



Área de Planificación
Subdirección General de Planificación,
Proyectos y Construcción de Carreteras
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
**CONSEJERIA DE VIVIENDA,
TRANSPORTES
E INFRAESTRUCTURAS**

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

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HAN DE REGIR EN EL
CONTRATO DE SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN: "VÍA CICLISTA LA CARRETERA M-121 ENTRE LOS
PP.KK. 0+000 Y 4+500"**

La autenticidad de este documento se puede comprobar mediante el siguiente código seguro de verificación:

INDICE

1. PRESCRIPCIONES GENERALES	9
2. OBJETO DEL CONTRATO	9
3. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL CONSULTOR	10
4. RESPONSABILIDADES DEL CONSULTOR	10
5. MEDIOS PERSONALES Y MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO	11
6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR	11
6.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....	11
6.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	12
6.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	12
6.3.1. Vuelo	12
6.3.1.1. Especificaciones técnicas para los vuelos	13
6.3.1.1.1. Condiciones de las cámaras fotogramétricas	13
6.3.1.1.2. Líneas de vuelo.....	13
6.3.1.1.3. Recubrimientos fotográficos	13
6.3.1.1.4. Condiciones meteorológicas.....	13
6.3.1.1.5. Informe de vuelo.....	14
6.3.1.2. Especificaciones técnicas para los fotogramas	14
6.3.1.2.1. Obtenidos con cámaras analógicas	14
6.3.1.3. Obtenidos con cámaras digitales	15
6.3.2. Trabajos de topografía de campo para la obtención de la cartografía.....	15
6.3.2.1. Sistema de referencia	15
6.3.2.2. Formación de la Red Básica	16
6.3.2.3. Metodologías de trabajo para la formación de la Red Básica	16
6.3.2.3.1. Enlace con el marco de referencia ETRS-89	16
6.3.2.3.2. Establecimiento de la Red Básica Planimétrica	17
6.3.2.3.3. Enlace con la Red NAP	17
6.3.2.3.4. Establecimiento de la Red Básica Altimétrica.....	17
6.3.2.4. Trabajos de apoyo de campo	17
6.3.2.4.1. Apoyo de campo para vuelos analógicos	18

6.3.2.4.2.	Apoyo de campo para vuelos digitales	18
6.3.3.	Restitución	19
6.3.3.1.	Sistema de coordenadas	19
6.3.3.2.	Toponimia mínima a incluir en los planos	20
6.3.3.3.	Documentos a entregar de la cartografía 1/1.000	20
6.3.4.	Trabajos topográficos de campo adicionales	21
6.3.4.1.	Red de bases de replanteo	21
6.3.4.2.	Replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal	22
6.3.4.3.	Obtención de perfiles transversales	22
6.3.4.4.	Trabajos topográficos de campo complementarios	22
6.3.4.5.	Documentos a entregar de los trabajos topográficos	23
6.4.	GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES	24
6.4.1.	ESTUDIO GEOLÓGICO	24
6.4.2.	PRÉSTAMOS, YACIMIENTOS GRANULARES Y CANTERAS	25
6.4.3.	INSTALACIONES DE SUMINISTRO	27
6.4.4.	PROCEDENCIA DE MATERIALES	27
6.5.	EFFECTOS SÍSMICOS	27
6.6.	ESTUDIO GEOTÉCNICO	28
6.6.1.	ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA A REALIZAR: RELLENOS, DESMONTES Y PRÉSTAMOS	29
6.6.1.1.	Materiales	29
6.6.1.2.	Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes	30
6.6.1.2.1.	Rellenos	30
6.6.1.2.2.	Desmontes	30
6.6.1.3.	Condiciones de excavabilidad de los desmontes	30
6.6.1.4.	Condiciones resistentes del terreno de apoyo	31
6.6.1.4.1.	Rellenos	31
6.6.1.4.2.	Desmontes	31
6.6.2.	Estudio geotécnico para la cimentación de estructuras	31
6.6.3.	PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN	31
6.6.4.	REDACCIÓN DEL ANEJO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO	32
6.6.4.1.	Perfil geotécnico	33

6.6.4.2.	Desmontes	33
6.6.4.3.	Rellenos.....	34
6.6.4.4.	Cimentación de Estructuras	35
6.7.	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	35
6.7.1.	CLIMATOLOGÍA	36
6.7.1.1.	Datos de partida	36
6.7.1.2.	Contenidos mínimos.....	36
6.7.2.	HIDROLOGÍA.....	37
6.7.2.1.	Datos de partida	37
6.7.2.2.	Contenido	37
6.7.2.2.1.	Estudio de las precipitaciones máximas previsibles	38
6.7.2.2.2.	Estudio de cuencas por el método hidrometeorológico.....	38
6.7.2.2.3.	Cálculo de los caudales por el método hidrometeorológico	39
6.7.2.2.4.	Otros estudios necesarios.....	39
6.8.	TRÁFICO	40
6.8.1.	ANÁLISIS DE TRÁFICO EN LA VÍA CICLISTA.....	40
6.8.2.	ANÁLISIS DE TRÁFICO EN LAS CARRETERAS AFECTADAS	41
6.8.2.1.	Datos de partida	41
6.8.2.2.	Cálculo de la I.M.D. en el año actual	42
6.8.2.3.	Previsión de la demanda futura	42
6.9.	TRAZADO GEOMÉTRICO	42
6.9.1.	TRAZADO EN PLANTA	43
6.9.1.1.	Estado de alineaciones	43
6.9.1.2.	Definición en planta cada 20 m	43
6.9.2.	TRAZADO EN ALZADO	44
6.9.2.1.	Estado de rasantes.....	44
6.9.2.2.	Definición de puntos en alzado cada 20 m	44
6.9.3.	ESTUDIO DE VISIBILIDAD.....	44
6.9.4.	SECCIONES TRANSVERSALES TIPO	44
6.9.5.	INTERSECCIONES Y ENLACES	44
6.9.5.1.	Intersección con camino rural no prioritario	45
6.9.5.2.	Intersección con vía convencional con tráfico débil	45

6.9.5.3.	Intersección con vía convencional con tráfico intenso	46
6.9.5.4.	Intersección giratoria	46
6.9.6.	ÁREAS DE DESCANSO	46
6.9.7.	APARCAMIENTOS	47
6.9.8.	PERFILES TRANSVERSALES	47
6.10.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	47
6.10.1.	CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES	47
6.10.2.	COMPENSACIÓN DE LAS EXPLANACIONES	48
6.10.3.	PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS	48
6.10.4.	RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	48
6.10.5.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL CAPÍTULO DE EXPLANACIONES	49
6.11.	FIRMES Y PAVIMENTOS	49
6.12.	DRENAJE	50
6.12.1.	CÁLCULO DE CAUDALES	50
6.12.2.	DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MÁRGENES (LONGITUDINAL)	51
6.12.3.	DRENAJE TRANSVERSAL	53
6.12.3.1.	Datos de campo	53
6.12.3.2.	Implantación de las ODT	53
6.12.3.3.	Dimensionamiento de las ODT	54
6.12.3.4.	Estudio de las cuencas más importantes	55
6.12.3.5.	Diseño estructuras	56
6.12.4.	DRENAJE SUBTERRÁNEO	56
6.12.5.	DEFINICIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE EN LOS PLANOS	57
6.13.	ESTRUCTURAS	57
6.13.1.	Tipología	57
6.13.2.	Cálculo estructural: tablero, pilas, estribos y cimentaciones	60
6.13.3.	Normativa técnica	61
6.13.4.	Plan de inspección y mantenimiento	61
6.14.	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	61
6.14.1.	DESVÍO GENERAL A TRAVÉS DE ITINERARIOS ALTERNATIVOS	61
6.14.2.	DESVÍOS PROVISIONALES	62

6.14.2.1.	Desvío provisional de la calzada actual	62
6.14.2.2.	Desvío provisional de otros viales o caminos interceptados	62
6.15.	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	62
6.15.1.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	63
6.15.2.	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	64
6.15.2.1.	Señales de peligro, reglamentación y prioridad	66
6.15.2.2.	Señalización de indicaciones generales	66
6.15.2.3.	Señalización de servicios	66
6.15.2.4.	Señalización de información	66
6.15.2.5.	Soportes y materiales de señalización vertical	68
6.15.3.	BALIZAMIENTO	68
6.15.3.1.	Soportes y materiales de señalización vertical	69
6.15.4.	BARRERAS DE SEGURIDAD	69
6.16.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y PRESCRIPCIONES DEL ÓRGANO AMBIENTAL	70
6.16.1.	PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y VEGETACIÓN	71
6.16.1.1.	Localización y señalización del terreno a ocupar	71
6.16.1.2.	Tierra vegetal	72
6.16.1.3.	Protección de la vegetación natural	72
6.16.1.4.	Respecto a la flora y fauna protegidas:	73
6.16.2.	PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO Y DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS	74
6.16.2.1.	Protección del sistema hidrológico	74
6.16.2.2.	Protección de la calidad de las aguas	74
6.16.3.	PROTECCIÓN DE LA FAUNA	75
6.16.3.1.	Adecuación de cunetas y arquetas	75
6.16.3.2.	Cerramientos	75
6.16.3.3.	Protección de la fauna durante la construcción	76
6.16.4.	PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA	76
6.16.5.	PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO	76
6.16.5.1.	Prevención de ruidos en la fase de obras	77
6.16.6.	PROTECCIÓN AL PATRIMONIO CULTURAL	77
6.16.6.1.	Patrimonio arqueológico, paleontológico, etnológico e histórico.	77
6.16.6.2.	Vías pecuarias	78

6.16.7.	PERMEABILIDAD TERRITORIAL	78
6.16.8.	DEFENSA CONTRA LA EROSIÓN E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	79
6.16.8.1.	Imagen visual	79
6.16.8.2.	Diseño de plantaciones	80
6.16.8.3.	Especies seleccionadas	81
6.16.9.	Medidas compensatorias:	82
6.17.	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	83
6.17.1.	ILUMINACIÓN	83
6.17.2.	CERRAMIENTOS	85
6.18.	REPLANTEO.....	85
6.18.1.	BASES DE REPLANTEO.....	85
6.18.2.	REPLANTEO DE LOS EJES CADA 20 METROS	85
6.18.3.	REPLANTEO DE LAS ESTRUCTURAS	86
6.19.	COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS	86
6.20.	EXPROPIACIONES.....	87
6.21.	REPOSICIÓN DE CAMINOS.....	87
6.22.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	87
6.22.1.	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	88
6.22.2.	DISEÑO DE REPOSICIONES.....	88
6.22.3.	DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES EN LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES DEL PROYECTO.....	89
6.23.	ZONAS DE DOMINIO PÚBLICO Y DE PROTECCIÓN DE LA VÍA	90
6.24.	PLAN DE OBRAS	90
6.25.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	91
6.26.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	91
6.27.	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	92
6.28.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	92
6.29.	CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS	92
6.30.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	93
7.	DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL PROYECTO	94
8.	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	100
9.	CÁLCULOS REALIZADOS CON ORDENADOR.....	101



10. OTRAS OBLIGACIONES DEL CONSULTOR	102
11. NORMATIVA APLICABLE	102
12. PROPIEDAD DE LOS SERVICIOS PRESTADOS	102
ANEXO 1. INSTRUCCIÓN DE EXPROPIACIONES	104
ANEXO 2. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO, ILUMINACIÓN E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	104

1. PRESCRIPCIONES GENERALES

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

La empresa que resulte adjudicataria del contrato recibirá el nombre de contratista o consultor. A su representante legal se le denominará delegado del contratista o consultor.

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

Se describen igualmente, los documentos e información que la Administración pone a disposición del consultor. A excepción de esta documentación, será por cuenta del consultor la realización de todo el trabajo necesario para alcanzar el objeto del contrato.

Se establecen también las relaciones entre los representantes de ambos en lo referente a aspectos técnicos y seguimiento del contrato.

El presente pliego se considerará integrado en su totalidad al de cláusulas administrativas particulares del contrato, formando, en consecuencia, parte de dicho contrato.

2. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato es la prestación de servicios a la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid para la redacción del siguiente estudio:

- TIPO:** Proyecto de construcción.
- TÍTULO:** Vía Ciclista en la carretera M-121 entre los PP.KK. 0+000 y 4+500
- SITUACIÓN:** Términos municipales de Alcalá de Henares y Meco.

El proyecto de construcción para el que se solicita asistencia técnica consiste en la preparación, de acuerdo con lo exigido al respecto por la legislación vigente, de los documentos -memoria y anejos, planos, pliego de prescripciones técnicas particulares y presupuesto, estudio de seguridad y salud y estudio de gestión de residuos-, necesarios para definir detalladamente las obras que han de efectuarse y la forma de realizarlas, precisando las características de los materiales a emplear, así como su procedencia y las especificaciones de las distintas unidades de obra a ejecutar, con el fin de conseguir los resultados óptimos, conjugando los puntos de vista técnico y económico, tanto en la fase de construcción de las obras, como en la de su conservación y explotación.

Los condicionantes básicos del proyecto son los siguientes:

- Longitud aproximada del tramo: 4,5 kilómetros.
- Tipo de actuación: construcción de vía ciclista paralela a la carretera M-121.
- Estructuras: Una. Ubicada en el PK 3+500 para el cruce de la autopista R-2. Longitud: 110 metros. Se compone de 4 vanos.

- Presupuesto Base de Licitación aproximado de las obras con IVA: 2.800.000 euros.
- Antecedentes:
 - Informe de la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular de fecha 14 de noviembre de 2023, en el que se determinó que el proyecto no debía ser objeto de ningún procedimiento de evaluación de impacto ambiental.
 - Informe de la Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal de fecha 14 de septiembre de 2023, en el que se determinó que para poder ser considerado viable el proyecto y evitar efectos significativos a las especies protegidas de la zona, es necesario que se incluyan en la ejecución del proyecto unos determinados condicionantes.
 - Documento Ambiental Carril Bici paralelo a la carretera M-121 (PK 0+000 al PK 4+500).

3. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL CONSULTOR

La administración facilitará al consultor toda la documentación relativa a los antecedentes administrativos del proyecto de referencia. El área encargada del contrato facilitará las credenciales oportunas al personal del consultor que se determine para cada una de las fases del trabajo y que se requieran para identificar su adscripción al estudio frente a particulares y organismos de la administración estatal y local.

4. RESPONSABILIDADES DEL CONSULTOR

El consultor responderá del buen funcionamiento e idoneidad de las instalaciones, equipo y material destinado a la ejecución de los trabajos.

Será responsabilidad del consultor la obtención de todos los permisos y licencias que se requieran para la ejecución de los trabajos encomendados conforme a lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Corresponderá al consultor recoger los datos relativos a la coordinación con las actuaciones de las administraciones públicas o afección a otros servicios, sin perjuicio de que la administración facilite la gestión oficial con los organismos afectados. El contratista garantizará la viabilidad técnica y administrativa de todas las propuestas incluidas en su proyecto, a través de sus contactos con los organismos implicados.

El adjudicatario del contrato adoptará las medidas necesarias para que durante la ejecución de los trabajos encomendados quede asegurada la protección de terceros, siendo de su total responsabilidad las indemnizaciones por los daños y perjuicios que a éstos puedan ocasionarse como consecuencia de aquellos, si a tenor de las disposiciones y leyes vigentes incurriese en culpabilidad.

Para ello, durante la ejecución de trabajos necesarios para la redacción del proyecto en la zona de influencia de la carretera, será por cuenta del consultor la señalización, que en todo caso se hará de acuerdo con la Instrucción 8.3-IC sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado", de la Dirección General de Carreteras y demás disposiciones al respecto que pudiesen entrar en vigor antes del fin de los trabajos. A medida que los trabajos vayan realizándose, se removerán los elementos y materiales utilizados, y se restituirá la carretera a su estado original. Mientras duren los trabajos el consultor, bajo su cuenta y responsabilidad, asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento.

Asimismo, entre otras, el consultor será responsable de lo siguiente:

- De la preparación de todos los informes, protocolos y documentos técnicos precisos, así como de su veracidad y exactitud.
- De la recopilación, gestión y actualización documental objeto de este Pliego.

El consultor se encargará de la totalidad de los trabajos de producción (mecnografía, delineación, reproducción, ordenación y similares), tanto de los documentos redactados por él como de los preparados directamente por la administración sin intervención del contratista.

Toda la documentación generada durante la ejecución del contrato será propiedad de la Administración. El consultor tendrá la obligación de proporcionar a la Administración todos los datos, cálculos, archivos e informes empleados durante la ejecución del contrato.

El Director del contrato y las personas que con él colaboren deberán tener acceso a toda la documentación en cualquier momento que estimen oportuno.

5. MEDIOS PERSONALES Y MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

Todas las obligaciones relativas a los medios personales y materiales para la ejecución del contrato se regirán por las cláusulas correspondientes del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato.

Sin perjuicio de lo exigido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares en cuanto a la solvencia técnica o profesional y compromiso de adscripción de medios personales y materiales, el contratista aportará un equipo humano formado por técnicos competentes en cada una de las materias objeto del trabajo y los medios materiales que resulten necesarios para su correcta realización dentro del plazo establecido.

Los medios materiales pueden ser físicos o digitales, pero en ningún caso podrán suponer menoscabo de las operaciones que sea necesario realizar según se produzca la demanda de asistencia, tanto personal como documental.

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

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

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

6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

6.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Se hará referencia al objeto, contenido y conclusiones relativos a posibles estudios de carreteras (previos, informativos, proyectos de trazado, proyectos de construcción, estudios geotécnicos, de

auscultación e instrumentación, etcétera) elaborados con anterioridad y que constituyan antecedentes directos o indirectos del presente Proyecto, incluyéndose la documentación completa relativa a los mismos. Asimismo, se incluirá la consulta de la necesidad de someterse el Proyecto a una Evaluación de Impacto Ambiental y la respuesta de Medio Ambiente (informes de la Dirección General de Descarbonización y Transición Energética y de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales), así como la Orden de Estudio que motivó la redacción del presente Proyecto y sus posibles modificaciones o resoluciones complementarias.

6.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Se recopilará la información relativa al planeamiento urbanístico vigente del término municipal en el que se encuentre la actuación y se indicará su adaptación al mismo, evaluándose las posibles interferencias con las zonas calificadas como suelo urbanizado, espacios protegidos en el suelo rural, etc. La información recopilada se plasmará en planos a escala suficiente para comprobar la situación relativa entre las zonas de afección del trazado propuesto y el alcance previsto para las zonas a urbanizar, espacios protegidos en el suelo rural, etc. de acuerdo con el planeamiento urbanístico vigente. **Si fuera precisa alguna actuación no incluida en el planeamiento, el Consultor preparará la documentación necesaria para legitimar dicha actuación.** En particular, se contemplará la adecuación del trazado al planeamiento urbanístico vigente en relación con las servidumbres previstas en la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.

Igualmente, se analizará con suficiente grado de detalle la localización y determinaciones aplicables a usos tales como centros hospitalarios, equipamiento docente u otros análogos, que pudieran plantear exigencias específicas en cuanto a limitación de ruidos, accesos, etc., y, en consecuencia, requerir la adopción de medidas especiales en el proyecto para hacerlo compatible con ellos. Esto es, **si fuera preciso realizar algún estudio específico de ruido, incluyendo mediciones de la situación actual y estimación de la futura, el Consultor presentará los estudios necesarios que le permitan adoptar las medidas contra el ruido de manera debidamente justificada ante el organismo competente y puedan ser incluidas y presupuestadas en el proyecto de construcción objeto de este pliego.**

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

El consultor deberá además solicitar ante la Dirección General de Urbanismo el Informe de Viabilidad Urbanística que quedará incorporado en el anejo.

6.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

6.3.1. Vuelo

La cartografía se obtendrá, en general, por restitución de vuelo a realizar sobre la zona objeto del proyecto.

Se realizará una cobertura fotográfica estereoscópica con cámara analógica o digital de las zonas determinadas por la Administración, a escala 1/5.000 para su realización con cámaras analógicas, y

con un tamaño de píxel a escala de suelo GSD (Ground Sample Distance) de 10 cm para su realización con cámaras digitales.

El avión a utilizar estará equipado y debidamente acondicionado para la ejecución de los trabajos encomendados.

6.3.1.1. Especificaciones técnicas para los vuelos

6.3.1.1.1. Condiciones de las cámaras fotogramétricas

Para la obtención de los fotogramas se utilizará una cámara fotogramétrica de precisión, analógica o digital de formato matricial, que disponga de los dispositivos necesarios para la correcta obtención de los fotogramas que deberán usarse en la restitución. La cámara deberá disponer del correspondiente certificado de calibración, como máximo 2 años antes de la obtención de los fotogramas. La cámara se montará de tal modo que se atenúen los efectos de las vibraciones del avión, y que los tubos de escape no empañen sus lentes. Deberá estar provista de un sistema de navegación y adquisición de datos soportado por sistema de posicionamiento Global GPS (Global Positioning System) en modo cinemático, con el fin de proporcionar datos espaciales. Si la cámara es analógica estará equipada con los dispositivos necesarios para que la película se mantenga plana en el momento de la exposición. Si la cámara es digital deberá estar montada sobre plataforma giroestabilizada que permita mantener su verticalidad.

6.3.1.1.2. Líneas de vuelo

Las áreas a fotografiar serán cubiertas por una o varias pasadas paralelas, entendiéndose por tales aquellas cuyos ejes presenten desviaciones relativas inferiores a cinco grados centesimales (5^º). Las líneas de vuelo se proyectarán de forma que quede asegurada la cobertura estereoscópica del total de la zona. Todas las pasadas corresponderán a vuelos ininterrumpidos, y los últimos fotogramas de cada tramo recto se superpondrán a los primeros del tramo siguiente. En caso de ser necesario interrumpir una pasada, al reanudarla, la nueva pasada solapará al menos tres fotogramas con la interrumpida.

6.3.1.1.3. Recubrimientos fotográficos

Los recubrimientos, con un error del cinco por ciento (± 5 %), serán los siguientes:

- Longitudinal: Sesenta por ciento (60 %).
- Transversal: Veinticinco por ciento (25 %).

Siempre que exista un cambio de dirección en las líneas de vuelo, el par estereoscópico que corresponda al principio de la nueva sección, se solapará totalmente (100 %), con el último par de la anterior.

6.3.1.1.4. Condiciones meteorológicas

Los vuelos se realizarán cuando el cielo esté despejado, puedan obtenerse imágenes bien definidas, y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, sin nieve o zonas inundadas.

No se obtendrán fotografías cuando el terreno aparezca oscurecido por niebla, bruma, humo o polvo, o cuando las nubes o sus sombras puedan ocupar más del cinco por ciento (5 %) de la superficie del fotograma.

6.3.1.1.5. Informe de vuelo

Se presentará un informe completo de los vuelos realizados, en el que además de las observaciones que se estime pertinente incluir, se reseñarán los siguientes extremos:

- Condiciones meteorológicas.
- Fecha del vuelo.
- Situación del vuelo.
- Altura del vuelo.
- Hora de comienzo y término de la toma de fotografías.
- Descripción y referencia de las cámaras empleadas.
- Fecha y número de los fotogramas obtenidos.

6.3.1.2. Especificaciones técnicas para los fotogramas

6.3.1.2.1. Obtenidos con cámaras analógicas

Escala: en ningún caso el denominador de la escala aproximada de los fotogramas que se obtengan será inferior en más del diez por ciento (10 %) del de la escala específica. Verticalidad: la inclinación de cada fotograma será inferior a dos grados centesimales (2º). El formato útil de los fotogramas será de veintitrés por veintitrés centímetros (23 cm x 23 cm).

Cada fotograma, además de tener claramente señalados las correspondientes marcas de referencia marginales, incluirá, en uno de sus bordes, la siguiente información:

- Título o número de referencia del trabajo.
- Fecha y hora en que se tomó la fotografía.
- Pasada y número de fotograma.
- Altitud media.
- Escala de vuelo.
- Distancia focal de la cámara.

El revelado, fijado, lavado y secado de la película expuesta se realizará de forma que los negativos obtenidos estén exentos de manchas, huellas digitales o cualquier otro defecto, ofreciendo tonos de color uniforme y con el contraste necesario para discriminar los distintos detalles de las zonas fotografiadas.

Se entregarán los siguiente documentos:

- Informe.
- Una colección de copias por contacto.
- Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1:25.000: se marcará el contorno de la zona que corresponda a cada fotografía, aparecerá la posición aproximada de los fotocentros, se señalará el numero de pasada y se numerarán aquellos fotogramas cuya situación coincida con un múltiplo de diez (10).
- Certificado de calibración de la cámara.

6.3.1.3. Obtenidos con cámaras digitales

Escala del vuelo: el tamaño del píxel medio para toda la pasada a escala de suelo (GSD) será el solicitado \pm el diez por ciento (10 %). Verticalidad: la inclinación de cada fotograma será inferior a dos grados centesimales (2^º). Formato: una vez procesadas las imágenes recogidas por la cámara, el formato de los fotogramas será TIFF (Tagged Image File Format) sin compresión, con máxima resolución geométrica.

Condiciones de las copias fotográficas en papel:

Se obtendrán de las correspondientes imágenes por filmación en papel fotográfico. Sus dimensiones se adaptarán a los formatos estándar de papel fotográfico existente de tal manera que la escala de impresión sea aproximadamente la de la escala de vuelo 1/5.000 solicitada para el caso de realizarse con cámara analógica. Todas las copias serán claras y limpias, y estarán exentas de manchas, defectos, ralladuras, arrugas o cualquier otro defecto que pueda disminuir su utilización. En todo caso, cada copia obtenida incluirá la información:

- Título o número de referencia del trabajo.
- Fecha y hora de realización del vuelo.
- Pasada y número de fotograma.
- Cámara que ha realizado el vuelo.
- Resolución del píxel a escala de suelo (GSD).
- Focal.
- Altura del vuelo.
- Escala aproximada de impresión.

Documentos a entregar:

- Informe.
- Imágenes digitales en formato TIFF.
- Una colección de copias impresas.
- Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1/25.000: se marcará el contorno de la zona que corresponda a cada fotografía, aparecerá la posición aproximada de los fotocentros, se señalará el número de pasada y se numerarán aquellos fotogramas cuya situación coincida con un múltiplo de diez (10).
- Certificado de calibración de la cámara.

6.3.2. Trabajos de topografía de campo para la obtención de la cartografía

Se realizarán trabajos topográficos de campo para obtener las coordenadas de los puntos de apoyo necesarios para la restitución fotogramétrica, para ello previamente se realizará una Red Básica que además será la base de partida para la confección de la Red de Bases de Replanteo que permitirá la realización del replanteo, la obtención de perfil longitudinal, la obtención de perfiles transversales y la realización de levantamientos topográficos complementarios.

6.3.2.1. Sistema de referencia

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

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

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

6.3.2.2. Formación de la Red Básica

Se establecerá una Red Básica doble (planimétrica y altimétrica), referida al marco ETRS-89 y a la red N.A.P., que servirá para materializar el sistema de coordenadas que se utilizará en el trabajo en planimetría y en altimetría. Para ello se enlazará en planta con los vértices de la Red REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales) utilizando metodología de observación para la obtención de datos posicionales desde satélites GNSS (Global Navigation Satellite System), y se les transmitirá cota ortométrica a partir de la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P.) o, en su defecto, de la Red de Nivelación de Precisión (R.N.P.).

Se dejará constancia en el terreno de los vértices de la Red Básica mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña y se incluirán en el Proyecto, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con la representación del entorno y además, se indicarán las referencias a tres puntos fijos del entorno, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas, cota y una fotografía en color que se incluirán en el Proyecto. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

6.3.2.3. Metodologías de trabajo para la formación de la Red Básica

El establecimiento de la Red Básica se compone de las siguientes tareas:

6.3.2.3.1. Enlace con el marco de referencia ETRS-89

Para la georreferenciación planimétrica del proyecto, se enlazará mediante GPS al menos a dos vértices geodésicos de la red REGENTE o estaciones fijas de referencia de redes GNSS (ERGNSS). Este enlace se realizará desde al menos dos puntos fijos de la Red Básica, de forma que los dos vértices geodésicos o ERGNSS quedarán como mínimo birradiados, con el fin de detectar baselíneas erróneas. Posteriormente, en la fase de cálculo, se incluirán como marco de referencia ETRS89 todos los vértices de la Red REGENTE que se consideren necesarios de intervenir con el fin de que circunscriban la zona de trabajo, y como mínimo cuatro. Se calculará una transformación Helmert de siete parámetros, para el paso de coordenadas geodésicas ETRS89 con alturas elipsoidales, a la proyección UTM en el sistema ETRS89 con alturas ortométricas referidas al nivel medio del mar en Alicante.

Se indicará claramente en la memoria la relación de vértices empleados, haciendo distinción entre los vértices observados en campo con GPS y los que solamente han intervenido en el cálculo de la transformación, indicando aquellos que han sido rechazados en el cálculo. En ningún caso, se podrán rechazar en el cálculo la totalidad de los vértices geodésicos o ERGNSS enlazados en campo, en cuyo caso sería necesario volver a realizar las observaciones del enlace a la red REGENTE en el campo.

6.3.2.3.2. Establecimiento de la Red Básica Planimétrica

Se establecerá una red planimétrica de aproximación al trazado, mediante técnicas GPS, compuesta por al menos tres vértices que deberá cubrir la zona que ocupe el proyecto.

Esta red servirá de base para el apoyo y posteriores trabajos de topografía. Por tanto sus vértices deberán emplazarse en lugares accesibles, con horizonte despejado libre de obstáculos y que garanticen su permanencia y estabilidad. La metodología de trabajo se basará en el posicionamiento GPS en modo estático relativo con postproceso. El cálculo y compensación de la trilateración, que configura la Red Básica, se realizará por el método de mínimos cuadrados. Las tolerancias en el error medio cuadrático de los incrementos de coordenadas medidas (en las tres dimensiones, ΔX , ΔY , ΔZ) en las observaciones serán de 30 mm.

6.3.2.3.3. Enlace con la Red NAP

La transmisión de cota ortométrica a la Red Básica Altimétrica se realizará mediante una nivelación geométrica doble a partir de la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P.) o de la Red de Nivelación de Precisión (R.N.P.).

La tolerancia para esta nivelación geométrica es:

- error en cota $\leq 10 (k)^{1/2}$ mm; siendo k = longitud del itinerario en km.

6.3.2.3.4. Establecimiento de la Red Básica Altimétrica

Paralelamente a la Red Básica Planimétrica se establecerá una red de clavos de nivelación de al menos 3 puntos, próxima al trazado que constituirá el marco de referencia altimétrico para el proyecto. La metodología de observación de esta red será una nivelación geométrica doble (ida y vuelta), continua, que discorra a lo largo del trazado, materializándose con al menos un vértice cada 2 km. Además, cada vértice de la Red Básica Altimétrica deberá enlazarse al menos a dos vértices de la Red Básica Planimétrica mediante observaciones GPS, de forma que todos los clavos de la red altimétrica tendrán además coordenadas planimétricas promediadas y ajustadas en bloque con el resto de observaciones del conjunto global del proyecto.

Podrán formar parte de esta red altimétrica aquellos vértices de la red planimétrica que se incluyan en los anillos de nivelación realizados y se les transmita cota ortométrica mediante nivelación geométrica. Al igual que la red planimétrica, se dejará constancia en el terreno de los vértices de la red mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia y estabilidad. De cada uno de ellos se realizará una reseña y se incluirán en el Proyecto, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con la representación del entorno y además, se indicarán las referencias a tres puntos fijos del entorno, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas, cota y una fotografía en color. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

6.3.2.4. Trabajos de apoyo de campo

Los trabajos de apoyo de campo comprenderán la toma de datos en campo que se requieran para determinar la posición planimétrica y altimétrica de los puntos de apoyo necesarios para la restitución

fotogramétrica de las fotografías aéreas verticales obtenidas. Para la obtención de sus coordenadas se partirá de la Red Básica realizada.

6.3.2.4.1. Apoyo de campo para vuelos analógicos

El apoyo se efectuará con un mínimo de 5 puntos por par estereoscópico. En las zonas de mayor dificultad topográfica, previa justificación, se podrá reducir a 4. En una colección de copias por contacto de los fotogramas correspondientes, se pincharán los puntos de apoyo y los vértices de la Red Básica que queden incluidos en el fotograma; se pincharán en el fotograma en que su identificación sea más clara (cuyo número y pasada junto con el croquis se indicará en la reseña del punto de apoyo), enmarcando su posición en los demás fotogramas en los que aparezca. En el anverso de las copias, los puntos pinchados se enmarcarán mediante círculos o triángulos equiláteros, al objeto de localizar su posición. La posición de los puntos de apoyo en los fotogramas será lo bastante próxima a las esquinas de los fotogramas para que la zona a restituir quede en el interior del polígono formado por los puntos. Las coordenadas planimétricas y altimétricas de los puntos de apoyo se obtendrán por radiación desde los vértices de la Red Básica, bien sea por procedimientos clásicos (estación total, teodolito y distanciómetro) o con técnicas GPS. Para la obtención de las coordenadas de los puntos de apoyo por procedimientos clásicos, se limitará la longitud entre el vértice de la Red Básica utilizada para radiar y el punto radiado a 1 km, limitándose esta longitud de radiación con el fin de obtener unas precisiones respecto a la Red Básica iguales o mejores de 0,10 m tanto en planimetría como en altimetría. En caso de utilizarse tecnología GPS podrá utilizarse el método estático relativo con las limitaciones siguientes:

- Recepción de, al menos, 4 satélites durante el tiempo de observación con una máscara de elevación de 15 grados de altura.
- Longitud baselínea ≤ 10 km
- La configuración de la constelación de satélites tiene que ser tal que dispongamos de un indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) inferior a 5 durante toda la observación.
- Para la radiación de los puntos de apoyo también podrá utilizarse tecnología RTK, bien sea mediante radio enlace, o mediante enlace por módem con protocolo GPRS (General Packet Radio Service), quedando limitada la longitud de las baselíneas a 10 Km, y siempre que se garantice una precisión respecto a la Red Básica igual o mejor que 10 cm.

6.3.2.4.2. Apoyo de campo para vuelos digitales

Por tener los vuelos digitales realizados con sistemas mixtos GPS/Inerciales (GPS/IMU) una mayor información que los vuelos analógicos, el apoyo de campo podrá realizarse con dos metodologías distintas.

Apoyo de campo continuo para vuelos digitales

La metodología de trabajo para la obtención de los puntos de apoyo es exactamente igual que la descrita en el punto anterior para los vuelos analógicos.

Apoyo de campo con aerotriangulación para vuelos digitales

Siempre que los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) se hayan medido correctamente durante el vuelo, se puede realizar el apoyo mediante una aerotriangulación analítica en la que

intervengan estos datos obtenidos más los puntos de apoyo obtenidos en campo de acuerdo con las normas siguientes:

Se obtendrán 2 puntos de apoyo desdoblados en el primer modelo y último de cada pasada, y un punto más desdoblado cada ocho modelos (los puntos se deben desdoblar por la menor definición que tienen los fotogramas positivos de los vuelos digitales y que dificulta mucho el pinchado y puede inducir a error en la identificación de los puntos).

Los puntos en este primer y último modelo deben estar a una distancia de la esquina del fotograma no inferior a 1,5 cm y no superior de 4 cm.

Si no se puede cumplir los requisitos anteriores en el primer o último modelo, éstos se apoyarán con 4 puntos de apoyo hasta que en un modelo se puedan cumplir los requisitos anteriores.

Se dará un punto de control altimétrico complementario cada 4 modelos en zonas de posado fiable, especialmente en carreteras o plataformas que aparezcan en el vuelo, las coordenadas de estos puntos no se incluirán en el cálculo de la aerotriangulación, sino que servirán para verificar las diferencias entre las coordenadas que les asigne el cálculo de la aerotriangulación y sus coordenadas obtenidas en campo.

Siempre en todas las pasadas debe haber al menos un punto de apoyo en el interior de la pasada.

Obviamente los programas de cálculo de aerotriangulación utilizados deben incluir los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) de la cámara en el proceso de cálculo.

6.3.3. Restitución

La restitución se hará a escala 1:1.000, con curvas de nivel a 1 m de equidistancia salvo indicación expresa en contra de la Dirección del Proyecto. La franja a ambos lados del futuro eje será lo suficientemente amplia para que dé una idea completa del terreno circundante y edificios o lugares necesarios a ubicar en la planimetría. Los planos recogerán la toponimia local de poblaciones, ríos, etc. La restitución se realizará en aparatos analógicos o digitales correctamente calibrados. Se indicará el tipo de aparato empleado y su precisión, adjuntándose los correspondientes certificados de calibración. En el caso de utilizar aparatos digitales se adjuntará el certificado de calibración del escáner fotogramétrico usado así como el detalle de su precisión y resolución geométrica. También se indicará el sistema gráfico original de captura y el formato original de los ficheros magnéticos obtenidos en la restitución. Los errores residuales máximos de los puntos de apoyo en la orientación de los modelos serán:

- En planimetría: 25 cm.
- En altimetría: 25 cm.
- El error medio cuadrático máximo residual de los puntos de apoyo en la orientación tanto en planimetría como en altimetría será: 10 cm.

6.3.3.1. Sistema de coordenadas

En todas las hojas se indicará la posición del norte del sistema de coordenadas mediante un símbolo fácilmente identificable.

6.3.3.2. Toponimia mínima a incluir en los planos

Para la localización e identificación de las distintas zonas del trazado, es fundamental la información que aporta a los planos la incorporación de la toponimia adecuada, como mínimo se incorporará a la cartografía realizada:

Nombre de todos los tramos de las carreteras representadas, incluyendo sus Puntos Kilométricos.

Toda la toponimia de la zona restituida existente en la cartografía 1/25.000 del IGN, de forma especial:

- Parajes significativos.
- Accidentes geográficos significativos.
- Caminos con nombre propio.
- Hidrónimos.
- Poblaciones que aparezcan en la cartografía aunque no tengan Ayuntamiento (pedanías, barrios, parroquias, etc.).
- Nombre de todos los Términos Municipales que figuran en cada hoja de cartografía.
- Elementos urbanos representativos aunque estén en ocasiones fuera del casco urbano, especialmente cementerios y ermitas.
- Toda la toponimia relacionada con el Estudio Informativo y la Declaración de Impacto Ambiental (incluyendo -en su caso- los elementos arqueológicos representativos).

