas compatibles.
- Condiciones genéricas de explotación y mantenimiento.
- Distancia mínima entre ejes de vías paralelas.
- Sistemas de ATP y SAE

- Equipamiento auxiliar embarcado: ticketing, televigilancia, videoinformación, etc.

En todo caso, las características técnicas del vehículo deberán procurarse de modo que se adapten lo más posible a vehículos que estén en fabricación, o en proceso de definición, en el momento actual, y que puedan ser fácilmente conseguidos en el mercado con tiempos de suministro no superiores a los dos años de la fecha de encargo.

#### **12.18.- Longitud de las estaciones subterráneas**

El Consultor incluirá un informe de los costes y plazos que supuso ampliar la longitud de las estaciones de 60m a 90 m en la Línea 1 del Metro de Madrid en los años 60 y 70 para pasar de trenes de 4 coches a trenes de 6 coches. En este informe se incluirá también el coste y los trabajos necesarios para la misma ampliación de longitud de las estaciones de 60m a 90 m en la Línea 3 del Metro de Madrid en los años 2004 a 2008 para pasar también de trenes de 4 coches a trenes de 6 coches.

A la vista de los posibles aumentos de demanda de transporte público en Zaragoza en las próximas décadas, y vistos los costes y problemas técnicos de una ampliación de las estaciones de otras ciudades, se decidirá si la longitud de andenes en las estaciones subterráneas debe ser la correspondiente a trenes de 3, 4, 5 o 6 coches.

#### **12.19.- Servicios afectados**

El trabajo delimitará los servicios a reponer, los criterios de valoración de cada caso, agrupados en situaciones homogéneas y el coste resultante total de cada concepto.

### **12.20.- Afecciones arqueológicas.**

El Consultor incluirá, a partir de las publicaciones y estudios existentes sobre arqueología urbana en Zaragoza, un informe sobre las posibles afecciones al patrimonio arqueológico de la ciudad derivadas tanto de las obras de construcción como del trazado diseñado, así como una propuesta de medidas protectoras y correctoras.

### **12.21. Ocupaciones temporales y expropiaciones**

#### Ocupaciones temporales

El anteproyecto contendrá una delimitación del suelo que se va a ocupar durante la ejecución de la obra, de manera provisional, antes de la conclusión de la misma, los criterios de valoración de los distintos tipos agrupados en situaciones homogéneas y el coste resultante total de la ocupación temporal.

#### Expropiaciones

El anteproyecto contendrá el inventario de parcelas que será necesario expropiar para la ejecución de la obra, con su medición y localización catastral y una valoración de las mismas a efectos de una expropiación inmediata, con justificación de los precios utilizados.

### **12.22. Ordenación y regulación del tráfico**

El Consultor deberá realizar una propuesta de reordenación detallada del tráfico en todas las zonas de la ciudad en que, por ser atravesadas por las vías del metro ligero, o por ser ocupadas de modo exclusivo por éstas, resulte necesario

realizar restricciones, adaptaciones o modificaciones de los usos actuales. Cada una de dichas actuaciones y el conjunto deberá valorarse a efectos de integración en el presupuesto de la obra. Dicha propuesta será elevada a la Dirección del estudio para su consideración e incorporación, en la forma que se estime más adecuada, al proyecto de ejecución de la línea de metro o metro ligero.

#### **12.23.- Plan de obra. Procedimientos constructivos, en su caso**

Se desarrollará un plan de obra de todas las actuaciones previstas, incluidas las correspondientes a talleres y cocheras, reordenación del tráfico y adaptación del medio urbano, y, se efectuará una descripción de los procesos constructivos de aquellas fases que, a juicio del consultor, resulten especialmente interesantes, lo cual deberá hacer constar en la oferta.

#### **12.24.- Presupuesto para el conocimiento de la Administración**

Un presupuesto de la obra y del material necesario para la explotación de la misma deberá figurar con identificación las unidades o macrounidades utilizadas, de los precios asignados a las mismas y los criterios de valoración empleados.

#### **12.25.- Prescripciones para el proyecto constructivo.**

El Consultor deberá elaborar una relación de las características del anteproyecto que deben ser incorporadas al proyecto sin admitir ninguna variación, así como de los materiales, productos y elementos prefabricados o manufacturados y la definición de las especificaciones o características técnicas correspondientes que deben cumplir y, así mismo, las de los sistemas, procesos constructivos e instalaciones principales de producción y equipos.

### **12.26.- Documentos del anteproyecto.**

El anteproyecto se completará con una relación de los documentos que lo integran y en los que se desarrolla. Se procurará su adaptación a las especificaciones establecidas en el punto 15 de este pliego de prescripciones técnicas conteniendo una memoria de todos los aspectos tratados y desarrollando en anejos cuantas materias deban soportar lo descrito en la memoria, planos y Prescripciones técnicas

### **13.- DEFINICIÓN DEL PLAN DE EXPLOTACIÓN Y PROGRAMA ECONÓMICO DE LA PRIMERA FASE**

En este apartado se desarrolla la FASE F definida en el apartado 10.

El plan de explotación que ha de elaborar el Consultor comprenderá el programa de explotación y diversos planes que, referidos a la primera fase de la red de metro definida en el anteproyecto, se explicitan seguidamente.

#### **13.1.- Programa de explotación.**

El Consultor desarrollará un “programa de explotación” suficiente para asegurar el funcionamiento de la línea en las condiciones proyectadas, que comprenderá tres programas:

- Programa de operación
- Programa de gestión de la operación y
- Programa de mantenimiento.

El programa de operación establecerá, entre otros, las siguientes materias:

- Establecerá el período de servicio diario, de acuerdo con la Dirección del Estudio, distinguiendo entre días laborables y festivos, así como la temporada del año.
- Determinará el intervalo o la frecuencia de paso de los vehículos por un punto de la línea, a las diferentes horas del día de los diferentes tipos de días del año o, en su defecto, el número de vehículos que deben estar en la línea según las horas del día.
- Determinará la hora de apertura y cierre de las diferentes instalaciones, la de suministro de corriente de tracción y de alumbrado.
- Calculará el personal de conducción necesario para atender la explotación de los trenes o servicios programados, incluyendo los descansos, rotaciones y períodos vacacionales.
- Calculará el personal necesario para atender las estaciones o paradas, en función del tiempo de servicio y de las dotaciones de equipos y forma de explotación de las mismas que diseñe.
- Establecerá las necesidades de material para cumplir la programación de servicios teniendo en cuenta los tiempos de parada para efectuar el mantenimiento.
- Determinará el resto de necesidades de materiales consumibles.
- Calculará los consumos de diferentes productos (electricidad, agua, etc.) estableciendo los programas de suministro.
- Calculará el resto del personal necesario para la operación de toda la línea teniendo en cuenta, entre otros factores, el sistema elegido de control de acceso de los viajeros a las paradas y los vehículos.

El programa de gestión de la operación tratará las siguientes cuestiones:

- Establecerá el proceso de incorporación del personal a las diferentes actividades de atención a la línea, a los vehículos y a las instalaciones.

- Establecerá el ritmo de apertura de las estaciones de la línea si éstas existiesen.
- Establecerá el proceso de incorporación y retirada de vehículos de la línea, tanto al inicio y final de la actividad diaria, como en los momentos de incremento o reducción de la frecuencia.
- Calculará los recorridos del material, tanto en carga como en vacío, o recorridos parasitarios entre línea y cocheras.
- Simulará la circulación de un vehículo a lo largo de la línea, en supuestos correspondientes a la situación de explotación, para verificar su velocidad comercial.
- Simulará la circulación de la línea en el momento de mayor carga a efectos de verificar
- Verificará el cumplimiento de los programas de suministro de diferentes consumos (electricidad, agua, etc.) contabilizándolos para derivar en un gasto anual.

El programa de mantenimiento, a la luz del uso manifestado en los dos programas anteriores, desarrollará los siguientes temas:

- Determinará las necesidades de mantenimiento de la infraestructura y la superestructura y las instalaciones programando su ejecución en el tiempo y reservando el necesario para hacerlo si la duración del servicio fuera excesiva.
- Determinará las necesidades de mantenimiento del material y el tiempo de paralización del mismo para realizar tales actividades.
- Calculará el personal preciso para tales operaciones de mantenimiento de material, de la infraestructura, la superestructura y las instalaciones y sistemas, o los gastos que se producirán de afrontarlo con medios ajenos a la explotación.

El programa de mantenimiento, a la luz del uso manifestado en los dos programas anteriores, desarrollará los siguientes temas:

- Determinará las necesidades de mantenimiento de la infraestructura y la superestructura y las instalaciones programando su ejecución en el tiempo y reservando el necesario para hacerlo si la duración del servicio fuera excesiva.
- Determinará las necesidades de mantenimiento del material y el tiempo de paralización del mismo para realizar tales actividades.
- Calculará el personal preciso para tales operaciones de mantenimiento de material, de la infraestructura, la superestructura y las instalaciones y sistemas, o los gastos que se producirán de afrontarlo con medios ajenos a la explotación.