6.3.3.3. Documentos a entregar de la cartografía 1/1.000

El Consultor incluirá en el proyecto los planos ploteados junto con un gráfico de distribución de hojas que proporcione una visión de conjunto de la cartografía restituida.

La documentación mínima a entregar de la cartografía 1/1.000 es:

- Informe, que contendrá al menos:
 - Instrumentos empleados.
 - Sistema gráfico original de captura: formato original de los ficheros magnéticos.
 - Librería de códigos utilizados: Código – elemento – tipo de línea.
 - Certificado de calibración del instrumento de restitución o escáner fotogramétrico, si se utilizan equipos digitales con vuelo analógico.
 - Partes de orientación en los que queden reflejados los puntos de apoyo utilizados en cada par estereoscópico, los parámetros de orientación y los residuos de la orientación absoluta alcanzados en los P.A.
 - Gráfico de distribución de hojas.
 - Colección de planos ploteados en color a escala 1/2.000 en formato DIN A3 (reducción de los planos originales a escala 1/1.000 en DIN A1).
Se deberá indicar en los planos junto a la escala gráfica la escala numérica a la que estaría el plano en caso de plotearse en formato DIN A1.
 - Ficheros sobre soporte magnético en CD de la cartografía tridimensional y del gráfico de distribución de hojas en uno de los formatos estándar de intercambio (DXF, DWG, etc.), y un fichero de texto en el que se detallen los códigos utilizados para cada uno de los elementos del fichero y el tipo de línea y color usado en su representación gráfica en papel.

6.3.4. Trabajos topográficos de campo adicionales

Se realizarán trabajos topográficos de campo para la realización del replanteo, obtención del perfil longitudinal, obtención de perfiles transversales, levantamientos taquimétricos y la realización de levantamientos topográficos complementarios de detalle.

6.3.4.1. Red de bases de replanteo

Partiendo de los vértices de la Red Básica, se establecerá una red de bases de replanteo para la aproximación al trazado definitivo y desde las que se realizarán el replanteo y los trabajos topográficos complementarios, sirviendo además como un control permanente de planimetría y altimetría, para las fases posteriores de replanteo y construcción de la obra.

Para la obtención de sus coordenadas planimétricas se pueden utilizar las metodologías siguientes:

Realizar poligonales de precisión por metodología clásica (estación total, teodolito y distanciómetro) encajadas en los vértices de la Red Básica. En caso de realizarse la red de bases de replanteo por topografía clásica, las coordenadas planimétricas se obtendrán mediante la realización de poligonales de precisión cerradas y compensadas encuadradas entre los vértices de la Red Básica, debiendo ser los errores de cierre de la poligonal inferiores a las tolerancias máximas admitidas. Los ángulos se medirán con anteojo normal e invertido (Regla de Bessel), no debiendo existir entre las dos lecturas divergencias de más de 10 segundos. La medida de las distancias se realizará tres veces, no pudiendo existir entre ellas diferencias mayores de 3 cm.

Confección de una Red Triangulada que se apoye en los vértices de la Red Básica y obtenida con la misma metodología de trabajo descrita para la Red Básica.

Birradiación desde la Red Básica utilizando técnicas GPS para así poder tener una comprobación de las coordenadas obtenidas, realizando un promedio de las coordenadas siempre y cuando la diferencia entre ellas no supere 0,05m, repitiéndose las mediciones en caso de existir diferencias mayores. Para realizar las radiaciones el receptor GPS fijo se ha de situar al menos en dos bases de la Red Básica diferentes; con esta metodología puede utilizarse equipos GPS en RTK (tanto mediante radio enlace, como con enlace mediante tecnología GPRS).

Los vértices de la red de bases de replanteo se nivelarán geométricamente para darles cota desde los puntos nivelados geométricamente en la Red Básica. Se situarán a distancias que permitan su uso satisfactorio para las necesidades de las obras (distancia media del orden de unos 200 m), de forma que permitan su utilización como bases de replanteo del trazado por bisección o polares, una vez definido éste, y al mismo tiempo sirvan para realizar los levantamientos topográficos para obtener la cartografía de detalle necesaria para la correcta definición de elementos concretos del Proyecto, tales como estructuras, obras de fábrica, encauzamientos, intersecciones, cruces con servicios y servidumbres, etc. Las bases de replanteo se situarán fuera de la zona de obras y de forma que el replanteo por bisección no produzca ángulos inferiores a 15°. Se representarán en los planos de planta del trazado junto con los ejes y la línea que delimita la explanación. Las bases de replanteo se señalarán con el sistema más adecuado, en función de la zona de su implantación, empleando hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña con un croquis de detalle con la representación del entorno y su acceso, y además se tomarán referencias a tres puntos fijos, sus coordenadas, cota y una fotografía en color que se incluirá en el Proyecto. Se describirá en la memoria de los trabajos de

topografía con toda exactitud el procedimiento utilizado para la obtención de las coordenadas y cotas de los vértices de Red de Bases de replanteo, especialmente la metodología usada y los puntos utilizados para su enlace con la Red Básica.

La precisión del trabajo (tolerancias) en planimetría será la siguiente:

- En caso de utilizar Poligonales de Precisión:
 - Error angular $< 40 (N)^{1/2}$ segundos centesimales, siendo $N = N^{\circ}$ de vértices.
 - Error lineal (después de compensación angular) $< 100 (K)^{1/2}$ mm; siendo k = longitud del itinerario en km.
- En caso de utilizar una Red Triangulada GPS:
 - Las tolerancias en el error medio cuadrático de las observaciones será < 4 cm.
- En caso de birradiar las bases utilizando tecnología GPS:
 - Diferencia máxima en las distintas determinaciones del mismo punto 5 cm.

La precisión del trabajo (tolerancias) en altimetría será la siguiente:

- error en cota $< 15 (k)^{1/2}$ mm, siendo k = longitud del itinerario en km.

6.3.4.2. Replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal

Desde la Red de bases de replanteo debidamente niveladas, se realizará el replanteo y estaquillado del eje cada 20 m y obtención del perfil longitudinal, una vez obtenido este longitudinal y tras su comparación con el perfil obtenido de la restitución, se realizará la corrección de las rasantes si fuera necesario.

6.3.4.3. Obtención de perfiles transversales

Se realizará la obtención de los perfiles transversales en cada punto replanteado, con la longitud necesaria en función de la zona de ocupación. Usar cuando sea necesario programas de ayuda para comprobar que los puntos tomados en campo están en la alineación del perfil, evitando los errores ocasionados por la falta de perpendicularidad del perfil respecto al eje replanteado o la falta de alineación de los puntos en el perfil. En el caso de tener que realizarse perfiles transversales en carreteras o autovías en las que sean necesarios obtener los datos del peralte, los procedimientos GPS no dan la suficiente precisión para obtenerlo; para estos casos se podrán obtener los datos por nivelación geométrica, o con el procedimiento de radiación de los puntos de línea blanca o borde de aglomerado con estaciones totales a distancias no superiores a 150 m, desde las bases de replanteo niveladas, para obtener de esta forma puntos con una precisión altimétrica en torno a 1 cm. Para este tipo de trabajos pueden ser especialmente útiles las estaciones sin prisma, dado que en las autovías en que se deban obtener los perfiles transversales puede ser muy complicada la realización de cortes de carril para poder trabajar sobre la calzada mientras ésta se encuentra en servicio.

6.3.4.4. Trabajos topográficos de campo complementarios

Además de los trabajos expuestos anteriormente, el Consultor deberá realizar los siguientes trabajos de campo y gabinete:

Levantamientos parciales a escala 1:1.000 en caso de que la cartografía ejecutada deje sin restituir zonas.

Levantamientos taquimétricos a escalas 1:200 o 1:500 de las zonas donde se vayan a emplazar obras de fábrica o drenaje, estructuras o túneles.

Levantamiento de perfiles longitudinales y transversales en las zonas en que haya de actuarse en las conexiones con otras vías, a los efectos del diseño de las intersecciones o enlaces.

Fijación, en los planos, de los servicios afectados, a fin de estudiar su modificación si es preciso.

Situación sobre la cartografía, de señales kilométricas (hitos o placas) existentes en la carretera actual.

Obtención, mediante coordenadas de puntos de su eje, de las alineaciones en planta y alzado de las carreteras, caminos u otras infraestructuras con las que se conecte, sobre las que se pase, o de las que hayan de cruzar por encima; asimismo, se obtendrán las coordenadas de los edificios o cualquier elemento próximo al trazado que pueda afectar a éste, así como de los trabajos geotécnicos de campo.

Para la obtención de las coordenadas de los puntos del levantamiento, se partirá de la Red Básica o la Red de bases de replanteo. En caso de no ser posible la radiación directa de los puntos necesarios para efectuar el levantamiento desde los vértices de las citadas redes, se llevará el sistema de coordenadas hasta la zona objeto del levantamiento, bien usando metodología clásica (realizando poligonales de aproximación a la zona con teodolito y distanciómetro o usando estación total), o bien mediante las técnicas GPS que se han descrito para la red de bases de replanteo.

Las tolerancias que se fijen para estos trabajos topográficos complementarios, serán las adecuadas para asegurar las exigencias planimétricas y altimétricas de los diferentes trabajos necesarios, pudiendo tomarse para los levantamientos a escala 1/1000 la misma tolerancia que se exige a la cartografía, y para el resto de los trabajos la correspondiente a una radiación de longitud inferior a 200 m desde las bases de replanteo y que se limita a 5 cm tanto en planimetría como en altimetría.

6.3.4.5. Documentos a entregar de los trabajos topográficos

Documentación a entregar de las bases de replanteo:

- Cálculo y compensación de la red de bases haciendo constar errores de cierre y longitud de la poligonal en caso de topografía clásica, o residuos de las observaciones, error medio cuadrático de las coordenadas compensadas, elipses de error en la determinación de la posición de los vértices de la red en caso de utilizar metodología GPS. Coordenadas de los vértices de la Red Básica usados en la realización de la Red de bases de replanteo (incluso los utilizados para orientar en caso de poligonales de topografía clásica). Reseñas, con croquis, fotografías de las bases y referencias.
- Listado de coordenadas de las bases de replanteo.

Documentación a entregar del replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal:

- Cotas del perfil longitudinal.
- Estado de alineaciones y listado de puntos cada 20 m.

Toda la documentación de este apartado se entregará tanto en formato papel como en formato digital (ASCII).

Documentación a entregar de los perfiles transversales obtenidos en campo:

- Perfiles transversales de campo, en formato digital.

Documentación a entregar de los levantamientos taquimétricos:

- Planos de los levantamientos taquimétricos ploteados en DIN A-3, reducción de los planos originales en DIN A1, y en formato digital.

Documentación mínima a entregar de otros trabajos topográficos:

- Listados de cálculo de los puntos utilizados en los trabajos.
- Relación de coordenadas de los puntos utilizados en los trabajos.
- Planos en los que se representen los trabajos realizados (en caso de ser un trabajo topográfico que necesite su representación mediante plano).

Toda la documentación de este apartado se entregará tanto en formato papel como en formato digital.

6.4. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

Las canteras, préstamos o vertederos que se estudien en el proyecto tendrán en general carácter informativo. Por lo tanto, de acuerdo con el artículo 34 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado, el contratista tendrá la libertad para obtener los materiales naturales que las obras precisen de los puntos que tenga por conveniente, siempre que los mismos reúnan las condiciones exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas del Contrato. Esta circunstancia deberá quedar reflejada expresamente en los documentos contractuales del Proyecto.

A priori se intentará, si el material a utilizar como préstamo es factible, que sea además una explotación minera que haya adaptado el Plan de restauración del espacio natural (PREN) afectado para utilizar materiales inertes de procedencia externa y que actualmente se encuentre realizando labores de restauración. Se consultará el listado de la Consejería de Medio Ambiente con PREN adaptado para proponer explotaciones en las inmediaciones de las futuras obras que cumplan estas características.

Excepcionalmente, la Administración podrá exigir determinadas localizaciones, en cuyo caso figurará esta exigencia de modo expreso en los documentos contractuales del proyecto, como una prescripción técnica más.

6.4.1. ESTUDIO GEOLÓGICO

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

- Geomorfología.
- Espesores y características de los mantos de alteración y materiales de recubrimiento.
- Litología, estratigrafía e historia geológica.
- Geología estructural y tectónica, haciendo especial hincapié en la detección de paleodeslizamientos y otros riesgos geológicos, en su caso.

- Hidrogeología.

- Sismicidad.

Si se estima conveniente se efectuará un estudio sísmico de refracción.

Con toda la información procedente de los estudios y reconocimientos efectuados se confeccionará un plano de planta geológica a escala 1:1.000, con un ancho de banda mínimo de 200 m.

El plano de planta geológica deberá contener al menos:

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

6.4.2. PRÉSTAMOS, YACIMIENTOS GRANULARES Y CANTERAS

Se incluirá un estudio específico y detallado relativo a la posible procedencia de los materiales, actualizando y completando la información obtenida a partir de la cartografía del I.G.M.E. u otros organismos, en su caso. Para cada préstamo, yacimiento o cantera que se proponga utilizar, se describirá con detalle su ubicación en planos a escala 1:25.000, y la forma de acceso mediante el correspondiente croquis. Se realizará un plano a escala 1:500 ó 1:1.000, según convenga, donde queden reflejados los límites previsibles del préstamo, yacimiento o cantera, así como la localización de los reconocimientos realizados para su investigación. En dicho plano se indicará el espesor mínimo aprovechable para el uso que se prevea en cada punto donde se conozca, así como el espesor de suelo de recubrimiento a desechar. Se incluirán, junto al plano de planta a escala 1:500 ó 1:1.000, perfiles longitudinales y transversales donde se identifiquen los distintos niveles litológicos, así como los reconocimientos efectuados.

El número de reconocimientos a realizar y su distribución será el adecuado para conocer las características del préstamo, yacimiento o cantera, y para obtener una cubicación fiable de los mismos según la normativa aplicable vigente.

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

Asimismo, se incluirán los correspondientes partes de reconocimiento (sondeos, calicatas, ensayos geofísicos, penetrómetros, etc.) que se hubiesen realizado, acompañados de la testificación o interpretación pertinente. Con el material proveniente de cada uno de los reconocimientos se realizarán ensayos de identificación y caracterización completa del material. Estos ensayos permitirán asegurar que el material reúne las características exigidas por el PG-3 para cada empleo específico. Las prospecciones, los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo deberán sujetarse en su definición y realización a las normas vigentes sobre los mismos, siendo las condiciones concretas de ejecución de algunos de ellos (cuando presenten posibilidades alternativas de ejecución) las que se recojan en el PG-3, o en su defecto las indique el Director. La omisión de la realización de alguno de estos ensayos prescritos por el PG-3 implica que la caracterización efectuada no resulta completa, y la clasificación del suelo que se obtenga a partir de ella puede resultar errónea:

- En el caso de suelos que el proyecto proponga emplear como materiales tipo terraplén, deben seguirse los criterios especificados en el artículo 330 del PG-3 y, en consecuencia, realizarse todos los ensayos previstos en dicho artículo del Pliego
- En el caso de suelos que el proyecto proponga emplear como materiales para rellenos tipo pedraplén o todo-uno, deben seguirse los criterios especificados en los artículos 331 y 333 del PG-3 y, en consecuencia, realizarse todos los ensayos previstos en dichos artículos del Pliego
- En el caso de suelos que el proyecto proponga estabilizar in situ, deben seguirse los criterios especificados en el artículo 512 del PG-3.
- En el caso yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como zahorras deben seguirse los criterios especificados en el artículo 510 del PG-3.
- En el caso de materiales granulares que el proyecto proponga destinar a la fabricación de suelo-cemento, deben seguirse los criterios especificados en el artículo 513 del PG-3.
- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en hormigones estructurales, deben seguirse los criterios especificados en el Código Estructural 2021.
- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en pavimentos de hormigón o en hormigón magro vibrado deben seguirse los criterios especificados en el artículo 550 y 551 del PG3.
- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos de mezclas bituminosas, deben seguirse los criterios especificados en los artículos 542 y 543 del PG3.

Se tomarán fotografías en color del conjunto de cada préstamo, yacimiento o cantera, así como de las calicatas o cajas de sondeos, mostrando el corte general y el material obtenido en su excavación y detalle de, al menos, una de las caras interiores de la cata, eligiendo aquella que sea más representativa del material encontrado.

En el proyecto se analizarán los impactos ambientales que surgirán de la explotación de préstamos, yacimientos y canteras propuestos, proyectándose las medidas de integración ambiental que sea necesario realizar tras su explotación.

La campaña de reconocimientos y ensayos de laboratorio de préstamos, yacimientos o canteras deberá estar integrada en la campaña de estudio geotécnico.

6.4.3. INSTALACIONES DE SUMINISTRO

Se investigarán y documentarán las instalaciones de suministro de materiales que pudieran emplearse en las obras: fábricas de cemento, plantas de machaqueo de áridos, plantas de hormigón y plantas de mezclas bituminosas. De cada una de ellas se indicará su naturaleza, el tipo y tamaño de las instalaciones, capacidad de producción, canteras y yacimientos granulares de los que se abastecen, etc. También se recogerá la información de los ensayos de control de materiales y productos acabados disponibles.

6.4.4. PROCEDENCIA DE MATERIALES

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

6.5. EFECTOS SÍSMICOS

De acuerdo con el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación, “En la Memoria de todo proyecto de obras se incluirá preceptivamente un apartado de *Acciones Sísmicas*, que será requisito necesario para el visado del proyecto por parte del colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones Públicas”.

En el caso de que las características de las obras proyectadas así lo exijan, deberán considerarse las acciones sísmicas en los cálculos del proyecto, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente.

Si se han de considerar las acciones sísmicas, deben preverse las medidas y disposiciones constructivas de carácter general que van a adoptarse en las obras: topes sísmicos, vinculaciones entre elementos, características de los aparatos de apoyo, etc.

El proyecto de construcción incluirá es estudio de las acciones sísmicas en el anejo “Efectos Sísmicos”.

6.6. ESTUDIO GEOTÉCNICO

El anejo del estudio geotécnico del corredor se elaborará partiendo de los datos básicos recogidos en el estudio geológico y de los datos previos recogidos en los antecedentes, y se complementará con la información obtenida en la nueva campaña de investigación geotécnica, debiendo ser firmado por un ingeniero, licenciado o máster experto en geología y geotecnia.

La campaña de investigación geotécnica comprenderá las siguientes fases:

1. El Consultor elabora la propuesta de campaña geotécnica del proyecto.
2. Remisión de la propuesta de campaña para su aceptación, seguimiento y control al Área de Proyectos y Construcción.
3. Aceptación de la campaña.
4. Realización de las prospecciones de campo y toma de muestras tras la aceptación de la campaña.
5. Realización de los ensayos de laboratorio.
6. Preparación de la documentación, que debe comprender la testificación e interpretación de las prospecciones y los ensayos, en su caso.
7. Redacción del anejo de geotécnico del proyecto (incluirá un apartado de conclusiones y recomendaciones).

El diseño de la campaña geotécnica se someterá al procedimiento regulado en las Recomendaciones sobre la Campaña Geotécnica en los Proyectos de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (Nota de Servicio 3/2012), la Guía de Cimentaciones en obras de Carreteras de 2009 del Ministerio de Fomento, el Manual de Ingeniería de Taludes de 2006 del Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) las Recomendaciones para la redacción de Proyectos de Carreteras (Nota de servicio 9/2014 del Mº de Fomento) y resto de normativa vigente aplicable y contendrá como mínimo:

- Prospecciones y ensayos de campo y laboratorio que se consideren más adecuados.
- Otros reconocimientos.
- Técnicos encargados de la realización de los reconocimientos.
- Maquinaria para la realización de las prospecciones y los ensayos.
- Laboratorio acreditado para la realización de los ensayos sobre las muestras del terreno.
- Técnicos encargados de la elaboración del informe geotécnico.
- Dos sondeos con ensayos SPT e instalación de dos tuberías inclinométricas para la obtención de los desplazamientos acumulados actuales y lecturas simultáneas en los dos inclinómetros ya colocados si estuvieran operativos.
- Nuevos ensayos de las muestras tomadas en los sondeos efectuados para su identificación, clasificación y nuevos ensayos para determinación de la resistencia al corte y la consolidación de los materiales existentes en el área de estudio.

La localización de todos los reconocimientos previstos debe quedar reflejada en un plano de planta y perfil longitudinal del trazado. El número y el tipo de reconocimientos que finalmente se efectúen, así como sus características, y prelación en su orden de ejecución, deberán justificarse adecuadamente en el informe geotécnico.

Entre otros aspectos deberá abordar de forma expresa las cuestiones relacionadas con la naturaleza de los materiales a excavar, modo de excavación y utilización de los mismos, la capacidad de soporte del terreno para cimentar los rellenos, la forma de realizarlos, sus taludes, los asientos que puedan

producirse y el tiempo necesario para que se produzcan, los coeficientes de seguridad adoptados, las medidas a tomar para incrementarlos, caso de no ser aceptables, y las medidas a tomar para disminuir los asientos y/o acelerarlos, etc.

6.6.1. ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA A REALIZAR: RELLENOS, DESMONTES Y PRÉSTAMOS

Si fuese necesario, la totalidad de la actuación se tramificará en desmontes, rellenos y secciones a media ladera. En el Proyecto se deberá realizar una caracterización completa y suficiente de cada uno de ellos, no debiendo quedar ninguno, independientemente de su longitud, sin reconocer y clasificar.

Dicha caracterización debe referirse en todos los casos a los siguientes aspectos:

- Materiales necesarios para su ejecución o derivados de la misma:
 - o Caracterización y procedencia de los materiales necesarios para la ejecución de los rellenos.
 - o Caracterización y destino de los excedentes de excavación de desmontes o saneos, en su caso.
- Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes.
- Condiciones de excavabilidad de los desmontes.
- Condiciones resistentes del terreno de apoyo: características de los fondos de los desmontes y los cimientos de los rellenos.

Se deberá tratar de obtenerse la máxima información posible de cada una de las prospecciones o ensayos que se realicen.

6.6.1.1. Materiales

La caracterización de los materiales para rellenos no podrá omitir ninguno de los ensayos que especifica el PG-3, por lo que deberá ser siempre completa, de acuerdo con los criterios especificados en el mismo. En ningún caso una muestra podrá clasificarse conforme a los criterios de aptitud especificados en el PG-3, si previamente no se han efectuado en la misma todos y cada uno de los ensayos referidos en dicho pliego, según el tipo de relleno de que se trate (artículos 330 a 333).

En cada uno de los rellenos (o secciones a media ladera) en que se divida la traza se determinará la procedencia de los materiales que lo constituyen, identificando de modo expreso los desmontes de la traza o los préstamos propuestos.

Deberá efectuarse al menos una clasificación completa en origen, es decir, por cada préstamo o desmonte. El número mínimo de clasificaciones en origen se determinará aplicando de entre los siguientes criterios, el que dé lugar a un número mayor de ellas, siendo las profundidades y ubicaciones en planta de las muestras suficientemente representativas dentro de cada uno de dichos préstamos o desmontes.

Las prospecciones necesarias para la correspondiente toma de muestras se efectuarán mediante sondeos o calicatas, según proceda en cada caso concreto.

Los excedentes de excavación, tanto si se trata de tierras sobrantes provenientes de la ejecución de los desmontes, como si se trata de saneos de la traza, se identificarán, asimismo, de acuerdo con los mismos criterios definidos para los rellenos.

6.6.1.2. Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes

Los reconocimientos y ensayos que permiten determinar la estabilidad de los materiales que constituyen los rellenos y los desmontes, son conceptualmente los mismos (triaxiales, corte directo, grado de alteración de las rocas, etc.... con sus respectivas variantes en función de la situación analizada).

6.6.1.2.1. Rellenos

Se fijarán, a la vista de las características geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza, y del material para la construcción de rellenos, los taludes recomendados, adoptando siempre valores conservadores compatibles con la mínima afección al entorno de las obras.

6.6.1.2.2. Desmontes

Las prospecciones y ensayos a efectuar serán diferentes en función de la altura (o profundidad, longitud del desmonte y naturaleza de los materiales que lo componen.

A la hora de determinar los ángulos estables de las formaciones, se contará con los testigos de los sondeos o muestras procedentes de las calicatas, que se analizarán por unidades litológicas. En el caso de los suelos se efectuarán ensayos de resistencia al corte y en el de las rocas se evaluará su grado de alteración, su estructura y sus características geomecánicas.

Si se desconociera el número y la potencia de las unidades litológicas (lo que únicamente podría ocurrir antes de la realización de los sondeos) o bien se considerasen éstas totalmente homogéneas, deberán preverse al menos, el número de ensayos de resistencia al corte, en función de la longitud de testigo (Lt) determinados en la normativa vigente aplicable.

Una vez identificadas las correspondientes unidades litológicas y sus profundidades relativas en los sondeos, se deberá aprovechar la información disponible para la ubicación de las bermas intermedias, en su caso.

En aquellos casos en que se considere conveniente, a la vista de los resultados de los sondeos, se realizarán las prospecciones geofísicas necesarias.

6.6.1.3. Condiciones de excavabilidad de los desmontes

La excavabilidad potencial de los desmontes en materiales rocosos, y la elección de su procedimiento de ejecución, debe definirse como mínimo a través de:

- Ensayos de resistencia a compresión simple de las rocas (determinaciones directas y correlaciones a través del ensayo PLT).
- Prospección sísmica de refracción, que debe extenderse a la totalidad de la longitud de los desmontes en roca.

6.6.1.4. Condiciones resistentes del terreno de apoyo

6.6.1.4.1. Rellenos

Se realizará 1 prospección por cada 500 metros. Se prestará especial atención al caso de los suelos blandos. En general, y salvo casos muy especiales, en estos tramos será suficiente el reconocimiento mediante calicatas.

Con terraplenes de pequeña altura, será suficiente alcanzar una profundidad mínima de 1 metro en las calicatas bajo las capas de asiento previstas.

6.6.1.4.2. Desmontes

Debe caracterizarse el fondo de los desmontes a efectos de determinar su capacidad de soporte. La frecuencia mínima del reconocimiento será de una calicata o sondeo por desmorte. Cuando los desmontes sean de pequeña altura en general será suficiente con la realización de calicatas. En caso contrario se efectuarán sondeos mecánicos.

En zonas de pequeños desmontes será suficiente alcanzar una profundidad mínima de 1 metro en catas y sondeos bajo las capas de asiento previstas.

Además de lo anterior, podrá procederse a la realización de ensayos geofísicos, que busquen un mayor grado de detalle en la caracterización del fondo de los desmontes.

6.6.2. Estudio geotécnico para la cimentación de estructuras

Para la planificación de la investigación geotécnica de la cimentación de las estructuras se deberá tener en cuenta su carácter de obra puntual, lo que requiere un conocimiento más específico y enfocado a problemas más concretos.

La campaña de reconocimientos y ensayos de campo y laboratorio se propondrá de acuerdo con las prescripciones recogidas en la nota de servicio 3/2012 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos “Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los proyectos de la Dirección General de Carreteras”.

La localización de todos los reconocimientos previstos deberá quedar reflejada en los planos geotécnicos de planta y perfil longitudinal de cada una de las estructuras y túneles previstos. En estos planos también figurarán los reconocimientos efectuados previamente en la campaña de geotecnia del corredor, pero con colores diferentes para facilitar su diferenciación.

6.6.3. PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Se realizarán los planos necesarios a escala adecuada, que deben incluir la ubicación de la investigación geotécnica realizada y los datos más significativos y representativos de los mismos (columnas estratigráficas en sondeos y calicatas, gráficos de prospecciones sísmicas y eléctricas, golpes en ensayos de penetración, principales parámetros en los piezoconos, estaciones geomecánicas, etc.).

En el caso particular las prospecciones se indicarán sus tres coordenadas (boca del sondeo, ubicación del equipo penetrométrico...) y su distancia al eje del trazado. Se confeccionará un gráfico resumen de cada prospección, que deberá contener toda la información necesaria para poder interpretar las características del terreno investigado. En el caso particular de los sondeos, como mínimo se reflejarán

todos los datos geotécnicos de los partes de campo confeccionados por el técnico especialista, incluyendo las coordenadas de la boca, la testificación litológica, el porcentaje de recuperación de testigo, el índice RQD, los resultados (y ubicación sobre la columna) de los ensayos "in situ" que se hayan efectuado, etc.

Las descripciones que se incluyan deberán estar contrastadas y ser coincidentes con los ensayos de laboratorio que se hayan efectuado. Además, se acompañarán las fotos en color de las cajas de los sondeos, que previamente habrán sido rotuladas a intervalos regulares de profundidad. En relación con los ensayos de campo y laboratorio, deben presentarse en forma de tabla resumen. Paralelamente se incluirán los correspondientes partes completos.

Al menos deberán reflejarse los siguientes aspectos:

- Partes de ensayo:

- Deben hacer mención a la denominación completa (numeración, título y fecha) de la norma con arreglo a la que se han ejecutado.
- Habrán de responder a los modelos de parte recogidos en cada norma de ensayo, que podrán complementarse si se requiriese información adicional.
- Identificarán el lugar de procedencia de la muestra o ensayo in situ (PK, coordenadas UTM...).
- Cada parte de ensayo llevará un código de identificación (único y diferente de los demás) que posteriormente se trasladará a la hoja resumen.
- Los partes de ensayo se dispondrán correlativamente, atendiendo a un criterio de clasificación lógico derivado del código de identificación del parte de ensayo anteriormente referido (alfabético, numérico...).

- Hoja resumen:

- Se reflejarán los resultados que en cada caso procedan, adecuados a la finalidad específica que se persiga.
- Se especificará el lugar de procedencia de cada muestra o ejecución de ensayo in situ (PK, coordenadas UTM...).
- Cada resultado (o conjunto de ellos correspondiente a una misma muestra ensayo in situ) irá precedida del código (o códigos) de identificación del parte del cuál provenga.
- Cuando de los resultados anteriores se derive una determinada categoría o clasificación, y excepcionalmente no se hayan realizado todos y cada uno de los ensayos precisos para su obtención (por ejemplo, un suelo al que excepcionalmente le faltara por realizar alguno de los ensayos de caracterización completa que prescribe el art. 330 del PG-3), dicha clasificación será incompleta. Este aspecto se reflejará asimismo, de forma expresa, en la hoja resumen.

6.6.4. REDACCIÓN DEL ANEJO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO

Sobre la base de la información geológica, las observaciones de campo, los estudios previos existentes y la investigación geotécnica de detalle, tanto de campo como de laboratorio, se redactará el anejo de estudio geotécnico que deberá estar **firmado por un ingeniero, licenciado o máster experto en geología y geotecnia**.

6.6.4.1. Perfil geotécnico

Sobre la base de la información geológica y geotécnica obtenida se realizará el perfil geotécnico de la traza a escala H. 1:5.000 y V. 1:500. El perfil longitudinal debe resultar consecuente con la planta contenida en el estudio geológico (Apdo. 5.5.1). Sobre dicha planta se superpondrá, a partir de las conclusiones del estudio fotogeológico, la ubicación de los paleodeslizamientos u otros fenómenos de inestabilidad de ladera que se hubieran detectado. En dicho perfil se representarán la rasante de la traza y las obras a realizar, así como la situación de las prospecciones e investigaciones realizadas (catas, penetraciones y sondeos, perfiles geofísicos, etc.), que se anotarán con su proyección en el eje, su profundidad y la distancia al eje indicando si es a la derecha o a izquierda de la progresiva. Al pie del perfil longitudinal se representará una "guitarra" con la siguiente información:

- Indicación, por tramos, del espesor de la tierra vegetal;
- En los desmontes: en suelo, se indicarán los porcentajes de suelo inadecuado, marginal, tolerable, adecuado o seleccionado para la formación de rellenos; en desmontes en roca, la aptitud del material excavado para la formación de todouno o pedraplenes; se tramificarán las características del material de fondo de desmonte como cimiento de la explanada del firme; también se indicará si el material es excavable mediante medios mecánicos, con o sin ripado, o si es necesario el uso de explosivos, en función de la profundidad;
- En los rellenos o zonas de tránsito de terraplén a desmonte: el espesor de material a sustituir por saneo, adicional al espesor de tierra vegetal, para la cimentación del relleno o de la propia explanada;
- Emplazamiento de las calicatas y de los sondeos mecánicos efectuados, con indicación simplificada de los materiales encontrados y su clasificación, y los gráficos simplificados de las penetraciones y prospecciones geofísicas.

Finalmente, se preparará un resumen en el que se incluirán los principales problemas geotécnicos del proyecto, su localización y sus soluciones. Tanto en los Planos, como en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Presupuesto se recogerán estas soluciones.

6.6.4.2. Desmontes

Se estudiará para cada uno de los desmontes la estabilidad del mismo con indicación expresa de los taludes a adoptar, en ambos márgenes de la vía, en función de las características geotécnicas de los materiales a excavar. Para ello se efectuará previamente la caracterización geomecánica de las formaciones afectadas.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento (estabilidad global) mínimo a adoptar, salvo justificación, será el especificado en la Guía de Cimentaciones en obras de Carreteras de 2009 del Ministerio de Fomento.

En desmontes importantes se definirán los anchos de bermas a pie de talud e intermedias, necesarias para asegurar una eficaz protección a la vía frente a desprendimientos y la conservación de los taludes. En el caso de las bermas intermedias, tendrán preferiblemente las siguientes características:

- Procurará dividir en talud en diferentes zonas accesibles de forma independiente para los equipos de conservación que transiten por las mismas.
- Anchura mínima de 5 ó 6 m para permitir el acceso de maquinaria.

- Pendiente transversal hacia el interior del talud del 4 %.
- Pendiente longitudinal entre el 2 % y el 4 %, independientemente de la pendiente de la rasante de la carretera.
- Contarán con cunetas revestidas de hormigón para el encauzamiento de las aguas de escorrentía del talud y de la propia berma.
- En caso de que sea posible, se aprovecharán contactos litológicos subhorizontales para su establecimiento, ubicándose sobre horizontes competentes. En otras circunstancias se establecerán a intervalos relativamente regulares, empezando su cómputo desde la cota de fondo de desmonte.

Se clasificarán los materiales procedentes de la excavación, para su uso en la formación de rellenos y explanadas, de la forma indicada en la ejecución del perfil geotécnico. Se realizarán recomendaciones sobre el procedimiento de ejecución, junto con la utilización de los materiales en la formación de rellenos, y se definirán los coeficientes de paso (en coordinación con el anejo de Geología y Procedencia de Materiales y el anejo de Movimientos de Tierras del Proyecto).

En los desmontes en roca se estará a lo especificado en el artículo 322 del PG-3 y se definirán los correspondientes procedimientos de voladura, indicando expresamente la necesidad de hacer precorte y su justificación.

Además, se tendrán en cuenta las cuestiones relacionadas con:

- Capacidad de soporte del fondo.
- Drenaje superficial y subterráneo.
- Interacción con las laderas aledañas, presentando especial atención a los paleodeslizamientos y otros fenómenos similares.
- Transición con los rellenos aledaños.

Se preparará un cuadro resumen de todos y cada uno de los desmontes con los taludes recomendados en ambos márgenes, las posibles medidas a tomar para asegurar su estabilidad y conservación, la capacidad de soporte del fondo de la excavación y la previsible utilización de los materiales excavados.

6.6.4.3. Rellenos

Se fijarán, a la vista de las características geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza, y del material para la construcción de rellenos, los taludes recomendados, adoptando siempre valores conservadores compatibles con la mínima afección al entorno de las obras. Salvo casos excepcionales, debidamente justificados, las pautas básicas serán las siguientes:

Se estudiará la forma de ejecución, teniendo en cuenta tanto las características de los materiales que se obtendrán de los desmontes y préstamos como la forma de excavación. En caso de aparición de roca en los desmontes del trazado que pudiera emplearse en la construcción de pedraplenes, se indicará su idoneidad para este uso, la forma de ejecutarlos y el tamaño de la fragmentación de la roca. Se analizarán, en aquellos rellenos cimentados sobre terrenos blandos y en los rellenos de altura superior a 10 m, los asientos previsibles y el tiempo necesario para alcanzar un determinado porcentaje de consolidación compatible con que no se produzcan daños en el firme. Se estudiarán las medidas a adoptar para acelerar y/o disminuir los asientos. Se analizarán aquellos rellenos a media ladera en los que la naturaleza del cimiento y/o la pendiente transversal del terreno recomiende la

adopción de medidas especiales, con indicación razonada de aquellas que se adopten. El proyecto de la cimentación de cada relleno debe tener una justificación expresa de la estabilidad global de la obra.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento del conjunto relleno-terreno (estabilidad global) mínimo a adoptar, salvo justificación, será el especificado en la Guía de Cimentaciones en obras de Carreteras de 2009 del Ministerio de Fomento.

Se establecerá un cuadro resumen con referencia al eje de la traza de todos y cada uno de los rellenos, especificando su tipología e incluyendo los taludes recomendados, así como las medidas especiales a adoptar.

6.6.4.4. Cimentación de Estructuras

Realizado el estudio geotécnico del tramo, en el que se habrán descrito los trabajos de reconocimiento realizados, y se habrán recopilado los resultados obtenidos, se estudiarán por separado cada una de las estructuras proyectadas, analizando los resultados de su estudio geotécnico y concluyendo sobre el tipo de cimentación más adecuado. Para ello se contemplarán las prescripciones recogidas en la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (2009).

Para cada estructura, se indicará su tipología, ubicación, orden de magnitud de la carga que va a transmitir al cimiento de cada pila o estribo, y los asientos diferenciales que la estructura podrá admitir.

Asimismo, se realizará, para cada estructura, una planta y un perfil geotécnico, a escala adecuada, para representar el corte completo del terreno en el que se apoye, y se representará la situación de sondeos, calicatas, ensayos de penetración dinámica y cualquier otro reconocimiento realizado, tanto en planta como en alzado.

En cada perfil se incluirán los distintos estratos u horizontes litológicos atravesados, indicando su espesor y características geotécnicas, resistencia y compresibilidad.

Los planos del Proyecto deberán incluir los datos precisos para definir con exactitud la ubicación del plano de cimentación, de los estribos y pilas de cada estructura proyectada, así como las dimensiones y posición de la cimentación propiamente dicha, y la definición de los taludes de la excavación.