### **13.2.- Plan de seguridad de la operación.**

El Consultor establecerá un plan de seguridad de la operación de los vehículos y de las instalaciones que puedan causar riesgo de accidente disponiendo, al menos:

- Las normas de circulación que deben seguirse, o reglamento para la circulación de los vehículos.
- Las normas aplicables en materia de gestión de la energía en instalaciones eléctricas y de gestión de las instalaciones mecánicas que pudieran existir.
- La formación que debe recibir el personal, especialmente el de conducción, en materia de seguridad.
- La simulación de la retirada de un vehículo averiado en una vaguada del trazado de la línea.
- Los protocolos de desalojo de un vehículo averiado, sea en superficie, sea en subterráneo.

- La identificación de las situaciones de emergencia que deberán ser contempladas en el plan de seguridad que oferte un licitante al concurso de concesión de obra pública por tiempo determinado.

### **13.3.- Otros Planes.**

El Consultor definirá los contenidos que deben incorporar los planes de “seguridad y vigilancia de los viajeros” y de “atención y servicios a los usuarios” que habrán de presentar los licitantes futuros al concurso de concesión de obra pública.

Del mismo modo fijará las líneas generales del plan de aseguramiento de la calidad del servicio que deberán incorporar las futuras ofertas.

### **13.4.- Presupuesto anual de explotación.**

Con todos los elementos anteriores, el Consultor procederá a la elaboración de un presupuesto anual de explotación de la línea.

Finalmente, elaborará un documento que, con el nombre de “plan de explotación”, por sí mismo, permita comprobar la coherencia de todas las componentes en orden a asegurar el funcionamiento de la línea de metro ligero.

### **13.5.- Programa económico**

El programa económico que ha de elaborar el Consultor comprenderá la prognosis de la demanda, la propuesta de tarifas aplicables, la determinación de los ingresos previsibles y, junto con la de evolución de los gastos, la redacción del

plan de financiación y el cálculo de la rentabilidad de la inversión. Naturalmente, es muy posible que el plan deba desarrollarse en sucesivas iteraciones que se derivan del plan de explotación y viceversa.

#### Prognosis de la demanda

Se efectuará una previsión de la demanda a un horizonte de treinta años más allá de la fecha previsible de inicio de la explotación para lo cual se utilizarán los instrumentos empleados para la determinación de las demandas de las diferentes alternativas estudiadas en el análisis de viabilidad contemplado en la fase B de la descripción de los trabajos.

#### Tarifas aplicables

Se efectuará una propuesta de sistema tarifario, que deberá ser validado por la Dirección del Estudio, con su evolución a lo largo del período considerado.

#### Ingresos previsibles

Se efectuará una previsión de ingresos procedentes de la recaudación por venta de títulos de transporte, según hipótesis que se validarán por la Dirección del Estudio, a lo largo del mismo período.

#### Gastos previsibles

A partir del plan de explotación, se efectuará una previsión de gastos de explotación para los mismos horizontes, y se incorporarán a ellos los gastos financieros y los de amortización del inmovilizado

### Plan de financiación

A la vista de todos los datos anteriores, se efectuarán las hipótesis de financiación de la obra y de la explotación para que se asegure su viabilidad en el período considerado.

### Rentabilidad

Con todos los datos anteriores el consultor deberá efectuar el cálculo de rentabilidad según diferentes criterios de medida que propondrá en su oferta.

## **14.- PROCESO DE INFORMACIÓN PÚBLICA Y ESTUDIO DE ALEGACIONES**

En este apartado se desarrolla la FASE G definida en el apartado 10.

Terminado el plazo concedido para la realización de la asistencia técnica que se concursa conforme a las prescripciones establecidas en este pliego, el Consultor se encargará de prestar asistencia a la Administración en el proceso de información pública, responsabilizándose de preparar la documentación que sea necesario utilizar, siguiendo instrucciones de la Dirección del Estudio y que comprenderá al menos cuatro ejemplares del documento de información pública, el cual debe contemplar:

- El trazado en planta y perfiles de la solución elegida, la ocupación de suelo de la misma, con carácter provisional y definitivo, los aspectos generales de la solución adoptada, la forma de implantación de la plataforma y la solución de ordenación urbanística, las paradas, la ubicación de cocheras y talleres, las soluciones tipo de suministro de energía, una descripción general de los sistemas de comunicación y control y una descripción de los trabajos a realizar y de la duración de los mismos.

- Las medidas correctoras de impacto ambiental.
- Una descripción del funcionamiento de la red, con los datos básicos del plan de explotación.
- Las características del material móvil.
- Las expropiaciones necesarias.
- La propuesta de semaforización y de ordenación y regulación del tráfico en las zonas adyacentes o afectadas por el trazado del sistema.
- Los presupuestos.
- Un esquema del programa económico.
- Una colección de paneles que recoja gráficamente los principales aspectos de la obra.
- Un vídeo que simule el funcionamiento del sistema a lo largo del trazado.
- Unos dípticos o trípticos que recojan las principales características del proyecto para editar en número no superior a 5.000 ejemplares.

El consultor se hará cargo de todos los gastos de ediciones y publicaciones que se ocasionen en este sentido.

Una vez recibidas las alegaciones, el Consultor propondrá las resoluciones que estime oportunas para éstas, las cuales serán sometidas al criterio de la Dirección del Estudio y consultadas con las principales administraciones y organismos afectados.

El Consultor procederá a efectuar todos los cambios que sean necesarios en desarrollo de la alternativa seleccionada a nivel de anteproyecto, así como en el plan de explotación y en el programa económico, a resultas de las alegaciones presentadas que hayan sido estimadas favorablemente.

El consultor asistirá, a requerimiento de la Dirección del Estudio, a las reuniones que se celebren con motivo de la información pública.

## **15. ORDENACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN INTEGRANTE DEL ESTUDIO**

El Estudio se ordenará conteniendo los siguientes documentos:

1. Memoria
2. Viabilidad de alternativas
3. Anteproyecto de la alternativa seleccionada para la fase primera de la red de metro.
4. Plan de Explotación.
5. Programa Económico.
- 6 Anejos.
- 7 Planos.
8. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
9. Presupuesto.
10. Informe de impacto ambiental.

La Memoria general contendrá:

El objetivo del Estudio y la exposición de las circunstancias que justifican la actuación.

- Las necesidades funcionales a satisfacer (descripción funcional del trazado, etc.), junto a la descripción de los factores sociales, técnicos, medioambientales, territoriales, urbanísticos, económicos y administrativos de las zonas por las que discurra el trazado.
- Un resumen de los datos básicos (cartográficos, geológicos, hidráulicos, etc.), parámetros de trazado, criterios de diseño e hipótesis de partida de los estudios de la nueva infraestructura.
- Condicionantes básicos medioambientales
- La descripción completa del desarrollo del trabajo y la ordenación de los documentos.

- Un capítulo dedicado a la breve descripción de las alternativas estudiadas, a su proceso de generación, el resumen de mediciones y el coste de cada una de las alternativas, de los criterios de valoración y del proceso de selección de la óptima.
- La descripción detallada de la solución elegida, incluidas las características del material.
- Un capítulo específico dedicado al plan de explotación.
- Un capítulo específico dedicado al programa económico de la actuación.
- Índice completo de todo el documento.

Los documentos 2, 3, 4 y 5, “Viabilidad de alternativas”, “Anteproyecto de la alternativa seleccionada para la fase primera de la red de metro”, “Plan de explotación” y “Programa Económico”, se redactarán conforme al índice señalado en este mismo pliego en sus apartados 11, 12 y 13, respectivamente. El documento “Viabilidad de alternativas” se redactará de acuerdo con lo señalado en el apartado 11 de este pliego. El documento referido al “Anteproyecto” se estructurará en los veintiséis elementos, incluidos sus subepígrafes, que han sido relatados en el apartado 12. Los documentos de “Plan de Explotación” y “Programa económico” comprenderán los aspectos citados en el apartado 13 de este pliego.

Los Anejos se subdividirán en los temas acostumbrados en este tipo de documentos. En los Anejos, entre otros, se incluirán:

- Los habituales de: Antecedentes; cartografía; geología y geotecnia; hidrología y drenaje; trazado geométrico; tipologías de plataforma, secciones tipo y paradas tipo; movimiento de tierras; túneles; viaductos, puentes y otras estructuras; estaciones; superestructura e instalaciones ferroviarias; electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones; cocheras y talleres; integración ambiental; reordenación del tráfico; servicios afectados; reposición de viales y servidumbres; planeamiento de otros organismos y

urbanístico; expropiaciones; justificación de precios; plan de obra; presupuesto para conocimiento de la administración; etc.

- Asimismo, se incluirán los anejos que, por la naturaleza y características del Estudio se estime conveniente.

En los Planos figurarán: Los planos generales y de alternativas a escala mínima 1:5.000, y planos de trazado de la alternativa seleccionada a escala mínima 1:2.000 y de puntos singulares del trazado a escalas inferiores. Deberán figurar:

- Plano de conjunto.
- Trazado: planta y perfil longitudinal.
- Secciones tipo.
- Perfiles transversales.
- Reposición de servidumbres.
- Túneles
- Estaciones y Paradas
- Estructuras.
- Viales.
- Superestructura.
- Situaciones provisionales.
- Integración ambiental.
- Servicios afectados
- Cerramientos, en su caso.

En el documento de Presupuesto figurarán, al menos, los siguientes conceptos:

- Criterio de valoración.
- Macroprecios.
- Macromediciones.
- Presupuesto.

El documento de Informe de impacto Ambiental, al menos debe comprender los siguientes puntos:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases efecto invernadero (emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).
- Distancia recorrida por pasajero y modos de transporte.
- Contaminación sonora.

En cualquier caso, queda a criterio de la Dirección del Estudio el definir o modificar la estructura de Anejos y su contenido

## **16. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.**

Todos los documentos del Contrato deberán presentarse en el formato UNE A-3. Los textos de los distintos documentos se escribirán a dos (2) espacios por una sola cara, con todas sus páginas numeradas. La paginación será independiente para cada una de las partes del documento.

Los planos y figuras se dibujarán, bien directamente en formato UNE A-3, o bien en formato UNE A-1, sobre base indeformable. Aquellos planos que no sean de situación o generales se dibujarán siempre en este último formato, debiéndose adoptar las necesarias precauciones para que en la reducción de tamaño a UNE A-3 no se pierda calidad de definición en dibujo y texto. La altura mínima de los rótulos de los planos que vayan a reducirse será de tres (3) milímetros. Con carácter general, los rótulos se dispondrán sensiblemente paralelos a la mayor dimensión del plano.

En los planos topográficos se incluirán elementos indicadores del norte geográfico, la principal toponimia y los objetos más notables de la zona. En los planos que resulte conveniente se incluirán los elementos necesarios que permitan determinar la adecuada orientación y emplazamiento. Aquellos planos o figuras que para mejor comprensión así lo requieran, en particular trazado y

mapas temáticos, se dibujarán a varias tintas, realizándose las copias de forma que se mantengan los colores originales.

Los diversos tomos que formen el Estudio, tendrán formato encuadernable según el tamaño UNE A-3 y su espesor máximo admisible de cinco (5) centímetros. Al principio de cada tomo se incluirá un índice de su contenido así como un índice general del Documento.

Las cajas de embalaje tendrán como dimensión máxima de base el formato correspondiente al párrafo anterior, siendo la altura máxima de caja de cuarenta (40) centímetros

Para cumplir las normas anteriores se establecerán divisiones del número de tomos, y cajas que correspondan a un determinado documento, acordes con una separación lógica del contenido del mismo. Cada tomo y caja de una serie determinada irá numerada individualmente e indicará el total de la serie a que corresponda.

Con objeto de disminuir el número de hojas no significativas que pueden formar parte de cada copia, los cálculos numéricos de ordenador pueden reducirse al mínimo imprescindible. Siempre se darán, antes de cada uno de los listados, unos resúmenes con las hipótesis del cálculo, los datos de partida, el objeto y la metodología del programa, y los resultados finales. No obstante, en la entrega de los originales de toda la documentación, que siempre será propiedad de la Administración, deberán figurar todos los listados que han servido de base al cálculo.

El Consultor presentará todos los documentos que formen parte de su propuesta en soporte informático (DVD) por quintuplicado, incluyendo en cada una de las cinco copia todos los documentos gráficos y escritos en archivos digitalizados (PDF) y también en los formatos originales. Cada documento tendrá,

además de las páginas numeradas, los marcadores necesarios para acceder de forma inmediata y directa a cada capítulo y subcapítulos, así como a cada uno de los grupos de planos en los que deberá estructurarse el trabajo con el fin de facilitar su comprensión y la búsqueda temática correspondiente.

Dentro del soporte informático se seguirán los siguientes criterios de ordenación:

- Los textos se ordenarán de acuerdo con los índices del Estudio, generando ficheros y/o archivos independientes, para cada apartado del índice, es decir, un fichero para la Memoria, uno para cada Anejo, uno para el Presupuesto, etc.
- Los Anejos que contengan planos irán a continuación del fichero de texto, seguido de los ficheros conteniendo los planos.
- Los planos irán ordenados y cada plano estará en un fichero independiente.
- Se entregará un listado indicando el nombre de los ficheros y/o archivos y que informe de su contenido. Toda la información se entregará utilizando técnicas de compresión de datos, indicando el compresor y su versión.

Aquellos documentos que impliquen responsabilidad especial según el criterio de la Dirección del Estudio, deberán ser firmados por el Delegado del Consultor, que será responsable también de la exactitud de la transcripción de lo que en ellos se expresa.

El Consultor entregará a la Administración, además de la documentación original citada, tres ejemplares para uso de la Administración más la cantidad de ejemplares necesarios para el trámite de información pública; en total, y a título informativo, serán necesarios nueve (9) ejemplares completos de Estudio. Asimismo, entregará el original y unas cincuenta (50) copias del Documento de Síntesis del trabajo, que con una extensión máxima de 20 páginas, con presentación y contenido cuidados, resuma el Estudio.

## **17. PROPIEDAD DE LA DOCUMENTACIÓN**

Los trabajos objetos de esta Asistencia Técnica no podrán utilizarse por el Consultor sin permiso expreso de la Administración, debiendo entregarse a la misma los originales de los documentos con anterioridad a la Recepción del Estudio.

Tanto la documentación final como toda aquella otra que, a lo largo del desarrollo del Contrato haya sido generada, tiene la consideración de propiedad de la Administración y no podrá ser difundida ni entregada para uso de terceros sin su previa autorización

## **18. OTROS TRABAJOS A REALIZAR POR EL CONSULTOR**

El Consultor realizará todos los trabajos de producción de los documentos redactados con su colaboración, así como de aquellos otros que prepare directamente la Administración sin su intervención, relacionados con el Contrato.

Deberá preparar además, a requerimiento de la Dirección del Estudio, alrededor de 50 folletos explicativos del Estudio y un juego de paneles informativos de la actuación para la presentación pública e institucional del trabajo.

## **19. ASISTENCIA TÉCNICA AUXILIAR**

Si la empresa adjudicataria de la presente Asistencia Técnica necesitara alguna colaboración exterior distinta a la ofertada una vez iniciados los trabajos, deberá solicitar con carácter previo la autorización de la Dirección del Estudio a fin de garantizar la posibilidad de la colaboración exterior.

## **20. PLAZO DE EJECUCIÓN**

El plazo total estimado para la realización del estudio será de DIECIOCHO MESES que se computará a partir de la firma del contrato. Se entenderá que el estudio está finalizado cuando se haya hecho entrega de todos los trabajos encomendados a la Dirección del Estudio y haya sido aprobado por ésta.

## **21. PRESUPUESTO Y FORMA DE PAGO**

El importe del presupuesto del estudio asciende a la cantidad de UN MILLÓN (1.000.000 ) euros I.V.A incluido. De este importe deberán destinarse 200.000 euros para el estudio de demanda y otros 200.000 euros para el estudio geotécnico.

El presupuesto del contrato, es decir; la cantidad por la cual el Consultor se compromete a realizar los trabajos de acuerdo con el presente Pliego, es el que debe figurar en la proposición del Consultor.

El Consultor presentará dicho presupuesto desglosado por actividades, con una desagregación que como mínimo contemple las fases definidas en este Pliego de Prescripciones Técnicas.

Adicionalmente ofertará precios unitarios de actividades que pudieran serles solicitadas por la Dirección del Estudio como son los necesarios la campaña de reconocimiento del subsuelo para el Anteproyecto de la Primera Fase.

El trabajo se abonará en certificaciones trimestrales en función del grado de avance de los trabajos y de acuerdo al desglose de presupuesto ofertado en base a las distintas fases.

## **22. RÉGIMEN JURÍDICO-ADMINISTRATIVO**

La contratación y ejecución del trabajo objeto del presente Pliego se someterán al régimen establecido en el correspondiente Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, el cual a todos los efectos, constituye documento inseparable del presente documento.

Zaragoza, a 12 de Junio de 2008  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN  
Y DISEÑO DE LA MOVILIDAD URBANA

Fdo.: Antonio Ramos Martos

**ANEJO N° 1: CONDICIONES QUE HAN DE REGIR EN LA REDACCIÓN DEL  
ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

## **ANEJO Nº1. CONDICIONES QUE HAN DE REGIR EN LA REDACCIÓN DEL ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

### **1. OBJETO DEL ESTUDIO**

El Estudio informativo de la red de metro de la ciudad de Zaragoza y la redacción del anteproyecto constructivo de una primera línea de ferrocarril metropolitano, en cuyo pliego de condiciones generales queda inscrito el presente anejo, incluye la redacción de un estudio geológico-geotécnico, como documento independiente, en los tramos que se definan en túnel subterráneo, conforme al apartado 11.3 del pliego.

El trabajo a realizar consiste en la definición de las características y parámetros geológico-geotécnicos de la traza.

### **2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos se consideran divididos en los siguientes apartados:

- 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 proyecto de Reconocimiento (punto 2 del apéndice 1) 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, aún 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 responsable 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.

Se especificará el nombre de las empresas, si las hubiere, que van a realizar trabajos como subcontratistas, entendiéndose este enunciado como vinculante.