En el caso de cimentaciones en laderas con pendientes acusadas, en lugares con dificultades de acceso o de cimentaciones que puedan afectar a otras construcciones, además se deberá:

- Realizar planos de detalle de la excavación de las cimentaciones y definir los elementos de sostenimiento necesarios.
- Diseñar y definir en planos los caminos de acceso de la maquinaria, sus eventuales plataformas de trabajo y fases constructivas.

Estos planos permitirán definir completamente las expropiaciones y ocupaciones temporales que deban realizarse en el proyecto.

6.7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

El estudio climatológico de la zona objeto del Proyecto tiene por finalidad conocer las condiciones climáticas e hidrológicas del entorno afectado por las obras. El estudio climatológico se orientará a la

definición de los principales rasgos climáticos de la zona. Basándose en ellos se establecerá la incidencia que tendrá el clima en la obra, mediante el cálculo de los coeficientes medios de aprovechamiento de días laborables para la realización de las principales unidades de obra. Este estudio deberá servir de apoyo al diseño de la solución a adoptar y a la definición del plan de obra del Proyecto.

El estudio hidrológico tiene por finalidad, previo análisis del régimen de precipitaciones y del resto de las características hidrológicas de la zona objeto del Proyecto, determinar los caudales generados en las cuencas interceptadas por la traza.

6.7.1. CLIMATOLOGÍA

6.7.1.1. Datos de partida

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

6.7.1.2. Contenidos mínimos

El estudio se estructurará en tres apartados:

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

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

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

6.7.2. HIDROLOGÍA

El apartado de hidrología incluirá una descripción general de la hidrología de la zona, sobre la base de los datos disponibles de la geología y las visitas realizadas a la traza, con especificación de los cursos de agua atravesados, surgencias, manantiales, rías, marismas, pozos, etcétera, localizados en el ámbito del proyecto y que afecten directa o indirectamente a la traza. Esta descripción servirá de base para estimar los estudios que se desarrollarán posteriormente y los datos necesarios a recopilar para ello.

6.7.2.1. Datos de partida

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

6.7.2.2. Contenido

El objetivo fundamental de los trabajos de hidrología es garantizar la continuidad de los cauces naturales interceptados por la vía, mediante su eventual acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal o puentes. Con carácter general, se determinarán los caudales de referencia de

los cauces interceptados a partir de la información sobre caudales máximos asociados a distintos períodos de retorno que, en su caso, pueda tener la Administración Hidráulica. En especial, se tendrá en cuenta la información de los Mapas de Caudales Máximos elaborados por las Confederaciones Hidrográficas y el Cedex. En caso de no disponer de la información de caudales aludida en el párrafo anterior, o en el caso de que las circunstancias lo aconsejen, se deberá realizar un estudio hidrológico específico. En el caso de cuencas pequeñas, con superficie menor a cincuenta kilómetros cuadrados (50 km²) se podrá aplicar el método hidrometeorológico. Para cuencas mayores, el método de cálculo deberá basarse principalmente en el análisis estadístico de los datos de caudal medidos en las estaciones de aforos próximas a la zona de estudio, bien mediante la estimación directa del caudal de referencia si la estación está cercana, bien para la calibración de los posibles métodos hidrometeorológicos que se empleen. En todo caso, no es aconsejable el empleo del método hidrometeorológico para cuencas con más de quinientos kilómetros cuadrados (500 km²).

6.7.2.2.1. Estudio de las precipitaciones máximas previsibles

Se calcularán las precipitaciones máximas previsibles en 24 horas para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500. Para ello se empleará la publicación “Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular”, editada por el

Ministerio de Fomento. Como contraste, se estudiarán los datos sobre precipitaciones máximas diarias en las estaciones pluviométricas seleccionadas. Se generarán series de precipitaciones máximas en 24 horas, con indicación del año y mes de ocurrencia, sobre las que se ajustarán las distribuciones de probabilidad de Gumbel y SQRT-ETmáx. Se representará gráficamente en papel de probabilidad las funciones de distribución de Gumbel y SQRT-ETmáx junto con los datos de la muestra y se realizarán test estadísticos, con el objetivo de comprobar la bondad del ajuste. Se asignará la precipitación de cálculo desde las estaciones pluviométricas seleccionadas a las cuencas en que se emplee el método hidrometeorológico, justificándose el método empleado (media aritmética, isohietas, polígonos de Thiessen, etc.).

Se realizará un cuadro resumen con las precipitaciones máximas diarias adoptadas para las distintas cuencas del proyecto en que se emplee el método hidrometeorológico, en función de los períodos de retorno considerados, justificándose adecuadamente los valores finalmente adoptados en el cálculo.

6.7.2.2.2. Estudio de cuencas por el método hidrometeorológico

Se delimitarán las distintas cuencas vertientes a la traza sobre planos a escala 1:1.000 y 1:5.000; las cuencas que por su superficie no se observasen a estas escalas se deberán estudiar a escalas menores. Estos planos dispondrán de la toponimia y curvas de nivel suficientes para apreciar el correcto trazado de las divisorias. De cada cuenca se obtendrán las características físicas necesarias para el cálculo de los caudales en ella generados, realizándose los cuadros resúmenes necesarios donde se especifiquen, al menos, las siguientes características de cada cuenca:

- Nomenclatura.
- Obra de drenaje prevista.
- Superficie de la cuenca hasta el punto de cruce con la traza.
- Longitud de la cuenca siguiendo el recorrido posible de la escorrentía.
- Desnivel entre la cabecera de la cuenca y el punto de incidencia en la traza.

- Pendiente media resultante.
- Umbral de escorrentía, en función del uso de la tierra, la pendiente, las características hidrológicas y el tipo de suelo.

6.7.2.2.3. Cálculo de los caudales por el método hidrometeorológico

Para el cálculo de los caudales generados por las cuencas se seguirán las recomendaciones de la vigente Instrucción de Carreteras 5.2-IC, así como el resto de las publicaciones específicas para el cálculo de caudales máximos en cuencas naturales, métodos y aplicaciones informáticas sancionadas por el Cedex y las Confederaciones Hidrográficas. En caso de utilizar aplicaciones informáticas, se deberá incluir un resumen del procedimiento de cálculo realizado por la aplicación, así como una descripción y análisis de los parámetros empleados en el proceso. Una vez calculados los caudales de las distintas cuencas se elaborará un cuadro resumen con la especificación de:

- Nombre de la cuenca.
- Obra de drenaje prevista.
- Área de la cuenca.
- Tiempo de concentración.
- Coeficiente de uniformidad de la cuenca.
- Intensidad media diaria de precipitación en mm/h para los periodos de retorno considerados.
- Factor de torrencialidad.
- Intensidad media de precipitación del aguacero de cálculo en mm/h para los periodos de retorno considerados.
- Umbral de escorrentía en condiciones medias de humedad y coeficientes correctores.
- Coeficiente de escorrentía medio de la cuenca para los periodos de retorno considerados.
- Caudales para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

6.7.2.2.4. Otros estudios necesarios

En función de las características particulares de la traza, serán necesarios estudios o especificación de datos particulares de carreras de mareas, caudales de aliviaderos en presas, niveles de agua en embalses, aforos de ríos y estimación de caudales máximos en ellos, aforos de manantiales y surgencias, etcétera, que se deberán llevar a cabo de acuerdo con las especificaciones del Director y los criterios y condiciones que impongan las Administraciones hidráulicas afectadas y los demás organismos competentes. Una vez completado el anejo se remitirá una copia del mismo a la Administración hidráulica afectada por la traza para recabar su aprobación al estudio y el informe de las obras de drenaje previstas sobre cauces públicos.

6.8. TRÁFICO

6.8.1. ANÁLISIS DE TRÁFICO EN LA VÍA CICLISTA

La vía dará servicio exclusivamente a ciclistas y peatones. Las cargas más pesadas procederán de los vehículos de limpieza o mantenimiento con cargas por eje no superiores a las 3,5 toneladas.

El dimensionamiento del firme se debe hacer para este tipo de vehículos ligeros y para las cargas debidas a la maquinaria de construcción durante la ejecución de la obra. Estas cargas serán las que obliguen a mantener unos espesores mínimos de firme.

Sí se considera necesaria una estimación del tráfico previsible de bicicletas y de su composición tanto para tenerla en cuenta en el diseño de aparcamientos y otros elementos de la nueva vía ciclista como para evaluar su potencial de atracción de usuarios futuros.

Se sugiere a continuación una secuencia de fases para el desarrollo de una estimación preliminar del tráfico de bicicletas y sus características.

Fase 1. Análisis previos.

Se trata de evaluar de manera preliminar el papel actual de la bicicleta en la zona y también el potencial que presenta de cara al futuro. Para ello se debe recopilar información de dos grandes ámbitos de análisis: la movilidad ciclista y el contexto general en el que se desenvuelve:

- Análisis de la movilidad ciclista:
 - Datos sobre el uso existente (en caso de que existan) y modo de obtenerlos en los distintos municipios (semejanzas y diferencias) y en relación a usuarios externos (cicloturismo y otras modalidades).
 - Parque de bicicletas en los distintos municipios y explicación de semejanzas y diferencias.
 - Los generadores potenciales de viajes en bicicleta (núcleos de población y grandes generadores de viaje comarcal)
 - Las barreras naturales e infraestructurales para la bicicleta existentes.
 - Las vías ciclistas existentes o propuestas.
 - Aparcamientos de bicicletas y otras iniciativas favorables a la bici.
 - Accidentalidad, riesgo y peligro para el ciclista en el contexto de la accidentalidad general.
 - Otros condicionantes de la movilidad ciclista comarcal.
- Análisis de la movilidad general y su relación con la bicicleta: No se trata de hacer un análisis exhaustivo de la movilidad en la zona, pero sí de contar con un marco de interpretación suficiente en el que comprender el papel de la bicicleta, para lo cual al menos se han de tener como referencia los siguientes elementos:
 - Estructura territorial y urbana.
 - Redes de comunicación y transporte: la configuración actual y futura de las redes viaria y ferroviaria incide directamente en la viabilidad de la vía ciclista, ya que muchas veces ésta debe apoyarse en aquellas (autovías, red viaria básica, red viaria comarcal, local, red ferroviaria).
 - Los parámetros más significativos de la movilidad comarcal (viajes internos, reparto modal, intensidades de vehículos, etc.).

- La demanda potencial de la bicicleta. A través de las encuestas de movilidad origen-destino es posible obtener una estimación de los viajes que podría captar la bicicleta en caso de que se verifiquen una serie de condiciones previas.
- Los proyectos y planes que generan oportunidades para la bicicleta.

Fase 2. Consultas a usuarios.

Una vez que se tiene una primera aproximación al marco de referencia de la movilidad ciclista es conveniente recabar la opinión de los usuarios de la bicicleta sobre sus desplazamientos actuales y futuros:

- Itinerarios más frecuentados en la actualidad.
- Origen y destino de cada uno.
- Problemas de aparcamiento.
- Probabilidad de uso de la nueva vía.
- Frecuencia de uso (cotidiano o esporádico, días laborables o festivos).
- Tipo de uso (recreativo, deportivo, trabajo, escuela, compras, relaciones sociales, ...).

Fase 3. Estimación del tráfico ciclista.

A partir de los análisis previos y de las consultas a los usuarios y agentes interesados se puede hacer una estimación de los viajes esperables en el momento de la puesta en servicio de la vía.

6.8.2. ANÁLISIS DE TRÁFICO EN LAS CARRETERAS AFECTADAS

Se estimarán las intensidades de tráfico tanto en las carreteras lindantes con la vía como en las interceptadas por ella.

6.8.2.1. Datos de partida

Se obtendrán los registros correspondientes a las estaciones de aforo de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid, así como de las pertenecientes a otras administraciones, situadas en el entorno del tramo objeto del Proyecto. La situación de las estaciones seleccionadas se indicará en un plano o croquis en tamaño A-3, en el que se reflejarán también las distintas carreteras interceptadas, incluyendo su denominación y las poblaciones que unen entre sí.

En caso de no ser suficientes los datos anteriores o estimarse oportuno que se complementen o ratifiquen con nuevos registros o mediciones concretas ya sean manuales o mediante métodos automáticos **el consultor obtendrá mediante aforos (manuales o automáticos) las características del tráfico de las vías** interceptadas o aledañas, con objeto de justificar y diseñar correctamente las intersecciones y las protecciones correspondientes.

Se diseñará una campaña de aforos que deberá ser aprobada por la Dirección del Proyecto.

6.8.2.2. Cálculo de la I.M.D. en el año actual

A la vista de los datos básicos anteriores, se seleccionará una estación de aforo representativa de cada nudo y de cada tramo de la vía, en función de su proximidad, o de su mayor serie de registros de datos disponibles. Para cada una de las estaciones seleccionadas se representará gráficamente la evolución histórica (eje de abscisas) de su I.M.D. (eje de ordenadas).

El cálculo de la I.M.D. correspondiente al año actual se hará, para cada uno de los tramos obtenidos, partiendo de los registros de datos de su estación representativa y aplicando las tasas de crecimiento interanual deducidas de los últimos estudios del corredor en el que se integra. Para cada uno de estos tramos se realizará una estimación de tráfico de vehículos pesados. Estos valores podrán matizarse si se dispone de estudios concretos relativos a tramos adyacentes que puedan considerarse representativos o del corredor en el que se integra el tramo objeto de estudio.

6.8.2.3. Previsión de la demanda futura

La prognosis de tráfico se realizará de la siguiente manera:

- Año horizonte: veinte (20) años después de la fecha prevista para la entrada en servicio de la vía ciclista.
- Crecimiento medio anual: se calculará la I.M.D. en el año horizonte con tasas de crecimiento anual del 0 (crecimiento nulo); 1,5; 2,5; y 3,5 %.
- Inducción prevista por el estudio.
- Captación: la que resulte del estudio.
- Hora de proyecto del año horizonte: se adoptará la hora cien (100).

Los resultados se recogerán en un cuadro resumen, en el que se indicará, para cada tramo y para cada una de las hipótesis de crecimiento medio anual anteriormente enumeradas, la I.M.D. correspondiente a cada año hasta el año horizonte. Se resaltarán especialmente los valores correspondientes a los años 10 y 20 desde la entrada en servicio de la vía ciclista. Se justificará (en función de los crecimientos pasados del tráfico en el corredor y de la tendencia actual, de las perspectivas de crecimiento futuro, de los estudios de inducción y captación de tráfico, etc.) la intensidad del tráfico finalmente adoptada para la hora de proyecto en el año horizonte en cada uno de los tramos y las intersecciones del Proyecto.

6.9. TRAZADO GEOMÉTRICO

Para el encaje del trazado geométrico se realizarán cuantos tanteos sean necesarios, en el perfil longitudinal y en planta, para optimizar el trazado con respecto a los diversos condicionantes de tipo geométrico, geotécnico, de movimiento de tierras, drenaje, ambientales, etcétera. Como resultado de los mencionados tanteos, se justificará con detalle el trazado óptimo seleccionado.

La definición del trazado incluirá los siguientes datos generales:

- Radios en planta, máximos y mínimos;
- Parámetros de clotoide, máximos y mínimos;

- Pendientes y rampas, máximos y mínimos;
- Parámetros de acuerdo vertical, máximos y mínimos;
- Análisis de visibilidad;
- Secciones transversales tipo;
- Gálilos;
- Definición de sobreeanchos y peraltes;
- Tipología de enlaces e intersecciones (previo análisis técnico y económico de las alternativas que conduzcan a la selección de la mejor solución entre las estudiadas).

En la definición de alineaciones y rasantes, los datos deberán aparecer con la máxima precisión posible, que no podrá ser inferior en ningún caso a una cienmilésima parte de unidad, con el fin de que, si es necesario rehacer el cálculo, o modificar ligeramente el trazado o la forma de definición de sus elementos, se introduzcan los mínimos errores posibles. Para las coordenadas de los puntos equidistantes en planta y las cotas de los puntos equidistantes del perfil longitudinal, así como los datos de replanteo, se redondearán las distancias, cotas y coordenadas a milímetros, y los ángulos a segundos centesimales.

6.9.1. TRAZADO EN PLANTA

6.9.1.1. Estado de alineaciones

Se incluirá la definición correspondiente a los elementos de trazado en planta, para lo cual se tomará como punto de partida el origen del proyecto, al que se le podrá asignar una Distancia al Origen (D.O.) arbitraria, que a su vez se verá aumentada con las longitudes de los distintos elementos del trazado, determinando así las D.O. crecientes del mismo.

Se utilizarán únicamente tres tipos de elementos:

- Alineación recta;
- Alineación circular;
- Curva de transición tipo clotoide.

6.9.1.2. Definición en planta cada 20 m

Se definirán las coordenadas de los puntos del trazado en planta cada 20 m sobre el eje, así como las de todos los puntos singulares del estado de alineaciones:

- En las alineaciones rectas, se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y) de cada punto, y el azimut de la recta;
- En las alineaciones circulares, se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y) y el azimut de cada punto, así como el radio de la circunferencia;
- En las curvas de transición tipo clotoide se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y), el azimut (Az) y el radio de curvatura (R) en cada punto, así como el parámetro de la clotoide.

6.9.2. TRAZADO EN ALZADO

6.9.2.1. Estado de rasantes

Se incluirá la definición correspondiente a los elementos de trazado en alzado, partiendo del origen del proyecto, cuya D.O. se habrá establecido al definir el trazado en planta.

Se utilizarán únicamente dos tipos de elementos:

- Rasantes de inclinación uniforme (rectas).
- Curvas de acuerdo vertical (parábolas de 2º grado).

6.9.2.2. Definición de puntos en alzado cada 20 m

Se definirán las cotas de los puntos del trazado en alzado cada 20 m sobre el eje, así como las de todos los puntos singulares del estado de rasantes. El listado incluirá la D.O. de cada punto, su cota y la inclinación de la rasante correspondiente, con su signo (positivo para las rampas, negativo para las pendientes).

6.9.3. ESTUDIO DE VISIBILIDAD

Se realizará un estudio de visibilidad del trazado, determinando los retranqueos de obstáculos y los parámetros geométricos mínimos que proporcionen una visibilidad superior a la distancia de parada. Se analizarán, en su caso, las zonas donde no pueda cumplirse lo indicado anteriormente, adoptando las medidas complementarias necesarias para mantener la seguridad vial.

6.9.4. SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

Se incluirá la descripción y representación de todas las secciones tipo de los diversos viales proyectados, incluyéndose las dimensiones de sus elementos.

6.9.5. INTERSECCIONES Y ENLACES

La definición geométrica del trazado de intersecciones y enlaces se hará de la misma forma en que se ha descrito en los apartados anteriores. A tales efectos, se individualizarán tantos ejes como sean necesarios para definir perfectamente las obras proyectadas, y cada uno de ellos será objeto de un estudio por separado, definiendo sus distintos elementos de trazado, tanto en planta como en alzado, y las coordenadas de los puntos equidistantes, de la misma forma que si del eje principal se tratase. Asimismo, se definirán con exactitud los puntos de intersección de los distintos ejes que concurren en una intersección o enlace, con objeto de facilitar el replanteo de los mismos.

Para el estudio en planta de los nudos y la definición de los peraltes, se preparará un plano de planta a escala 1:500, como mínimo, en el que se definan las coordenadas de los puntos singulares de las mismas, los correspondientes radios y acuerdos, los anchos de carriles y sobrecanchos, en su caso, así como los peraltes de cada uno de los ramales. Cuando el radio de las alineaciones curvas sea inferior a 150 m, o el parámetro de los acuerdos verticales sea inferior a 1.000 m, la definición de los puntos equidistantes del eje se hará cada diez (10) metros.

Las intersecciones de las vías ciclistas con las vías convencionales requieren un tratamiento especial para reducir la cantidad y la gravedad de los conflictos entre los movimientos de las bicicletas y los del resto de personas motorizadas.

En primer lugar, resultan imprescindibles unas buenas condiciones de visibilidad recíproca. Es, por lo tanto, determinante el punto escogido para atravesar la calzada.

También la señalización horizontal y vertical, así como el diseño de la intersección, serán decisivos en el momento de garantizar la seguridad de las personas usuarias.

Se aplicarán los siguientes principios generales:

- Limitar al mínimo imprescindible la cantidad de intersecciones en la vía ciclista para evitar los puntos conflictivos con los vehículos de motor.
- Escoger para atravesar la calzada los lugares en los que la velocidad de régimen de la vía convencional es más baja.
- Si es posible, desplazar los cruces hacia cruces ya existentes, como por ejemplo rotondas, donde los vehículos de motor ya van a una velocidad reducida.
- Establecer dispositivos de reducción de la velocidad de los vehículos de motor y señalización inequívoca de la presencia de un cruce de vía ciclista.
- Facilitar las maniobras de los ciclistas, de manera que el esfuerzo sea el mínimo posible para evitar maniobras antirreglamentarias de las personas usuarias de la vía ciclista.

Para intersecciones con vías convencionales con intensidades superiores a 500 vehículos/hora y con autopistas y autovías, la solución más efectiva será la de utilizar un paso a diferente nivel (intensidad referida a los dos sentidos de circulación en las cuatro horas de más circulación).

6.9.5.1. Intersección con camino rural no prioritario

En este caso, de manera general, la vía ciclista conservará su prioridad, siempre que el tráfico sobre el camino rural sea débil y con velocidades moderadas.

Los vehículos de motor que accedan por el camino tendrán que ser convenientemente informados de la presencia de la vía ciclista. Aun así, los usuarios de la vía ciclista deberán disponer de la señalización adecuada para incrementar su atención cuando se aproximen a la intersección.

Sobre la vía ciclista, se dispondrán los elementos de restricción de acceso a los vehículos de motor, para evitar la intrusión de estos vehículos siempre que no estén autorizados. Los vehículos de mantenimiento de la vía ciclista sí que deben poder acceder a ella.

En el caso de caminos no pavimentados, es conveniente realizar un revestimiento de la calzada a lo largo de 10 metros antes de la intersección con la vía ciclista, con el objetivo de impedir que los neumáticos aporten tierra o arena sobre la calzada de la vía ciclista.

6.9.5.2. Intersección con vía convencional con tráfico débil

Si la carretera que debe atravesar la vía ciclista tiene intensidades inferiores a 200 vehículos/hora (intensidad referida a los dos sentidos de circulación en las cuatro horas de más circulación), la intersección se deberá diseñar con prioridad para los vehículos que circulen por la vía convencional.

6.9.5.3. Intersección con vía convencional con tráfico intenso

Si la carretera que debe atravesar la vía ciclista tiene intensidades de entre 200 y 500 vehículos/hora (intensidad referida a los dos sentidos de circulación en las cuatro horas de más circulación), la intersección también se deberá diseñar con prioridad para los vehículos que circulen por la vía prioritaria.

A causa del efecto del tráfico, el o la ciclista no podrá atravesar la vía de una sola vez.

Por esta razón, se construirá un islote central de 5 metros de ancho y se hará una reducción del ancho del carril para vehículos de motor. También será conveniente establecer medidas de reducción puntual de la velocidad en torno al cruce.

6.9.5.4. Intersección giratoria

Las rotondas son particularmente problemáticas para las personas usuarias de la bicicleta.

Como norma general, se mantendrá la configuración de la pista segregada bordeando exteriormente la rotonda. En general, las calzadas se atravesarán por un carril de dos metros de ancho situado junto al paso para peatones.

En algunos casos puede ser conveniente disponer un anillo alrededor de la rotonda, con doble sentido de circulación, destinada a ciclistas, para asegurar la posibilidad de realizar todos los movimientos de manera segregada, con la finalidad de que la persona que circula en bicicleta pueda escoger la manera más cómoda de hacer su desplazamiento.

6.9.6. ÁREAS DE DESCANSO

Las áreas de servicio son elementos claves para la calidad de una vía ciclista. La existencia de este tipo de infraestructura, con el mantenimiento adecuado y una correcta ubicación sobre los itinerarios ciclistas, produce una percepción de mejora del servicio y aumenta la valoración de la vía ciclista con respecto a las personas usuarias.

En itinerarios superiores a 5 kilómetros es conveniente la creación de espacios acondicionados para el descanso. Tanto las distancias entre áreas como su equipamiento deben ajustarse a la demanda previsible.

En ellos debe disponerse de un equipamiento mínimo con aparcamientos para bicicletas, bancos a la sombra, mesas y papeleras. Si es posible, puede instalarse también una fuente de agua. Son además una ubicación idónea para la instalación de cartelería informativa sobre el recorrido. Dependiendo de la superficie disponible puede además crearse una zona arbolada, que proporcione sombra a la zona de estancia y acompañarse de plantaciones arbustivas, con carácter más ajardinado.

Las áreas de descanso se situarán preferentemente cercanas a otros modos de desplazamiento, por ejemplo a las paradas de autobuses interurbanos.

A la hora de diseñar estas áreas hay que tener en cuenta siempre las labores de mantenimiento que van a requerir, como la necesidad de vaciar periódicamente las papeleras, por lo que es conveniente que sean accesibles con vehículos motorizados.

Como norma general, cada 8-10 km se implantará un área de descanso con funciones de descanso e información, con un equipamiento reducido y con dimensiones adecuadas a su utilización. La superficie no será inferior a 60 m².

6.9.7. APARCAMIENTOS

La disponibilidad de un aparcamiento cómodo y seguro en el lugar de origen y de destino de los desplazamientos es una condición imprescindible para el uso de la bicicleta.

Se deberán diseñar aparcamientos tanto para bicicletas como para vehículos automóviles en el comienzo y en el final de la vía y en algunos puntos intermedios.

Los emplazamientos que han de estudiarse siempre en todo recorrido ciclista son:

- Estaciones de ferrocarriles y transportes metropolitanos.
- Paradas de autobús.
- Centros educativos y deportivos.
- Oficinas y centros administrativos y sanitarios públicos.
- Polígonos industriales.
- Zonas comerciales.
- Parques, jardines y plazas.
- Lugares de ocio

Es recomendable que se sitúen en sitios muy visibles, con tránsito frecuente de peatones o en lugares vigilados o cubiertos por cámaras. Nunca deben disponerse restando espacio al peatón, salvo que las aceras sean muy amplias.

Por lo general, salvo en lugares donde ya existe una fuerte demanda, es preferible situar inicialmente pocos ciclistas y ajustar en el futuro en función de la demanda real.

6.9.8. PERFILES TRANSVERSALES

Se incluirán perfiles transversales, al menos cada 20 m, de cada uno de los viales proyectados. Se tendrá en cuenta la proximidad entre viales cuyas explanaciones puedan interferirse, así como la existencia de estructuras.

6.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.10.1. CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

Atendiendo a los resultados de la campaña de reconocimiento geotécnico de los terrenos, se clasificarán los materiales procedentes de las excavaciones de la traza según su mayor o menor facilidad para ser removidos y su aptitud para formar rellenos. Esta clasificación se reflejará tanto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares como en el Presupuesto, que incluirán la definición precisa de las distintas unidades de obra que integren el capítulo de explanaciones, sus precios correspondientes y los presupuestos parciales a que den lugar.

6.10.2. COMPENSACIÓN DE LAS EXPLANACIONES

Del estudio geotécnico se deducirán los volúmenes de desmonte que deben ser llevados a vertedero por no reunir el material las condiciones necesarias para la construcción de rellenos y el volumen de material de préstamo necesario para conseguir la explanada tipo de proyecto (a colocar sobre el fondo de excavación en desmontes o en la capa de coronación de rellenos). Se estudiará en primer lugar la posibilidad de efectuar compensaciones transversales en el caso de que existan tramos cuya sección transversal discorra con perfiles a media ladera.

Se procederá a realizar un estudio de compensación longitudinal, empleando el método del diagrama de masas.

6.10.3. PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

Cuando las características del proyecto obliguen a la descompensación de las tierras, o existan materiales en los desmontes del proyecto que no sean económica o técnicamente viables para la construcción de la carretera, se deberá estudiar y proponer (en coordinación con el anejo de Geología y Procedencia de Materiales) los préstamos y vertederos que sean necesarios para satisfacer las necesidades de la obra, en función de las características de los materiales, las reservas y las distancias de transporte.

6.10.4. RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

El anejo de movimientos de tierras debe contar con un cuadro resumen donde se especifique:

- El volumen de núcleo/cimiento de relleno necesario, desglosando por materiales utilizados (suelos marginales debidamente tratados, tolerables, adecuados o seleccionados, todo-uno, pedraplén), y distinguiendo también su origen (desmontes de la traza y/o préstamos, compensación transversal). Se indicarán las distancias medias de transporte estimadas diferenciando por tipo de material, origen y destino, y los coeficientes de paso adoptados.
- El volumen de materiales para la coronación de la explanada y las cuñas de transición en estructuras, desglosando por materiales utilizados (suelos tolerables, adecuados o seleccionados; suelos estabilizados; etc.), distinguiendo también su origen (desmontes de la traza y/o préstamos). Se indicarán las distancias medias de transporte estimadas diferenciando por tipo de material, origen y destino, y los coeficientes de paso.
- El volumen de excavaciones en desmontes, distinguiendo si es preciso la forma de extracción (medios mecánicos con o sin ripado, voladura) y los materiales que previsiblemente se obtendrán (suelos marginales, tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno; pedraplén; materiales inadecuados), y distinguiendo su destino (compensación transversal, formación de rellenos, cuñas de transición de estructuras, capas de coronación de explanadas o vertedero).
- El volumen de tierra vegetal y eventuales saneos para las cimentaciones de rellenos y estructuras, indicando la parte que podrá ser empleada en las labores de revegetación, y la parte que será llevada a vertedero. Se debe indicar la distancia media de transporte a vertedero, y los coeficientes de paso adoptados.
- El volumen de material procedente de préstamos, desglosando por material a extraer (suelos tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno o pedraplén) y origen (diferentes préstamos

estudiados en fase de proyecto). También se indicará el destino de los materiales (rellenos, explanada, cuñas de transición) y las distancias medias de transporte previstas.

- El volumen de material a vertedero, indicando su origen (materiales inadecuados, suelos marginales o sobrantes de la excavación de desmontes; tierra vegetal o saneos de cimentación) y su destino (vertederos estudiados en el proyecto). Se indicará también la distancia media de transporte a vertedero.
- La verificación de la existencia de balance nulo en el conjunto del movimiento de tierras (material excavado/préstamo vs. Material vertido/llevado a vertedero), considerando los coeficientes de paso correspondientes.

Dentro de cada uno de los apartados anteriores, a su vez es aconsejable desglosar las mediciones correspondientes al tronco, los viales de los nudos, a las reposiciones de caminos, etc.

6.10.5. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL CAPÍTULO DE EXPLANACIONES

Las conclusiones del estudio de compensación de volúmenes del movimiento de tierras, se reflejarán en el Anejo de justificación de precios y en los documentos contractuales del Proyecto, incluso en el caso de que se fije un precio único para la excavación en desmonte (sin diferenciación de ningún tipo), combinado con un precio único de relleno (cualquiera que sea su procedencia), modelo que será el normalmente utilizado, salvo justificación expresa en contrario. En el caso de que sea necesario establecer matizaciones, tales como distinguir varios tipos de terrenos en desmonte, varias procedencias de materiales en el relleno, o incluso varias distancias de transporte (introduciendo el concepto de unidad de transporte adicional por encima de una distancia), deberá ser objeto de una detallada definición contractual en el Proyecto.

6.11. FIRMES Y PAVIMENTOS

Para el proyecto de las estructuras de firme y de explanada en el tronco principal, intersecciones y enlaces se obtendrán, en primer lugar, los factores de dimensionamiento: tráfico pesado y materiales disponibles para las secciones de firme/explanada.

Las características de la cimentación de la explanada se obtendrán de las conclusiones expuestas en el Estudio Geotécnico del corredor, para cada subtramo diferenciando, en función del tipo de material de fondo de desmonte o de coronación del relleno y de su capacidad portante (C.B.R.), según los criterios de clasificación del PG3 y de la Instrucción 6.1 IC "Secciones de firme".

Los datos sobre la disponibilidad y las características de los materiales para las secciones de explanada y de firme serán extraídos de la información específica y detallada incluida en el anejo de Geología y de Procedencia de Materiales del Proyecto.

La vía ciclista es independiente del tráfico pesado, por lo que los usos previstos son exclusivamente ciclistas y, eventualmente, peatonal. Hay que considerar también la presencia esporádica de tráfico motorizado correspondiente a los vehículos de mantenimiento y reparación, así como de la maquinaria necesaria para la ejecución de la obra. En estas condiciones, es suficiente que la explanada cumpla los parámetros exigidos a una explanada tipo E-1, e incluso algo menores siempre que se justifique adecuadamente y previa autorización del Director del proyecto.

Por lo mismo, las secciones de firme serán, en general, las prescritas por la Instrucción 6.1 IC “Secciones de firme” para la categoría de tráfico pesado T4.2 sobre una explanada tipo E3. Se recomienda especialmente el empleo de las secciones 4231 y 4232: una capa de base de 20 cm de zahorra o suelo cemento y una rodadura de 5 cm de mezcla bituminosa, que puede ser coloreada para favorecer su integración en el entorno (“Recomendaciones de vías ciclistas” de la Comunidad de Madrid, 3.5).

6.12. DRENAJE

El drenaje superficial es un condicionante fundamental en los proyectos de vías ciclistas, sobre todo en zonas con precipitaciones con puntas muy intensas.

La rápida evacuación del agua de lluvia debe permitir la conducción con unas condiciones suficientes de seguridad y comodidad, evitando la pérdida de capacidad de rodadura de la bicicleta. Por otro lado, un adecuado drenaje evita el deterioro del firme y plataforma y redundará a favor de la durabilidad de la obra.

Se realizará el cálculo y la justificación de los elementos de drenaje de la plataforma y márgenes de la vía (drenaje longitudinal), tanto superficiales como subterráneos, y del drenaje transversal de los cauces naturales interceptados por la obra. También se realizará la comprobación, en su caso, de los elementos de drenaje ya existentes.

Para el dimensionamiento del sistema hidráulico de drenaje se seguirán las especificaciones contenidas en la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial” y en la Orden Circular 17/03 de “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”.

El anejo de Drenaje debe contener un resumen con los condicionantes que afectan a la definición del drenaje:

- Criterios específicos de las Confederaciones Hidrográficas o las administraciones hidráulicas competentes.
- Condiciones hidrogeológicas.
- Condiciones medioambientales (estudio de impacto ambiental y DIA).
- Facilidad de la conservación y el mantenimiento.
- Otros condicionantes.

6.12.1. CÁLCULO DE CAUDALES

La obtención de los caudales del drenaje transversal (los cauces naturales interceptados por la vía) se habrá realizado y justificado previamente en el anejo de Climatología e Hidrología. A estos caudales se debe incorporar el estudio de los caudales del drenaje de la plataforma y márgenes de la vía ciclista, y de las superficies vertientes hacia ellos, que se recogerán en el anejo de Drenaje del Proyecto. El cálculo de los caudales se realizará según la metodología expuesta en la instrucción 5.2-IC. Los periodos de retorno utilizados en el cálculo de caudales serán los mínimos especificados en la instrucción 5.2 IC en función del tipo de elemento de drenaje, salvo que la Confederación Hidrográfica u Administración Hidráulica competente requiera otros más exigentes.

Para la comprobación de las condiciones de desagüe de una obra de drenaje transversal donde haya posibilidad de daños catastróficos, o para la comprobación de la erosión fluvial en apoyos de puentes,

el período de retorno a adoptar será de 500 años, salvo que la Confederación Hidrográfica u Administración Hidráulica competente exija un valor más elevado.

6.12.2. DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MÁRGENES (LONGITUDINAL)

El drenaje de la plataforma y márgenes de la vía comprende la recogida, conducción y desagüe de los caudales procedentes de la escorrentía superficial de los mismos y de sus zonas aledañas vertientes. Se considerarán elementos de la plataforma y márgenes de la vía:

- Superficies de la plataforma pavimentadas (calzadas, etc.).
- Superficies de la plataforma no pavimentadas (bermas, etc.).
- Taludes de desmontes.
- Espaldones de rellenos.
- Zonas interiores de enlaces e intersecciones (isletas, lazos, etc.) Zonas de estacionamiento, áreas de descanso, de servicio, etc.
- Estructuras, muros y túneles.

Las aguas de lluvia procedentes de la plataforma y sus márgenes pueden evacuarse tanto a los sistemas de alcantarillado como a los cauces naturales.

Habitualmente, la solución es dotar de cierta pendiente a la vía para que permita la evacuación del agua hacia el exterior. Transversalmente, se dará a la vía ciclista un peralte del 2%. Cuando la vía sea adyacente a la carretera existente, esta inclinación será siempre hacia ésta, para aprovechar el sistema de drenaje existente. Longitudinalmente, es conveniente evitar zonas de pendiente nula y puntos bajos.

En zonas interurbanas, en muchas ocasiones será posible verter la escorrentía directamente hacia los márgenes, pero en otras será necesario disponer de unas cunetas longitudinales, que canalicen el agua hasta el punto de evacuación, con la eventual ayuda de colectores y sumideros.

Las cunetas podrán ser de tierra o revestidas de hormigón, en función de las disponibilidades presupuestarias, las posibilidades de conservación y el impacto ambiental ocasionado.

En caso de la vía ciclista junto a un desmonte, se dispondrá una cuneta de pie de talud que recoja las aguas y los aterramientos del talud y evitar que acaben en la vía. En entorno urbano, el drenaje de la vía ciclista estará coordinado con las pendientes de la infraestructura adyacente, tanto en la disposición de pendientes como la conexión con la red general de drenaje.

Se evitará recoger en la vía ciclista las aguas de la calzada a la que sea contigua, en su caso, por lo que se recomienda que se independicen los sistemas de drenaje de calzada y vía ciclista, o en todo caso, que la vía ciclista evacue en el sistema de drenaje de la calzada.

Los sumideros pueden disponerse horizontal o lateralmente a la vía y se suelen espaciar entre 25-50 metros, en función de la pendiente longitudinal de la vía. Los sumideros horizontales son más efectivos hidráulicamente, pero hay que cuidar la disposición de las rejillas perpendicularmente al tráfico, en aras de la seguridad de la conducción. Los sumideros laterales no incorporan ese condicionante, aunque su uso está más restringido a áreas urbanas.