La dirección técnica intervendrá tanto en la fase de establecimiento de criterios de ejecución como en el número de ensayos a realizar, idoneidad de los sistemas empleados en obra, etc.

## **5. INFORMES SOBRE EL DESARROLLO DEL ESTUDIO**

El Consultor, a través del Delegado o de otros miembros de su equipo, informará a la Dirección Técnica de la marcha de los trabajos cuando éste los solicite.

## **6. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO**

La edición del Estudio se realizará por los medios propios del Consultor.

Toda la información necesaria para la redacción de dicho Informe, así como el resultado final del mismo, deberá entregarse por quintuplicado, en formato DIN-A3 y en soporte informático CD-ROM, que deberá ser interactivo y operativo, en cuanto debe ser posible el visionado y manipulado de toda su información, sin necesidad de un programa exterior, en cualquier equipo informático dotado del

correspondiente lector de CD. Se estructurará toda la información que componga el estudio geotécnico (Memoria, planos, información anterior suministrada, etc.). Se incluirán otros CD-ROM adicionales si uno no tiene capacidad suficiente de almacenamiento. En subdirectorío independiente, dentro del CD-ROM, se incluirán igualmente los archivos de los planos utilizados en sus formatos originales.

Se facilitarán los datos existentes obtenidos para los estudios y anteproyectos realizados hasta la fecha de otras actuaciones similares en Zaragoza, información que deberá ser tenida en cuenta a la hora de proponer el Consultor el plan de trabajos.

Los planos originales se delinearán sobre papel poliéster en formato tal que su altura sea la misma que la del formato UNE A-3 y su longitud la necesaria.

La encuadernación será de calidad suficiente a juicio de la dirección técnica del Estudio, prescribiéndose pastas duras y tornillos.

El estudio se presentará como documento independiente del Estudio Informativo y Anteproyecto de una red de ferrocarril metropolitano para la ciudad de Zaragoza subterráneo, en el que posteriormente se reflejarán las conclusiones y partes más importantes del mismo en un Anejo.

## **7. DOCUMENTOS QUE SE PONEN A DISPOSICIÓN DEL CONSULTOR**

La Administración facilitará los contactos para la obtención de los estudios existentes que puedan tener relación con le trazado del nuevo túnel y estaciones a construir.

## **8. CONTROL Y APROBACIÓN DEL ESTUDIO**

Con objeto de poder controlar, coordinar y definir las distintas fases de redacción del Estudio por parte de la Dirección Técnica, el adjudicatario deberá someter sus trabajos a aprobación, en lo que se refiere a 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.

Se considerará la aprobación del Estudio, por parte del órgano correspondiente de este Ayuntamiento, cuando lo esté el proyecto en el que se inscribe.

## **9. PRESENTACIÓN DE LA OFERTA ECONÓMICA**

A pesar de lo anterior, la parte económica de este estudio se presentará de forma independiente dentro del proyecto general, y. deberá desglosarse en tres apartados:

- a) Recopilación de información geológico-geotécnica, y detección y localización de servicios de la zona y planeamiento de la campaña.
- b) Realización de campaña de reconocimiento de campo y ensayos.
- c) Redacción y edición del informe

De estos tres apartados, el primero y el tercero tendrán carácter de tantos alzados, siendo su abono independiente del número de unidades de cualquier clase que se realicen. El segundo, en cambio, se abonará por las unidades realmente ejecutadas y a los precios ofertados. El Consultor deberá ofertar la relación de precios unitarios que figurará en este anejo y, para confeccionar su oferta, aplicarlos a las mediciones que estime realizar con base a las informaciones obtenidas, con los mínimos establecidos en el apartado 17 del

Pliego. Estas mediciones tienen el carácter de indicativas, estableciéndose las reales a medida que avance el Estudio. Todas las ofertas deberán llevar especificado el Impuesto sobre el Valor Añadido.

## **10. MEDICIÓN Y ABONO DEL TRABAJO**

El abono se realizará por los precios unitarios ofertados, aplicado a las cantidades de trabajo realmente ejecutadas.

### **RELACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

#### **TRABAJOS DE CAMPO**

1. Ud. Partida fija por desplazamiento de cada tipo de sondeos.
2. MI. Supervisión de sondeo por técnico especializado.
3. Ud. Emplazamiento de cada sonda en cada sondeo.
4. MI. Perforación a rotación, en seco, con barrera helicoidal.  
MI. 0 >200 mm. en suelos adecuados hasta 25 m. de profundidad
5. MI. Perforación a rotación en suelos, con extracción continua de testigo > 76 mm. hasta 25 m. de profundidad.
6. MI. Perforación a rotación o rotopercusión en gravas-bolos hasta 25 m. profundidad.
7. MI. Perforación a rotación en rocas de pureza media, con extracción continua de testigo de > 76 mm. hasta 25 m. de profundidad
8. MI. Perforación a rotación en rocas de alta dureza hasta 25 m. de profundidad.
9. MI. Recargo por perforación, en cualquier terreno, a partir de 25 m. de profundidad
10. Ud. toma de muestra inalterada con toma de muestra de tipo abierto

11. Ud. toma de muestra inalterada, con toma de muestras pistón o Shelby, incluida camisa.
12. Ud. ensayo SPT.
13. Ud. ensayo presiométrico con sonda tricelular de 60 mm. hasta 20 m. de profundidad incluyendo perforación y resultado del ensayo.
14. Ud. ensayo presiométrico con sonda tricelular de 60 mm. hasta 50 m. de profundidad incluyendo perforación y resultado del ensayo.
15. Ud. testigo parafinado de más de 35 cm. de longitud y > 76 mm.
16. Ud. tubo rasurado de PVC., diámetro útil mayor de 60 mm., colocado en el interior de cada sondeo
17. Ud. toma de muestra de agua.
18. Ud. de ensayo de permeabilidad LUGEON
19. Ud. arqueta y tapa metálica de protección de sondeos
20. Ud. piezómetro sellado (suministro y colocación)
21. Ml. testificación de sondeos, mediante gammagrafía, con registro de descenso-ascenso.
22. P.A. desplazamiento de penetrómetro dinámico al área de trabajo
23. P.A. desplazamiento de equipos de ensayos sísmicos, eléctricos a gammagrafía
24. P.A. emplazamiento de penetrometro en cada punto a reconocer.
25. Ml. penetración dinámica Borros
26. Ud. calicata natural de hasta 2 m. de profundidad en emplazamiento de sondeos
27. Ud. caja portatestigo de madera.
28. Ud. partida fija por desplazamiento de equipo de investigación geofísica.
29. Km. de perfil medido por tomografía eléctrica.
30. Ud. de ejecución de medidas por sísmica de refracción (por cada implantación de 24 geófonos)
31. Mt. de medida y registro geofísico de sondeos (radiación gamma natural), resistividad por indicación y resistividad con doble espaciado y autopotencial).
32. Km. de perfil tomado por georadar.

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

- 33. Ud. apertura y descripción de muestras.
- 34. Ud. preparación de muestras.
- 35. Ud. determinación de humedad natural.
- 36. Ud. determinación densidad aparente.
- 37. Ud. límites Atterberg
- 38. Ud. granulometría por tamizado
- 39. Ud. proctor normal
- 40. Ud. proctor modificado
- 41. Ud. CBR laboratorio.
- 42. Ud. hinchamiento Lambe
- 43. Ud. presión de hinchamiento
- 44. Ud. hinchamiento libre
- 45. Ud. compresión simple en suelos
- 46. Ud. compresión simple en rocas
- 47. Ud. corte directo
- 48. Ud. ecómetro
- 49. Ud. colapsibilidad
- 50. Ud. carbonatos, sulfatos y materia orgánica
- 51. Ud. triaxial UU
- 52. Ud. triaxial CU con medida de presión intersticial
- 53. Ud. triaxial CD
- 54. Ud. diafragma rayos X

**APÉNDICE AL ANEJO N.º 1:**

**TRABAJOS DE RECONOMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO  
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ESPECIFICAS**

## ÍNDICE

- 1. ALCANCE**
- 2. PROYECTO DE RECONOCIMIENTO**
- 3. ESPECIFICACIONES DE LOS TRABAJOS**
- 4. TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO**
  - 4.1. Condiciones Generales**
  - 4.2. Sondeos mecánicos**
    - 4.2.1. Situación de los sondeos**
    - 4.2.2. Prescripciones generales**
    - 4.2.3. Ensayos de penetración estándar**
    - 4.2.4. Toma de muestras y testigos parafinados**
    - 4.2.5. Toma de muestras de agua**
    - 4.2.6. Observaciones de nivel freático**
    - 4.2.7. Ensayos de permeabilidad "in situ"**
    - 4.2.8. Ensayos de presiometría y dilatometría**
  - 4.3. Envase, protección y transporte de muestras**
  - 4.4. Calicatas**
  - 4.5. Toma de muestras en saco**
  - 4.6. Ensayos de laboratorio**
  - 4.7. Ensayos de penetración dinámica tipo BORROS y DPSH**
  - 4.8. Investigación geofísica: Sísmica pasiva**
  - 4.9. Autocontrol**
- 5. INFORME GEOTÉCNICO**
  - 5.1. Presentación de los trabajos de campo**
    - 5.1.1. Sondeos**
    - 5.1.2. Ensayos de penetración dinámica**
    - 5.1.3. Investigación geofísica**
    - 5.1.4. Calicatas**

**5.2. Presentación de los ensayos de laboratorio**

**5.3. Recomendaciones geotécnicas**

**5.4. Túneles**

**5.5. Presentación y edición**

## **1. ALCANCE**

La presente especificación desarrolla los trabajos de reconocimiento geotécnico del trazado de la obra, que dividiremos en dos apartados:

- PROYECTO DE RECONOCIMIENTO
- ESPECIFICACIONES

## **2. PROYECTO DE RECONOCIMIENTO**

El plan de reconocimiento geotécnico, preparado por el Consultor y aprobado por la dirección técnica, 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, de 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.