Como elementos auxiliares a los elementos de drenaje, puede estudiarse la conveniencia de realizar plantaciones de vegetación en el entorno, como elementos de retención de las aguas pluviales

Para definir la red de drenaje de la plataforma y márgenes se han de tener presentes las características del sistema hidrológico de la zona, evitando en cualquier caso el vertido directo accidental de las aguas de escorrentía de la plataforma de la vía a los cursos de agua permanentes.

El proyecto de los elementos que forman la red de drenaje de plataforma y márgenes incluye las siguientes fases:

- Determinación de las áreas vertientes.
- Cálculo de los caudales y asignación de estos por tramos.
- Definición de los elementos de drenaje (cuneta, caces, bajantes, colectores, etc.) y dimensionamiento hidráulico.
- Comprobaciones: capacidad hidráulica; riesgo de erosión o aterramiento; continuidad geométrica e hidráulica; no introducción de caudales a los elementos de drenaje subterráneo, etc.
- Definición de puntos y caudales de desagüe.

Se utilizarán preferentemente dispositivos superficiales –caces y cunetas-, cuyos costes de construcción y conservación son inferiores a los dispositivos enterrados (sumideros, colectores). Para el proyecto del drenaje se tendrán en cuenta los criterios que se definen en la Instrucción 5.2-IC respecto a tipología de elementos y características de los mismos.

En general, se proyectarán salidas de las cunetas y caces con una distancia máxima de 500 m. Las salidas se resolverán mediante arquetas de hormigón con arenero, desagües por medio de bajantes, o bien a través de obras transversales para drenaje longitudinal (O.T.D.L.) habilitadas o colectores. También será admisible el vertido a una obra de drenaje transversal, mediante la arqueta correspondiente, debiéndose analizar, en estos casos, la incidencia en la ejecución de las obras y el funcionamiento posterior de la obra de drenaje transversal.

Se proyectarán los detalles precisos para pasar de un tipo de dispositivo de drenaje a otro, tales como empalmes en arquetas, partidores, etc., de forma que se asegure la continuidad de la red.

Se proyectarán cunetas de guarda en la coronación de los taludes en los desmontes y de pie en los espaldones de terraplenes, de manera que se proteja a estos elementos allí donde la escorrentía superficial del terreno se dirija hacia ellos. En estas cunetas se preverá el proyecto de rampas rugosas para el escape de la fauna pequeña. Se intentará evitar que la carretera intercepte vaguadas en desmonte o trinchera (vaguadas colgadas). En caso de que no sea posible, el caudal a considerar para dimensionar los elementos de desagüe (bajante en el punto bajo de la coronación de desmonte, cunetas y colectores) será similar al correspondiente a los periodos de retorno del drenaje transversal. En las bajantes que conducen sus aguas al drenaje longitudinal de la trinchera (cuneta o colector) se procurará:

- Que los caudales unitarios por metro de ancho no excedan de 1 m³/s.
- Que, para alturas de caída superiores a 3 m, la bajante sea escalonada, siguiendo una inclinación más tendida que el talud de desmonte para crear un cuenco de recogida en cabecera que concentre la entrada de agua a la bajante.

Se consideran singularmente problemáticas aquellas bajantes con caudales superiores a 1 m³/s o aquellas que presenten quiebras, que serán proyectadas detalladamente.

Una vez definida la red completa de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, se elaborará un cuadro resumen de las obras de drenaje (cunetas, tubos pasacunetas, caces, colectores longitudinales, obras transversales de drenaje longitudinal, arquetas, etcétera), en el que se indicará la ubicación de cada obra (D.O.), sus dimensiones geométricas (sección transversal, longitud, etcétera) la función que realiza dentro del conjunto de la red y el dimensionamiento de la misma. La sección tipo de las cunetas, así como los restantes detalles de los elementos que integren el sistema de drenaje de la plataforma y márgenes, se definirán con toda exactitud en los planos del Proyecto. En el caso de que la posición de cunetas, colectores y otros elementos del drenaje de la plataforma y márgenes no pueda ser deducida del replanteo de las calzadas del proyecto, los planos del proyecto definirán los perfiles longitudinales, plantas y cuadros de replanteo que definan geométricamente estos elementos.

6.12.3. DRENAJE TRANSVERSAL

El objetivo del drenaje transversal es la restitución de la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos, ríos) interceptada por la carretera. Las obras de drenaje transversal también pueden ser útiles para la el desagüe de la red de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, o para el paso de la fauna o la reposición de servicios.

6.12.3.1. Datos de campo

Para la implantación del drenaje transversal de la carretera debe realizarse:

- Cartografía de detalle mediante taquimetría del emplazamiento previsto de las obras de drenaje transversal y de la vegetación de las riberas, así como del cauce natural en una distancia suficiente para su correcta modelización hidráulica. También debe hacerse inventario de represas y obstáculos, así como de escarpes o indicios de erosión, para que puedan ser tenidos en cuenta en el diseño del drenaje.
- Toma de datos de las obras de drenaje existentes actualmente en las inmediaciones de la carretera y que pueden influir en el drenaje de la carretera (situación, tipología, características geométricas). Estudio especial de aquellas que, en el caso de realizarse el aprovechamiento de una carretera existente, sean susceptibles de ser utilizadas en el drenaje del nuevo proyecto mediante rehabilitación, ampliación, etc.
- En zonas urbanas y periurbanas deben inventariarse y recogerse datos del sistema de alcantarillado de los núcleos de población (sumideros, colectores, estanques de tormenta, etc.), por la incidencia que podría tener en el proyecto del drenaje de la carretera.

6.12.3.2. Implantación de las ODT

La implantación de las obras de drenaje transversal se realizará según los criterios definidos en la Instrucción 5.2-IC, evitando en la medida de lo posible las situaciones que se indican a continuación:

- Apoyos heterogéneos del cuerpo de la obra;
- Salidas mediante bajadas escalonadas apoyadas en un relleno;
- Traslase de agua de una cuenca principal a otra;
- Soleras escalonadas;

- Cambios bruscos de alineación, en especial en régimen rápido.
- Entradas en pozo, cuando sea conveniente que las obras de drenaje sirvan como paso de fauna.

La obra de drenaje transversal que sea prolongación de una obra existente en la carretera adyacente se diseñará con la misma tipología que ésta y, al menos, con la misma sección de desagüe.

6.12.3.3. Dimensionamiento de las ODT

El dimensionamiento hidráulico de los elementos de drenaje transversal se realizará siguiendo los métodos indicados en la Instrucción 5.2-IC. En el dimensionamiento de las obras y elección de su tipología se tendrán en cuenta los costes de construcción y conservación, evitando en lo posible obras multicelulares por el peligro de obstrucción. En todos los casos se procurará, dentro de lo posible, dimensionar cada obra de drenaje de manera que la sección de control del flujo esté a la entrada de la misma y que la altura de agua que se produce en el remanso respecto a la cota de la solera en la entrada de la obra de drenaje sea menor de 1,2 veces el diámetro del tubo o de la altura libre ($HE < 1,2 D$), con el fin de evitar la posibilidad de que se produzcan daños materiales a las propiedades colindantes. Este último aspecto deberá ser tenido en cuenta especialmente en los casos en los que el cauce natural de la escorrentía no exista, o no esté bien definido, y quepa entonces la posibilidad de que no se alcance el régimen uniforme antes de la entrada del flujo en el conducto transversal correspondiente. En estos casos, deberá relacionarse la capacidad de desagüe de la sección (Q) con la altura de energía específica del agua (HE) inmediatamente antes de la embocadura, que para el caso de que se formen remansos coincidirá, dada la pequeña velocidad de aproximación del agua, con el nivel máximo que alcance la superficie libre con respecto al umbral inferior de la obra de fábrica de desagüe. De esta manera podrá dimensionarse la obra de fábrica para un determinado caudal de cálculo Q , y conocer HE , que determinará la posible existencia de daños a terceros. Cuando los niveles de agua a la salida de la ODT, o las características de la ODT (pendiente, longitud, rugosidad) influyen a los niveles de aguas arriba, la altura de agua a la entrada de la ODT deberá ser calculada preferentemente mediante métodos basados en el análisis de las curvas de remanso.

La comprobación hidráulica de la ODT debe comprender:

- Cuando el caudal de proyecto es superior a 20 m³/s, o las circunstancias así lo aconsejen, se debe hacer un estudio hidráulico del cauce mediante modelización numérica, teniendo en cuenta el riesgo de obstrucción y haciendo las mismas comprobaciones de la superficie de inundación que las usuales en el proyecto de puentes.
- El resguardo entre la lámina de agua aguas arriba y la calzada debe ser superior a 1 m. La ODT debe ser capaz de desaguar el caudal de proyecto, con los resguardos necesarios para tener en cuenta el riesgo de obstrucción y comprobándose que la velocidad media de la corriente es inferior a las velocidades máximas admisibles indicadas en la instrucción 5.2 I.C.
- La ODT no debe entrar en carga para el caudal de proyecto.
- Se estudiará el riesgo de aterramiento y de erosión, y se proyectarán las medidas de protección necesarias.

El proyecto incluirá el cálculo mecánico de las obras de drenaje transversal:

- En el caso de marcos, se abordarán el cálculo de estos elementos en el anejo de Estructuras, de conformidad con la normativa vigente.

- En el caso de tubos, cuando la normativa técnica así lo prevea, el anejo de drenaje debe concretar su resistencia mecánica mediante una adecuada elección de la clase resistente. Ésta debe justificarse mediante cálculos que figurarán en el anejo de Drenaje.

En el caso de que las obras de drenaje se puedan adaptar como pasos de fauna, se tendrán en cuenta las "Prescripciones para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales" editado por el antiguo Ministerio de Medio Ambiente, así como las condiciones indicadas en los informes de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.

6.12.3.4. Estudio de las cuencas más importantes

Se solicitará informe a la Confederación Hidrográfica del Tajo y se realizarán cuantos estudios y requerimientos se soliciten para la autorización de las actuaciones que deberá estar informada favorablemente antes de la finalización del contrato de servicios.

Se realizará un perfil transversal del cauce en la zona donde se ubicará el nuevo puente, debidamente acotado en horizontal y en vertical, donde se refleje el cauce, según la estimación del dominio público hidráulico realizada en el Estudio Hidrológico e Hidráulico y las zonas de servidumbre de uso público de 5 metros de anchura, así como las zonas inundables por avenidas de periodo de retorno de al menos 100 y 500 años, en relación con las obras objeto de la autorización. Se acotará además la altura a la que se ubicará la cara inferior de la estructura con respecto al nivel definido por la máxima crecida extraordinaria correspondiente al periodo de retorno de 500 años.

Se realizará un estudio particular de todos los cauces correspondientes a los cursos de agua principales (ríos, arroyos, etcétera) interceptados por la carretera, normalmente salvados por puentes o viaductos. El estudio hidráulico se extenderá por el cauce aguas arriba y aguas abajo hasta que se pueda aceptar que las condiciones del cauce no influyen en el funcionamiento hidráulico de la obra de drenaje, ni está en el funcionamiento hidráulico del cauce. La obra de drenaje y el cauce se deberán modelar incluyendo todos los puntos singulares, de cambio de sección, pendiente o alineación en planta.

En el anejo de Drenaje se incluirán planos de la obra de drenaje y el cauce en los que se representará la lámina de agua (tanto en planta como en alzado) para el caudal de proyecto y para el caudal de las máximas avenidas ordinarias. Además, se representarán los calados de régimen crítico y de la energía específica, y el régimen de velocidades de la corriente. La elección del modelo hidráulico se realizará en función del riesgo de daño catastrófico (riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales; afecciones a núcleos poblados o industriales), la configuración de la zona de proyecto y el caudal de cálculo:

- Zona con riesgo de daños catastróficos o caudal $> 50 \text{ m}^3/\text{s}$: Análisis mediante modelo en régimen gradualmente variado en una dimensión (HEC-RAS o similar) o en dos dimensiones (en zonas en las que el drenaje de avenidas se produzca por varias obras de drenaje o puentes correspondientes a distintos cauces de aguas bajas, o cuando en el entorno de la obra de drenaje o el puente se produzcan confluencias de cauces).
- Zona sin riesgo de daños catastróficos y caudal inferior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$: Además de modelos en régimen gradualmente variado, se acepta la metodología simplificada propuesta por la Instrucción 5.2 – IC.

En zonas de obras de drenaje transversal, encauzamientos o reintegración al cauce natural de los caudales en los que no se hayan podido evitar cambios bruscos de trazado en planta, se deberán calcular los calados y sobreelevaciones con modelos numéricos en dos dimensiones en régimen variable o con otros métodos respaldados por la experimentación.

Se definirán con exactitud la tipología de la obra de cruce, dimensiones de la sección transversal, régimen hidráulico de funcionamiento de las obras de drenaje proyectadas, sobreelevación y socavación, tanto la generalizada del cauce como la localizada en la zona de pilas y estribos.

El cálculo de las socavaciones, así como de las protecciones necesarias, se hará con la Instrucción 5.2 I.C. o con las recomendaciones del "Control de la erosión fluvial en puentes", editadas por el anterior M.O.P.T. Se podrán admitir otros métodos de cálculo, siempre que se justifique la adecuación del método. En aquellos casos en los que el estudio de socavación revista especial importancia, puede ser necesario contrastar los cálculos de los modelos numéricos con modelos reducidos de laboratorio.

6.12.3.5. Diseño estructuras

Tal y como recomiendan los Organismos de Cuenca se ejecutarán las estructuras tablero horizontal, con un mínimo esviaje respecto al eje del cauce, con el menor número de apoyos dentro del cauce y de la zona de flujo preferente y con una orientación en el sentido de la corriente. Si el diseño hiciera necesario disponer de apoyos dentro del cauce, de la zona de flujo preferente o de la zona inundable, de acuerdo a lo dispuesto en los art. 6,7,9,14 y otros del Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RD 849/1986, de 11 de abril y su modificación por RD 9/2008, de 11 de enero), se analizará el efecto de los mismos, con especial atención al caso en que hubiera que disponerlos de forma esviada al sentido de la corriente.

6.12.4. DRENAJE SUBTERRÁNEO

El proyecto del drenaje subterráneo se llevará a cabo siguiendo las directrices de la Orden Circular 17/2003 sobre "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera". En especial debe evitarse en el proyecto del drenaje que las aguas del drenaje superficial lleguen a introducirse en los elementos del drenaje subterráneo.

Como criterios de proyecto, deben contemplarse:

- La explanada debe estar a la mayor distancia posible del nivel freático, de acuerdo con las especificaciones de la instrucción 6.1 IC, lo que debe estudiarse desde las primeras fases del proyecto. Así, en el caso de que el material de cimiento de la explanada sea un suelo seleccionado o una roca, la cota de coronación de la explanada debe estar a un mínimo de 60 cm sobre el nivel más alto del freático; en el caso de suelos adecuados, debe aumentarse a 80 cm; para suelos tolerables, a 100 cm. Para suelos marginales o inadecuados, a 120 cm. Para ello debe optarse siempre que sea posible por la elevación de la rasante, y cuando no, por el rebaje del nivel freático mediante drenes, capas drenantes y geotextiles.
- Se debe evitar la penetración de agua superficial a la explanada por infiltración a través de la calzada, arcenes, bermas y medianas, por lo que debe realizarse un tratamiento correcto de estos elementos de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.

- El proyecto debe prever la evacuación de las aguas infiltradas en función del recorrido previsible de éstas en la sección transversal de la carretera, que se preverá según las características de la explanada y el firme (casos F, E y S de las Recomendaciones). Se proyectarán las zanjas drenantes, drenes y colectores en las ubicaciones en que sean necesarios de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.
- El proyecto también debe considerar los flujos subterráneos longitudinales al trazado de la carretera. En especial, cuando existe una transición de desmonte-trinchera a relleno, el desmonte tiene una longitud de más de 150 m y la pendiente longitudinal de la carretera es igual o superior al 3 %, se proyectarán zanjas drenantes transversales al trazado en la zona de transición.
- El proyecto prestará especial atención a los elementos de drenaje subterráneo que resuelvan problemas singulares (captación de fuentes y manantiales, túneles, rebajes del nivel freático, estabilización de taludes, etc.).

6.12.5. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE EN LOS PLANOS

Los planos del Proyecto deberán incluir los datos precisos para definir con toda exactitud la ubicación, orientación, dimensiones y pendiente hidráulica de todos y cada uno de los elementos del drenaje proyectados.

Con este objeto, deberán incluirse siempre los siguientes datos:

- Coordenadas de situación de las arquetas y embocaduras de obras de fábrica.
- Cotas de la solera en las embocaduras de las obras de fábrica.
- Definición geométrica de la rasante del vértice inferior de las cunetas de drenaje (pendientes, cotas y coordenadas de los puntos singulares, etcétera), siempre que no se deduzcan directamente de los perfiles longitudinales y secciones tipo de los viales del Proyecto.
- Definición geométrica de la solera de los conductos subterráneos de drenaje.
- Definición concreta de las dimensiones geométricas, espesores de solera, recubrimientos y especificaciones relativas a la calidad que deben cumplir los materiales a emplear en la construcción de las distintas obras de fábrica, pesos de escollera, etcétera.

Las obras de drenaje transversal, puentes y viaductos deberán definirse sobre planos de topografía de detalle realizada al efecto. En el caso de puentes, viaductos y grandes obras de drenaje transversal, en la hoja de planta y alzado general de la estructura se representará los límites de la vegetación de ribera cartografiada, de cauce público, de la zona inundable y de la zona de flujo preferente, así como cualquier otra que estime conveniente el Organismo de Cuenca correspondiente, lo que permitirá asegurar el correcto encaje de las estructuras en el cauce. Se incluirán, también, los planos de detalle necesarios para definir y replantear en obra los distintos elementos singulares que se proyecten (zanjas drenantes, bajantes escalonadas, reposición de fuentes y manantiales, encauzamientos, etcétera).

6.13. ESTRUCTURAS

6.13.1. Tipología

En el caso de que fuera necesario algún tipo de estura, el estudio de las posibles soluciones y tipologías estructurales se realizará basándose en la documentación existente, el estudio geotécnico realizado,

así como el análisis y cálculo de la estabilidad del talud objeto del proyecto y tendrá en cuenta el resto de condicionantes existentes, como el trazado de la carretera, sección tipo, condicionantes constructivos, económicos, estéticos, ambientales y de durabilidad, así como su encaje en el entorno y la concepción de cada uno de sus elementos.

Las soluciones consideradas más idóneas serán dibujadas detalladamente, predimensionadas y presupuestadas para confirmar su validez. Se realizarán los croquis necesarios, a escalas pequeñas (1:500) y grandes (1:50 o 1:100), que incluyan sus elementos fundamentales y un predimensionamiento para estudiar la viabilidad y coste aproximado de cada una de las soluciones.

Se elegirá, razonadamente, la solución final, definiéndose las formas, materiales y acabados con el detalle preciso requerido en un proyecto de construcción, que definirá por completo la estructura.

Se incluirán todos los cálculos realizados, tanto para la obra terminada como para las diversas secuencias del procedimiento constructivo elegido. La Memoria describirá todos los supuestos e hipótesis considerados en los cálculos. Los Planos definirán de modo completo la estructura, incluyendo los detalles constructivos de sus componentes.

Además, se debe incluir:

- Los planos de excavación de las cimentaciones y prever los posibles elementos de sostenimiento que sean necesarios para reducir las afecciones ocasionadas por la construcción de las cimentaciones.
- Diseñar y definir en planos los caminos de acceso de la maquinaria, y sus eventuales plataformas de trabajo.
- Estos planos permitirán definir completamente las expropiaciones y ocupaciones temporales que deban incluirse en el Anejo de Expropiaciones del Proyecto.

Se debe prever, desde las primeras fases del proyecto de las estructuras, la elección de un pretil acorde con el nivel de contención exigido en la normativa vigente.

El tablero debe tener anchura suficiente para albergar el carril bici, la anchura del y otros elementos que sean necesarios (farolas, barandillas, semáforos, postes de banderolas y pórticos de señalización, etc.), para lo cual es necesaria la coordinación entre varios aspectos del Proyecto (trazado, estructuras, señalización, balizamiento y defensas, iluminación, etc.).

Debe también estudiarse y definirse en el proyecto de las estructuras:

- El sistema de impermeabilización de los tableros: Salvo justificación en contra, la impermeabilización se proyectará mediante imprimación con emulsión bituminosa y posterior colocación de una lámina termosoldable de betún elastómero (4 mm de espesor y 6 kg/m²) armada con geotextil de 200 g/m² y autoprotégida en superficie por una capa de gránulos minerales de naturaleza silíceas.

- Las juntas del tablero. Como norma general se seguirán estos criterios (siempre que no haya peligro de sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles):

- En puentes de hormigón pretensado con menos de 60 m de longitud entre juntas, y en mixtos con menos de 100 m, se instalarán preferentemente juntas de perfil de caucho comprimido o juntas de betún modificado.

- En puente de hormigón pretensado con longitud entre juntas de 60 a 400 m, y en mixtos de 100 a 650 m, se instalarán preferentemente juntas de perfiles de elastómero armado (transflex o similar).
- En puentes con longitudes entre juntas superiores a las indicadas anteriormente se instalarán preferentemente juntas modulares (de travesaños).

- La evacuación de las aguas de los tableros: Como norma general, debe formarse un caz entre el borde del arcén pavimentado y la acera o imposta. Los imbornales o sumideros de desagüe se colocarán, como norma general, al menos antes de las juntas de dilatación de las estructuras. En el caso de puentes de vigas prefabricadas, se colocarán sumideros en cada pila, con independencia de la existencia de junta de dilatación.

- El proyectista debe decidir entre realizar el drenaje del tablero mediante imbornales con desagüe libre, o sumideros, colectores y bajantes con desagüe controlado. La utilización de desagüe controlado con bajantes es obligada:

- En entornos donde el fuerte viento pueda causar salpicaduras sobre elementos estructurales.
- Zonas donde la caída del agua desde el tablero pueda causar erosiones.
- Por razones medioambientales, para impedir la contaminación de ríos o arroyos con aceites y combustibles.
- En entornos urbanos.
- Cuando se pasa sobre otra carretera o ferrocarril.

- Deben estudiarse con especial atención los detalles de impermeabilización y drenaje de los estribos y de las juntas de dilatación del tablero.

- Se deben diseñar goterones en el paramento inferior de los bordes de los tableros.

El estudio de las cimentaciones irá acompañado de la información geotécnica necesaria para asegurar la correcta ejecución de las cimentaciones, debiendo incluir en esta documentación los sondeos realizados. En los alzados longitudinales se dibujará el perfil del estrato en el que se incluirán las cimentaciones.

Las Mediciones y Presupuestos incluirán todos los datos para valorar, incluso con mediciones auxiliares, las estructuras. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares recogerá la descripción técnica, tanto del proyecto como de los materiales a utilizar, del procedimiento constructivo, y de los controles en la fase de construcción. De este modo permitirá, junto con los planos, resolver todos los problemas que se presenten durante la ejecución de la obra.

El análisis de cada estructura recogerá como mínimo los siguientes aspectos:

- Análisis global del terreno en su situación definitiva.
- Definición y análisis global de las fases de construcción.
- Definición de esfuerzos y del estado tensional en cada una de las fases constructivas y en el puente terminado, y evolución de éstas a lo largo del tiempo.
- Análisis de proceso constructivo y su afección al cauce.

- Análisis de flechas y deformaciones a lo largo del tiempo y evolución de esfuerzos en función de los fenómenos reológicos del acero activo y de los hormigones.
- Programa de desarrollo constructivo, en el que se describan, calculen y analicen las operaciones a realizar y sus consecuencias, reflejando todas las operaciones a realizar.
- Proyecto de la prueba de carga, en el que se definirán:
 - Fases de prueba y esfuerzos en cada una.
 - Trenes de carga: tipo de camión y su posición.
 - Secciones y puntos de medición de flechas.
 - Valores previstos.

En definitiva, los trabajos anteriores se concretarán en los siguientes puntos:

- Dimensionamiento, cálculo, comprobación y definición -al nivel de proyecto de construcción- de cimentaciones, estribos, pilas, tableros, aparatos de apoyo, pavimentos y cuantos elementos complementarios integran las estructuras proyectadas;
- Documentos de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Mediciones y Presupuestos, con detalle suficiente para la determinación de las obras y su comprobación;
- Estudio geotécnico de cada una de las cimentaciones;

Como resumen, cada estructura se describirá indicando:

- Tipo, número de vanos, longitud y esviaje.
- Dimensiones y composición del tablero.
- Tipo y dimensiones de las pilas y estribos.
- Tipo y dimensiones de la cimentación.
- Aparatos de apoyo y tipo de juntas de tablero.
- Descripción del proceso constructivo.

6.13.2. Cálculo estructural: tablero, pilas, estribos y cimentaciones

El anejo de Cálculos Estructurales **se firmará por el responsable de los cálculos realizados**. En él se incluirá el cálculo completo de las estructuras y de sus cimentaciones. Al principio de los cálculos se describirán las acciones consideradas, con especial referencia a los efectos sísmicos y coeficientes adoptados. Se indicará el método de cálculo empleado (teorías de primer o segundo orden, elementos finitos, emparrillado, cálculo dinámico, etcétera) para cada uno de los elementos estructurales: tablero, pilas, estribos, cimentaciones, aparatos de apoyo, amortiguadores sísmicos, etc., así como las simplificaciones hechas en el modelo elegido.

Se incluirá un cuadro con las hipótesis consideradas y sus combinaciones ponderadas, y un resumen de dimensionamiento por elemento: tablero, pilas, estribos y cimentaciones, en el que figuren las secciones críticas de armado y la combinación más desfavorable con la que se ha hecho, así como el tipo de esfuerzo para el que se arma.

Cuando se empleen programas informáticos se seguirán las prescripciones indicadas en el apartado del Pliego: "Cálculos realizados con ordenador".

En los muros se justificarán los empujes del terreno y los parámetros del mismo, que permitan la determinación de empujes y rozamientos muro-relleno.

6.13.3. Normativa técnica

Las estructuras se dimensionarán de forma que puedan resistir, con suficiente seguridad, todos los esfuerzos producidos por las distintas hipótesis de carga prescritas en la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP)". Se determinará, en función de la ubicación de la estructura dentro de las distintas zonas definidas en la "Norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07)", si es o no necesario considerar las acciones sísmicas en el cálculo de los elementos estructurales. Para el dimensionamiento y comprobación de los distintos elementos estructurales se tendrán en cuenta las prescripciones del Código Estructural 2021 y el resto de la Normativa en vigor.

6.13.4. Plan de inspección y mantenimiento

Será obligatorio redactar un **Plan de Inspección y Mantenimiento** de las estructuras del proyecto que contenga:

- Descripción de la estructura y de las clases de exposición de sus elementos.
- Vida útil considerada.
- Puntos críticos de la estructura, precisados de especial atención a efectos de inspección y mantenimiento.
- Periodicidad de las inspecciones.
- Medios auxiliares necesarios para el acceso a las distintas zonas de la estructura, en su caso.
- Técnicas y criterios de inspección recomendados.
- Identificación y descripción, con el nivel adecuado de detalle, de la técnica de mantenimiento recomendada.

6.14. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando la ejecución de las obras afecte, en todo o en parte, a algún tramo de la calzada existente que deba mantenerse en servicio, se adoptarán las medidas necesarias para que la interferencia entre las obras y el tráfico de la carretera sea mínima durante las distintas fases del proyecto constructivo. En consecuencia, se estudiará la factibilidad de adoptar alguna de las soluciones indicadas a continuación y sus fases correspondientes.

6.14.1. DESVÍO GENERAL A TRAVÉS DE ITINERARIOS ALTERNATIVOS

Cuando la magnitud de la afección entre las obras y la circulación de la carretera sea elevada (voladuras, interrupción total del tráfico, etcétera), o bien cuando se afecte a toda la longitud del tramo y no sea posible la ejecución por el sistema de medias calzadas, se estudiará la posibilidad de habilitar temporalmente un itinerario alternativo, utilizando tramos de carreteras con suficiente capacidad.

Cuando la diferencia entre el volumen de tráfico habitual que circule por el itinerario alternativo y el tráfico inducido por el desvío sea importante, y éste se efectúe durante un período largo de tiempo, se evaluará la incidencia de aquel en el deterioro del estado de conservación del firme, y se incluirá dentro del presupuesto del Proyecto las correspondientes partidas que recojan los trabajos de conservación ordinaria, renovación superficial y, eventualmente, refuerzo del firme del itinerario elegido.

6.14.2. DESVÍOS PROVISIONALES

6.14.2.1. Desvío provisional de la calzada actual

Cuando las características de las obras a realizar así lo exijan (obras de fábrica, modificaciones de trazado en alzado, entronque de variantes con la carretera actual, etcétera), deberán habilitarse desvíos provisionales para el tráfico, siguiendo las prescripciones que se indican en la Norma 8.3-IC "Señalización, balizamiento, limpieza, defensa y terminación y de las obras en vías fuera de poblado" y en los manuales de ejemplos de "Señalización de obras fijas" y "Señalización móvil de obras" editados por la Dirección General de Carreteras, así como la Guía de recomendaciones para una correcta señalización de obras.

La ubicación, el trazado y la sección estructural del firme en los citados desvíos provisionales deberá figurar en los documentos contractuales del Proyecto (Planos, P.P.T.P., y Presupuestos), y los terrenos necesarios para su ejecución deberán figurar expresamente en el Anejo de Expropiaciones.

6.14.2.2. Desvío provisional de otros viales o caminos interceptados

Cuando sea preciso habilitar desvíos provisionales de otros viales, caminos o cualquier otra servidumbre de paso afectada, serán objeto de definición precisa en los documentos contractuales del Proyecto, y se incluirán dentro del Anejo de Expropiaciones los terrenos necesarios para su construcción.

6.15. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

Las funciones que debe cumplir la señalización son la regulación de la circulación y la orientación e información a los usuarios. Su objetivo es dotar a las vías ciclistas de seguridad, comodidad y eficacia en la circulación suficientes para los usuarios.

En las vías interurbanas tiene especial importancia la señalización informativa de tipo paisajístico, deportivo y ambiental, al igual que la información sobre itinerarios, tiempos de recorrido y distancias. También es necesaria la información sobre paradas de transporte público y núcleos urbanos y la señalización de regulación en las intersecciones con tráfico motorizado.

En la realización del proyecto de señalización, balizamiento y defensa se tendrán en cuenta los siguientes documentos:

- Norma de carreteras 8.1 –IC “Señalización vertical”;
- Norma de carreteras 8.2 –IC “Marcas viales”;
- Norma de carreteras 8.3 –IC “Señalización, balizamiento y defensa de obras”;

- “Señales verticales de circulación”, tomos I y II, editados por el Ministerio de Fomento.
- Anexo I del Reglamento General de Circulación aprobado por Real Decreto 1428/03;
- “Manual de ejemplos de señalización de obras fijas”, y “Señalización móvil de obras”, editados por el Ministerio de Fomento;
- Orden circular 309/90 sobre hitos en arista;
- Orden circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- Orden Circular 18bis/2008 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas.
- “Recomendaciones de vías ciclistas”. Comunidad de Madrid. 2001.
- “Manual de las vías ciclistas de Gipuzkoa”. Diputación Foral de Gipuzkoa. 2006
- “Recomendaciones de señalización para vías ciclistas”. Ayuntamiento de Madrid. 2010.
- “Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña”. Generalitat de Catalunya. 2008.
- “Recomendaciones de diseño para las vías ciclistas en Andalucía”. Junta de Andalucía. 2013.
- “Recomendaciones para la señalización de vías ciclistas interurbanas en Gipuzkoa”. Diputación Foral de Gipuzkoa. 2014.

6.15.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En los planos de Proyecto se incluirán las plantas generales de señalización y los detalles, así como la denominación de cada una de las marcas viales utilizadas: longitudinales, transversales, flechas, isletas, etcétera.

En el diseño de la señalización horizontal se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la coherencia entre la señalización horizontal y vertical;
- Se asegurará la uniformidad tanto de los elementos como de su implantación, para favorecer la familiarización con el significado de los mensajes.
- Se utilizará el mínimo número de elementos que permitan a los usuarios tomar con comodidad las medidas o efectuar las maniobras necesarias.
- Los mensajes deberán entenderse con facilidad y se evitará recargar la atención del usuario con reiteración de mensaje.

Las marcas viales deben servir para separar flujos opuestos, identificar líneas de detención y otras regulaciones suplementarias a las señales verticales de circulación.

La marca de vía ciclista está representada por el símbolo de una bicicleta y flechas direccionales con las dimensiones y colores que se indican el Anexo de este Pliego. El símbolo ciclista se deberá dibujar en el inicio de la vía ciclista y a intervalos regulares (cada 250 metros). En el caso de caminos verdes y vías segregadas, los intervalos se pueden aumentar, puesto que su misión es sólo la de recordar que nos encontramos en una vía para bicicletas.

Para el resto de las marcas viales de separación del carril bici sobre calzada del resto del tráfico rodado y de las marcas de paso para ciclistas, se atenderá a las prescripciones establecidas en la norma 8.3.IC de señalización horizontal.

Podemos distinguir entre:

- Marcas Longitudinales: cuyo objetivo principal es encauzar el tráfico separando los diferentes carriles.
- Marcas Transversales: cuyo objetivo principal es indicar punto de detención o precaución.
- Señalización para la regulación del tráfico mediante marcas y símbolos viales.
- Flechas y otros símbolos: complementan la señalización

En el documento Anexo de este Pliego se indican la función, las dimensiones, y el lugar de ubicación recomendado de las más frecuentes de ellas.

En caso de ser necesaria la preseñalización, ésta se realizará a la siguiente distancia:

- Red urbana: 8 - 10 metros.
- Red metropolitana: 15-20 metros

La preseñalización cobra especial importancia en los casos en los que el ciclista que circula por su vía, deba detenerse o ceder el paso en favor del tráfico ajeno.

En el Anexo de este Pliego se muestran los diseños recomendados para la preseñalización de intersecciones reguladas mediante semáforo y mediante señal de STOP.

En el proyecto de las marcas viales se tendrá en cuenta las prescripciones del artículo 700 del PG-3. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

- La clase del material de las marcas viales (pinturas, termoplásticos aplicados en frío o en calientes, marcas prefabricadas, etc.), que ha de estar justificada en función del “factor de desgaste” esperado. Se definirá la necesidad de aplicar marcas de tipo II (con resaltos) siempre que lo requiera una mejora de la seguridad vial, y en general, donde el número medio de días de lluvia al año sea mayor de cien (100).
- Dosificación de la mezcla (pintura, microesferas de vidrio) y calidad de los materiales a emplear.
- Métodos y maquinaria de ejecución. Controles de calidad.
- Condiciones de medición y abono: cuando las marcas viales sean de ancho constante se abonarán por metros realmente aplicados. Cuando no, por metros cuadrados ejecutados.

6.15.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

La señalización de una vía ciclista y de su entorno debe cumplir las funciones siguientes:

- Acceder al itinerario ciclista del entorno más próximo y, especialmente, desde los puntos preferentes (estaciones de ferrocarril y autobuses, centros educativos, etc.).
- Conducir confortablemente a lo largo del itinerario sin tener que pararse en cada intersección para mirar el plano.

- Circular con seguridad a lo largo de todo el itinerario con señalización específica de prioridades, especialmente si el tráfico es compartido con vehículos de motor.
- Encontrar los servicios accesibles desde el itinerario (hoteles, restaurantes, aparcamientos, transporte público, etc.).
- Descubrir el paisaje y los lugares turísticos próximos al itinerario ciclista y recibir información complementaria sobre el lugar por el que se está pasando.

En el diseño de la señalización vertical se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la uniformidad tanto de los elementos como de su implantación, para favorecer la familiarización con el significado de los mensajes.
- Se utilizará el mínimo número de elementos que permitan a los usuarios tomar con comodidad las medidas o efectuar las maniobras necesarias.
- Los mensajes deberán entenderse con facilidad y se evitará recargar la atención del usuario con reiteración de mensajes
- Se limitará la velocidad máxima (VM) en función de las características geométricas y de la visibilidad disponible.
- Se prestará especial atención a la señalización de:
 - o Tramos de visibilidad reducida.
 - o Tramos de fuerte curvatura.
 - o Bifurcaciones y divergencias.
 - o Tramos afectados frecuentemente por nieblas, heladas, vientos de cierta importancia y frecuencia, etcétera.
 - o Túneles.

En los planos de planta correspondientes se dibujarán las señales, indicando el punto donde deben instalarse, y para las señales de código, la numeración correspondiente según la normativa vigente.

En el proyecto de las marcas viales se tendrá en cuenta las prescripciones del artículo 701 del PG-3. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

- Las características del material de sustrato (aluminio o acero galvanizado) y de los materiales retrorreflectantes.
- El nivel de retrorreflexión, en función del tipo de señal y del tipo de vía.
- El valor mínimo del coeficiente de retrorreflexión de las señales y carteles verticales, así como las coordenadas cromáticas y el factor de luminancia de las zonas reflectantes y no reflectantes.
- El periodo de garantía, superior a los mínimos especificados en el PG-3.
- Las condiciones de medición y abono. Las señales verticales se abonarán por unidades, incluido en el precio sus elementos de sustentación, anclaje y cimentación. Los carteles verticales se

abonarán por metros cuadrados, siendo independiente la medición y abono de los elementos de sustentación, anclajes y cimentaciones.

En los planos de detalles se indicarán las dimensiones y el texto de los carteles verticales.

Se incluirán los cálculos de los pórticos y banderolas, y de sus cimentaciones.

6.15.2.1. Señales de peligro, reglamentación y prioridad

En el caso de vías ciclistas segregadas, se usarán las señales de prohibición de circulación, de peligro y de prioridad que en cada caso se consideren adecuadas. En el Anejo de este Pliego se indican las más comunes.

Los criterios de diseño de estas señales serán los siguientes:

- Panel genérico S-860 en el que figura la señal correspondiente: tamaño 40x40 cm².
- Panel S-880 de aplicación de señalización (bicicleta): tamaño 40x15 cm².
- Tamaño de señales rectangulares: 40x55 cm².
- Señales triangulares inscritas: 35 cm de lado.
- Señales circulares inscritas: 30 cm de diámetro.
- Señales cuadradas inscritas: 30 cm de lado.
- Forma, colores y pictogramas de acuerdo a la Instrucción 8.1.I.C. Señalización Vertical.
- Altura del borde inferior de la señal respecto del suelo: 2.20 m
- Borde y orla de los paneles según esquema que figura en el Anejo de este Pliego.

Cuando el itinerario ciclista tenga alguna intersección con una carretera con circulación de vehículos a motor, y en cualquier otro caso de conflicto con vías convencionales, se dispondrán en la carretera las señales de advertencia de peligro por la circulación de bicicletas para el resto de los conductores que se indican en el Anexo de este Pliego.

6.15.2.2. Señalización de indicaciones generales

Sirven para facilitar al usuario de la vía algunas indicaciones que le pueden ser útiles, como la situación de pasos de peatones o de aparcamientos. Los criterios de diseño de estas señales serán los mismos que para las señales de peligro y reglamentación. En el Anejo se muestran las más habituales.

6.15.2.3. Señalización de servicios

Sirven para indicar al usuario la situación de algunos servicios, como fuentes, zonas de descanso, paradas de transportes públicos o estaciones de servicio. Los pictogramas serán los correspondientes a cada servicio. En el Anejo de este Pliego se presentan algunas de las más habituales.

6.15.2.4. Señalización de información

La señalización destinada a informar a los usuarios de vías ciclistas está compuesta por:

- Paneles de información de itinerarios.
- Paneles de información temática.
- Señales de salida y orientación.

Los **paneles de información de itinerarios** se ubicarán al principio y al final de la vía, en las áreas de descanso y en otros lugares de interés alrededor de la vía ciclista y, al menos, cada 5.000 metros. Contendrán un croquis del recorrido con los puntos principales del mismo, los servicios, los lugares de interés, etc., indicando tiempos de recorrido y distancias entre ellos, para ayudar mediante la información gráfica a mantener informadas a las personas usuarias de los itinerarios para peatones y ciclistas y de las diferentes actividades en su entorno.

Estos paneles se colocarán sobre postes o estructuras de madera y se recomienda protegerlos de la lluvia y el sol para alargar su vida útil. En el Anejo se indican las dimensiones tipo y la configuración de los paneles de información de itinerarios.

Los **paneles de información temática** (ambiental, patrimonial, municipal,...) se ubicarán junto a los lugares de interés ambiental, patrimonial, etc., que se encuentren en las proximidades de la vía ciclista y en las zonas de descanso. Y al menos uno en los accesos a cada población. Contendrán información sobre la fauna, la flora, las vías pecuarias, los cursos de agua, el patrimonio industrial, el patrimonio arqueológico, las poblaciones y todos aquellos elementos de interés ambiental y socio-cultural que se encuentren en las proximidades de la vía ciclista, indicando tiempos y distancias de recorrido, para ayudar, mediante la información gráfica, a mantener informados a los usuarios sobre el patrimonio cultural, social y ambiental de la zona.

Estos paneles serán semejantes, en cuanto a configuración, materiales y dimensiones, a los de información de itinerarios. Contendrán texto y también información gráfica. Para su definición, el proyectista deberá consultar a los ayuntamientos y a los diferentes departamentos autonómicos afectados.

La **señalización de orientación** consiste en la selección de las informaciones que hace falta proporcionar a los ciclistas en cada punto de la red ciclista y de su entorno. Los lugares que deben señalizarse serán aquellos que interesen a las personas usuarias de bicicletas, de manera jerarquizada según su importancia y/o necesidad:

- Poblaciones.
- Lugares turísticos.
- Nodos de acceso al transporte público.
- Equipamientos escolares, sanitarios, deportivos y de ocio.
- Equipamientos comerciales.
- Zonas de aparcamiento.
- Puntos de suministro de agua y lavabos.
- Establecimientos relacionados con la hostelería y la restauración, etc.

La colocación de las señales será la adecuada para que ciclistas y peatones puedan leer las indicaciones, pensar qué les interesa y realizar las acciones oportunas. En las carreteras con circulación de

automóviles también se señalizarán las vías ciclistas próximas con los paneles correspondientes. En el Anejo al Pliego se indican las dimensiones tipo, las configuraciones más habituales y la forma de colocación de estas señales.

6.15.2.5. Soportes y materiales de señalización vertical

Para los soportes de señalización, se dimensionará la sección resistente del poste y de los cimientos a los esfuerzos provocados por las solicitaciones físicas, con el grueso de paredes y diámetro adecuados al emplazamiento, al número y la dimensión de las placas y a la altura total de la señal.

- En los caminos verdes y pistas-bici, el material será la madera tratada para favorecer la integración con el paisaje.
- En los carriles bici y en zonas urbanas, se usarán sistemas modulares de aluminio.

Si el poste se empotra en el suelo mediante una placa de hierro con abrazadera, es posible (en caso de accidente o por cualquier otro motivo) desmontar la señal, incluido el poste de apoyo, y reaprovechar el anclaje.

En todo caso, es fundamental que la implantación de las señales esté acompañada por una esmerada y respetuosa reposición de los materiales de la pavimentación existente.

El sistema de postes telescópicos permite ampliar el número de informaciones sin cambiar el poste. En las señales con más de un panel, los paneles tienen que estar separados lo menos posible. Se recomienda no separarlos más de 2,5 cm.

Los paneles se fabricarán con placas de aluminio. La configuración y las dimensiones de los paneles, así como el modo de fijación al soporte, se indican en el Anejo a este Pliego.

6.15.3. BALIZAMIENTO

Además de la señalización horizontal y vertical se diseñarán los correspondientes elementos de balizamiento, y en particular:

- Se colocarán hitos kilométricos y miriamétricos, con la numeración que la Dirección General de Carreteras les asigne.
- Se proyectarán paneles direccionales en tramos de fuerte curvatura.

La disposición de los distintos elementos que componen el balizamiento vendrá reflejada en los planos de planta correspondientes. Las dimensiones se definirán en los planos de detalles. Las características de los materiales a emplear y la instalación se definirán en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Un aspecto importante en las vías ciclistas es el balizamiento de los puntos críticos como son los comienzos y finales, cruces de calles, vados etc. donde es recomendable colocar una baliza. Esto favorece mucho a la seguridad de los propios ciclistas, los motoristas y también que otros vehículos estén más alertados sobre el cambios en el flujo de tráfico.

6.15.3.1. Soportes y materiales de señalización vertical

Para proteger las vías ciclistas de la intrusión de los vehículos a motor, además de la señalización propia, hará falta colocar elementos que impidan el acceso de los vehículos no autorizados a la circulación sobre la vía ciclista.

Estos elementos deben tener características especiales. Necesitan una cierta flexibilidad para garantizar el paso de determinados vehículos (mantenimiento, emergencias...) en determinadas situaciones. Por lo tanto, se desaconsejan sistemas rígidos de prohibición de acceso y se recomienda que los dispositivos cuenten con elementos móviles para hacer posible el paso de estos vehículos.

- Chicane: dos barreras separadas que pivoten sobre su eje para dejar pasar a los vehículos de mantenimiento. Las barreras deben permitir el paso de las sillas de ruedas, los ciclistas con remolque o los tandems.
- Barrera: basculante o pivotante ocupando completamente la vía con un paso lateral para ciclistas. Debe disponer de un sistema que permita elevar la barrera para facilitar el paso de los vehículos autorizados.
- Bolardo central abatible: con sistemas manuales o automáticos de bajada para dejar paso a los vehículos autorizados

En el Anejo de este Pliego se indica la forma de disponer cada uno de ellos.

6.15.4. BARRERAS DE SEGURIDAD

Las barreras de seguridad son elementos que sirven para la protección del entorno en la vía ciclista, y también dispositivos que protegen de las caídas a las personas que circulan con bicicletas.

Por lo tanto, no se aconseja un uso indiscriminado, sino únicamente en aquellos casos en los que la caída pueda tener consecuencias graves (barrancos, canales,...), o cuando el elemento cultural o paisajístico que debe protegerse así lo aconseje.

En algunos tramos de la vía ciclista puede ser necesaria la instalación de sistemas de protección que ofrezcan cierto grado de contención en caso de salida de las bicicletas de la vía y que, además, contribuyan a incrementar la percepción de los límites de su trazado. Los rasgos más importantes a tener en cuenta en la instalación de estos elementos en vías ciclistas son la altura, la forma y el aspecto.

Desde el punto de vista del ciclista, las barandillas en pasos superiores, viaductos, puentes y pasos sobre cursos de agua deben tener una altura de al menos 1,50 metros, con el criterio añadido de que la disposición de sus elementos impida que los niños las utilicen como escalera. Por otro lado, no deben suponer una merma del ancho de vía recomendado. De este modo se consigue la percepción de mayor seguridad por parte del ciclista.

Estas barreras serán de madera tratada en caminos verdes, pistas-bici y sendas-bici, para favorecer la integración con el paisaje.

En carriles bici y en zonas urbanas, se usarán sistemas convencionales con especial cuidado de no colocar elementos cortantes que puedan provocar lesiones importantes a ciclistas en caso de caídas. La altura de la barrera oscilará entre 150 cm para ciclistas y 110 cm para peatones, teniendo en cuenta las diferencias de los centros de gravedad.

También debe tenerse en cuenta que la construcción de la vía ciclista puede alterar las condiciones de seguridad del entorno de la carretera adyacente. Ello obliga a replantearse la validez de los elementos de contención y protección existentes (o no) en dicha carretera. Estos elementos deberán, en todo caso, adecuarse a las recomendaciones existentes para este tipo de vías aprobadas por el Ministerio de Fomento como son:

- Orden Circular 35/2014, sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos. Ministerio de Fomento.
- Barreras de seguridad metálicas para protección de motociclistas (anexo O.C. 18bis/08).
- Pretiles metálicos (31-07-08) (aprobado por O.C. 23/08).

En estos casos, se deben evitar las barreras con un perfil cortante o con elementos que resaltan en el lateral próximo a la circulación de bicicletas. Por ello, es preferible efectuar la separación con barreras o pretiles de hormigón. Si se quieren utilizar barreras metálicas puede optarse por las mixtas de acero y madera que además resultan más fáciles de integrar en el entorno.

En todos los casos de barreras o defensas se deberá prestar atención a transiciones y abatimientos de forma que no sean un peligro para el tráfico ciclista.

La disposición de los distintos elementos que componen los sistemas de contención, tanto de la vía ciclista como de la carretera adyacente, vendrá reflejada en los planos de planta de la señalización, balizamiento y defensas, indicando el tipo de sistema empleado en cada zona o tramo. En los planos de detalle se definirán los distintos elementos utilizados (posición longitudinal y transversal, dimensiones y cimentaciones, transiciones, etcétera).

6.16. INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y PRESCRIPCIONES DEL ÓRGANO AMBIENTAL

La actuación objeto de proyecto se ha sometido a consulta ambiental previa ante la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular, la cual, en informe de fecha 14 de noviembre de 2023, ha resuelto que *“... analizada la mencionada legislación y el proyecto remitido, no encontrándose el mismo en ninguno de los epígrafes de los Anexos I y II de la Ley 21/2013, procede señalar que siempre que no se produzcan cambios en dicha legislación, en el proyecto o en el medio receptor, y se cumplan las condiciones establecidas por la Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal en el informe de fecha 14 de septiembre de 2023, el proyecto de “Carril bici paralelo a la carretera M-121 entre los PP.KK. 0+000 y 4+500” en los términos municipales de Alcalá de Henares y Meco no precisa ser sometido a ningún procedimiento de evaluación de impacto ambiental.”*

El consultor tendrá en cuenta las prescripciones de la Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal para el diseño de la actuación, contemplará aquellas condiciones generales impuestas y demás condiciones relativas a la protección de la calidad del aire, del suelo y las aguas, a la protección y conservación de la vegetación, fauna y los hábitats naturales, a la gestión de residuos, a la restauración ambiental y a la protección del patrimonio cultural y vías pecuarias.

Se redactará una tabla de detalle en la que se refleje el cumplimiento de todas y cada una de las condiciones que expresa la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales en su informe y, asimismo, se indicará claramente dónde se ha tenido en cuenta en el proyecto y el presupuesto destinado a tal efecto.

El anejo de Integración ambiental contendrá un Proyecto de Restauración Paisajística y un Plan de Vigilancia Ambiental en fase de obra y explotación. Además, se realizará un Estudio de Integración Ambiental y Paisajística del Proyecto de acuerdo a las prescripciones que indique el Órgano Ambiental, debiéndose proyectar las medidas preventivas y correctoras de la incidencia de las obras proyectadas, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, de manera que se consiga la integración ambiental de la vía ciclista y la reducción de los impactos.

Será obligación del consultor la realización de cualquier documentación técnica que haya de realizarse para cualquier tipo de tramitación medioambiental que surja, siempre y cuando sea distinta de una Declaración de Impacto Ambiental. También será obligación del consultor la realización de la documentación técnica necesaria para la obtención de los informes favorables y autorizaciones previas a la aprobación del proyecto y otros relacionados con la solicitud de otros permisos necesarios.

Se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones al respecto del diseño de medidas preventivas, correctoras y compensatorias en todo lo que no contravengan las indicaciones y condiciones de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales o de otros informes técnicos y resoluciones emitidos por el órgano ambiental competente.

6.16.1. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y VEGETACIÓN

6.16.1.1. Localización y señalización del terreno a ocupar

Los elementos auxiliares, tanto de carácter temporal como permanentes, como son las instalaciones auxiliares (parques de maquinaria, almacenes, instalaciones de obra, etc.), canteras, zonas de préstamo y vertedero, caminos de acceso, etc., se deben ubicar en las zonas de menor valor ambiental y agrológico. Pare ello, **se deben elaborar planos** (que deben figurar en el documento de Planos del Proyecto) en los que se **clasifique el territorio** en:

- Zonas excluidas: las de mayor fragilidad y calidad ambiental (espacios naturales protegidos, catalogados, inventariados o propuestos para su protección, riberas de ríos, masas forestales, yacimientos arqueológicos, etc.). En estas zonas se debe evitar la localización de cualquier construcción temporal o permanente, salvo que resultara inexcusable para la construcción de las obras.
- Zonas Restringidas: áreas de cierto valor ambiental, de conservación deseable, donde solamente se admite la localización de instalaciones al servicio de las obras, con carácter temporal durante la realización de las mismas, que se deben retirar al completo al finalizar las obras para proceder a la restauración de los espacios ocupados.
- Zonas Admisibles: constituyen las zonas del territorio con menor mérito de conservación (zonas degradadas, vertederos, etc.). En estas zonas se podrán localizar las instalaciones y elementos de obra que tengan un carácter permanente (por ejemplo, vertederos y zonas de préstamo). Se deben proyectar las medidas de integración de estos elementos en el entorno.

Con el objetivo de evitar la afección de los terrenos exteriores a las superficies afectadas por las obras, se deben incorporar al proyecto planos que indiquen las superficies que previsiblemente se alterarán, tanto por la explanación de las obras como por los caminos de acceso y los elementos auxiliares, a fin de que se proceda a su jalonamiento.

6.16.1.2. Tierra vegetal

Se recuperará la capa superior de suelo vegetal que vaya a ser alterada por cualquier elemento de la obra (trazado o elementos auxiliares) para su posterior utilización en los procesos de restauración del suelo y de la vegetación. El acopio se realizará en cordones a lo largo de la traza o, en su defecto, en zonas próximas a ella. Para la ubicación de las zonas de acopio se seguirán los criterios aplicables a los elementos temporales y se especificarán las posibles localizaciones optando preferentemente por terrenos llanos y de fácil drenaje. El Proyecto determinará la(s) superficie(s) necesarias para realizar este acopio y su localización estará reflejada en los documentos de Planos y Mediciones del Proyecto. El acopio se realizará en montones de unos 1,5 m de altura. En el caso de que el acopio de tierra vegetal se prolongue más de seis meses, el Pliego establecerá los tratamientos y labores de mantenimiento necesarios (siembra, riego, abonado periódico...) a realizar por el contratista de las obras para conservar en condiciones óptimas el acopio. Estos trabajos tendrán la partida presupuestaria correspondiente.

El Anejo de Integración Ambiental deberá incorporar un balance de tierra vegetal aproximado, en coordinación con el anejo de movimiento de tierras y las mediciones del Proyecto. Dicha estimación implica definir la superficie total de terraplenes (en todos ellos se debe proceder a la restauración vegetal) y la de aquellos desmontes en los que la pendiente entre bermas sea igual o inferior a 3H/2V. Este cómputo incorporará las superficies de elementos permanentes y temporales que deban restaurarse. La suma de las superficies mencionadas constituirá la base de cálculo de los volúmenes necesarios considerando un espesor promedio de la capa de tierra vegetal a añadir de 0,3 m. Se definirán en memoria y planos las superficies que se restaurarán con tierra vegetal.

Para facilitar el extendido de la tierra vegetal, la revegetación y la integración paisajística de la carretera:

- Se procurará adoptar taludes de desmonte y terraplén lo más tendidos posibles, a no ser que sea necesario primar la mínima ocupación de la infraestructura sobre un territorio valioso.
- Se alabearán las superficies de transición de desmonte a terraplén.
- Se redondearán las aristas vivas de las obras de explanación.

6.16.1.3. Protección de la vegetación natural

El Anejo de Integración Ambiental deberá incluir un inventario de arbolado autóctono de interés afectado, señalando su tamaño, estado y posibilidades de arraigo tras el trasplante, con objeto de ser utilizados posteriormente en las labores de restauración. Si se localizaran ejemplares susceptibles de trasplante, el Pliego deberá establecer los criterios y condicionantes en la ejecución de los mismos que garanticen la mayor probabilidad de éxito (fecha y método de trasplante, labores previas, programación de los trabajos, indicadores de control y seguimiento), etc. Como norma general, deberá preverse la protección de la vegetación singular existente en las zonas adyacentes a las obras para evitar los daños accidentales que pueda producir la maquinaria. Las protecciones del arbolado singular deberán describirse adecuadamente, acompañando planos de detalle y estableciendo la partida económica específica correspondiente.

Cuando se identifiquen masas de vegetación interceptadas por el trazado que presenten riesgo de incendio, el proyecto incluirá referencias a este riesgo. En un apéndice específico del anejo de

integración ambiental se incluirá un Plan de prevención y extinción de incendios donde se identifique claramente la zona de riesgo, así como actuaciones peligrosas y épocas de riesgo, abordando en consecuencia medidas de prevención, protección y procedimientos de actuación. El contenido de dicho apéndice debe estar acorde con la normativa de aplicación, identificándola. Este plan debe ser desarrollado por el Plan de Aseguramiento de la Calidad del adjudicatario de las obras, circunstancia que debe plasmarse en el correspondiente artículo del pliego. Se debería incluir, asimismo, planos a escala de proyecto identificando las zonas de riesgo atravesadas.

Se minimizará la afección producida por los caminos de acceso a la obra, que deben proyectarse aprovechando al máximo los caminos existentes y la propia zona de ocupación de la traza. En cualquier caso, se deben respetar las prohibiciones o restricciones de uso de caminos que se señalen en el informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales, así como cualquier otra derivada de instrumentos específicos de gestión de espacios, o de la normativa sectorial de aplicación.

6.16.1.4. Respeto a la flora y fauna protegidas:

El consultor tendrá en cuenta las siguientes prescripciones de la Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal para el diseño de la actuación:

- Se considera como **alternativa con menos efectos negativos** para con las especies protegidas, aquella que se desarrolle lo más próxima al actual trazado de la M-121.
- En las zonas no urbanizadas del recorrido, **las obras se ejecutarán fuera del periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 15 de septiembre, y se realizarán durante el día**. En caso de querer realizarse alguna actuación dentro de este periodo, será necesario que en la primavera previa al inicio de obras se realice una correcta valoración de las posibles afecciones a la fauna y flora incluyendo inventarios de campo (no sólo bibliográficos), realizados por profesionales con experiencia acreditada y competencias relacionadas con la flora y fauna. Se realizará, al menos 5 visitas, espaciadas en 3 meses, de tal forma que se pueda caracterizar las poblaciones de especies protegidas presentes y la posible influencia de las obras sobre las mismas.
- **No se instalarán elementos de iluminación o bancos** en las zonas no urbanizadas del recorrido.
- **Se deberán aportar medidas para la protección de las especies protegidas de flora** presentes en la zona y se deberá valorar la reintroducción de estas mismas especies en zonas próximas.
- **Se valorará la posibilidad de realización de medidas favorecedoras para la fauna** como la introducción de puntos de agua, la plantación de alguna zona de leguminosas y la realización de motas o pantallas que amortigüen el impacto visual.
- Todas las medidas relacionadas con la conservación de las especies protegidas **deberán estar reflejadas en el presupuesto del proyecto**.
- Se tendrán en cuenta las **directrices, orientaciones, buenas prácticas y medidas de conservación Anexo II del Decreto 172/2011. Especialmente las detalladas en el punto 5.3**.
- A la hora de ejecutar las obras se tomarán medidas para **evitar la propagación y la eliminación de las especies invasoras** tal y como se establece en el Anexo II del Decreto 172/2011.

6.16.2. PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO Y DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

6.16.2.1. Protección del sistema hidrológico

Siempre que sea técnicamente posible, las pilas (incluyendo su cimentación) y estribos de los viaductos y obras de paso sobre cauces se deben ubicar de forma que no se afecte ni a la morfología del cauce (respetando la zona de servidumbre), ni a la vegetación de ribera (respetando una franja adecuada de no afección).

Asimismo, se deberá permitir la permeabilidad transversal de la fauna asociada al río y sus orillas, adaptando convenientemente las estructuras de drenaje según lo especificado en el apartado correspondiente a la fauna.

Las riberas a proteger serán “zonas excluidas” y se señalarán convenientemente. Con carácter general, no se realizarán rectificaciones ni canalizaciones de cauces, si ello no es imprescindible. Deben estudiarse y señalarse todas las alternativas posibles a la rectificación o canalización de cauces.

Los proyectos establecerán las medidas necesarias: programación de los trabajos, criterios de operación y directrices para emergencias y accidentes (en coordinación con las operaciones de seguridad e higiene) a fin de extremar las precauciones en todas las operaciones que afecten directamente al cauce, especialmente en lo que se refiere a vertidos incontrolados que puedan alcanzar las aguas (vertidos de la maquinaria, en la cimentación de estribos de puentes y pilas de viaductos, etc.). Para ello, el Proyecto establecerá, las superficies a ocupar por las zonas de almacenamiento de residuos, parques de maquinaria y áreas habilitadas para el mantenimiento de la misma, balsas de decantación temporales (durante la obra) o permanentes, barreras de retención de sedimentos, accesos, etc. El pliego de prescripciones técnicas del Proyecto establecerá detalladamente el o los tratamientos necesarios en estas superficies con el fin de garantizar el correcto funcionamiento durante la obra. Estas áreas se trasladarán al capítulo de planos, mediciones y presupuesto.

Los tratamientos y restauración de las márgenes fluviales alteradas y zonas que rodean las pilas y estribos constituirán un tratamiento específico detallado, y conformarán una unidad de obra específica; los trabajos deben haberse programado de manera que puedan ejecutarse inmediatamente después de terminar las obras de construcción en el entorno del río.

6.16.2.2. Protección de la calidad de las aguas

En las zonas donde las aguas subterráneas sean un recurso, el proyecto deberá analizar la posible afección a pozos (en la cantidad y en la calidad de los recursos) determinando si fuera el caso, medidas dirigidas a la adecuada reposición de modo que queden garantizados los niveles de extracción existentes (o potenciales) en el momento del análisis. Si se afecta significativamente algún flujo de aguas subterráneas las medidas irán encaminadas a derivar el agua que pueda aparecer en la zona de obras, mediante drenajes subterráneos transversales o laterales, intentando minimizar los trasvases de cuencas hidrológicas y sus sistemas acuíferos asociados.

Los proyectos incluirán un sistema específico para la recogida y el tratamiento de las aguas procedentes de la excavación de túneles y construcción de viaductos (pilas y estribos), y otras aguas residuales que generen las obras y los terrenos afectados por las mismas. De manera general, las instalaciones en las que pueda generarse cualquier tipo de aguas residuales (especialmente en las plantas de hormigonado, plantas de machaqueo, parques de maquinaria, plantas de tratamiento y

zonas de vertido o acopio de tierras) en el Proyecto se diseñarán las instalaciones necesarias y adecuadas para la recogida y tratamiento de estas aguas residuales: balsas de decantación, sistemas de separación de grasas e instalaciones de neutralización, si fueran necesarias. Dichos sistemas se localizarán detalladamente y se definirán los planos de detalles constructivos, presentados de modo claro y homogéneo con respecto a los restantes planos de detalle.

Como complemento a las balsas, en las cercanías de los sistemas fluviales y zonas húmedas, y en previsión de arrastres de sólidos en determinados puntos durante la realización de las obras, puede ser conveniente la instalación de barreras de sedimentos. Las barreras de sedimentos son obras provisionales construidas de distintas formas y materiales, láminas filtrantes, sacos terreros, balas de paja, etc. La localización de este tipo de barreras deberá estar correctamente definida en los Planos del Proyecto.

En las zonas de parques de maquinarias o instalaciones donde puedan manejarse materiales potencialmente contaminantes debería considerarse la posibilidad de incorporar sistemas de protección ante vertidos accidentales; para ello será necesario impermeabilizar un área suficientemente dimensionada en la que se restringirá el desarrollo de posibles actividades contaminantes.

Los residuos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos generados durante cualquier fase o proceso de la obra, no serán en ningún caso vertidos ni al terreno ni a los cursos de agua. La gestión de esos productos residuales deberá estar de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso. En este sentido el Pliego del proyecto exigirá las medidas para la adecuada gestión y tratamiento en cada caso. El Proyecto definirá la necesidad de establecer puntos de recogida y almacenamiento temporal de los residuos para su posterior transferencia a un gestor autorizado. El Proyecto debe contemplar la partida presupuestaria correspondiente e incluir unos planos de detalle para su ejecución.

6.16.3. PROTECCIÓN DE LA FAUNA

6.16.3.1. Adecuación de cunetas y arquetas

Las especies caídas a las cunetas (anfibios, ciertos micromamíferos y reptiles) deben poder salir de ellas; para ello se realizará un adecuado diseño de las mismas abriendo los ángulos que dan al exterior. Si las cunetas no cuentan con la inclinación apropiada para que los animales caídos puedan salir de ellas, pueden realizarse cada cierta distancia (40- 50 m) rampas con suelo rugoso y pendientes suaves para que puedan escapar. Igualmente, deberá ser posible la salida de la fauna que caiga accidentalmente a las arquetas de entrada al sistema de drenaje y a los sifones. Una manera de conseguirlo es que al menos dos lados de estas estructuras sean lo suficientemente tendidos y rugosos como para permitir el escape de la fauna que caiga en ellos accidentalmente.

6.16.3.2. Cerramientos

Si se disponen cerramientos de la vía, éstos irán convenientemente adaptados para imposibilitar el paso de las diferentes especies. En el diseño de estos cerramientos, se tendrá en cuenta el documento "Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales" elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente. El cerramiento irá suficientemente enterrado en el suelo (un mínimo de 20 cm y un óptimo de 40 cm) y la luz de malla en la parte que está junto al suelo será lo suficientemente pequeña para no permitir el paso de la fauna de pequeño tamaño (micromamíferos

y anfibios). En los tramos donde se detecte una alta actividad de la fauna o poblaciones significativas se deberá reforzar el cerramiento, ajustándolo -en altura, densidad de apoyos verticales y tamaño de malla- al tipo de fauna concreto de que se trate. Así, en los tramos en que abunden los conejos o los jabalíes, es conveniente reforzar la valla en su base con uno o varios alambres de mayor grosor y fijarla convenientemente al suelo. Se descartará el empleo de alambre de espino. De forma integrada con el cierre, se estudiará la conveniencia de incorporar dispositivos de fuga para animales que accidentalmente puedan conseguir entrar en la vía.

6.16.3.3. Protección de la fauna durante la construcción

Entre las medidas complementarias que deben figurar en el Pliego del proyecto, para proteger las poblaciones animales durante la fase de construcción pueden señalarse las siguientes:

- Efectuar las voladuras fuera de las horas de mayor actividad biológica de las aves - normalmente primeras horas de la mañana y últimas de la tarde- dependiendo de la época del año y de las especies de que se trate en cada caso. Esta medida deberá especificarse en los programas de obras.
- Localizar los parques de maquinaria lejos de las áreas de nidificación preferente: cortados, cantiles, riberas y zonas boscosas, así como evitar la proximidad de los puntos de corte con la traza de los corredores faunísticos detectados. Dichas áreas deben quedar incluidas en las zonas excluidas del mapa de clasificación del territorio (según apartado 7.15.1.1 a efectos de localización de elementos temporales y permanentes).
- Adoptar las medidas técnicas disponibles para disminuir el ruido en las voladuras y movimiento de maquinaria en las zonas especialmente sensibles.

6.16.4. PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

El Pliego del Proyecto debe establecer la frecuencia de aplicación de los riegos con agua para el control del polvo, en función de la época de año, y de la aridez de la zona y de las zonas de máxima protección (zonas residenciales, entorno de cultivos, industrias...). Las principales fuentes de polvo durante la obra son el transporte de materiales, la excavación y carga de los mismos y las voladuras.

Respecto al polvo generado en las voladuras, debe exigirse la retirada de la superficie de todo el detritus de la perforación y utilizar para el retacado material granular de préstamo y tacos de arcilla o tacos hidráulicos, si se tratara de barrenos especiales. Los equipos de perforación deben incorporar captadores que disminuyen la producción de polvo en el barrenado.

6.16.5. PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

La reglamentación aplicable es de ámbito estatal (Ley 37/2003 y su desarrollo, el Real Decreto 1513/2005 y Real Decreto 1367/2007), de ámbito autonómico: En la Comunidad Autónoma de Madrid: el Decreto 55/2012 que establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid y de ámbito municipal las ordenanzas de ruido.

6.16.5.1. Prevención de ruidos en la fase de obras

Como normas generales, exigibles en determinadas zonas sensibles (zonas hospitalarias, de enseñanza, residenciales, de interés para la fauna,...) para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte, descarga y perforaciones, etc. el Pliego del Proyecto debe prescribir medidas tales como la utilización de compresores y perforadoras de bajo nivel sónico, la revisión y control periódico de los silenciadores de los motores, y la utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes. Toda la maquinaria debe cumplir la normativa vigente en materia de contaminación acústica.

Otras medidas complementarias pueden ser: Limitar la ejecución de actividades ruidosas al horario diurno, así como valorar la necesidad de instalar pantallas acústicas temporales durante la obra

6.16.6. PROTECCIÓN AL PATRIMONIO CULTURAL

6.16.6.1. Patrimonio arqueológico, paleontológico, etnológico e histórico.

Nada más comenzar los trabajos, se solicitará la **Hoja Informativa** al Área de Patrimonio de la Consejería y se realizarán los trabajos que se requieran en la misma. Si se requiere **se realizará un Proyecto de Actuación Arqueológica o Paleontológica**, con prospecciones visuales por un arqueólogo o paleontólogo y se redactará un **Informe Final** para su presentación ante el organismo competente.

Se recopilará toda la documentación referente a los bienes patrimoniales catalogados. Para la efectiva protección del patrimonio arqueológico, paleontológico, etnológico e histórico se deben realizar las correspondientes consultas a los órganos competentes de la Comunidad de Madrid. Se solicitará de los mismos las autorizaciones oportunas, así como las recomendaciones precisas para el desarrollo y vigilancia de los trabajos. El puente actual sobre el río Henares está sujeto al régimen de protección previsto para los Bienes de Interés Patrimonial (puente del siglo XIX) por lo que cualquier intervención requerirá autorización de la Dirección General de Patrimonio Cultural.

El anejo que se redacte a tal efecto deberá contener el estudio del patrimonio del lugar, así como un trabajo de campo para el reconocimiento de restos arqueológicos. Este trabajo consistirá en una prospección superficial detallada de cobertura total de todos los terrenos afectados por el proyecto, tratándose de una prospección intensiva en el caso de zonas de yacimientos catalogados. Las prospecciones arqueológicas no deben limitarse a la franja de ocupación del trazado, sino que abarcarán todas las superficies destinadas a acoger préstamos, vertederos, instalaciones auxiliares y caminos de accesos a la obra, y se realizarán de forma paralela a la redacción del Proyecto. Establecerán las medidas preventivas y correctoras necesarias, incluyendo valoración económica.

El arqueólogo encargado de la realización de la prospección elaborará un informe en el que se enumerarán los elementos patrimoniales existentes:

- Los yacimientos arqueológicos catalogados y detectados.
- Los yacimientos paleontológicos.
- Los elementos arquitectónicos y etnológicos que existan en la zona de influencia de la obra.

Además, se determinará el grado de afección que la obra ejerce sobre cada elemento patrimonial. Se determinará el valor arqueológico de los hallazgos encontrados en las prospecciones arqueológicas.

Se evaluarán sus resultados y se determinarán las previsiones necesarias. El informe enumerará también las medidas de protección de cada uno de los elementos arqueológicos o patrimoniales, que se definirán más específicamente en el Programa de Protección del Patrimonio y que se incluirá en el Proyecto constructivo.

Cualquier evidencia de interés arqueológico o patrimonial deberá ser convenientemente descrita y documentada mediante dibujos (plantas y secciones) y fotografías.

El proyecto de Construcción incorporará un programa de actuación, compatible con el plan de obra, en coordinación con las autoridades competentes en materia de Patrimonio de la Comunidad de Madrid, con el fin de evitar cualquier afección a los yacimientos existentes.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto se desarrollarán las prescripciones necesarias para el control y seguimiento arqueológico de la obra. Se especificará la obligación de la inclusión en el equipo de un arqueólogo acreditado por parte de la empresa adjudicataria de las obras, que supervisará a pie de obra cualquier movimiento de tierras a lo largo de la duración total de la misma.

6.16.6.2. Vías pecuarias

El proyecto recogerá la **reposición de todas las vías pecuarias afectadas**. Esta reposición se realizará de acuerdo con la normativa y legislación vigente referente a vías pecuarias que se afecten, y siguiendo las instrucciones del órgano competente, garantizando el mantenimiento de sus características, su itinerario, y los usos compatibles definidos. De la misma manera, se deberá garantizar la continuidad del tránsito ganadero durante las obras. Se deberá obtener un **informe favorable** del Área de Vías Pecuarias de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura a la reposición presentada **antes de finalizar y certificar los trabajos relativos a este punto**.

Se procurará que la reposición se realice en el mismo punto de corte, o en su entorno inmediato. El paso debe tener una anchura adecuada, y su sustrato estar adaptado convenientemente para el paso de ganado. Si la reposición fuese mediante un paso inferior, deberá tener unas dimensiones tales que permitan una luminosidad suficiente en su interior, posibilitando el paso de ganado. Procurará evitarse la reposición aprovechando estructuras donde también se prevea tráfico rodado. Si no fuera posible, se garantizará una adecuada separación de usos, adaptando convenientemente el paso de la estructura destinada a vía pecuaria (sustrato, pantallas opacas, anchura...).

6.16.7. PERMEABILIDAD TERRITORIAL

El proyecto debe asegurar el mantenimiento del nivel existente de permeabilidad transversal del territorio y preverá los desvíos necesarios, provisionales o permanentes, señalizándolos adecuadamente.

Se asegurará la continuidad de los servicios interceptados durante la construcción y durante la explotación de la carretera, especialmente las carreteras, vías pecuarias, acequias, caminos agrícolas y de servicio. La reposición de estas infraestructuras se realizará manteniendo los contactos oportunos con los responsables de su explotación, así como con los ayuntamientos afectados.

6.16.8. DEFENSA CONTRA LA EROSIÓN E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

Se incluirán en el Proyecto el diseño de las plantaciones necesarias para contribuir a la mejora estética y funcional de las obras.

En particular, se procurará alcanzar los siguientes objetivos:

- conseguir un elemento de enlace entre la vía y el entorno que atraviesa;
- reducir el impacto visual de las obras proyectadas;
- suavizar aspectos paisajísticos no gratos para el usuario;
- facilitar la circulación ayudando a mejorar la guía óptica, tanto de día como de noche;
- contribuir al balizamiento de la calzada, evitando el deslumbramiento;
- proteger a los vehículos contra los efectos del viento y atenuar las consecuencias de algunos accidentes.

6.16.8.1. Imagen visual

La imagen de una vía ciclista está relacionada con varios elementos físicos y espaciales que tienen que estar estructurados para que el conjunto transmita a la persona observadora una perspectiva legible, armoniosa y con significado.

El aprovechamiento del paisaje natural hace más agradable un recorrido. El tratamiento del medio ambiente urbano y rural en el entorno de las vías ciclistas, tanto de las destinadas a actividades recreativas como a las de uso cotidiano, es fundamental para el estímulo del uso de la infraestructura ciclista y, además, define los espacios y crea una imagen global de pertenencia a la ciudadanía.

La consecuencia inmediata de este sentimiento es el respeto por parte de las personas usuarias y la armonía en la convivencia con otros medios de transporte.

Para definir el diseño paisajístico de una vía ciclista, se deben tener en consideración los aspectos siguientes:

- Ejes visuales de interés: considerar los enfoques visuales que generan los ejes de la vía para localizar los elementos en los espacios adecuados.
- Vistas cercanas: el carácter de un espacio, definido por su función y sus componentes, debe proporcionar una imagen representativa evidente para los usuarios de la vía ciclista.
- Vistas medianas: son las imágenes periféricas y las que ofrecen los componentes del paisaje que sirven como elementos de orientación para las personas usuarias.
- Vistas lejanas: las montañas o el mar como telón de fondo, así como las edificaciones representativas del horizonte, deben ser considerados como hitos visuales.
- Definición de usos y parámetros: los árboles, el mobiliario y otros elementos estructurales y equipamientos deben servir de referencia y dar un cierto carácter al itinerario ciclista.
- Definición espacial y de la imagen del conjunto: eliminando los terrenos residuales e implementando la vía ciclista de acuerdo con la zona de influencia inmediata con el objetivo de integrarla en el sistema ambiental.