El proyecto de reconocimiento constituido por la memoria, los planos, el presupuesto, el programa, las prescripciones técnicas en este pliego y un plan de seguridad y salud para la realización del mismo, estará encuadernado en formato DIN-A3 con la portada del proyecto definitivo.

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. Antes del último mes del plazo entregará, al menos, los planos y las tablas resumen del trabajo encomendado.

El consultor entregará semanalmente y/o con la periodicidad que indique la Dirección Técnica un informe de las prospecciones y trabajos de campo realizados a origen.

La DIRECCIÓN TÉCNICA, durante el desarrollo del mismo, proporcionará todas las instrucciones necesarias para asegurar la calidad del trabajo.

### **3. ESPECIFICACIONES DE LOS TRABAJOS**

El Pliego 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
- Ejecución de símica pasiva
- Calicatas
- 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 o zonas de investigación y registro de las coordenadas y cota de boca de los mismos. La DIRECCIÓN TÉCNICA fijará el sistema y precisión del replanteo y nivelación, 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 Consultor propondrá el programa de trabajos a realizar. Una vez aprobado dicho programa por el Ayuntamiento de Zaragoza, y una vez materializados estos puntos en el terreno, por el Consultor, éste 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 ESTUDIO, en la medida de lo posible.
- Recopilación y entrega a la Administración de todos los registros, informes y datos obtenidos o preparados como parte de estos trabajos.
- Preparación y entrega a Administración de un informe final que recoja todos los trabajos y datos obtenidos de los mismos.
- Redacción del Informe geológico-geotécnico final.

El Consultor deberá entregar, ineludiblemente, a la DIRECCIÓN TÉCNICA, 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.

## **4. TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO**

### **4.1. 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. En cualquier caso el Consultor seguirá las indicaciones que reciba por parte de la Dirección Técnica.

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

El Consultor, en todos los trabajos que se le encomienden, deberá utilizar sus propios equipos materiales y humanos ofertados, con prioridad respecto a los equipos de sus colaboradores o subcontratistas. Estos equipos no podrán ser sustituidos por otros distintos sin la aprobación expresa previa de la DIRECCIÓN TÉCNICA.

### **4.2. Sondeos mecánicos**

#### **4.2.1. 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 cuenta 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.

#### **4.2.2. 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 TÉCNICA, se podrían emplear otros sistemas de perforación.

Ocasionalmente la Dirección Técnica 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 los 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, la Dirección Técnica 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, a juicio de la DIRECCIÓN TÉCNICA, ésta podrá autorizar al Consultor la utilización de batería sencilla.

El Consultor 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. A este respecto, si la DIRECCIÓN TÉCNICA lo ordenara, 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 Consultor 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, la DIRECCIÓN TÉCNICA podrá ordenar la utilización de 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 Consultor.

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). 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 de la Dirección Técnica 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 a la Dirección Técnica o a quien ésta indique.

Cada equipo de trabajos de campo (sondeos, calicatas, etc.) deberá tener a pie de obra, a disposición de la DIRECCIÓN TÉCNICA 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.

#### **4.2.3. 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.

#### **4.2.4. 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 TÉCNICA. 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 4.2.1. La toma de la muestra se efectuará a velocidad constante, hincando lentamente el tomamuestras en el terreno mediante presión.

El tomamuestras seleccionado, 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 al 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 TÉCNICA 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.

#### **4.2.5. 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 41.122195.

#### **4.2.6. 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 utilizaran 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 de la Dirección Técnica, en especial si se pretende realizar posteriores ensayos de permeabilidad.

Tras la terminación de cada sondeo, se introducirá en éste un tubo perforado o ranurado, 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 Consultor 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 Consultor llevará un registro de estos niveles, en el que 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.

#### **4.2.7. 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 aconsejara, 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.

#### **4.2.8. 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 dilatométrico). Estas presiones deben aplicarse en varios ciclos 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.

### **4.3. 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 intermperie.

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 desde la fecha de finalización contractual en el laboratorio del Consultor o donde éste proponga previa notificación y visto bueno de la DIRECCIÓN TÉCNICA. Este periodo de "archivo" de muestras será aplicado a las cajas portatestigos, con todos los testigos y no destinados a ensayo. Antes de la eliminación definitiva de las cajas, se deberá notificar por escrito tal circunstancia a la Dirección Técnica con una antelación mínima de una semana a la fecha de eliminación.

### **4.4. Calicatas.**

En principio no se prevé la realización de catas, aunque se incluyen las prescripciones oportunas por si apareciera alguna circunstancia que hiciera aconsejable la realización de este tipo de trabajos. 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 descomprensión 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.

#### **4.5. 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 de al 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.

#### **4.6. Ensayos de laboratorio**

La cantidad de cada tipo de ensayo a realizar se determinará una vez se haya planificado la campaña de trabajos de campo.

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:

<b><u>Denominación</u></b>	<b><u>Norma</u></b>	<b><u>UNE</u></b>
- 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

<b>Denominación</b>	<b>Norma</b>	<b>UNE</b>
- 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 zavorras.	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
- Compresión 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 remodelada en edómetro.	ASTM D-3877	103 601/96
- 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	-

<b>Denominación</b>	<b>Norma</b>	<b>UNE</b>
- 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
- Triaxal 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	103 204/93
- Análisis químico completo de agua para calificar su agresividad al hormigón, determinando:	NLT-117/72 (TGL-11357)	
PH		7234
Sustancias orgánicas solubles en éter.		7235
Sulfatos		7131
Sustancias solubles en agua		7130
Cloruros		7138
Hidratos de carbono		7132

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

El nombre y datos de dicho laboratorio se incluirán en la documentación técnica que se acompañará a la proposición. Cualquier variación deberá ser aceptada previamente por la Dirección Técnica.

#### **4.7. Ensayos de penetración dinámica tipos 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 90° 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 90° 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 TÉCNICA.

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

En caso de producirse rechazo a menos de 1 m de profundidad o cuando lo considere preciso la Dirección Técnica 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.

#### **4.8. Investigación geofísica: Sísmica pasiva**

Su ejecución se podrá realizar con instrumentación sísmica relativamente convencional, empleando sismógrafos multicanal, con convertidores A/D de 24 bits y con capacidad de realizar registros de 30 segundos de longitud como mínimo. Se deberán utilizar geofónos con una frecuencia natural entre 4,5 y 15 Hz, a determinar según la profundidad estudiada.

Esta tecnología de investigación geofísica es más adecuada que el resto de métodos geofísicos convencionales dado que la obra discurre por medio urbano. En concreto, el nivel de ruido sísmico ambiental existente incluso en momentos de aparente quietud del tráfico puede enmascarar totalmente la señal útil en las medidas sísmicas de refracción o de reflexión haciendo imposible la ejecución de este tipo de estudios.

Además en métodos como la tomografía eléctrica basados en las medidas de resistividad aparente del terreno, la existencia de elementos metálicos (tuberías, vallas, puntos de luz, indicadores de tráfico, etc) en contacto eléctrico con el suelo en la proximidad de los puntos de medida provoca importantes

distorsiones en éstas y lleva finalmente a resultados poco fiables o incluso completamente erróneos.

Otra ventaja de este método es su capacidad para investigar de forma sencilla hasta varias decenas de metros de profundidad incluso en medios en los cuales se den inversiones de velocidad, es decir donde la velocidad no crezca necesariamente con la profundidad, tal como requiere por ejemplo el método sísmico de refracción.

Su ejecución se podrá realizar con instrumentación sísmica relativamente convencional, empleando sismógrafos multicanal, con convertidores A/D de 24 bits y con capacidad de realizar registros de 30 segundos de longitud como mínimo. Se deberán utilizar geofónos con una frecuencia natural entre 4,5 y 15 Hz, a determinar según la profundidad estudiada.

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

El Consultor presentará por escrito al comienzo del contrato un Plan de Autocontrol para el desarrollo de los trabajos, que concrete y amplíe el descrito en la oferta técnica. Éste, deberá ser aprobado por la Dirección Técnica.

Este autocontrol consistirá, al menos, en la disposición permanente a pie de obra salvo autorización contraria de la DIRECCIÓN TÉCNICA de cómo mínimo 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. Este técnico o técnicos actuarán según el Plan o según indique la Dirección Técnica, debiendo estar a disposición del mismo siempre que éste lo requiera.