A continuación, se describen los principales elementos que se deben tener en cuenta en el diseño del paisaje de una vía ciclista:

- Se tiene que realizar un proceso metodológico que parta del inventario de los elementos que integran el paisaje, la vegetación, los atributos funcionales y estéticos.
- También se deben considerar los requerimientos funcionales climáticos. Con esta información, se formularán los criterios de diseño: efectos visuales, especies vegetales adecuadas, equipamiento, mobiliario, acabados...
- Se deben localizar los elementos necesarios para la funcionalidad óptima del espacio público. Esto implica un diseño adecuado del conjunto espacial, de acuerdo con los elementos adjuntos existentes.
- Los aparcamientos para bicicletas y los espacios complementarios se deben localizar estratégicamente en armonía espacial y volumétrica con el conjunto de la zona.
- De manera especial, se tienen que intentar conservar y reforzar los ecosistemas naturales, preservar las zonas ecológicas frágiles y proteger la susceptibilidad a la erosión.
- Se deben valorar los elementos naturales más importantes del paisaje para hacerlos compatibles con los elementos artificiales (nuevas construcciones), buscar relaciones visuales armoniosas y resaltar los elementos naturales más importantes: montañas, ríos, lagos, bosques, etc.

6.16.8.2. Diseño de plantaciones

Para el diseño de la vegetación en el entorno de una vía ciclista, se deben tener en cuenta los principios generales siguientes:

- Uniformidad: el material vegetal debe presentar características homogéneas, utilizando preferiblemente una sola especie entre las habituales de cada zona.
- Las distancias entre los árboles deben mantenerse constantes. Se recomienda una distancia mínima de plantación entre los cortes de los árboles de 10 metros y de 5 metros entre los arbustos.
- La altura mínima de plantación de los árboles será de dos metros.
- Los árboles tendrán un solo corte y en ningún caso se utilizarán setos que puedan generar situaciones de inseguridad.
- La poda debe permitir una visibilidad mínima de 2,50 metros de altura, desde el nivel del pavimento.

Con respecto a las especificaciones técnicas de la plantación, se tendrán que tener presentes las actividades siguientes:

- Preparación, adecuación y limpieza del terreno. Para evitar daños en la infraestructura, se construirán barreras protectoras por debajo del nivel del terreno hasta 1,2 metros.
- Replanteamiento del trazado, plantilla de la siembra (distancia y distribución geométrica).

- La plantación se hará con un diámetro mínimo de un metro por 70 centímetros de profundidad, con espacio suficiente para la aportación de sustratos.
- El terreno alrededor de la planta se debe compactar, vigilando que la tierra no supere el nivel del terreno.
- Se colocarán rejas protectoras en el árbol, con una anchura mínima de un metro, de forma que no se conviertan en barreras arquitectónicas

Los criterios de forma, textura y la correspondiente plantilla de siembra deben ser compatibles con las necesidades de espacio, la circulación de ciclistas y el mantenimiento de las vías. Se realizará el diseño de las plantaciones seleccionando las especies vegetales cuyo desarrollo se ajuste mejor a las características climáticas y edafológicas de la zona del proyecto, para lo cual se tendrán en cuenta:

- Factores climáticos: se obtendrán del estudio climatológico e hidrológico realizado con anterioridad.
- Factores edafológicos: tipo de suelo; humedad y contenido en sales; situación del nivel freático.
- Factores ecológicos: existencia de especies autóctonas de la región; afinidad con otras especies de la zona.
- Factores estéticos y paisajísticos: Especies cuyos valores ornamentales armonicen con el paisaje existente.
- Factores económicos: Disponibilidad en el mercado, bajo coste y consolidación de especies ya existentes.
- En zonas urbanas, resistencia a la contaminación.

6.16.8.3. Especies seleccionadas

Se especificarán sus principales características y las cualidades por las que han sido seleccionadas. El Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto definirá convenientemente las condiciones técnicas y épocas de siembra y plantación, así como las características de calidad de las semillas, plantas y pies a utilizar, tipo de contenedor, transporte, sustrato, etc., a fin de evitar que se planten o siembren ejemplares maltrechos o deficientes. El Pliego definirá las condiciones de aceptación o rechazo en el suministro de las partidas de las especies seleccionadas.

En cualquier caso, se considerará como objetivo primordial no entorpecer con las plantaciones la visibilidad necesaria para el usuario de la carretera.

Un uso adecuado de la vegetación puede delimitar áreas, canalizar las visuales del o de la ciclista, proteger del ruido, del viento, de los rayos solares...

En el caso de vías ciclistas paralelas a vías convencionales, las plantaciones en el espacio entre la carretera y la vía ciclista formarán una barrera de protección de cara al ruido y los gases emitidos por los vehículos de motor. Si se opta por esta solución, se tendrán que plantar setos y se deberá hacer un mantenimiento permanente, especialmente en las podas.

Para no limitar la visión de las personas con bicicleta, los setos no deben sobrepasar el metro de altura y no deben representar una barrera arquitectónica para los peatones ni para las personas de movilidad reducida. El ancho mínimo de un separador con setos será de 1,50 metros. Si no es posible esta anchura, se tendrá que optar por otras soluciones.

Además de sus cualidades estéticas y ambientales, la vegetación sirve para mitigar las inclemencias climatológicas:

- La sombra contra las extremas condiciones de insolación.
- La reducción de la fuerza de la lluvia.
- La consolidación del suelo.
- La minimización de las escorrentías.

Es necesario incluir estos efectos en el análisis de los costes de implantación y conservación de las plantaciones en una vía ciclista. Para obtener estos beneficios, además de árboles, hará falta plantar arbustos, plantas y mantos vegetales (céspedes, plantas tapizantes, áridos...) que ejercerán funciones de protección de la capa vegetal, a la vez que proporcionarán una estética propia al itinerario.

Para reducir los costes de las plantaciones y su conservación, se recomienda agrupar los árboles en filas de diez unidades de manera alterna en cada lado de la vía ciclista.

Esta disposición permite proporcionar a la persona que circula con bicicleta una sombra intermitente durante su recorrido a diferentes horas del día.

6.16.9. Medidas compensatorias:

El consultor tendrá en cuenta las siguientes prescripciones de la Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal para el diseño de la actuación:

- El proyecto de construcción incluirá las partidas presupuestarias para la corrección del impacto provocado mediante la **restauración ecológica y paisajística**, así como las medidas compensatorias.
- En aplicación del art. 43 de la Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid, **se deberá llevar a cabo por el promotor la reforestación de una superficie no inferior al doble de la ocupada por la disminución de suelo forestal ocasionado por las actuaciones.**
- A tal efecto, se deberá aportar anexo o documento técnico redactado por un técnico competente en el que se cuantifique la superficie ocupada por las nuevas plataformas de rodadura y demás elementos auxiliares de la carretera que supongan la eliminación del terreno forestal existente en las parcelas referidas en el apartado 3 de este informe. Igualmente, se indicarán los terrenos sobre los que se llevará a cabo la reforestación con al menos el doble de la superficie resultante de la medición anterior.
- El documento recogerá las labores necesarias para llevar a cabo estos trabajos, donde se indicará: especies a introducir, densidad, época, método de preparación del terreno, método

de repoblación, labores y periodo de mantenimiento y cuanta otra información relacionada sea necesaria.

6.17. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El proyecto incluirá la descripción de las obras accesorias o complementarias que, aunque no sean indispensables, sí resulten convenientes de cara a la conservación y explotación de las obras proyectadas (iluminación, cerramientos, accesos, áreas de descanso, etcétera).

6.17.1. ILUMINACIÓN

La condición básica de una seguridad adecuada en la conducción se basa en una buena visibilidad. En las vías ciclistas esta condición se ve acrecentada, en la medida en que las bicicletas disponen de sistemas de iluminación muy precarios. Por tanto, la iluminación de las vías ciclistas es un elemento que es necesario considerar para proporcionar visibilidad en las horas en que falta la luz solar.

La visibilidad o legibilidad de la vía derivada de la iluminación es un factor de seguridad, tanto en lo que respecta a la circulación de las bicicletas como en lo que atañe a la ejecución de delitos; sumados esos dos aspectos, la visibilidad generada por la iluminación es un condicionante del atractivo de la vía para ciertos usos, edad y sexo de usuarios, horarios, etc.

Los ciclistas urbanos cotidianos suelen emplear la bicicleta en horarios sin luz diurna, para ir a trabajar o al centro escolar en el periodo invernal. Además, hay que tener en cuenta que algunos de los tipos de usuarios no disponen de iluminación propia en la bicicleta, sobre todo de la que es capaz de ofrecer visibilidad adecuada en un túnel o en un espacio carente de cualquier otra fuente luminosa.

En zonas urbanas, la vía ciclista tendrá el mismo nivel de alumbrado que la calzada. Los apoyos de los báculos del alumbrado se colocarán tan lejos como sea posible de la vía para evitar los impactos de ciclistas.

En zonas interurbanas, la necesidad de alumbrado deberá ser estudiada en función de las características propias de cada vía ciclista. La decisión de implantar un sistema de iluminación en estas zonas dependerá del tráfico previsto en horas sin luz solar. En caso afirmativo, los puntos de luz deberán situarse a una altura no mayor de 3,5 o 4 metros, con lámparas de 150 w y con una separación entre ellas de entre 20 y 40 metros, dependiendo de la localización de la vía.

En zonas de edificación, se situarán a 20-25 metros y en zonas sin construir se recomienda cada 30 metros en zonas arboladas y cada 40 metros en zonas abiertas. La disposición en planta se efectuará en un margen de la vía, a 0,50 metros como mínimo del borde, de forma que no suponga un obstáculo a la conducción.

Además, las luminarias serán de alto rendimiento y baja contaminación lumínica, con las siguientes características mínimas:

- Grado de estanquidad: IP-65.
- Resistencia a golpes: IK-08.

En zonas rurales y alejadas de núcleos urbanos donde prácticamente no va a haber usuarios al anochecer, no está justificada la instalación y el mantenimiento de una red de alumbrado como la de

una ciudad. En estos casos, puede colocarse un sistema de balizas luminosas que sirva al ciclista para orientarse y circular sin peligro en el caso de que le sorprenda la noche en una vía de este tipo. La luz que emiten estas balizas es una luz tenue, que evita, en las zonas naturales, el impacto visual propio de una luminaria convencional.

Independientemente de estas consideraciones generales, hay lugares como los túneles, en que la instalación de la iluminación es necesaria, incluso en horas diurnas, siempre que superen los 50 metros de longitud. En este caso, se deberán disponer luminarias cada 30 metros, con un doble sistema de encendido. Uno manual, de emergencia, con interruptores en ambas bocas del túnel y cada 50 metros en el interior. Y el cotidiano, automático, con células de infrarrojos que activen el circuito al paso de los ciclistas, que irá dotado de un temporizador para mantener el funcionamiento del sistema el tiempo necesario para recorrer el túnel con un coeficiente de seguridad de 1,5.

La visibilidad es también muy importante en las intersecciones. Se recomienda que el o la ciclista que atraviesa una intersección sea visible para los conductores de los vehículos de motor, prolongando el alumbrado de la vía más allá del cruce.

También es conveniente iluminar la vía ciclista alrededor de 50 metros antes del cruce, para que el conductor o conductora perciba si la persona que circula con bicicleta quiere cruzar la intersección.

Se procurará que todas las luminarias de la vía ciclista se alimenten mediante placas fotovoltaicas con acumuladores, y que se enciendan automáticamente mediante sensores al paso de los usuarios. Deberá contemplarse la adecuada protección de unas y otros frente a vandalismos.

En el proyecto de la iluminación se tendrán en cuenta las “Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles” editadas por el Ministerio de fomento, el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el “Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07” y el Real Decreto 842/02, de 2 de agosto, por el que se aprueba el “Reglamento electrotécnico para baja tensión”.

Para ello se definirán los siguientes apartados:

- calidad luminotécnica;
 - nivel de iluminación;
 - control de deslumbramiento, comodidad visual;
 - visibilidad ambiental;
 - enlaces e intersecciones;
 - zonas de adaptación o transición;
- diseño geométrico;
 - guiado visual, guiado óptico;
 - alturas de montaje;
 - tipos de implantación;
 - puntos especiales, curvas, cruces o bifurcaciones, etcétera;
 - especificaciones sobre la situación de los puntos de luz;
- diseño de la instalación eléctrica;
 - suministros, acometidas;
 - centros de transformación (ubicaciones);

- dimensionamiento de la red eléctrica, red de tierra;
- exigencias básicas;
 - tipo de luminarias;
 - sistemas de encendido;
 - cruzamientos;
- diseño de instalaciones especiales;
 - iluminación con postes de gran altura (> 20 m);
 - pasos peatonales subterráneos y al nivel de calzada.

En los planos de proyecto se incluirán las plantas generales de iluminación y los detalles. Las características de los materiales a emplear y de la instalación de los distintos elementos que componen la iluminación serán objeto de definición en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

6.17.2. CERRAMIENTOS

Si es necesario, se dispondrá el cerramiento de la vía a lo largo de todo el trazado como factor coadyuvante a la protección mutua de vía, márgenes y carretera, y como limitador, ordenador y encauzador de accesos. Se definirán, en las plantas generales correspondientes y planos de detalles, además de los tipos de vallas necesarios, las puertas de acceso y los dispositivos de escape para mamíferos.

En el diseño del cerramiento y de los posibles escapes de fauna se tendrán en cuenta la publicación “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallado perimetrales” elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente. Las características de los materiales a emplear se especificarán en los apartados correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

6.18. REPLANTEO

Los diferentes replanteos deberán poder ser verificados, por lo que en el caso de desaparición de los clavos o estaquillas, éstas deberán ser repuestas para el momento de la verificación.

6.18.1. BASES DE REPLANTEO

El diseño y la materialización de las bases de replanteo se han establecido en el punto 6.3.4.1 de este Pliego. La documentación sobre ellas figurará en un anejo que se denominará: Cartografía y Topografía.

6.18.2. REPLANTEO DE LOS EJES CADA 20 METROS

Se adjuntarán en formato digital los listados de las coordenadas, p.k. y cota del punto a replantear de los distintos ejes necesarios para definir completamente el trazado proyectado.

Los datos de replanteo corresponderán a los puntos del eje, como máximo cada 20 m, y a todos los puntos singulares del trazado en planta. En las alineaciones curvas de radio igual o inferior a 150 m los datos de replanteo corresponderán a los puntos del eje cada 10 m entre sí, como máximo.

6.18.3. REPLANTEO DE LAS ESTRUCTURAS

Se adjuntarán también los listados de replanteo correspondientes a todas y cada una de las estructuras proyectadas, incluyendo:

- Cotas del plano de cimentación.
- Coordenadas de replanteo de las esquinas de las zapatas o encepados de pilas o estribos.
- Coordenadas y cotas de apoyo de vigas u otros elementos estructurales.
- Coordenadas para la definición geométrica de elementos curvos.
- Coordenadas de replanteo de las obras de drenaje transversal.

6.19. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

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

En particular, se establecerá contacto con los siguientes Organismos y Entidades:

- Ayuntamientos afectados. Se obtendrá información relativa al Planeamiento urbanístico vigente, relación de titulares, bienes y derechos afectados, problemas de comunicación entre ambas márgenes de la carretera, servicios municipales afectados, etcétera;
- Confederaciones Hidrográficas o Administraciones hidráulicas competentes: Se recabará información relativa a posibles actuaciones de encauzamiento, datos de caudales, condiciones de autorización de obras sobre el dominio público hidráulico, así como la posible afección a redes de riego, canales, acequias, carreteras de su titularidad, etcétera;
- Se solicitará informe favorable de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura, Turismo y Deporte.
- Se solicitará informe de Viabilidad Urbanística de la Dirección General de Urbanismo.
- Administraciones titulares de otros viales, carreteras y vías pecuarias interceptadas (Comunidades autónomas, diputaciones provinciales, ayuntamientos, Estado, etc.): se recabará información relativa a las características de tráfico, y actuaciones previstas en las mismas, con objeto de tenerlo en cuenta en el diseño de intersecciones, enlaces y reposiciones; solicitándose informe favorable entre otros del Área de Vías Pecuarias de la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
- Agencia Estatal de Meteorología: Se obtendrán los datos climáticos de la zona objeto de estudio;

- Centro de Estudios Hidrográficos: Se obtendrán datos hidrológicos y de aforos relativos a los cursos de agua importantes;
- Entidades relacionadas con el cumplimiento de las condiciones del informe ambiental: Departamentos de medio ambiente y Patrimonio de las comunidades autónomas; confederaciones hidrográficas; patronatos de parques nacionales; etc.

En el anejo de Coordinación con Otros Organismos se incluirá la documentación correspondiente a todos los contactos establecidos y se realizará una tabla resumen.

6.20. EXPROPIACIONES

La realización del anejo de expropiaciones se ajustará a las especificaciones contenidas en la Instrucción de 24 de abril de 2019 relativa al contenido al que deben ajustarse los anejos de expropiaciones que forman parte de los proyectos de construcción de carreteras y otras infraestructuras del transporte de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Transportes, e Infraestructuras, que se incluye en el Anexo 1.

6.21. REPOSICIÓN DE CAMINOS

El trazado de las carreteras, caminos agrícolas, vías pecuarias, vías verdes, carriles ciclistas, etc., objetos de reposición, así como sus cruces con la vía objeto del proyecto, deberán ser estudiados teniendo en cuenta los condicionantes que reseñen los diferentes organismos encargados de su gestión. Se deben consensuar los criterios y resolver las reposiciones de la forma más adecuada a los distintos intereses.

El proyecto debe asegurar el mantenimiento del nivel existente de permeabilidad transversal de la población y estudiará la reposición de caminos, provisionales o permanentes, para lograr este objetivo. Como criterio general, ningún camino principal debe reponerse a más de 500 metros de su punto de corte. También con carácter general, se deberán reponer todos los caminos que cuenten con pasos sobre o bajo las infraestructuras existentes que discurran paralelas y cercanas al trazado de la vía. Como regla de buena práctica, se intentarán localizar los cruces de caminos en aquellos puntos del trazado en los que la diferencia de cotas entre el perfil longitudinal del terreno y la rasante proyectada permita habilitar el cruce mediante obras de paso de coste menor.

Cuando sea necesario se deberán diseñar nuevos caminos que conecten entre sí los distintos caminos interceptados a través de las obras de paso proyectadas. Si es necesario diseñar caminos paralelos a la traza de la vía objeto de proyecto, se situarán preferentemente fuera de la zona de dominio público de la carretera para su cesión posterior a los organismos titulares de la gestión de los caminos.

El trazado y la sección transversal de la reposición de caminos se ajustarán a lo dispuesto en la normativa vigente.

6.22. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Se incluirán dentro de este concepto todos aquellos servicios afectados por la ejecución de las obras, cuya reposición será necesario diseñar, definir y valorar en el proyecto.

El diseño y definición de estas reposiciones se recogerá en el anejo de Reposición de Servicios Afectados. Este anejo incluirá también la reposición de servidumbres de paso, riegos, etcétera.

6.22.1. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

Una vez definido el trazado geométrico de las obras proyectadas, y las dimensiones y características de las estructuras y obras de fábrica más importantes, se replanteará la situación sobre el terreno, identificando y señalando la ubicación de los distintos servicios y servidumbres afectadas, entre los que se citan, sin exhaustividad, los siguientes:

- Líneas eléctricas, fibra óptica y telefónicas.
- Redes de riego, abastecimiento de aguas o saneamiento.
- Oleoductos y gasoductos.

La ubicación de todos y cada uno de los posibles servicios afectados se reflejará con claridad en los planos correspondientes.

Se establecerá además contacto por escrito con:

Entidades y empresas relacionadas con servicios públicos: Se recabará información relativa a la localización, identificación y reposición de servicios y servidumbres afectadas, incluyendo su valoración correspondiente. Se deberá contactar con:

- Titulares de redes e instalaciones de telefonía: Telefónica; Orange; Vodafone; ONO; Jazztel, etc.
- Sociedad Estatal Correos y Telégrafos.
- Titulares de redes de transporte y distribución de energía eléctrica: Red Eléctrica de España y compañías distribuidoras de energía eléctrica.
- Titulares de gaseoductos: Enagás S.A., y resto de empresas transportistas y distribuidoras de gas natural.
- Titulares de oleoductos: Compañía logística de hidrocarburos (CLH).
- Administrador de Infraestructuras ferroviarias (ADIF).
- Entidad Estatal de Suelo (SEPES).
- Organismos titulares de redes de transporte de agua para abastecimiento de poblaciones o riego.

6.22.2. DISEÑO DE REPOSICIONES

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

La reposición proyectada, que correrá a cargo del consultor, deberá perseguir la aprobación de la compañía de servicios titular y con este fin se mantendrán los contactos necesarios para recabar

condicionantes de diseño y otra información de interés. Se redactará una separata por cada servicio afectado que podrá ser elaborada por el consultor adjudicatario o bien por intervención de otros técnicos especialistas o por asesoría de la propia compañía gestora del servicio afectado. En cualquier caso, la solución adoptada **deberá contar con la aprobación de la Entidad o Empresa titular** del servicio en cuestión.

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

6.22.3. DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES EN LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES DEL PROYECTO.

El anejo “Reposición de Servicios” incluirá unas fichas resumen que reflejarán, con independencia del resto de documentos del proyecto, la principal información relativa a cada servicio afectado y su reposición.

Además de definir las reposiciones en el proyecto de construcción y reflejar las actuaciones en los distintos documentos integrantes del mismo, **se redactará una separata por cada servicio** afectado cuyo contenido mínimo se describe a continuación:

- Memoria: que contendrá al menos un apartado introductorio sobre el proyecto de construcción a redactar y un resumen de sus antecedentes, la descripción del proyecto, el objeto de la separata, los contactos establecidos con la compañía, la afección y la descripción de la reposición del servicio.
- Planos: incluirá al menos, el plano de situación y planta general de la obra, y los planos correspondientes a los servicios afectados (servicios existentes y reposición de los mismos, planta y perfiles, secciones tipo, detalles y todos aquellos necesarios para la definición de las obras necesarias a nivel constructivo.

En el proyecto de construcción las reposiciones se definirán en la memoria y anejo de “Reposición de Servicios”, en el documento nº 2 “Planos”, el P.P.T.P. del Proyecto incluirá la definición exacta de todas y cada una de las unidades de obra necesarias para la ejecución material de las restituciones proyectadas, las especificaciones de calidad que deben de cumplir los materiales empleados, así como la forma de medición y abono, haciendo referencia expresa a los precios del Cuadro de Precios Nº 1 que sean de aplicación en cada caso. El Cuadro de Precios Nº 1 deberá incluir los precios unitarios de ejecución material correspondientes a todas y cada una de las unidades de obra incluidas en los proyectos de reposición de servicios y el Cuadro de Precios Nº 2 reflejará su descomposición reglamentaria correspondiente. Los distintos presupuestos de reposición de cada uno de los servicios afectados se incorporarán como presupuestos parciales dentro del Capítulo General de Reposición de Servicios, cuyo importe total se incorporará al resto de los capítulos del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.

De la misma manera, el Estudio de Seguridad y Salud contemplará las actuaciones necesarias en esta materia, pues formarán parte del proyecto de construcción.

En el caso de que fuera preciso separar la actuación de reposición de algún servicio afectado, porque fuera requerido por la compañía para su aprobación o porque fuera requerido por la Administración, podrá solicitarse la deficiencia de esta actuación en un proyecto de reposición independiente que constará de los documentos necesarios para su deficiencia y posterior ejecución: Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Presupuesto y Estudio de Seguridad y Salud.

6.23. ZONAS DE DOMINIO PÚBLICO Y DE PROTECCIÓN DE LA VÍA

Se incluirá un Anejo en el Proyecto con la representación geográfica georreferenciada de las zonas de dominio público y de protección de la vía, así como de la arista exterior de la explanación.

Se utilizará como sistema geodésico de representación el sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), empleando la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

El Anejo de zonas de dominio público y de protección de la vía contendrá planos de planta de todo el trazado con la representación gráfica georreferenciada de la traza de la carretera y de las siguientes líneas:

- Aristas exteriores de la explanación.
- Límites exteriores de la zona de dominio público.
- Límites exteriores de la zona de protección.

En el caso de planos de proyectos modificados, se debe reflejar la diferencia entre las zonas afectadas en el proyecto original y en el proyecto modificado.

La documentación se presentará en formato papel, en formato .pdf y en formato .dwg o .dxf.

6.24. PLAN DE OBRAS

Se elaborará un programa de trabajos, en cumplimiento de lo establecido en los artículos 132 del Reglamento de la ley de contratos de las administraciones públicas (Real Decreto 1098/2001) y 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, haciendo constar el carácter meramente indicativo que tendrá esta programación.

El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos que deberá estar ampliamente razonado y justificado, teniendo en cuenta las actividades correspondientes a las distintas unidades de obra, los equipos más adecuados para su ejecución y sus rendimientos medios previsibles, los plazos de ejecución de instalaciones auxiliares de obra y trabajos de replanteo, plazos previsibles para la demolición de elementos y servicios afectados existentes, las interferencias con instalaciones y conducciones existentes, las previsiones de plazos para trámites administrativos y de obtención de las licencias preceptivas, los plazos de llegada a la obra de materiales y medios auxiliares, los plazos de entrega de suministros, la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables según cálculos probabilísticos de posibilidades, así como la lógica del proceso de construcción de las obras.

Se pondrá especial atención en los plazos derivados del Plan de Control de Calidad de la obra y los resultados de los ensayos para que una unidad sea aceptada y por tanto se pueda abonar y continuar con la siguiente. Además, se deberán incluir todas las posibles paradas en la ejecución por razones técnicas (temperatura inadecuada para extendidos de mezclas, etc.) o medioambientales (meses en los que no se puede trabajar por nidificación de aves, etc.). En estos casos se considerará para la elaboración del Plan de Obra la hipótesis más desfavorable con la que se puede encontrar el adjudicatario de las obras.

Se adjuntará un diagrama de barras representativo del desarrollo de las obras, justificativo del plazo total estimado para la terminación de las mismas, con indicación de las inversiones previstas en cada actividad y mes durante todo el plazo de ejecución.

6.25. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

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

6.26. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

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

Los costes a determinar serán los siguientes:

- Directos: mano de obra, con consideración del rendimiento: se calcularán los jornales por trabajador, según las distintas categorías, de acuerdo con lo que dispongan los convenios colectivos provinciales vigentes del sector de la construcción; materiales a pie de obra, considerando el precio de origen y los gastos de transporte, así como los gastos de ensayos de autocontrol a cargo del contratista de las obras; maquinaria: gastos de personal, combustible, energía, etcétera, relacionados con el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones, considerándose el rendimiento, así como gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones, indicando los costes para los diferentes tipos de maquinaria a emplear en la ejecución de las obras.
- Indirectos: oficinas a pie de obra; comunicaciones; edificios temporales; personal técnico y administrativo, adscrito exclusivamente a la obra y que no se pueda asignar directamente en la ejecución de unidades concretas; imprevistos.

Los costes indirectos se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el técnico autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada. El valor del porcentaje que corresponde a costes indirectos será como máximo del 6 %. El valor del coeficiente representativo de los costes indirectos estará compuesto por dos sumandos: $K =$

$K1 + K2$. El primero, $K1$, es el porcentaje que resulta de la relación entre la valoración de los costes indirectos y la de los costes directos: $K1 = \text{Coste indirecto} / \text{Coste directo}$. El segundo, $K2$, es el porcentaje correspondiente a la incidencia de los imprevistos, que será función del tipo y situación de las obras proyectadas.

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

En el caso de que en el presupuesto figuren partidas alzadas se incluirá en el mismo anejo el estudio de las mismas, indicando su necesidad o conveniencia y los criterios que se han seguido para su estimación y forma de pago. Será preciso distinguir las partidas alzadas "a justificar", cuyo abono se hará mediante precios del proyecto, de las de "abono íntegro", que tendrán el carácter de nuevos precios, y, por tanto, deberán figurar como tales en los Cuadros de Precios números 1 y 2.

6.27. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Se obtendrá el Presupuesto para Conocimiento de la Administración, que englobará como mínimo los siguientes conceptos:

- Presupuesto base de licitación de las obras, que se obtendrá como suma del presupuesto de ejecución material (PEM), más los gastos generales (13% del PEM), más el beneficio industrial (6% del PEM), más el I.V.A. vigente (21% de (PEM + gastos generales + beneficio industrial));
- Importe estimado de las expropiaciones e indemnizaciones necesarias;

Se realizará una estimación del Presupuesto para Conocimiento de la Administración de aquellos gastos relacionados con el Proyecto que no se incluyan dentro del presupuesto base de licitación de la obra.

6.28. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

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

En el caso excepcional de que el proyecto conste de dos o más partes esenciales diferenciadas y que, según las Instrucciones citadas no pueda aplicarse una única fórmula de revisión, el Presupuesto podrá dividirse en dos o más partes y se calculará para cada una de ellas su correspondiente fórmula polinómica.

6.29. CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS

Se redactará un **anejo de control de calidad específico** que contendrá un avance del Plan de Control de Calidad de la Obra. En este avance se describirán todos los procedimientos de control de calidad necesarios según las normativas vigentes, ensayos o controles, para cada una de las unidades de obra del proyecto de acuerdo al PG-3 o a las normas aplicables y vigentes en cada caso. No será necesario realizar valoración económica, sólo se deben reflejar las obligaciones de autocontrol de calidad que debe cumplir el contratista de las obras en cuanto a criterios de aceptación de la unidad terminada.

Quedará además reflejado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto (Capítulo Generalidades art.104) que el adjudicatario de las obras está obligado a realizar este Plan de Calidad a su costa, entregando además para cada unidad terminada toda la documentación de los controles de calidad exigibles, como condición para que la unidad pueda ser abonada.

De acuerdo con la Cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales del Estado para la Contratación de Obras, aprobado por el Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, los ensayos de contraste serán por cuenta del Contratista de las obras siempre que el importe máximo de éstos no supere el 1 % del presupuesto de ejecución material de la obra. Tan sólo serán por cuenta de la Dirección de Obra el exceso del valor de los ensayos de contraste sobre el 1 % del presupuesto de ejecución material, lo que deberá quedar contemplado como una partida del Presupuesto para conocimiento de la Administración.

6.30. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El proyecto debe incluir un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición para dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este estudio se realizará de acuerdo con la normativa comunitaria, estatal y autonómica con mención especial al cumplimiento de la OC 2726/2009 de 16 de julio por la que se regula la Gestión de Residuos de Demolición y Construcción de la Comunidad de Madrid y el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de la comunidad de Madrid (2017-2024).

El estudio debe prever:

- Estimación de cantidad de residuos de construcción y demolición codificada. Inventario de residuos peligrosos objeto de retirada selectiva.
- Medidas preventivas de producción de residuos.
- Medidas de reutilización, valorización o eliminación de residuos.
- Medidas de separación de residuos.
- Planos de instalaciones de gestión de residuos de construcción y demolición.
- Pliego con prescripciones sobre la gestión de residuos, que debe incorporarse al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.
- Valoración del coste de gestión de residuos, que debe incorporarse como capítulo independiente del Presupuesto de ejecución material del proyecto.
- Según la disposición adicional 2ª del R.D. 105/2008, como Administración pública debemos fomentar:
- Que en la fase de proyecto de la obra se tengan en cuenta las alternativas de diseño y constructivas que generen menos residuos en la fase de construcción y de explotación, y aquellas que favorezcan el desmantelamiento ambientalmente correcto de la obra al final de su vida útil.
- El empleo en las unidades de obra de áridos y otros productos procedentes de valorización de residuos.
- Las prescripciones técnicas de los contratos se definirán, en la medida de lo posible, teniendo en cuenta la menor generación de residuos de construcción y demolición.

Adicionalmente a lo anterior, se deberán cumplir **las condiciones relativas a la gestión de residuos** expuestos en la DIA:

5.1. En cuanto a la generación y gestión de residuos, será de aplicación lo dispuesto en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, y en la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, con especial interés lo referente a la separación en origen de los mismos y a las autorizaciones necesarias para los gestores e inscripciones en los registros de transportistas, aplicando igualmente el resto de normativa vigente de residuos, sean éstos de tipo inerte, urbanos o peligrosos. En ningún caso se abandonarán residuos de cualquier naturaleza y los puntos limpios deberán ser inaccesibles a la fauna.

5.2. La gestión de las tierras de excavación y de los residuos inertes se llevará a cabo según lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y la Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, establece las normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.

5.3. Los aceites usados se gestionarán de conformidad con lo dispuesto en la citada normativa y en el Real Decreto 679/2006, de 2 de julio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

5.4. Las zonas donde se almacenen o manipulen los residuos, así como las zonas de carga y descarga, deberán disponer de solera impermeabilizada, que estará techada en el caso de tratarse de residuos peligrosos, y sistemas de recogida de efluentes, para evitar que se produzca contaminación proveniente de derrames de líquidos o de restos impregnados en dichos materiales. No se almacenará ningún residuo en zonas no pavimentadas.

7. DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL PROYECTO

El Proyecto de Construcción constará de los siguientes documentos:

1. DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS.

1.1. Memoria

La Memoria recogerá:

- Las necesidades a satisfacer.
- Los factores de todo orden que se han tenido en cuenta: económicos, sociales, administrativos, técnicos, estéticos, etc. Debe realizarse una justificación de la solución adoptada como la mejor opción entre las estudiadas, atendiendo a los factores contemplados.
- Las características principales que definan las obras proyectadas.

Se indicarán los datos previos, los métodos de cálculo, los ensayos efectuados y el dimensionamiento de las obras (cuyo detalle y cuyo desarrollo figurarán en los anejos).

1.2. Anejos a la Memoria

En ellos se incluirán todos los datos de tráfico, topográficos, hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos, territoriales, ambientales, y otros cálculos y estudios que se deban utilizarse para la elaboración del Proyecto.

Su metodología y contenido son los descritos en la cláusula quinta. A continuación se incluye su relación:

1. Antecedentes.
2. Planeamiento urbanístico.
3. Cartografía y topografía.
4. Geología y procedencia de materiales.
5. Efectos Sísmicos
6. Estudio geotécnico.
7. Climatología e hidrología.
8. Tráfico.
9. Trazado geométrico.
10. Movimiento de tierras.
11. Firmes y pavimentos.
12. Drenaje.
13. Estudio geotécnico para la cimentación de estructuras.
14. Estructuras.
15. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.
16. Señalización, balizamiento y defensa.
17. Integración Ambiental.
18. Obras complementarias.
19. Replanteo.
20. Coordinación con otros organismos.
21. Servicios afectados.
22. Expropiaciones.
23. Reposición de caminos.
24. Servicios afectados y reposición.
25. Zonas de dominio público y de protección de la vía.
26. Plan de obra.

27. Clasificación del contratista.
28. Justificación de precios.
29. Presupuesto para conocimiento de la administración.
30. Fórmula de revisión de precios.
31. Control de calidad de las obras.
32. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

2. DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

Los planos tendrán carácter contractual y, por tanto, deberán estar firmados. Los planos -de conjunto y de detalle- deberán definir perfectamente la obra, con la precisión y el detalle suficiente para que se pueda ejecutar en su totalidad. A partir de los planos deberá ser posible deducir las mediciones. Asimismo, en los planos se incluirán las características resistentes de los materiales. A continuación se incluye su relación:

- 2.1. Índice del documento;
- 2.2. Plano de situación a escala 1:25.000.
- 2.3. Plano de conjunto con alzado esquemático (planta a escala A1 1:5.000).
- 2.4. Planta de trazado y replanteo (planta a escala A1 1:1.000, con todos los ejes proyectados, tanto del tronco como del resto de viales, con las bases de replanteo y poligonal de expropiación).
- 2.5. Planta general y perfil longitudinal del tronco (planta a escala A1 1:1.000, donde se representarán obras de tierras, estructuras, túneles y obras de drenaje. Perfil longitudinal con guitarra de parámetros de trazado).
- 2.6. Planta y perfil longitudinal de intersecciones y enlaces.
- 2.7. Secciones tipo.
- 2.8. Perfiles transversales.
- 2.9. Estructuras.
 - 2.9.1. Planta, alzado y sección tipo.
 - 2.9.2. Tablero (definición geométrica, replanteo, armado activo y pasivo).
 - 2.9.3. Pilas y aparatos de apoyo.
 - 2.9.4. Estribos y muros de acompañamiento.
 - 2.9.5. Acabados (impermeabilización, juntas de dilatación, pretil).
- 2.10. Drenaje.
 - 2.10.1. Planta de drenaje.
 - 2.10.2. Obras de drenaje.
 - 2.10.3. Detalles.

2.11. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.

2.11.1. Plantas y perfiles longitudinales.

2.11.2. Secciones tipo.

2.11.3. Perfiles transversales.

2.11.4. Señalización.

2.12. Señalización, balizamiento y defensa.

2.12.1. Planta de señalización, balizamiento y defensa (planta a escala A1 1:1000).

2.12.2. Detalles.

2.13. Integración ambiental.

2.13.1. Planos de zonas excluidas, restringidas y admisibles.

2.13.2. Planta de actuaciones preventivas y correctoras.

2.13.3. Detalles de actuaciones preventivas y correctoras.

2.14. Obras complementarias.

2.14.1. Iluminación.

2.14.2. Cerramientos.

2.15. Reposición de servidumbres y servicios afectados.

2.16 Reposición de Vías Pecuarias.

2.17 Metadatos y datos geográficos: Tres archivos shapefile definidos a continuación:

2.17.1 Un archivo shapefile con geometría de línea del eje de replanteo, que coincidirá con el eje si el carril bici es de doble sentido, o el borde exterior derecho si es de un único sentido.

2.17.2 Un archivo shapefile con puntos sobre el eje de replanteo cada 10 metros, con datos alfanuméricos en cada punto de:

- PK
- Coordenada X
- Coordenada Y
- Coordenada Z
- Nº de carriles
- Ancho de plataforma (m)
- Radio de curvatura (m)
- Peralte (%)
- Pendiente (%)
- Cerramiento derecha: sí o no
- Cerramiento izquierda: sí o no
- Iluminación: sí o no

2.17.3 Un archivo shapefile con geometría de puntos con la localización de las estructuras y los siguientes atributos:

- PK (si es una estructura larga se referirá al PK inicial)
- Coordenada X
- Coordenada Y
- Longitud de la estructura (m)
- Tipo de estructura: si es paso superior, inferior, pasarela, marco, etc

3. DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Por su carácter contractual, deberá estar firmado. Deberá describir las obras y regular su ejecución: características de los materiales (procedencia, ensayos), normas para la elaboración de las distintas unidades de obra, instalaciones exigibles y precauciones a adoptar. La descripción de las obras atenderá fundamentalmente a la forma en que éstas se deban construir, con expresión de la secuencia y enlace entre las distintas unidades, y cualquier aspecto no cubierto por los planos.

Deberá detallar las formas de medición y valoración (unidades de obra y partidas alzadas), estableciendo el plazo de garantía, y especificando las normas y pruebas previstas para las recepciones.

Se describirán las partidas alzadas a justificar o de abono íntegro, indicando la forma de medición y abono de las mismas.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se redactará de forma que concrete solamente aquellos puntos no establecidos en el PG-3 o que seleccione las alternativas ofrecidas por éste, especificando las particularidades que se deben definir en el proyecto redactado con relación al PG-3. A tales efectos, la numeración de sus diferentes capítulos, artículos, apartados y subapartados se corresponderá con toda exactitud con la del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de tal forma que, si no hace referencia a un determinado epígrafe, se entenderá que prevalecen las prescripciones de éste, tal como figuran en el Pliego General. Por lo tanto, los artículos relativos a materiales y/o unidades de obra no incluidos dentro del PG-3 deberán figurar expresamente con distinta numeración y se incluirán dentro del capítulo que les corresponda.

Se tendrá en cuenta lo dispuesto en el artículo 126 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, sobre reglas para el establecimiento de prescripciones técnicas.

Existirá coherencia total en la definición de los materiales y unidades de obra incluidos en el Pliego, en los Planos y en el Presupuesto, especialmente en los Cuadros de Precios de este último.

4. DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

Se utilizará como base para su elaboración la **Base de Precios de Referencia según Orden Circular de la Dirección general de Carreteras del Ministerio actualizada**. En primer lugar, figurará el estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración, incluyendo todos los datos necesarios para que la comprobación pueda hacerse sin consultar los planos.

A continuación, se incluirán los Cuadros de Precios, y seguidamente se obtendrán los presupuestos parciales de cada capítulo, obtenidos como producto del nº de cada unidad por su precio unitario y sumando las partidas alzadas.

Las mediciones y el presupuesto se organizarán en capítulos y subcapítulos agrupados en las diferentes partes de la obra en las que se pueda dividir ésta (Capítulo 4. Estructuras; Subcapítulo 4.1. Viaducto 1;... Subcapítulo 4.5. Paso superior 1;...etc.), de acuerdo con las distintas actividades previstas para la ejecución de los trabajos, salvo indicación contraria por parte del Director.

Como norma general, la organización de capítulos del presupuesto será la siguiente:

1. Explanación.
2. Drenaje.
3. Firmes.
4. Estructuras.
5. Señalización, Balizamiento y defensa.
6. Integración ambiental.
7. Obras complementarias.
8. Reposición de servidumbres y servicios.
9. Seguridad y Salud.
10. Gestión de residuos de construcción y demolición.

Se proseguirá obteniendo el presupuesto de ejecución material (PEM) como suma de todos los presupuestos parciales. Finalmente, se obtendrá el Presupuesto Base de Licitación (sin IVA) como suma del PEM, más los gastos generales (13% del PEM) y más el beneficio industrial (6% del PEM). Adicionalmente, se obtendrá el importe del Presupuesto Base de Licitación (21% del PBL (sin IVA)).

Por su carácter contractual, los Cuadros de Precios y el Presupuesto Base de Licitación deberán ir firmados.

5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 se redactará el estudio de seguridad y salud. El estudio contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

a) Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos. En la elaboración de la memoria habrán

de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra (camino de evacuación de heridos, proximidad de centros ambulatorios u hospitalarios), tipología y características de los materiales y maquinaria que hayan de utilizarse, los procesos constructivos y orden de ejecución de los trabajos, etc.

Se incorporará en la memoria una valoración de todos los costes que se correspondan con las medidas relacionadas con la seguridad y salud prescritas en este estudio. En esta valoración se tendrán en cuenta tanto las unidades presupuestadas específicamente, como todos los recursos incorporados en los precios de las distintas unidades que tengan relación con medidas preventivas relacionadas con la seguridad y salud de la obra. Estos últimos no pueden estar valorados en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud al tratarse de elementos que no pueden desprenderse de sus unidades constructivas.

b) Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

c) Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias. En estos planos no deberá trasladarse copias de documentación contenida en normas vigentes de seguridad y salud.

d) Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

e) Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud. El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al Cuadro de Precios sobre el que se calcula. El presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo. No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

El estudio de seguridad y salud se encuadrará como documento nº5 en tomo independiente.

8. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

La edición del Proyecto se realizará con los medios propios del Consultor. Serán entregados **tres (3) ejemplares debidamente encuadrados en papel** con la premisa de conseguir el máximo ahorro posible para la edición documental, de acuerdo con las directrices que determine el área responsable. Los listados resultantes de programas de ordenador solo se incorporarán en la versión digital (CD o DVD en formato PDF) que se incluirán en cada uno de esos ejemplares, y teniendo en cuenta que queden expresados convenientemente las correspondencias necesarias en los textos en papel.

El adjudicatario deberá entregar también **siete (7) ejemplares del proyecto completo en soporte CD o DVD no regrabable en formato PDF**, coincidente de forma garantizada con la versión encuadrada,

más los listados de programas de ordenador. Además, se entregarán **cinco (5) ejemplares en soporte CD o DVD de todos los archivos fuente utilizando los siguientes formatos:**

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

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

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

9. CÁLCULOS REALIZADOS CON ORDENADOR

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

1. Información sobre el programa de ordenador:
 - Descripción de los problemas a resolver por el programa.
 - Descripción de todas las notaciones, abreviaturas, unidades y símbolos utilizados. Fecha del programa y nombre.
 - Hipótesis hechas en el problema planteado y simplificaciones admitidas para acomodar al programa, o para hacer posible el cálculo electrónico.
 - Constantes de diseño y ecuaciones usadas en el programa.
 - Distinción clara entre los datos de entrada y cálculos en el programa.
 - Diagrama general y detallado y descripción escrita, paso a paso, de todos los cálculos.
 - Nombre comercial del programa utilizado para la realización del trabajo.
2. Criterios de proyecto usados, especialmente diagramas o croquis que muestren las condiciones de carga y estructura supuestas, completamente dimensionados.
3. Los listados resultantes del programa de ordenador solo se presentarán en formato digital, estableciéndose un sistema de referencias entre los textos y los archivos a consultar. Estos listados cumplirán lo siguiente:
 - Las hojas estarán numeradas y existirá un índice de ellas.
 - En los cálculos de estructuras, deberán imprimirse las tensiones intermedias de cualquier clase.
 - Se incluirá una leyenda de los términos y abreviaturas usados.
 - Deberán consignarse las unidades empleadas y su signo.

- Se acompañará una explicación de los listados de resultados ofrecidos por el ordenador.
4. Interpretación de resultados, determinando si los cálculos se ajustan al problema y cumplen con las Instrucciones y normas aplicables en cada caso. Además, indicación de controles al programa, resultados intermedios importantes y de comprobación, además de los resultados finales. Cálculos manuales para los análisis no cubiertos por el programa. En el caso de tratarse de cálculos estructurales, el documento resultante deberá ir firmado por el ingeniero responsable.

En síntesis, los cálculos deberán ser siempre los valores que se requieren normalmente (momentos de inercia, tensiones, límites, etc.) e información suficiente para que cualquier sección o parte de los cálculos pueda ser contrastada fácilmente.

10. OTRAS OBLIGACIONES DEL CONSULTOR

Con el objetivo de disponer en todo momento de información concisa para preparar presentaciones del proyecto, el consultor habrá de elaborar un documento en formato PowerPoint en el cual se incluya una descripción breve del proyecto, recogiendo todos los datos básicos referentes a la geometría de la obra, características técnicas básicas y datos económicos generales. El formato del fichero PowerPoint se basará el modelo proporcionado por la Subdirección General de Planificación, Proyectos Construcción.

11. NORMATIVA APLICABLE

El Contrato se regirá por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, por el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, y por las Normas, Instrucciones, recomendaciones, pliegos oficiales vigentes, Órdenes, Reales Decretos y Leyes que a fecha de la redacción de los proyectos se encuentren en vigor, tanto de la Comunidad de Madrid como del Estado, además de aquellas Normas DIN, UNE, ISO y CEI en todo aquello que guarde relación con las obras a definir en los proyectos de construcción, normativa urbanística y medioambiental, normativa de la U.E. aplicable.

El consultor deberá realizar su actuación según el estado del arte de la ingeniería y de las ciencias, y de acuerdo con la normativa técnica, medioambiental y administrativa que resulte de aplicación.

También se observarán las directrices vigentes sobre la ordenación y contenidos de los proyectos, así como las instrucciones que dicte el Director del contrato cuando no existan otras sobre el tema. Se seguirán, además, siempre que la dirección del contrato las considere oportunas, las Recomendaciones para la redacción de Proyectos de Carreteras del Ministerio de Fomento (Nota de servicio 9/2014).

12. PROPIEDAD DE LOS SERVICIOS PRESTADOS

Toda la documentación recogida por el contratista para la prestación del servicio, así como tareas, actividades o documentos que se generen durante el período de duración del Contrato serán propiedad de la Administración, obligándose el adjudicatario a hacer entrega de ésta al finalizar el mismo y comprometiéndose además a no hacer uso de la citada documentación para finalidad ajena al desarrollo del correspondiente contrato.



La Administración adquiere todos los derechos de propiedad sobre los documentos de proyecto, estudio, informes y demás servicios prestados, así como también sobre las sugerencias, ideas y propuestas producidas durante el desarrollo de los mismos.

LA JEFA DE UD. TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN I

Firmado digitalmente por HERRERO PALACIOS ANA ISABEL
Fecha: 2024.04.17 13:47



Área de Planificación
Subdirección General de Planificación,
Proyectos y Construcción de Carreteras
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
**CONSEJERIA DE VIVIENDA,
TRANSPORTES
E INFRAESTRUCTURAS**

ANEXO 1. INSTRUCCIÓN DE EXPROPIACIONES

ANEXO 2. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO, ILUMINACIÓN E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA



Secretaría General Técnica

INSTRUCCIÓN DE 24 DE ABRIL DE 2019 RELATIVA AL CONTENIDO AL QUE DEBEN AJUSTARSE LOS ANEJOS DE EXPROPIACIONES QUE FORMAN PARTE DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y OTRAS INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE, QUE SUSTITUYE A LA INSTRUCCIÓN DE 7 DE ABRIL DE 2017.

El artículo 36 de la Ley 33/2003, de 3 de noviembre, de Patrimonio de las Administraciones públicas estableció la obligatoriedad para éstas de proceder a la inscripción en los registros correspondientes de todos sus bienes, tanto demaniales como patrimoniales.

En cumplimiento de lo dispuesto en este precepto en el año 2014 se inició por esta Secretaría General Técnica el proceso de inscripción en el Registro de la Propiedad de todo el suelo obtenido hasta ese momento para la ejecución de infraestructuras del transporte por título de expropiación.

El elevado número de fincas pendientes de inscripción, el tiempo transcurrido desde el momento en el que se llevaron a cabo las actuaciones expropiatorias y la existencia de diversos registros afectados, hizo necesaria la constitución de una Comisión de Trabajo, integrada por diversos registradores designados por el Decanato del Colegio de Registradores de Madrid y por personal del Área de Expropiaciones dependiente de esta Secretaría General técnica, cuya finalidad era resolver los problemas que se detectasen en el proceso de inscripción del suelo y sentar criterios homogéneos de aplicación a todos los registros, en relación con la documentación a aportar y los requisitos a cumplimentar para lograr la inscripción registral de las diferentes fincas obtenidas por expropiación.

La primera cuestión que se puso de manifiesto por esta Comisión era la inexistencia de datos registrales de las fincas afectadas, motivada por el hecho de que en los Anejos de expropiaciones que formaban parte de los proyectos de construcción de la Infraestructura, los bienes y derechos afectados de expropiación figuraban identificados única y exclusivamente con datos catastrales.

La falta de coincidencia que en algunos casos se produce entre realidad registral y catastral de las fincas afectadas, así como la imposibilidad de identificar correctamente desde el primer momento del expediente expropiatorio a los titulares registrales afectados, ha generado múltiples problemas en la tramitación de estos expedientes expropiatorios socavando la seguridad jurídica que debería marcar este tipo de actuación y llegando incluso a provocar la condena en vía judicial a esta administración por "vía de hecho" en diversos expedientes expropiatorios, con el consiguiente incremento del justiprecio expropiatorio al menos en un 25% de su valor.

El artículo 3 de la Ley de Expropiación Forzosa establece que el expediente expropiatorio se entenderá con el propietario de la cosa o titular del derecho objeto de la expropiación y salvo prueba en contrario considerará a quien con este carácter conste en registros públicos que produzcan presunción de titularidad, que sólo puede ser destruida

judicialmente, o, en su defecto, a quien aparezca con tal carácter en registros fiscales, o, finalmente, al que lo sea pública y notoriamente.

Sobre este particular se ha pronunciado el Tribunal Supremo (RCA 5780/2011, RCA 2086/2008, entre otras) señalando que *"el tenor del citado artículo 3 no deja lugar a dudas, de tal forma que sólo cabe utilizar la información catastral para identificar a las personas, con su correspondiente domicilio, a efectos de iniciar la tramitación del procedimiento expropiatorio y todos los trámites con él relacionados, con carácter subsidiario, y sólo cuando la información del Registro de la Propiedad sea inexistente o insuficiente, sin que sea legalmente posible acudir de entrada a los datos obrantes en el catastro"*.

Es claro, por tanto, que el precepto establece un sistema sucesivo en el que da prioridad al Registro de la Propiedad o Registro Mercantil, en su caso, frente a los datos que puedan obtenerse del Catastro.

En línea con lo anterior el reciente Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana señala en el apartado cuarto del artículo 43 lo siguiente: *"Llegado el momento del pago del justiprecio, sólo se procederá a hacerlo efectivo, consignándose en caso contrario, a aquellos interesados que aporten certificación registral a su favor, en la que conste haberse extendido la nota del artículo 32 del Reglamento Hipotecario o, en su defecto, los títulos justificativos de su derecho, completados con certificaciones negativas del Registro de la Propiedad referidas a la misma finca descrita en los títulos"*

Se pone de manifiesto, por tanto, la necesidad de que la identificación de los titulares de las fincas que vayan a resultar afectadas por un procedimiento expropiatorio así como la de los titulares de derechos se realice con los datos obtenidos de los distintos Registros de la Propiedad.

Por otra parte, la Ley 13/2015, de 24 de junio, de Reforma de la Ley Hipotecaria y de la Ley de Catastro Inmobiliario, cuya entrada en vigor se produjo el 1 de noviembre de 2015, introdujo diversas modificaciones cuyo objeto es la coordinación entre Catastro y Registro con el objetivo último de hacer coincidir las referencias catastrales de las fincas con las registrales, y a tal efecto establece como requisito necesario para llevar a cabo la inmatriculación de fincas o la inscripción de operaciones que conlleven reordenación de los terrenos, como es el caso de las expropiaciones forzosas, la aportación junto con la descripción literaria de cada finca, de la representación gráfica georreferenciada de la misma, expresándose, si constaren debidamente acreditadas, las coordenadas georreferenciadas de sus vértices.

Esta representación gráfica debe en todo caso adecuarse a los requisitos técnicos exigidos en Resolución conjunta de fecha 26 de octubre de 2015, de la Dirección General de los Registros y del Notariado y de la Dirección General del Catastro, publicada en el BOE de fecha 30 de octubre de 2015.

En virtud de lo expuesto, y al objeto de que los Anejos de expropiaciones de los proyectos de construcción de infraestructuras del transporte se adecuasen a los requisitos exigidos en la normativa citada, esta Secretaría General Técnica en uso de las competencias atribuidas a la misma, estableció mediante Instrucción dictada en fecha 14 de julio de 2016, sustituida posteriormente por otra de fecha 7 de abril de 2017, el contenido al que debían ajustarse los anejos de expropiaciones.

Transcurridos casi dos años desde el dictado de esta última Instrucción, a la vista de la problemática que su aplicación práctica está generando para el órgano promotor de los proyectos de construcción de infraestructuras del transporte y con el objeto de dar solución a la misma, sin menoscabo de la finalidad última que determinó el dictado de la citada instrucción, se ha estimado oportuno introducir diversas modificaciones que aclaren y maten algunos aspectos de la misma.

Se procede, en consecuencia, a dictar nueva Instrucción que sustituye a la dictada con fecha 7 de abril de 2017, del siguiente tenor:

PRIMERO.- CONTENIDO DE LOS ANEIOS DE EXPROPIACIONES.

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

A tal efecto el Anejo de Expropiaciones que forme parte de los proyectos de construcción de carreteras contendrá la siguiente documentación e información:

1. Relación de los bienes y derechos afectados, con identificación de sus titulares.

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

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

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

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

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

- La referencia catastral de la parcela y su superficie catastral.
- El aprovechamiento existente en las parcelas rústicas, esto es el que resulte de la inspección visual de las parcelas, siendo suficiente con consignar el aprovechamiento básico o tipo de las mismas.
- Deberán asimismo reflejarse los datos de cultivadores, aparceros, arrendatarios e inquilinos que se hayan podido obtener del Registro, Catastro y demás fuentes de información utilizadas, con ocasión de la obtención de los datos de titularidad de las parcelas.
- La identificación de las construcciones e instalaciones existentes en cada una de las parcelas (vallados, muros, pozos, construcciones, cerramientos diversos, vegetación, etc.), diferenciando entre aquellos que van a ser repuestos tras ejecutarse el proyecto, y los que deban valorarse e indemnizarse en el expediente expropiatorio.

Las características y estado de tales construcciones e instalaciones y fotos representativas de las mismas.

- Tratándose de bienes o derechos titularidad de las Administraciones públicas deberá consignarse además su régimen jurídico, esto es, si son bienes patrimoniales o de bienes de naturaleza demanial.

La inclusión de los bienes demaniales tendrá meros efectos informativos.

Si el carácter demanial de los bienes no se hubiera podido constatar en este momento y se pusiera de manifiesto en las actuaciones posteriores, se dará traslado a la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras a fin de que formule las propuestas necesarias para la preparación y adquisición de esos suelos.

- Si como consecuencia de la ejecución del proyecto resultará afectada alguna Vía Pecuaría deberán indicarse los terrenos que son necesarios para su reposición y representarse gráficamente de forma adecuada.
- Para las ocupaciones temporales se señalará el número de meses que está prevista su duración sin que quepan indicaciones imprecisas o genéricas.
- Si fuera necesario el establecimiento de servidumbre en alguna parcela, debe indicarse qué tipo de servidumbre es, así como las limitaciones que implica en el uso posterior de la parcela.
- Las superficies de expropiación, servidumbre y ocupación temporal se expresarán en metros cuadrados, evitándose los decímetros cuadrados, centímetros cuadrados y los milímetros cuadrados, redondeándose con el criterio que marque la Dirección General del Catastro en sus informes de validación, para que el proyecto tenga coherencia con la información que nos proporcione la Dirección General de Catastro.

- Código CSV correspondiente al informe de validación gráfica de cada una de las parcelas afectadas por expropiación parcial o sometidas parcialmente a servidumbre. En el caso de las ocupaciones temporales, no serán necesarios. Estos informes de validación gráfica se obtienen de la Dirección General del Catastro a través de la página <http://www.sedecatastro.gob.es/>, y en ellos se refleja la afección ocasionada por el proyecto a la parcela catastral.

2.- Representación gráfica georreferenciada.

La representación gráfica necesaria para la obtención de los informes de validación en la Sede Electrónica de Catastro, deberá tener **el formato de archivo GML INSPIRE de parcela catastral**, incluyendo para cada finca las superficies afectadas (por expropiación o servidumbre) y la superficie restante.

Dicha representación, siguiendo lo dispuesto en la Resolución de 26 de octubre de 2015 de la Dirección General del Catastro y la Dirección General de los Registros y del Notariado (BOE 30 de octubre de 2015), deberá adecuarse a la siguiente metodología:

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

3.- Cartografía:

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

- Planos de afección: representación gráfica de la traza de la carretera, su dominio público, y las parcelas catastrales afectadas (con número de polígono y parcela catastral así como el número de finca del plano parcelario asignado).

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

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

4.- Formato de la documentación

- En formato papel y formato pdf : todo el contenido del apartado 1 relativo a la de los bienes y derechos afectados, con identificación de propietarios y titulares de los mismos; y el apartado 3 cartografía.
- En formato .dwg o .dxf : el apartado 3 cartografía
- En formato .gml : los archivos .gml realizados para cada parcela
- En formato .pdf : los informes de validación gráfica de cada parcela, realizados para la obtención del CSV que delimite la afección de cada parcela.

SEGUNDO. PRESENTACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS ANEJOS.

Una vez elaborado el anejo de expropiaciones con el contenido detallado en el apartado anterior y previamente a la aprobación definitiva del proyecto de construcción del que forme parte, éste se remitirá a la Secretaría General Técnica a los efectos de someter al trámite de información pública la relación de titulares, bienes y derechos afectados.

La documentación utilizada para la obtención de los datos necesarios para elaborar el citado anejo de expropiaciones no podrá tener una antigüedad superior a seis meses a la fecha de su remisión. Sobrepasado dicho plazo deberá procederse a su actualización.

Por el Área de Expropiaciones se comprobará el cumplimiento de los requisitos fijados en esta Instrucción, incluido el señalado en el párrafo anterior, procediéndose a su devolución en caso de no ajustarse a los mismos.

Si el anejo remitido contiene los citados requisitos, se someterá a información pública.

Concluido el trámite de información pública se dará traslado del mismo a la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras a los efectos de que por ésta se valoren las alegaciones que en su caso se hubiesen deducido y se proceda a la aprobación definitiva del proyecto.

Dicha aprobación se comunicará al Área de Expropiaciones de la Secretaría General Técnica, junto con el anejo de expropiaciones en el caso de haberse introducido modificaciones en el mismo, a fin de proseguir con los trámites del procedimiento expropiatorio.

En todo caso, no se iniciarán las actuaciones expropiatorias competencia de esta Secretaría General Técnica en tanto los anejos de expropiaciones no cumplan con los requerimientos anteriores.

TERCERO. REMISIÓN DE PLANOS DEFINITIVOS TRAS LA FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS.

La Dirección General de Carreteras e Infraestructuras deberá, una vez finalizada la obra, remitir al área de expropiaciones los planos definitivos o planos as built con la información correspondiente a la afección expropiatoria, recogiendo las posibles modificaciones en las superficies afectadas que por necesidades técnicas se hayan acordado durante el transcurso de la obra, debiendo incorporar el dominio público, e indicando claramente el límite exterior de cada una de las afecciones, esto es, superficies definitivas expropiadas, sujetas a servidumbre y a ocupación temporal, incluyendo en este último caso el tiempo de duración.

Los planos servirán de base para adecuar los correspondientes expedientes expropiatorios y llevar a cabo la regularización catastral y registral del suelo obtenido por parte de esta Secretaría General Técnica.

La elaboración de los planos as built deberá ajustarse a lo señalado en el apartado tercero –Cartografía- de la estipulación primera y entregarse en formato dwg. o dxf.

CUARTO. VIGENCIA E INTERPRETACIÓN.

La presente Instrucción producirá efectos desde su firma sin perjuicio de su publicación en el Portal de Transparencia de la Comunidad de Madrid, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7 de la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.

Para la interpretación de la presente Instrucción será competente esta Secretaría General Técnica.

QUINTO. PERDIDA DE VIGENCIA DE LA INSTRUCCIÓN ANTERIOR.

La presente Instrucción sustituye a la dictada por esta Secretaría General Técnica en fecha 7 de abril de 2017, que pierde su vigencia a partir de la firma de ésta.

Madrid, 24 de abril de 2019
El Secretario General Técnico

Ángel Herráiz Lersundi.

ANEXO II

AL

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HAN DE REGIR EN EL
CONTRATO DE SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN: “VÍA CICLISTA LA CARRETERA M-501 ENTRE LOS
PP.KK. 5+000 Y 17+000”**

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE LAS VÍAS CICLISTAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID:

**SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO,
ILUMINACIÓN E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA.**

INDICE

1. PRESCRIPCIONES GENERALES	3
2. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	3
2.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	4
2.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	10
2.2.1. Generalidades.....	10
2.2.2. Señales de peligro, reglamentación y prioridad.....	11
2.2.3. Señalización de indicaciones generales	15
2.2.4. Señalización de servicios.....	15
2.2.5. Señalización de información	16
2.2.6. Soportes y materiales de la señalización vertical.....	19
2.3. BALIZAMIENTO	21
2.3.1. Generalidades.....	21
2.3.2. Sistemas de restricción de acceso a las vías ciclistas	22
3. INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA.....	23
3.1. IMAGEN VISUAL	24
3.2. DISEÑO DE PLANTACIONES	25
4. ILUMINACIÓN	28

1. PRESCRIPCIONES GENERALES

El presente Anexo al pliego tiene por objeto definir las condiciones y criterios técnicos que han de servir de base para proyectar los elementos de señalización, balizamiento, iluminación e integración paisajística de las vías ciclistas de la Comunidad de Madrid.

El presente Anexo pliego se considerará integrado en su totalidad al Pliego de Prescripciones Técnicas del contrato, formando, en consecuencia, parte de dicho contrato.

2. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

Las funciones que debe cumplir la señalización son la regulación de la circulación y la orientación e información a los usuarios. Su objetivo es dotar a las vías ciclistas de seguridad, comodidad y eficacia en la circulación suficientes para los usuarios.

En las vías interurbanas tiene especial importancia la señalización informativa de tipo paisajístico, deportivo y ambiental, al igual que la información sobre itinerarios, tiempos de recorrido y distancias. También es necesaria la información sobre paradas de transporte público y núcleos urbanos y la señalización de regulación en las intersecciones con tráfico motorizado.

En la realización del proyecto de señalización, balizamiento y defensa se tendrán en cuenta los siguientes documentos:

- Norma de carreteras 8.1 –IC “Señalización vertical”.
- Norma de carreteras 8.2 –IC “Marcas viales”.
- Norma de carreteras 8.3 –IC “Señalización, balizamiento y defensa de obras”.
- “Señales verticales de circulación”, tomos I y II, editados por el Ministerio de Fomento.
- Anexo I del Reglamento General de Circulación aprobado por Real Decreto 1428/03.
- “Manual de ejemplos de señalización de obras fijas”, y “Señalización móvil de obras”, editados por el Ministerio de Fomento.
- Orden circular 309/90 sobre hitos en arista.
- Orden circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- Orden Circular 18bis/2008 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas.
- “Recomendaciones de vías ciclistas”. Comunidad de Madrid. 2001.
- “Manual de las vías ciclistas de Gipuzkoa”. Diputación Foral de Gipuzkoa. 2006
- “Recomendaciones de señalización para vías ciclistas”. Ayuntamiento de Madrid. 2010.
- “Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña”. Generalitat de Catalunya. 2008.
- “Recomendaciones de diseño para las vías ciclistas en Andalucía”. Junta de Andalucía. 2013.
- “Recomendaciones para la señalización de vías ciclistas interurbanas en Gipuzkoa”. Diputación Foral de Gipuzkoa. 2014.

2.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

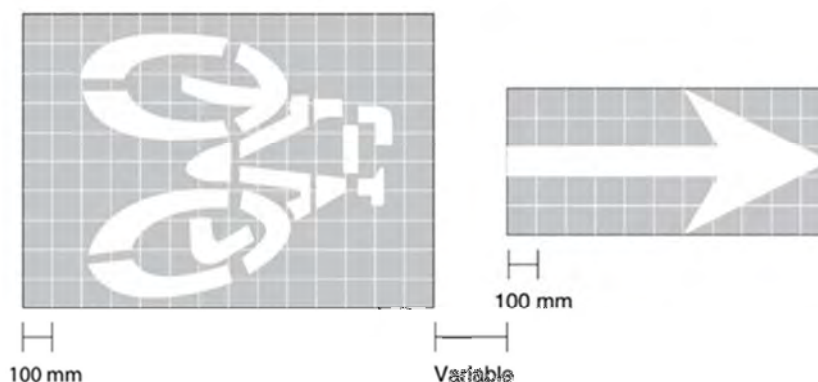
En los planos de Proyecto se incluirán las plantas generales de señalización y los detalles, así como la denominación de cada una de las marcas viales utilizadas: longitudinales, transversales, flechas, isletas, etcétera.

En el diseño de la señalización horizontal se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la coherencia entre la señalización horizontal y vertical;
- Se asegurará la uniformidad tanto de los elementos como de su implantación, para favorecer la familiarización con el significado de los mensajes.
- Se utilizará el mínimo número de elementos que permitan a los usuarios tomar con comodidad las medidas o efectuar las maniobras necesarias.
- Los mensajes deberán entenderse con facilidad y se evitará recargar la atención del usuario con reiteración de mensaje.

Las marcas viales deben servir para separar flujos opuestos, identificar líneas de detención y otras regulaciones suplementarias a las señales verticales de circulación.

La marca de vía ciclista está representada por el símbolo de una bicicleta y flechas direccionales con las dimensiones que se representan en la figura adjunta. Las marcas viales serán, en general, de color blanco. Este color corresponderá a la referencia B-118 de la norma UNE 48 103.

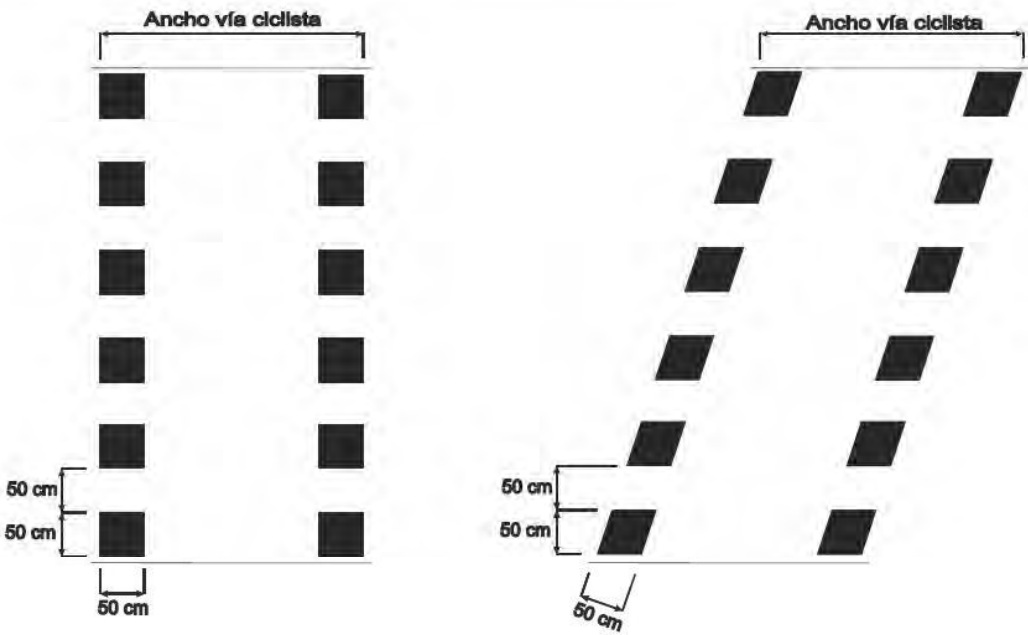



El símbolo ciclista se deberá dibujar en el inicio de la vía ciclista y a intervalos regulares (cada 250 metros). En el caso de caminos verdes y vías segregadas, los intervalos se pueden aumentar, puesto que su misión es sólo la de recordar que nos encontramos en una vía para bicicletas.



Para el resto de las marcas viales de separación del carril bici sobre calzada del resto del tráfico rodado y de las marcas de paso para ciclistas, se atenderá a las prescripciones establecidas en la norma 8.3.IC de señalización horizontal.


Podemos distinguir entre:

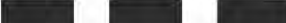
- Marcas Longitudinales: cuyo objetivo principal es encauzar el tráfico separando los diferentes carriles.
- Marcas Transversales: cuyo objetivo principal es indicar punto de detención o precaución.
- Señalización para la regulación del tráfico mediante marcas y símbolos viales.
- Flechas y otros símbolos: complementan la señalización


Señalización Horizontal sobre Pavimento. Longitudinal	
Paso de ciclistas	
Ubicación	En cruces con otras vías destinadas a tráfico motorizado.
Diseño	Línea discontinua de 50 cm x 50 cm, con una separación entre ellas de 50 cm.
	


Marca Longitudinal	
Línea de delimitación de vía ciclista	
Ubicación	En los bordes de la vía ciclista.
Diseño	Anchura de 10 cm.
	


Marca Longitudinal	
Línea de Separación de sentidos en vías ciclistas de doble sentido	
Ubicación	En el eje de la vía ciclista.
Diseño	En tramos urbanos: marca discontinua de trazos de 1 m separados por vanos de 1 m, con una anchura de 10 cm. En tramos interurbanos: marca discontinua de trazos de 1 m separados por vanos de 2.5 m, con una anchura de 10 cm. Para curvas sin visibilidad la marca será continua.
	
	


Marca Transversal	
Línea continua transversal. Dispuesta a lo ancho de uno o varios carriles del mismo sentido indica que ningún ciclo debe franquearla, en cumplimiento de la obligación impuesta.	
Ubicación	Lugares de detención obligatoria.
Diseño	Marca de 15 cm de ancho y largo el ancho del espacio destinado a la circulación de uno de los sentidos.
	


Marca Transversal	
Línea discontinua transversal. Dispuesta a lo ancho de uno o varios carriles indica que ningún ciclo debe franquearla, cuando tengan que ceder el paso en cumplimiento de la obligación impuesta	
Ubicación	Lugares de cesión de paso obligado
Diseño	Marca discontinua de 15 cm de ancho compuesta por tramos de 30 cm de largo separados 15 cm. El largo de la marca será el ancho del espacio destinado a la circulación de uno de los sentidos.
	


Marca Transversal		
Paso de peatones sobre vía ciclista. Indica un paso para peatones, donde los ciclistas deben dejarles paso.		
Ubicación	Zonas frecuentadas por peatones.	
Diseño	Marcas de 25 cm de ancho separadas entre sí 25 cm y una longitud mínima de 2,5 metros.	


Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Símbolo de bicicleta.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista que indica el espacio reservado para el uso de la bicicleta.	
Diseño	Inscrito en un cuadrado de 80 cm x 80 cm	

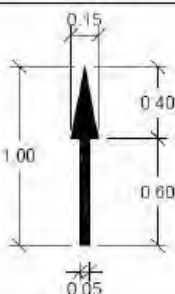
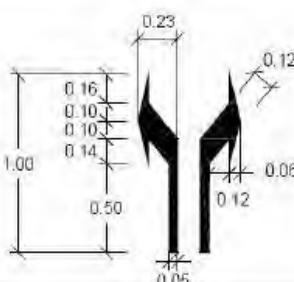
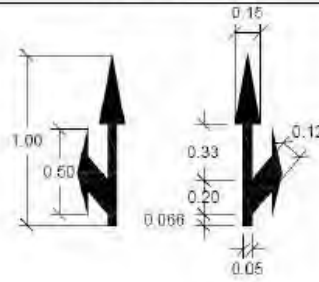
Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Ceda el paso. Obligación de ceder el paso a otros usuarios de la vía.		
Ubicación	Preseñalización de lugares en los que el ciclista no tenga la prioridad (ej. pasos de peatones).	
Diseño	Triángulo de 60 cm de base y 120 cm de altura.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Detención obligatoria o stop. Obligación para todo ciclista a detenerse.		
Ubicación	Deberá ubicarse cuando exista obligación para el ciclista a detenerse.	
Diseño	Inscrito en un cuadrado de 80 cm x 80 cm.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista que indica peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.	
Diseño	Inscrito en un rectángulo de 100 cm de alto por 60 cm de ancho.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Intersección con prioridad. Peligro por la existencia de una intersección con una vía, cuyos usuarios deben ceder el paso.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista en la proximidad de una intersección.	
Diseño	Inscrito en un triángulo de 100 cm de base por 100 cm de alto.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Semáforo.		
Ubicación	Próximo de una intersección regulada con semáforos.	
Diseño	Inscrito en un rectángulo de 80 cm de alto por 30 cm de ancho.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento. Flechas		
Unidireccional	De giro	Bidireccional
		

En caso de ser necesaria la preseñalización, ésta se realizará a la siguiente distancia:

- Red urbana: 8 - 10 metros.
- Red metropolitana: 15-20 metros

La preseñalización cobra especial importancia en los casos en los que el ciclista que circula por su vía, deba detenerse o ceder el paso en favor del tráfico ajeno.

Se proponen los siguientes diseños:



En el diseño de la señalización horizontal se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la coherencia entre la señalización horizontal y vertical.
- Se asegurará la uniformidad tanto de los elementos como de su implantación, para favorecer la familiarización con el significado de los mensajes.
- Se utilizará el mínimo número de elementos que permitan a los usuarios tomar con comodidad las medidas o efectuar las maniobras necesarias.
- Los mensajes deberán entenderse con facilidad y se evitará recargar la atención del usuario con reiteración de mensajes

En el proyecto de las marcas viales se tendrá en cuenta las prescripciones del artículo 700 del PG-3. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

- La clase del material de las marcas viales (pinturas, termoplásticos aplicados en frío o en calientes, marcas prefabricadas, etc.), que ha de estar justificada en función del “factor de desgaste” esperado. Se definirá la necesidad de aplicar marcas de tipo II (con resaltos) siempre

que lo requiera una mejora de la seguridad vial, y en general, donde el número medio de días de lluvia al año sea mayor de cien (100).

- Dosificación de la mezcla (pintura, microesferas de vidrio) y calidad de los materiales a emplear.
- Métodos y maquinaria de ejecución. Controles de calidad.
- Condiciones de medición y abono: cuando las marcas viales sean de ancho constante se abonarán por metros realmente aplicados. Cuando no, por metros cuadrados ejecutados.

2.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

2.2.1. Generalidades

La señalización de una vía ciclista y de su entorno debe cumplir las funciones siguientes:

- Acceder al itinerario ciclista del entorno más próximo y, especialmente, desde los puntos preferentes (estaciones de ferrocarril y autobuses, centros educativos, etc.).
- Conducir confortablemente a lo largo del itinerario sin tener que pararse en cada intersección para mirar el plano.
- Circular con seguridad a lo largo de todo el itinerario con señalización específica de prioridades, especialmente si el tráfico es compartido con vehículos de motor.
- Encontrar los servicios accesibles desde el itinerario (hoteles, restaurantes, aparcamientos, transporte público, etc.).
- Descubrir el paisaje y los lugares turísticos próximos al itinerario ciclista y recibir información complementaria sobre el lugar por el que se está pasando.