Durante la realización de los trabajos, el Consultor 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.

## **5. INFORME GEOTÉCNICO**

El Consultor redactará el correspondiente Informe Geotécnico que comprenda los aspectos geotécnicos del trazado objeto de estudio (cimentación de estructuras, estabilidad de taludes, clasificación de materiales, excavación de túneles, etc.) para su posterior empleo en la redacción del correspondiente proyecto constructivo. El informe incluirá también un estudio geológico de la zona con el detalle y alcance que fije la Dirección Técnica.

Toda la información necesaria para la redacción de dicho Informe, así como el resultado final del mismo, deberá entregarse por duplicado, en formato UNE-A3 y en soporte informático CD-ROM, que deberá ser interactivo y operativo, en cuanto .debe ser posible el visionado y manipulado de toda su información, sin necesidad de un programa exterior, en cualquier equipo informático dotado del correspondiente lector de CD. Se estructurará toda la información que componga el estudio geotécnico (Memoria, planos, información anterior suministrada, etc). Se incluirán otros CD-ROM adicionales si uno no tiene capacidad suficiente de almacenamiento. En subdirectorío independiente, dentro del CD-ROM, se incluirán igualmente los archivos de los planos utilizados en sus formatos originales.

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.

Los técnicos que hayan de redactar el informe, a requerimiento de la Dirección Técnica, deberán poder participar en todas las reuniones que sea preciso hacer en relación con éste, así como realizar cuantas visitas sean necesarias a obra, para su correcta ejecución.

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. El alcance y contenido del informe será fijado por la DIRECCIÓN TÉCNICA.

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

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

#### **5.1.1. 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, Corona, útiles de perforación; diámetro del testigo y datos de revestimiento con información completa de la disposición vertical y clasificación de los materiales atravesados.
- h) Para cada muestra obtenida, las cotas del principio y del fondo, tipo, longitud y número (todas las muestras se numerarán consecutivamente)

- i) Número de golpes necesarios para cada 15 cm de penetración de los tomamuestras
- j) Cota del nivel freático y observaciones sobre el agua freática
- j) Observaciones sobre variaciones en la pérdida del líquido de perforación
- k) Método y cuantía de presión utilizado para introducir el tomamuestras de pared delgada y longitud y diámetro de cada una de las muestras obtenidas.
- l) 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.
- m) Resultados de la testificación geotécnica
- o) Resultados de los ensayos de laboratorio

### **5.1.2. Ensayos de penetración dinámica.**

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
- d) Fecha de ensayo
- e) Identificación de la maquinaria utilizada
- f) Profundidad obtenida y cota del fondo del reconocimiento
- g) Altura de caída y peso de la maza
- h) Número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración con sus gráficos correspondientes
- i) Dimensiones de la puntaza y diámetro del varillaje
- j) Cota del nivel freático cuando sea posible su medición o estimación
- k) Sistema de golpeo (automático o manual)
- l) Fotografía en color del emplazamiento de cada uno de los ensayos

### 5.1.3. 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

### 5.1.4. 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 del 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

## **5.2. 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 Estudio podría solicitar las hojas de cálculo utilizadas para la realización de cada ensayo.

## **5.3. 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 que la Dirección Técnica fije, 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 los tratamientos de terreno a realizar si fuese necesario
- Recomendaciones para cimentación de estructuras y obra de fábrica

No obstante, este contenido mínimo estará sujeto a posibles variaciones según dictamine la DIRECCIÓN TÉCNICA.

La presentación de resultados: formato, escala de planos, formato de archivos informáticos, etc., será fijada por la Dirección Técnica una vez iniciados los trabajos de campo.

#### **5.4. Túneles**

En los túneles se determinará además, el perfil geológico con escalas vertical y horizontal iguales, con definición de rocas 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.

#### **5.5 Presentación y Edición**

Todos los documentos deberán presentarse en el formato UNE A-3.

Los textos de los distintos documentos vendrán escritos a dos columnas por una sola cara, con todas sus páginas numeradas. La paginación será independiente para cada una de las partes del documento. Se incorporarán separadores con solapas para los distintos documentos y anejos.

Los planos se presentarán en formato A-3. La altura mínima de los rótulos de los planos será de tres (3) milímetros. Con carácter general, los rótulos se

dispondrán sensiblemente paralelos a la mayor dimensión del plano, y se leerán de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

Aquellos planos o figuras que para mejor comprensión así lo requieran, y en particular los planos de planta y perfil geológico-geotécnico, se dibujarán a varias tintas, realizándose las copias de forma que se mantengan los colores originales.

Los diversos tomos que formen el estudio, tendrán formato encuadernado según el tamaño A-3 y un espesor máximo admisible de cinco (5) centímetros. Al principio de cada tomo se incluirá un índice de su contenido así como un índice general. Los tomos deberán ser encuadernados de forma tal que serán fácilmente desmontables para poder realizar copias posteriores a su entrega. Se indicará en el lomo y en la portada el contenido de cada tomo.

Las cajas de embalaje tendrán como dimensión máxima de base el formato correspondiente al párrafo anterior, siendo la altura máxima de la caja de cuarenta (40) centímetros.

Para cumplir las normas anteriores se establecerán divisiones del número de tomos y cajas, acordes con una separación lógica del contenido del mismo. Cada tomo y caja de una serie determinada irá numerada individualmente e indicará el total de la serie a que corresponda.

Con objeto de disminuir el número de hojas no significativas que pueden formar parte de cada copia, los cálculos numéricos de ordenador pueden reducirse al mínimo imprescindible. No obstante, en la entrega de los originales de toda la documentación, que siempre será propiedad de la Administración, deberán figurar todos los listados que han servido de base al cálculo.

El consultor entregará a Administración nueve (9) ejemplares del Estudio Geotécnico, cuyo contenido se atenderá a las directrices de Administración, así como a las instrucciones de la Dirección Técnica.

La Administración podrá variar algunos aspectos definidos en este subapartado, en resolución con la presentación de los trabajos y, en particular, podrá adoptar aquellas normas de presentación que, en su caso, se establezcan.

**ANEJO N.º 2 :**

**MODELO DE PROPOSICIÓN ECONÓMICA PARA LOS  
TRABAJOS DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.**

**MODELO DE PROPOSICIÓN ECONÓMICA PARA LOS TRABAJOS DE  
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

1) Recopilación de información geológica-geotécnica-geofísica, detección y localización de servicios y planeamiento de la campaña	€
2) Trabajos de campo y ensayos de laboratorio	€
3) Redacción y edición del informe	€
<hr/>	
TOTAL PARCIAL	€
I.V.A.(16 %)	€
<hr/>	
TOTAL	€

**ANEJO N° 3:**

**ESPECIFICACIONES PARA EL ESTUDIO DE DEMANDA Y  
ACCESIBILIDAD**

## ÍNDICE

1. **Introducción**
2. **Objetivos.**
3. **Metodología general**
4. **Fase B: Planificación general de la red**
  - 4.1 **Ámbito del estudio y zonificación**
  - 4.2 **Caracterización de la oferta y demanda actual en las líneas de autobús urbano y metropolitano**
  - 4.3 **Caracterización de la movilidad en vehículo privado**
  - 4.4 **Trabajos de campo**
  - 4.5 **Construcción de las matrices OD de viajes**
  - 4.6 **Construcción de los modelos de demanda**
  - 4.7 **Modelo de accesibilidad**
  - 4.8 **Indicadores ambientales y de eficiencia energética**
5. **Fase C y D: Estudios de viabilidad y programación de la red**
6. **Fase E: anteproyecto**
7. **Fase F: plan de explotación y programa económico.**

## **Especificaciones para el estudio de demanda y accesibilidad**

### **1.- Introducción**

El estudio de demanda constituye uno de los elementos clave que permite justificar el desarrollo de la futura red de Metro de Zaragoza. El estudio de demanda se extenderá a lo largo de cinco fases del trabajo, Planificación de la red, estudio de viabilidad, programación, anteproyecto, plan de explotación y programa económico. En consecuencia, el estudio de demanda debe coincidir con el contenido de las fases principales de la asistencia técnica.

El estudio de demanda es conjunto con el estudio de cobertura y accesibilidad a la población y actividad económica, para lo cual deberán establecerse las herramientas informáticas para poder desarrollar ambos estudios de manera conjunta y coordinada.

### **2.- Objetivos**

Los objetivos del estudio de demanda son los siguientes:

1. Definir el escenario inicial, definido en la fase B, descrita en los apartados 9, 10 y 11 de este pliego, incluyendo el análisis y definición de la reordenación de la red de bus necesaria para el establecimiento del escenario "0".
2. Identificar los principales corredores urbanos por los que discurrirá la futura red de Metro.
3. Estimar la demanda de viajes en cada una de las líneas
4. Servir de base para un correcto dimensionamiento de la explotación de cada una de las líneas.
5. Permitir la reordenación del sistema de transporte urbano en torno a la nueva red de Metro. Este punto es de vital importancia, por cuanto la red de metro se debe integrar en el conjunto del sistema de transporte urbano y

metropolitano, influyendo y viéndose influida por los servicios urbanos de atubús, tranvía o Cercanías.

### **3.- Metodología general**

A efectos de desarrollo del estudio, se trabajará con un modelo completo de estimación de viajes que incluya:

- Modelo de generación-atracción de viajes, que permita estimar la movilidad según variables demográficas y economías exógenas.
- Modelo de distribución entre zonas de transporte en la ciudad
- Modelo de reparto modal, principalmente dirigido a conocer el reparto entre el transporte público y el privado o el viaje andando. Será deseable que este modelo sea desagregado por segmentos de demanda.
- Modelo de asignación a la red de transporte público, con los distintos modos públicos (autobús urbano, interurbano, tranvía, ferrocarril y metro) en presencia.
- Actualización del modelo de transporte privado que dispone el Servicio de Movilidad Urbana, tanto a nivel macro y micro, integrado con el modelo de transporte público.
- Modelo de crecimiento, que permita establecer las matrices de viajes futuras.
- Modelo de accesibilidad y cobertura de las red de Metro y del sistema de transporte en general sobre la actividad residencial y usos económicos en la ciudad.
- Modelo de explotación, que permita conocer las cargas de viajeros en distintos períodos punta y valle de la red, a fin de dimensionar la explotación del sistema.

Para la realización de estos modelos, será necesario contar con información detallada sobre la movilidad actual en Zaragoza. A la información existente en las distintas Administraciones Públicas y operadores, deberá añadirse una campaña de campo, que se define más adelante.

#### **4.- Fase B: Planificación general de la red**

Esta fase tiene como objetivo la definición y evaluación de la red de Metro más adecuada para la ciudad. Los estudios de demanda y accesibilidad tendrán por objeto, a partir del escenario inicial:

- Conocer la demanda de viajes en las líneas de Metro y en el conjunto de la red.
- Estimar la cobertura y accesibilidad de la red de metro a la población, empleo y centros de atracción.
- Estimar la demanda de viajes en el resto del transporte urbano público.
- Estimar las transferencias modales entre el transporte público y el vehículo privado.
- Evaluar el peso de la intermodalidad en el sistema de transporte

##### **4.1.- Ámbito del estudio y zonificación**

El ámbito del estudio será el de la red de Metro. Este ámbito alcanzará como mínimo el municipio de Zaragoza pudiendo extenderse a otros municipios del área metropolitana.

La zonificación del ámbito geográfico deberá ser compatible con las zonificaciones existentes y con los trabajos de campo realizados. La zonificación deberá considerar el seccionado censal y se compatible con la zonificación exigida para la recogida de información socioeconómica y demográfica.

La zonificación deberá ser resumida en una ficha resumen para cada una de las zonas, en la que se incluya además información cartográfica a escala adecuada, las variables demográficas, económicas y de movilidad existentes en la misma.

#### **4.2- Caracterización de la oferta y demanda actual en las líneas de autobús urbano y metropolitano**

El Ayuntamiento de Zaragoza y la Diputación General de Aragón disponen de información sobre la oferta y demanda de las líneas actuales de transporte urbano y metropolitano. Asimismo, el operador urbano realizó, en el año 2003, un estudio de demanda que dio lugar a una matriz OD de viajes en transporte público. Posteriormente, y en el marco de los estudios preliminares del tranvía norte-sur se han ido recogiendo datos de demanda en forma de encuestas a bordo y sube baja en la red. Se dispone también de una encuesta a 14.000 personas y un modelo elaborado, tanto de transporte público como privado, que será preciso actualizar. Esta información debe ser completada a través de un nuevo trabajo de campo que incluya:

- Un nuevo aforo sube-baja completo para la red de transporte urbano y metropolitano.
- Encuestas a bordo para conocer la estructura OD del actual usuario de los servicios.
- Encuestas de movilidad a individuos que complementen las disponibles hasta la fecha.

La información de oferta deberá incluir datos como itinerario de la línea, paradas, tiempos de recorrido (velocidad comercial) horarios e intervalos, por periodos horarios. Asimismo, se calcularán ratios globales de explotación como vehículos x km producidos, capacidad y ocupación por períodos horarios y totales diarios y anuales.

Los resultados de esta fase de los trabajos permitirán conocer:

1. Oscilogramas de carga por sentido
2. La distribución horaria de los viajes
3. Matrices Origen Destino para el transporte público urbano en su conjunto y por líneas.

Con estos datos actualizados se elaborarán fichas de las líneas de transporte público que servirán de base para caracterizar el sistema actual.

#### **4.3- Caracterización de la movilidad en vehículo privado**

A efectos de disponer de la información adecuada para el desarrollo del modelo de reparto modal, se dispondrá de datos actualizados sobre la movilidad en automóvil y su demanda. Para ello, se cuenta con información derivada de la encuesta realizada por el Ayuntamiento y de la posterior modelización de la red en 2007. Esta información deberá ser actualizada mediante distintas técnicas de campo.

- Completar el reconocimiento de la red mediante un inventario de la misma y recorridos en coche flotante.
- Completar la información de demanda mediante la realización de pantallas de encuesta en la red viaria urbana.
- Encuestas de movilidad a individuos que complementen las disponibles hasta la fecha.

El resultado del estudio de movilidad en vehículo privado será disponer de:

1. Una matriz de tiempos de viaje entre zonas, para los distintos períodos del día.
2. Una matriz de viajes entre zonas, para distintos segmentos de demanda.

#### **4.4- Trabajos de campo**

Los trabajos de campo van dirigidos a completar y actualizar la movilidad actual. Por ello, se solicita del oferente la presentación justificada de un plan de trabajo, complementario con la información actualmente disponible, tanto en lo que se refiere a la oferta de transporte como a la caracterización de la demanda de viajes.

El trabajo de campo deberá contener, si así lo justifica el plan, las siguientes actividades:

##### *Encuesta domiciliaria de movilidad*

Los objetivos principales de la encuesta domiciliaria serán caracterizar cuantitativa y cualitativamente la movilidad del área de estudio, y facilitar la información necesaria para el calibrado de los modelos de demanda.

La encuesta domiciliaria será complementaria a la realizada por el Ayuntamiento de Zaragoza, en el marco de la asistencia técnica para la modelización del tráfico y transportes. Esta encuesta telefónica se realizó en 2007 sobre una muestra de 14.000 individuos en Zaragoza y su área metropolitana. El consultor deberá justificar razonadamente el diseño de la nueva encuesta, en base a la información existente.

Para la realización de la encuesta domiciliaria será necesario el desarrollo de los siguientes apartados:

- a) Determinación del tamaño de la muestra
- b) Método de encuesta (presencial o telefónica)
- c) Cuestionario
- d) d ) Disponibilidad y uso del Callejero
- e) Dimensionamiento, selección y adiestramiento del equipo de campo.
- f) Documentación a elaborar por el equipo de campo

- g) Pre-Test de la Campaña de campo
- h) Control de Calidad de la encuesta
- i) Codificación, grabación y Depuración de los datos
- j) Expansión de la muestra. Validación y coherencia externa de los resultados
  
- k) Generación de la base de datos de los resultados de la encuesta
- l) Informe resumen de la campaña
- m) Explotación de los resultados de la Encuesta Domiciliaria

El oferente desarrollará brevemente el contenido de estas partes del trabajo, indicando las principales decisiones que adopta en el diseño, desarrollo y explotación de la encuesta.

#### *Encuestas de Preferencias Declaradas*

El objetivo de la realización de estas encuestas es analizar el efecto producido, tras los cambios a introducir en el sistema de transportes del Ámbito de Estudio, en las personas que pudieran verse afectadas por la introducción de un nuevo modo de transportes (Metro)

Las Encuestas de Preferencias Declaradas recogen datos que tratan de reflejar lo que los individuos harían ante determinadas situaciones hipotéticas construidas por el investigador. Constituyen una herramienta adecuada para estimar el valor del tiempo de los usuarios, el peso de otros atributos como la regularidad del servicio y la aptitud de viajero para utilizar uno u otro modo de transporte.

Las fases de la encuesta de preferencias declaradas serán las siguientes:

- a) Definición de la muestra, a partir de los grupos de demanda estudiados. Se utilizarán, como mínimo, una segmentación en 12 grupos de demanda atendiendo a la longitud del viaje (2), motivo (2) y modo actual empleado (3).
- b) Elaboración del cuestionario y del sistema de preferencias declaradas a emplear. Planteamiento de casos para elección o rechazo, sistema de pesos, jerarquía, etc,...
- c) Elección de los puntos de encuesta y formación de encuestadores.
- d) Realización de la encuesta y depuración de datos
- e) Explotación de la encuesta. El oferente indicará el “software” informático que empleará en la fase de explotación de datos.

#### *Trabajos de campo en la red de transporte público*

Como se ha indicado, los trabajos de campo en la red de transporte público s centrarán en:

- a) Actualización de la matriz de viajes en transporte público. Para ello, y con carácter complementario a la encuesta domiciliaria, se realizarán encuestas a bordo en las líneas de transporte urbano.
- b) Aforo sube-baja en la red de transporte urbano
- c) Toma de tiempos de viaje, velocidad comercial y regularidad en la red.
- d) Desarrollo de encuesta domiciliaria

#### *Trabajos de campo en la red viaria*

Principalmente se realizarán los trabajos siguientes:

- a) Coche flotante y determinación de los tiempos de viaje entre zonas de transporte.