En el diseño de la señalización vertical se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la uniformidad tanto de los elementos como de su implantación, para favorecer la familiarización con el significado de los mensajes.
- Se utilizará el mínimo número de elementos que permitan a los usuarios tomar con comodidad las medidas o efectuar las maniobras necesarias. Los mensajes deberán entenderse con facilidad y se evitará recargar la atención del usuario con reiteración de mensajes
- La velocidad máxima (VM) en función de las características geométricas y de la visibilidad disponible.
- Se prestará especial atención a la señalización de:
 - o Tramos de visibilidad reducida.
 - o Tramos de fuerte curvatura.
 - o Bifurcaciones y divergencias.
 - o Tramos afectados frecuentemente por nieblas, heladas, vientos de cierta importancia y frecuencia, etcétera.

- Conexiones temporales con la red viaria existente. Paso de doble calzada a única con circulación en los dos sentidos.
- Túneles.

2.2.2. Señales de peligro, reglamentación y prioridad

En el caso de vías ciclistas segregadas, se usarán las señales de prohibición de circulación que en cada caso se consideren adecuadas:



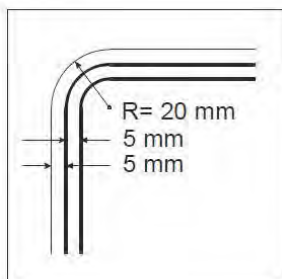
Además de éstas, las señales más usuales que se pueden emplear a lo largo del trazado de la vía son las que a continuación se relacionan:

Señalización de Advertencia de Peligro		
P-1	Intersección con prioridad. Peligro por la proximidad de una intersección con una vía, cuyos usuarios deben ceder el paso.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-3	Semáforos. Peligro por la proximidad de una intersección aislada o tramo con la circulación regulada por semáforos.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-13 a	Curva peligrosa hacia la derecha. Peligro por la proximidad de una curva peligrosa hacia la derecha.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-13 b	Curva peligrosa hacia la izquierda. Peligro por la proximidad de una curva peligrosa hacia la izquierda.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-16 a	Bajada con fuerte pendiente. Peligro por la existencia de un tramo de vía con fuerte pendiente descendente. La cifra indica la pendiente en porcentaje.	

Señalización de Advertencia de Peligro		
P-16 b	Subida con fuerte pendiente. Peligro por la existencia de un tramo de vía con fuerte pendiente ascendente. La cifra indica la pendiente en porcentaje.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-20	Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.	
Señalización de Prioridad		
R-1	Ceda el paso. Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime o al carril al que pretende incorporarse.	
Señalización de Prioridad		
R-2	Detención obligatoria o stop. Obligación para todo conductor de detener su vehículo ante la próxima línea de detención o, si no existe, inmediatamente antes de la intersección, y ceder el paso en ella a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime.	

Los criterios de diseño de estas señales serán los siguientes:

- Panel genérico S-860 en el que figura la señal correspondiente: tamaño 40x40 cm².
- Panel S-880 de aplicación de señalización (bicicleta): tamaño 40x15 cm².
- Tamaño de señales rectangulares: 40x55 cm².
- Señales triangulares inscritas: 35 cm de lado.
- Señales circulares inscritas: 30 cm de diámetro.
- Señales cuadradas inscritas: 30 cm de lado.
- Forma, colores y pictogramas de acuerdo a la Instrucción 8.1.I.C. Señalización Vertical.
- Altura del borde inferior de la señal respecto del suelo: 2.20 m
- Borde y orla de los paneles según esquema adjunto:





Cuando el itinerario ciclista tenga alguna intersección con una carretera con circulación de vehículos a motor, y en cualquier otro caso de conflicto con vías convencionales, se usarán las siguientes señales en la carretera, de advertencia de peligro por la circulación de bicicletas para el resto de los conductores:

Señalización de Advertencia de Peligro		
P-15a	Resalto. Peligro por la proximidad de un resalto en la vía.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-20	Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-22	Ciclistas. Peligro por la proximidad de un paso para ciclistas o de un lugar donde frecuentemente los ciclistas salen a la vía o la cruzan.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-22	Ciclistas. Peligro por la proximidad de un paso para ciclistas de doble sentido.	

2.2.3. Señalización de indicaciones generales

Sirven para facilitar al usuario de la vía algunas indicaciones que le pueden ser útiles, como la situación de pasos de peatones o de aparcamientos, que son las más habituales:

Señalización de Indicación		
S-13	Situación de un paso para peatones. Indica la situación de un paso para peatones.	
Señalización de Indicación		
S-17	Estacionamiento. Indica un emplazamiento donde está autorizado el estacionamiento de vehículos. Una inscripción o un símbolo, que representa ciertas clases de vehículos, indica que el estacionamiento está reservado a esas clases. Una inscripción con indicaciones de tiempo limita la duración del estacionamiento señalado.	

Los criterios de diseño de estas señales serán los mismos que para las señales de peligro y reglamentación.

2.2.4. Señalización de servicios

La señalización de servicios se hará mediante paneles como este:



Los pictogramas serán los correspondientes a cada servicio. Entre los paneles más comunes se encuentran los siguientes:



2.2.5. Señalización de información

La señalización destinada a informar a los usuarios de las vías ciclistas estará compuesta por:

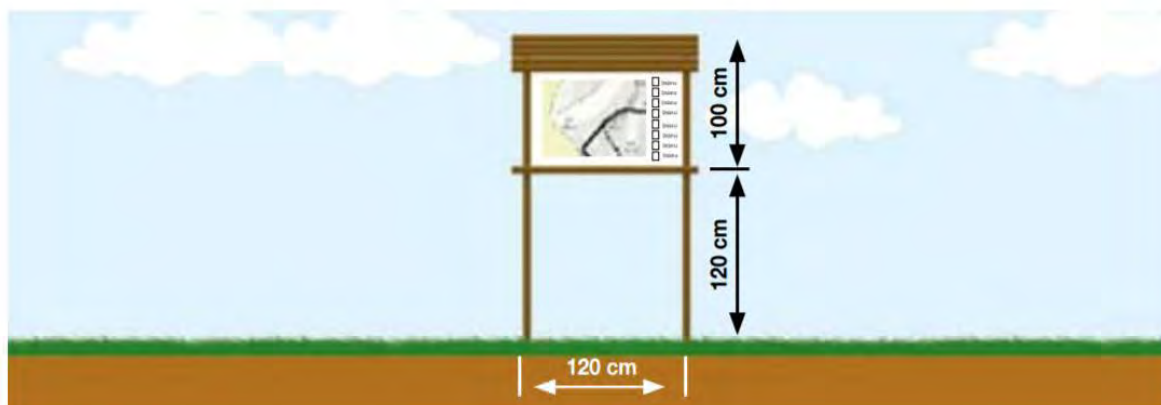
- Paneles de información de itinerarios.
- Paneles de información temática.
- Señales de salida y orientación.

Los **paneles de información de itinerarios** se ubicarán al principio y al final de la vía, en las áreas de descanso y en otros lugares de interés alrededor de la vía ciclista y, al menos, cada 5.000 metros. Contendrán un croquis del recorrido con los puntos principales del mismo, los servicios, los lugares de interés, etc., indicando tiempos de recorrido y distancias entre ellos, para ayudar mediante la información gráfica a mantener informadas a las personas usuarias de los itinerarios para peatones y ciclistas y de las diferentes actividades en su entorno.

Paneles informativos	
Esquema General de Itinerario. Presenta un croquis del recorrido y puntos principales del mismo, tiempos y distancias.	
Ubicación	Deberá ubicarse en todas las vías ciclistas en el inicio de las mismas, así como en puntos de destacada importancia y, al menos cada 5.000 m.
Diseño	Franja superior pantone 356. Inscripción blanco: icono bici + Entidad Administrativa. Franja inferior pantone 617, con croquis del itinerario.



Estos paneles se colocarán sobre postes o estructuras de madera y se recomienda protegerlos de la lluvia y el sol para alargar su vida útil. La figura determina las dimensiones tipo de los paneles de información de itinerarios.




Los **paneles de información temática** (ambiental, patrimonial, municipal,...) se ubicarán junto a los lugares de interés ambiental, patrimonial, etc., que se encuentren en las proximidades de la vía ciclista y en las zonas de descanso. Y al menos uno en los accesos a cada población. Contendrán información sobre la fauna, la flora, el patrimonio industrial, el patrimonio arqueológico, las poblaciones y todos aquellos elementos de interés socio-cultural que se encuentren en las proximidades de la vía ciclista, indicando tiempos y distancias de recorrido, para ayudar, mediante la información gráfica, a mantener informados a los usuarios sobre el patrimonio cultural, social y ambiental de la zona.

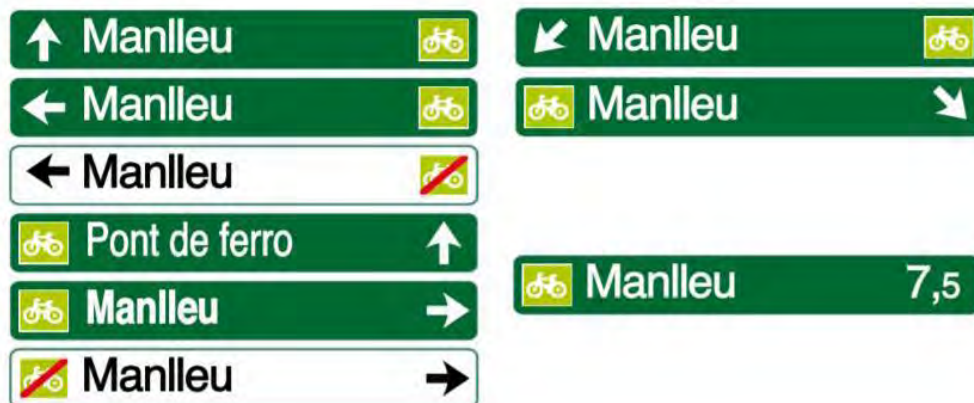
Estos paneles serán semejantes, en cuanto a configuración, materiales y dimensiones, a los de información de itinerarios. Contendrán texto y también información gráfica. Para su definición, se deberá consultar a los ayuntamientos y a los diferentes departamentos autonómicos afectados.

La **señalización de orientación** consiste en la selección de las informaciones que hace falta proporcionar a los ciclistas en cada punto de la red ciclista y de su entorno. Los lugares que deben señalizarse serán aquellos que interesen a las personas usuarias de bicicletas, de manera jerarquizada según su importancia y/o necesidad:

- Poblaciones.
- Lugares turísticos.
- Nodos de acceso al transporte público.
- Equipamientos escolares, sanitarios, deportivos y de ocio.
- Equipamientos comerciales.
- Zonas de aparcamiento.
- Puntos de suministro de agua y lavabos.
- Establecimientos relacionados con la hostelería y la restauración, etc.
-

Paneles informativos	
Señalización de Salida en tramos interurbanos.	

Pueden tener distintas tipologías en función de su situación sobre la vía:



En las carreteras con circulación de automóviles también se señalizarán las vías ciclistas próximas con los paneles correspondientes:



Los colores utilizados en los paneles serán los siguientes:



RAL 6018



RAL 6005



RAL 3020



RAL 9003

La colocación de las señales será la adecuada para que ciclistas y peatones puedan leer las indicaciones, pensar qué les interesa y realizar las acciones oportunas.

Con respecto a las dimensiones de las señales de orientación, a continuación se muestran las relaciones dimensionales y posicionales de los diferentes elementos que los componen:



La letra de los paneles tendrá una altura de 12 cm.

2.2.6. Soportes y materiales de la señalización vertical

Para los soportes de señalización, se dimensionará la sección resistente del poste y de los cimientos a los esfuerzos provocados por las solicitudes físicas, con el grueso de paredes y diámetro adecuados al emplazamiento, al número y la dimensión de las placas y a la altura total de la señal.

- En los caminos verdes, sendas-bici y pistas-bici, el material será la madera tratada para favorecer la integración con el paisaje.
- En los carriles bici y en zonas urbanas, se usarán sistemas modulares de aluminio.

Si el poste se empotra en el suelo mediante una placa de hierro con abrazadera, es posible (en caso de accidente o por cualquier otro motivo) desmontar la señal, incluido el poste de apoyo, y reaprovechar el anclaje.

En todo caso, es fundamental que la implantación de las señales esté acompañada por una esmerada y respetuosa reposición de los materiales de la pavimentación existente.

El sistema de postes telescópicos permite ampliar el número de informaciones sin cambiar el poste. En las señales con más de un panel, los paneles tienen que estar separados lo menos posible. Se recomienda no separarlos más de 2,5 cm.

Los paneles se fabricarán con placas de aluminio, que podrán ser de dos tipos:

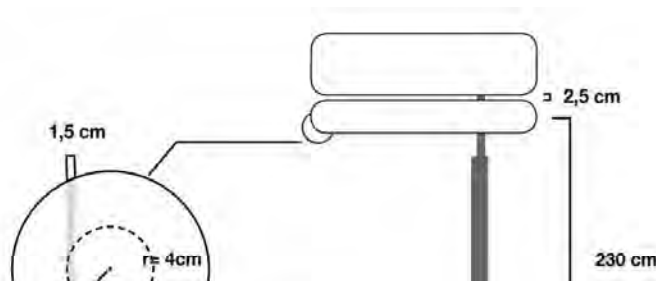
1. Reforzadas perimetralmente mediante doble pliegue. Las dimensiones máximas de los paneles varían según las prensas de plegar de cada fabricante. Las dimensiones son limitadas. La unión al poste se hace con guías fijadas al dorso de la placa y con brida en el tubo. Es el sistema más sencillo y económico:



2. Rigidizadas mediante un perfil extruido que se fija dando la vuelta a todo el rótulo, con guías extruidas fijadas a la placa por la cara posterior y que sirven para sujetarlas al tubo vertical mediante bridas. Este sistema es el más habitual:



Los paneles se fijarán al tubo mediante al menos dos abrazaderas. Los paneles deben tener los ángulos redondeados con un radio no superior a 4 cm. El perfil perimetral de los paneles no debe tener más de 1,5 cm de ancho:



El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

- Las características del material de sustrato (aluminio o acero galvanizado) y de los materiales retrorreflectantes.
- El nivel de retrorreflexión, en función del tipo de señal y del tipo de vía.
- El valor mínimo del coeficiente de retrorreflexión de las señales y carteles verticales, así como las coordenadas cromáticas y el factor de luminancia de las zonas reflectantes y no reflectantes.
- El periodo de garantía, superior a los mínimos especificados en el PG-3.
- Las condiciones de medición y abono. Las señales verticales se abonarán por unidades, incluido en el precio sus elementos de sustentación, anclaje y cimentación. Los carteles verticales se abonarán por metros cuadrados, siendo independiente la medición y abono de los elementos de sustentación, anclajes y cimentaciones.

En los planos de planta correspondientes se dibujarán las señales, indicando el punto donde deben instalarse, y para las señales de código, la numeración correspondiente según la normativa vigente.

En los planos de detalles se indicarán las dimensiones y el texto de los carteles verticales. Se incluirán los cálculos de los pórticos y banderolas, y de sus cimentaciones

2.3. BALIZAMIENTO

2.3.1. Generalidades

Además de la señalización horizontal y vertical se diseñarán los correspondientes elementos de balizamiento, y en particular:

- Se colocarán hitos kilométricos y miriámétricos, con la numeración que la Dirección General de Carreteras les asigne, complementados con los hitos delimitadores del hectómetro correspondiente.
- Se instalarán captafaros reflectantes en los arcenes del tronco de la traza, en las intersecciones, en los enlaces, en las curvas de radio menor de 250 m y sobre la barrera de seguridad semirrígida.

- Se instalarán hitos de arista, para balizamiento con captafaros reflectantes, de acuerdo con las recomendaciones publicadas al respecto por la Dirección General de Carreteras del Ministerio.
- Se instalarán balizas flexibles e hitos de vértice como complemento a los hitos y captafaros, en zonas de divergencias y bifurcaciones.
- Se proyectarán paneles direccionales en tramos de fuerte curvatura.
- Se proyectarán mangas catavientos y pantallas antideslumbrantes, cuando sea preciso.

La disposición de los distintos elementos que componen el balizamiento vendrá reflejada en los planos de planta correspondientes. Las dimensiones se definirán en los planos de detalles. Las características de los materiales a emplear y la instalación se definirán en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el diseño del balizamiento se prestará especial atención a las zonas siguientes:

- Bifurcaciones y divergencias.
- Tramos de visibilidad reducida.
- Conexiones temporales con la red viaria existente.
- Tramos de fuerte curvatura.
- Túneles.

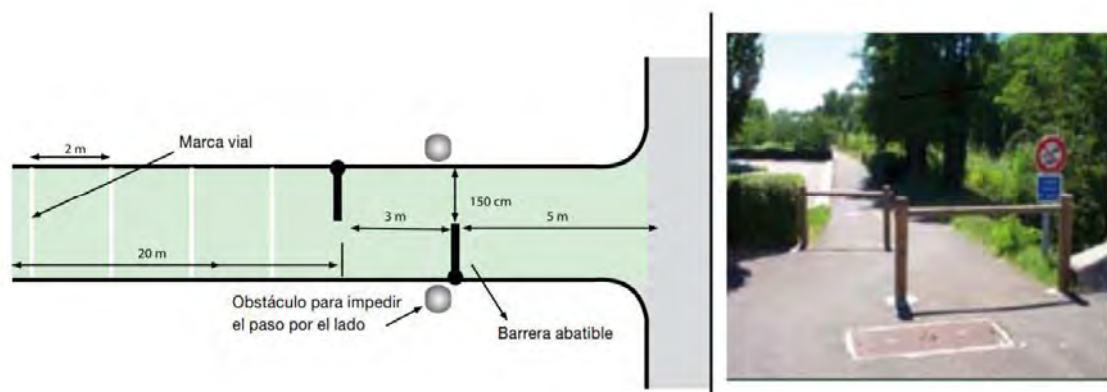
Un aspecto importante en las vías ciclistas es el balizamiento de los puntos críticos como son los comienzos y finales, cruces de calles, vados etc. donde es recomendable colocar una baliza. Esto favorece mucho a la seguridad de los propios ciclistas, los motoristas y también que otros vehículos estén más alertados sobre el cambios en el flujo de tráfico.

2.3.2. Sistemas de restricción de acceso a las vías ciclistas

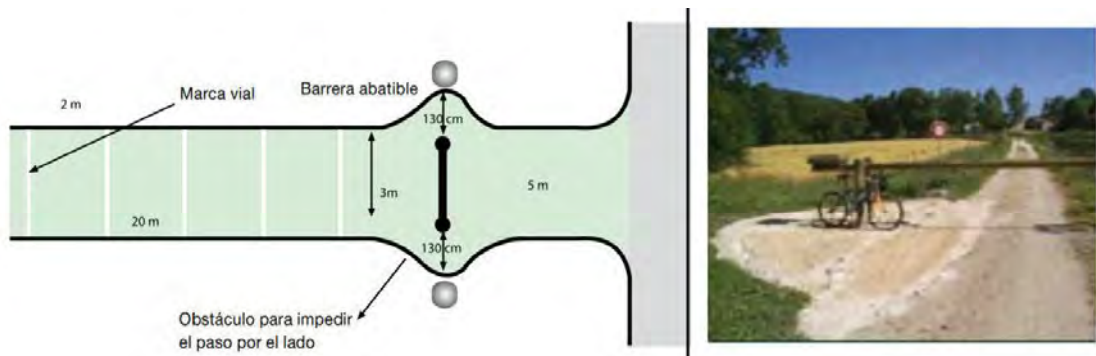
Para proteger las vías ciclistas de la intrusión de los vehículos a motor, además de la señalización propia, hará falta colocar elementos que impidan el acceso de los vehículos no autorizados a la circulación sobre la vía ciclista.

Estos elementos deben tener características especiales. Necesitan una cierta flexibilidad para garantizar el paso de determinados vehículos (mantenimiento, emergencias...) en determinadas situaciones. Por lo tanto, se desaconsejan sistemas rígidos de prohibición de acceso y se recomienda que los dispositivos cuenten con elementos móviles para hacer posible el paso de estos vehículos.

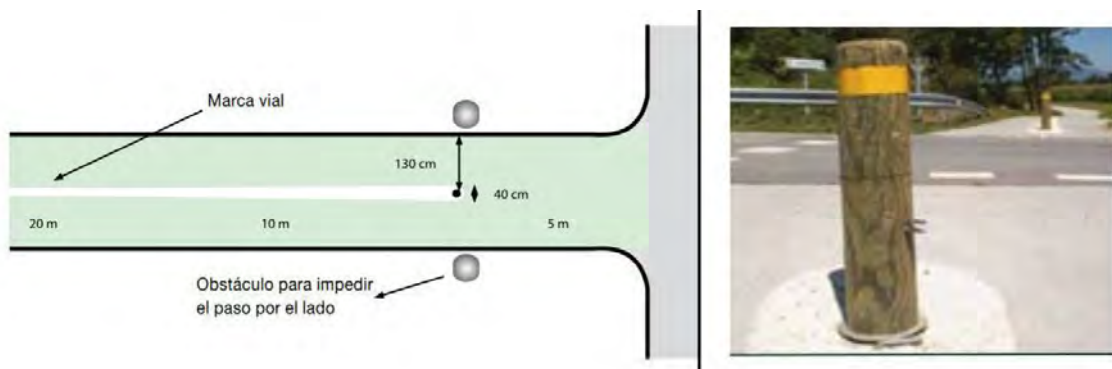
- Chicane: dos barreras separadas que pivoten sobre su eje para dejar pasar a los vehículos de mantenimiento. Las barreras deben permitir el paso de las sillas de ruedas, los ciclistas con remolque o los tandems.



- Barrera: basculante o pivotante ocupando completamente la vía con un paso lateral para ciclistas. Debe disponer de un sistema que permita elevar la barrera para facilitar el paso de los vehículos autorizados.



- Bolardo central abatible: con sistemas manuales o automáticos de bajada para dejar paso a los vehículos autorizados



3. INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

Se incluirán en el Proyecto el diseño de las plantaciones necesarias para contribuir a la mejora estética y funcional de las obras.

En particular, se procurará alcanzar los siguientes objetivos:

- conseguir un elemento de enlace entre la vía y el entorno que atraviesa;
- reducir el impacto visual de las obras proyectadas;
- suavizar aspectos paisajísticos no gratos para el usuario;
- facilitar la circulación ayudando a mejorar la guía óptica, tanto de día como de noche;
- contribuir al balizamiento de la calzada, evitando el deslumbramiento;
- proteger a los vehículos contra los efectos del viento y atenuar las consecuencias de algunos accidentes.

3.1. IMAGEN VISUAL

La imagen de una vía ciclista está relacionada con varios elementos físicos y espaciales que tienen que estar estructurados para que el conjunto transmita a la persona observadora una perspectiva legible, armoniosa y con significado.

El aprovechamiento del paisaje natural hace más agradable un recorrido. El tratamiento del medio ambiente urbano y rural en el entorno de las vías ciclistas, tanto de las destinadas a actividades recreativas como a las de uso cotidiano, es fundamental para el estímulo del uso de la infraestructura ciclista y, además, define los espacios y crea una imagen global de pertenencia a la ciudadanía.

La consecuencia inmediata de este sentimiento es el respeto por parte de las personas usuarias y la armonía en la convivencia con otros medios de transporte.

Para definir el diseño paisajístico de una vía ciclista, se deben tener en consideración los aspectos siguientes:

- Ejes visuales de interés: considerar los enfoques visuales que generan los ejes de la vía para localizar los elementos en los espacios adecuados.
- Vistas cercanas: el carácter de un espacio, definido por su función y sus componentes, debe proporcionar una imagen representativa evidente para los usuarios de la vía ciclista.
- Vistas medianas: son las imágenes periféricas y las que ofrecen los componentes del paisaje que sirven como elementos de orientación para las personas usuarias.
- Vistas lejanas: las montañas o el mar como telón de fondo, así como las edificaciones representativas del horizonte, deben ser considerados como hitos visuales.
- Definición de usos y paramentos: los árboles, el mobiliario y otros elementos estructurales y equipamientos deben servir de referencia y dar un cierto carácter al itinerario ciclista.
- Definición espacial y de la imagen del conjunto: eliminando los terrenos residuales e implementando la vía ciclista de acuerdo con la zona de influencia inmediata con el objetivo de integrarla en el sistema ambiental:



A continuación, se describen los principales elementos que se deben tener en cuenta en el diseño del paisaje de una vía ciclista:

- Se tiene que realizar un proceso metodológico que parta del inventario de los elementos que integran el paisaje, la vegetación, los atributos funcionales y estéticos.
- También se deben considerar los requerimientos funcionales climáticos. Con esta información, se formularán los criterios de diseño: efectos visuales, especies vegetales adecuadas, equipamiento, mobiliario, acabados...
- Se deben localizar los elementos necesarios para la funcionalidad óptima del espacio público. Esto implica un diseño adecuado del conjunto espacial, de acuerdo con los elementos adjuntos existentes.
- Los aparcamientos para bicicletas y los espacios complementarios se deben localizar estratégicamente en armonía espacial y volumétrica con el conjunto de la zona.
- De manera especial, se tienen que intentar conservar y reforzar los ecosistemas naturales, preservar las zonas ecológicas frágiles y proteger la susceptibilidad a la erosión.
- Se deben valorar los elementos naturales más importantes del paisaje para hacerlos compatibles con los elementos artificiales (nuevas construcciones), buscar relaciones visuales armoniosas y resaltar los elementos naturales más importantes: montañas, ríos, lagos, bosques, etc.

3.2. DISEÑO DE PLANTACIONES

Para el diseño de la vegetación en el entorno de una vía ciclista, se deben tener en cuenta los principios generales siguientes:

- Uniformidad: el material vegetal debe presentar características homogéneas, utilizando preferiblemente una sola especie entre las habituales de cada zona.
- Las distancias entre los árboles deben mantenerse constantes. Se recomienda una distancia mínima de plantación entre los cortes de los árboles de 10 metros y de 5 metros entre los arbustos.
- La altura mínima de plantación de los árboles será de dos metros.
- Los árboles tendrán un solo corte y en ningún caso se utilizarán setos que puedan generar situaciones de inseguridad.

- La poda debe permitir una visibilidad mínima de 2,50 metros de altura, desde el nivel del pavimento.

Con respecto a las especificaciones técnicas de la plantación, se tendrán que tener presentes las actividades siguientes:

- Preparación, adecuación y limpieza del terreno. Para evitar daños en la infraestructura, se construirán barreras protectoras por debajo del nivel del terreno hasta 1,2 metros.
- Replanteamiento del trazado, plantilla de la siembra (distancia y distribución geométrica).
- La plantación se hará con un diámetro mínimo de un metro por 70 centímetros de profundidad, con espacio suficiente para la aportación de sustratos:



- El terreno alrededor de la planta se debe compactar, vigilando que la tierra no supere el nivel del terreno.
- Se colocarán rejillas protectoras en el árbol, con una anchura mínima de un metro, de forma que no se conviertan en barreras arquitectónicas

Los criterios de forma, textura y la correspondiente plantilla de siembra deben ser compatibles con las necesidades de espacio, la circulación de ciclistas y el mantenimiento de las vías. Se realizará el diseño de las plantaciones seleccionando las especies vegetales cuyo desarrollo se ajuste mejor a las características climáticas y edafológicas de la zona del proyecto, para lo cual se tendrán en cuenta:

- Factores climáticos: se obtendrán del estudio climatológico e hidrológico realizado con anterioridad.
- Factores edafológicos: tipo de suelo; humedad y contenido en sales; situación del nivel freático.
- Factores ecológicos: existencia de especies autóctonas de la región; afinidad con otras especies de la zona.

- Factores estéticos y paisajísticos: Especies cuyos valores ornamentales armonicen con el paisaje existente. Altura y crecimiento, estructura de las ramas y mantenimiento.
- Factores económicos: Disponibilidad en el mercado, bajo coste y consolidación de especies ya existentes.
- En zonas urbanas, resistencia a la contaminación.

Especies seleccionadas:

Se especificarán sus principales características y las cualidades por las que han sido seleccionadas. El Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto definirá convenientemente las condiciones técnicas y épocas de siembra y plantación, así como las características de calidad de las semillas, plantas y pies a utilizar, tipo de contenedor, transporte, sustrato, etc., a fin de evitar que se planten o siembren ejemplares maltrechos o deficientes. El Pliego definirá las condiciones de aceptación o rechazo en el suministro de las partidas de las especies seleccionadas.

En cualquier caso, se considerará como objetivo primordial no entorpecer con las plantaciones la visibilidad necesaria para el usuario de la carretera.

Un uso adecuado de la vegetación puede delimitar áreas, canalizar las visuales del o de la ciclista, proteger del ruido, del viento, de los rayos solares...

En el caso de vías ciclistas paralelas a vías convencionales, las plantaciones en el espacio entre la carretera y la vía ciclista formarán una barrera de protección de cara al ruido y los gases emitidos por los vehículos de motor. Si se opta por esta solución, se tendrán que plantar setos y se deberá hacer un mantenimiento permanente, especialmente en las podas.

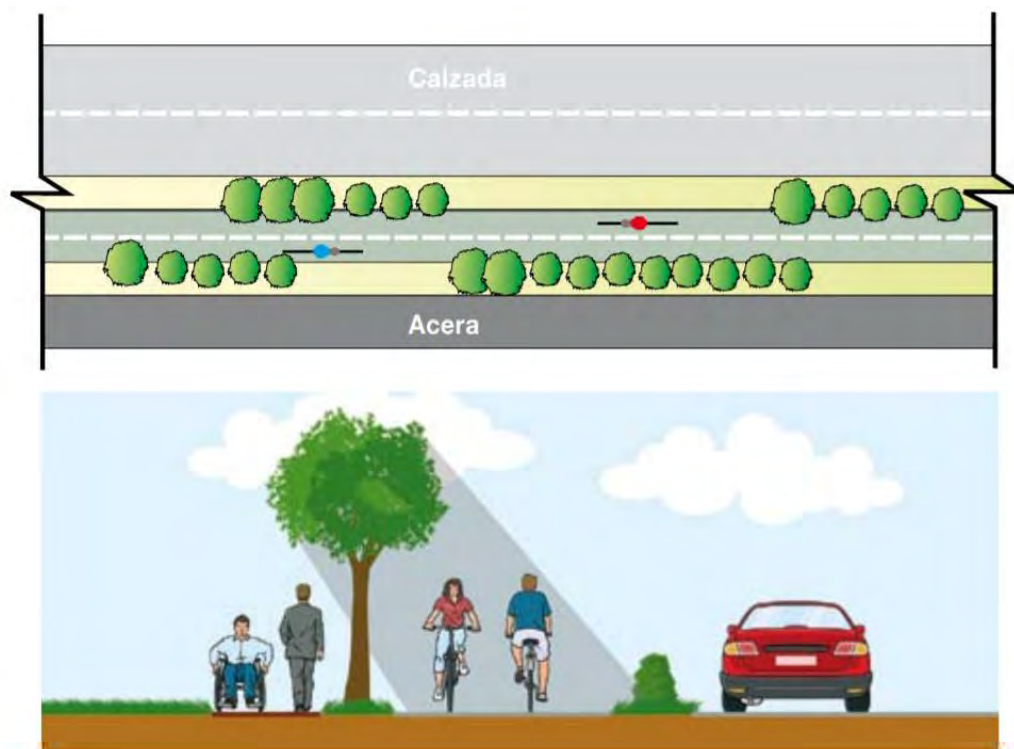
Para no limitar la visión de las personas con bicicleta, los setos no deben sobrepasar el metro de altura y no deben representar una barrera arquitectónica para los peatones ni para las personas de movilidad reducida. El ancho mínimo de un separador con setos será de 1,50 metros. Si no es posible esta anchura, se tendrá que optar por otras soluciones.

Además de sus cualidades estéticas y ambientales, la vegetación sirve para mitigar las inclemencias climatológicas:

- La sombra contra las extremas condiciones de insolación.
- La reducción de la fuerza de la lluvia.
- La consolidación del suelo.
- La minimización de las escorrentías.

Es necesario incluir estos efectos en el análisis de los costes de implantación y conservación de las plantaciones en una vía ciclista. Para obtener estos beneficios, además de árboles, hará falta plantar arbustos, plantas y mantos vegetales (céspedes, plantas tapizantes, áridos...) que ejercerán funciones de protección de la capa vegetal, a la vez que proporcionarán una estética propia al itinerario.

Para reducir los costes de las plantaciones y su conservación, se recomienda agrupar los árboles en filas de diez unidades de manera alterna en cada lado de la vía ciclista:



Esta disposición permite proporcionar a la persona que circula con bicicleta una sombra intermitente durante su recorrido a diferentes horas del día.

4. ILUMINACIÓN

La condición básica de una seguridad adecuada en la conducción se basa en una buena visibilidad. En las vías ciclistas esta condición se ve acrecentada, en la medida en que las bicicletas disponen de sistemas de iluminación muy precarios. Por tanto, la iluminación de las vías ciclistas es un elemento que es necesario considerar para proporcionar visibilidad en las horas en que falta la luz solar.

La visibilidad o legibilidad de la vía derivada de la iluminación es un factor de seguridad, tanto en lo que respecta a la circulación de las bicicletas como en lo que atañe a la ejecución de delitos; sumados esos dos aspectos, la visibilidad generada por la iluminación es un condicionante del atractivo de la vía para ciertos usos, edad y sexo de usuarios, horarios, etc.

Los ciclistas urbanos cotidianos suelen emplear la bicicleta en horarios sin luz diurna, para ir a trabajar o al centro escolar en el periodo invernal. Además, hay que tener en cuenta que algunos de los tipos de usuarios no disponen de iluminación propia en la bicicleta, sobre todo de la que es capaz de ofrecer visibilidad adecuada en un túnel o en un espacio carente de cualquier otra fuente luminosa.

En zonas urbanas, la vía ciclista tendrá el mismo nivel de alumbrado que la calzada. Los apoyos de los báculos del alumbrado se colocarán tan lejos como sea posible de la vía para evitar los impactos de ciclistas.

En zonas interurbanas, la necesidad de alumbrado deberá ser estudiada en función de las características propias de cada vía ciclista. La decisión de implantar un sistema de iluminación en estas zonas dependerá del tráfico previsto en horas sin luz solar. En caso afirmativo, los puntos de luz deberán situarse a una altura no mayor de 3,5 o 4 metros, con lámparas de 150 w y con una separación entre ellas de entre 20 y 40 metros, dependiendo de la localización de la vía.

En zonas de edificación, se situarán a 20-25 metros y en zonas sin construir se recomienda cada 30 metros en zonas arboladas y cada 40 metros en zonas abiertas. La disposición en planta se efectuará en un margen de la vía, a 0,50 metros como mínimo del borde, de forma que no suponga un obstáculo a la conducción.

Además, las luminarias serán de alto rendimiento y baja contaminación lumínica, con las siguientes características mínimas:

- Grado de estanquidad: IP-65.
- Resistencia a golpes: IK-08.

En zonas rurales y alejadas de núcleos urbanos donde prácticamente no va a haber usuarios al anochecer, no está justificada la instalación y el mantenimiento de una red de alumbrado como la de una ciudad. En estos casos, puede colocarse un sistema de balizas luminosas que sirva al ciclista para orientarse y circular sin peligro en el caso de que le sorprenda la noche en una vía de este tipo. La luz que emiten estas balizas es una luz tenue, que evita, en las zonas naturales, el impacto visual propio de una luminaria convencional.

Independientemente de estas consideraciones generales, hay lugares como los túneles, en que la instalación de la iluminación es necesaria, incluso en horas diurnas, siempre que superen los 50 metros de longitud. En este caso, se deberán disponer luminarias cada 30 metros, con un doble sistema de encendido. Uno manual, de emergencia, con interruptores en ambas bocas del túnel y cada 50 metros en el interior. Y el cotidiano, automático, con células de infrarrojos que activen el circuito al paso de los ciclistas, que irá dotado de un temporizador para mantener el funcionamiento del sistema el tiempo necesario para recorrer el túnel con un coeficiente de seguridad de 1,5.

La visibilidad es también muy importante en las intersecciones. Se recomienda que el o la ciclista que atraviesa una intersección sea visible para los conductores de los vehículos de motor, prolongando el alumbrado de la vía más allá del cruce.

También es conveniente iluminar la vía ciclista alrededor de 50 metros antes del cruce, para que el conductor o conductora perciba si la persona que circula con bicicleta quiere cruzar la intersección:



Se procurará que todas las luminarias de la vía ciclista se alimenten mediante placas fotovoltaicas con acumuladores, y que se enciendan automáticamente mediante sensores al paso de los usuarios. Deberá contemplarse la adecuada protección de unas y otros frente a vandalismos.

En el proyecto de la iluminación se tendrán en cuenta las “Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles” editadas por el Ministerio de fomento, el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el “Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07” y el Real Decreto 842/02, de 2 de agosto, por el que se aprueba el “Reglamento electrotécnico para baja tensión”.

Para ello se definirán los siguientes apartados:

- Calidad luminotécnica:
 - o nivel de iluminación;
 - o control de deslumbramiento, comodidad visual;
 - o visibilidad ambiental;
 - o enlaces e intersecciones;
 - o zonas de adaptación o transición;
- Diseño geométrico:
 - o guiado visual, guiado óptico;
 - o alturas de montaje;
 - o tipos de implantación;
 - o puntos especiales, curvas, cruces o bifurcaciones, etcétera;
 - o especificaciones sobre la situación de los puntos de luz;
- Diseño de la instalación eléctrica:
 - o suministros, acometidas;
 - o centros de transformación (ubicaciones);
 - o dimensionamiento de la red eléctrica, red de tierra;
- Exigencias básicas:
 - o tipo de luminarias;
 - o sistemas de encendido;
 - o cruzamientos;
- Diseño de instalaciones especiales:
 - o iluminación con postes de gran altura (> 20 m);

- pasos peatonales subterráneos y al nivel de calzada.

En los planos de proyecto se incluirán las plantas generales de iluminación y los detalles. Las características de los materiales a emplear y de la instalación de los distintos elementos que componen la iluminación serán objeto de definición en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.