- b) Estimación de la matriz OD de viajes entre zonas, mediante la realización de encuestas de pantalla en la red viaria.
- c) Desarrollo de encuesta domiciliaria.

Tanto en el caso del trabajo de campo ligado al transporte público como en el de la red viaria, el oferente presentará un completo programa de trabajo indicando itinerarios, líneas a aforar, puntos de encuesta, muestra, períodos horarios, etc,... para cada una de las actividades previstas.

#### **4.5- Construcción de las matrices OD de viajes**

Fruto de la caracterización de la demanda y de los trabajos de campo, se dispondrá de matrices de viajes para los distintos modos de transporte, incluido el viaje a pie, y segmentos de demanda. Inicialmente, se considerará como mínimo matrices para los viajes al trabajo, estudios y resto de viajes.

Las matrices se calcularán para diversos períodos del día, incluyendo los períodos punta y valle.

#### **4.6- Construcción de los modelos de demanda**

Los modelos a desarrollar en esta fase del trabajo deberán permitir la estimación de la demanda en la red de Metro, en el conjunto de la red de transporte público y la transferencia modal desde al automóvil y el viaje a pie.

Los modelos que se desarrollen en esta asistencia técnica deberán tener en consideración, si es posible actualizar o realizar “ex novo”, los modelos actualmente construidos en el Servicio de Movilidad Urbana del Ayuntamiento de Zaragoza. Estos modelos son de carácter macro y microscópico, para la red de vehículo privado y transporte público.

El modelo de demanda que se construya deberá incluir, en fases sucesivas, los siguientes submodelos:

### *Generación-atracción y distribución de viajes*

#### *Generación:*

Se considera necesario ajustar modelos de generación separados al menos según los siguientes motivos:

- Movilidad obligada: Viajes por motivo trabajo o estudios
- Movilidad no obligada: Viajes por motivos sociales, ocio, etc....

El ajuste del modelo se hará preferentemente mediante dos tipos de algoritmo:

- Análisis de regresión lineal múltiple (R LM )
- Análisis de clasificación múltiple (A C M )

#### *Atracción:*

La atracción zonal de viajes se explica a partir de un ajuste en función de variables relacionadas con el empleo y las dotaciones de diversos tipos de equipamientos, tales como el número de puestos de trabajo, las plazas escolares, la superficie de centros comerciales o de usos terciarios en general, la localización de centros asistenciales o recreativos, etc.

Como en el caso de la generación, se debe analizar también la necesidad de ajustar modelos de atracción separados diferenciando por motivo prioritario del viaje.

El adjudicatario deberá obtener la información precisa para desarrollar los modelos de atracción. Para ello contará con la colaboración de la Dirección de la asistencia técnica.

### *Distribución*

El objetivo de los Modelos de Distribución es construir una matriz de viajes entre cada pareja origen – destino de zonas, partiendo de los vectores de orígenes y destinos estimados en la etapa anterior. El modelo más utilizado es el modelo de distribución gravitacional aunque el oferente puede proponer un modelo alternativo.

### *Modelo de reparto modal*

Los modelos de reparto modal se basan en la aplicación de algoritmos “logit” para la elección de dos o más modos de transporte en competencia. Generalmente, la variable explicativa es el tiempo de viaje pero pueden usarse otras variables cuantitativas o cuantificables como la comodidad, regularidad o facilidad de acceso.

Los modelos de reparto modal están muy ligados a la fase posterior de asignación de viajes ya que normalmente se utilizan para evaluar repartos entre modos público y privado, dejando para la siguiente fase la asignación entre los distintos modos públicos. No obstante, el oferente podrá proponer una estrategia distinta y el tratamiento conjunto de las fases de reparto modal y asignación a la red de transporte.

Las características del modelo de reparto modal serán las siguientes:

- Desagregación de la demanda en al menos tres grupos, por motivo de viaje: trabajo, estudios y resto de motivos.
- Consideración en el reparto modal del viaje a pie, transporte público y vehículo privado.
- Consideración de los usuarios que acceden en transporte público o en vehículo privado y potencialmente pueden traspasar a la red de Metro: intermodalidad y efectos de los aparcamientos de disuasión.

### *Modelos de asignación*

El modelo de asignación se realizará mediante la utilización de un “software” profesional de planificación de transporte. Se realizará un modelo de asignación de transporte público, en el que el oferente indicará los modos que se incluyen.

La asignación se realizará por matrices de demanda, desagregadas por segmentos y períodos horarios. La asignación deberá permitir conocer la demanda en paradas, líneas y estaciones, por períodos horarios.

El oferente indicará el “software” a aplicar y la estrategia de asignación que empleará.

### *Modelo de crecimiento*

El modelo de crecimiento tiene por objeto estimar las matrices de viajes futuras, tanto en transporte público como andando o en vehículo privado. Para ello, se realizará una estimación de la movilidad futura en base a variables explicativas de carácter demográfico o económico.

El modelo de crecimiento es, básicamente, un modelo de generación-atracción de viajes para el que se habrá de estimar las tasas de crecimiento de variables como población, motorización o PIB, en distintos escenarios.

### **4.7- Modelo de accesibilidad**

El modelo de accesibilidad tiene por objeto determinar La cobertura de las líneas y los ratios de accesibilidad, cara a su comparación en el proceso de evaluación. El modelo de accesibilidad se apoyará en un SIG que estará lo más integrado posible con el modelo de planificación de transporte. El modelo de accesibilidad deberá:

- Estimar la cobertura a la población y residencia, desde las líneas de Metro.

- Cobertura al empleo y actividad económica
- Cobertura a los centros de atracción: actividad comercial, grandes equipamientos, etc,...
- Indicadores de accesibilidad en base a tiempo y distancia, para cada una de las líneas estudiadas.

#### **4.8- Indicadores ambientales y de eficiencia energética**

Por último, esta fase de la asistencia técnica incluirá la producción de indicadores ambientales y de eficiencia energética, a partir de los datos de oferta y demanda. La producción total de vehículos x Km. en todo el sistema permitirá evaluar ahorros energéticos y reducción de la emisión de CO<sub>2</sub> y contaminantes, si ésta existiera.

#### **5.- Fase C y D: Estudios de viabilidad y programación de la red.**

Los estudios de demanda y accesibilidad en la Fase C se centrarán en una mejor estimación de la demanda de viajes y en un análisis más completo de la cobertura de la red, una vez se hayan definido con detalle la ubicación de las estaciones. En esta fase del trabajo, el estudio de demanda y accesibilidad alimentará las siguientes partes del trabajo:

- Estudio de rentabilidad:
  - estimación de los viajeros anuales que utilizan el sistema. Tasas de crecimiento.
  - Ahorros de tiempo en el sistema de transporte urbano de Zaragoza.
- Dimensionamiento de estaciones:
  - Viajeros subidos y bajados en cada estación por períodos horarios.
- Plan de explotación

- Viajeros subidos, bajados y que viajan por tramos de red y períodos horarios.
- Estudio de accesibilidad
  - Cobertura y accesibilidad a cada estación prevista.

#### **6.- Fase E: anteproyectos**

Los anteproyectos incluirán un análisis todavía más detallado de la demanda y accesibilidad. Sobre lo especificado en el Estudio de Viabilidad, el anteproyecto incluirá un análisis detallado de accesos a las estaciones (incluido un diseño de accesos peatonales, paradas de autobús – intermodalidad, dimensionamiento del aparcamiento).

Asimismo, y desde el momento que el anteproyecto incluye un plan detallado de explotación de la línea, se realizará un dimensionamiento de la misma por periodos horarios, estableciendo las necesidades de material móvil por períodos del día, así como refuerzos adicionales en hora punta, si fuera necesario.

#### **7.- Fase F: plan de explotación y programa económico.**

En esta fase de la asistencia técnica deben desarrollarse los planes necesarios para la explotación de la línea y su viabilidad financiera con mayor nivel de detalle, para lo cual un aspecto fundamental es la demanda captada por la infraestructura, las conexiones con el resto de sistemas, y por tanto, el número de viajeros y los ingresos que se derivan del pago de la correspondiente tarifa.

**ANEJO N.º 4:**

**MODELO DE PROPOSICIÓN ECONÓMICA PARA EL ESTUDIO  
DE DEMANDA Y ACCESIBILIDAD**

## MODELO DE PROPOSICIÓN ECONÓMICA PARA EL ESTUDIO DE DEMANDA Y ACCESIBILIDAD

La valoración del estudio de demanda y accesibilidad deberá presentarse de acuerdo con este modelo.

1) Valoración de los trabajos de campo	€
2) Elaboración y actualización de modelos, matrices e implementación de todo el sistema integrando los modos público y privado en los distintos escenarios	€
3) Redacción y edición de informes	€
<hr/>	
TOTAL PARCIAL	€
I.V.A.(16 %)	€
<hr/>	
TOTAL	€

