

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL SERVICIO PARA LA AUSCULTACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL Y DE LAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES DEL FIRME DE LA RED DE CARRETERAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID****PRIMERA. OBJETO DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es describir los trabajos y fijar las condiciones técnicas que regirán en el Contrato de Servicios a la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid para la *“Auscultación de la capacidad estructural y de las características superficiales del firme de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid.”* Además del presente Pliego de Prescripciones Técnicas, regirán para este Contrato las disposiciones legales y aquellas que, con carácter de Instrucciones, Normas o Recomendaciones, han sido publicadas y están vigentes para los trabajos de índole similar a los descritos en el presente Pliego.

SEGUNDA. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos que integran el presente contrato consistirá en realizar la auscultación sistemática de firmes en la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid, la auscultación de detalle de los tramos en los que se deben redactar los proyectos de rehabilitación estructural de firmes para la obtención de la deflexión y el radio de curvatura del cuenco de deflexiones originado en el firme al paso de una carga previamente establecida, así como la determinación de las características funcionales (medida de la regularidad superficial y la adherencia), la actualización de datos del Sistema de Gestión de Firmes (en adelante SGF) de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid, que en la actualidad comprende, aproximadamente, 3.165 km equivalentes de carreteras, así como la ampliación de las funcionalidades del propio sistema.

De modo específico, se desarrollarán las actividades siguientes:

- Actualización del inventario de firmes de la red durante toda la duración del contrato (36 meses).
- Auscultación de la capacidad estructural del firme.

Los tramos a realizar en cada campaña de medida o itinerario serán definidos por el Director del Contrato con anterioridad al inicio del desarrollo de los mismos y será comunicado a la empresa adjudicataria, como mínimo, una semana antes del inicio de los trabajos. Basándose en la definición de los diferentes tramos objeto de medición, la empresa adjudicataria elaborará un programa de trabajo en el que se





reflejarán las fechas de realización de la medición y entrega de los resultados. Este programa deberá ser aprobado por el Director del Contrato antes del inicio de los trabajos (18 meses).

- Caracterización de los espesores de los pavimentos mediante procedimientos no destructivos (6 meses).
- Medida del coeficiente de rozamiento transversal.

Los tramos a realizar en cada campaña de medida o itinerario serán definidos por el Director del Contrato con anterioridad al inicio del desarrollo de los mismos y será comunicado a la empresa adjudicataria, como mínimo, una semana antes del inicio de los trabajos. Basándose en la definición de los diferentes tramos objeto de medición, la empresa adjudicataria elaborará un programa de trabajo en el que se reflejarán las fechas de realización de la medición y entrega de los resultados. Este programa deberá ser aprobado por el Director del Contrato antes del inicio de los trabajos (18 meses).

- Auscultación de las características superficiales de los pavimentos y obtención de la regularidad superficial, textura, fisuras y roderas.

Los tramos a realizar en cada campaña de medida o itinerario serán definidos por el Director del Contrato con anterioridad al inicio del desarrollo de los mismos y será comunicado a la empresa adjudicataria, como mínimo, una semana antes del inicio de los trabajos. Basándose en la definición de los diferentes tramos objeto de medición, la empresa adjudicataria elaborará un programa de trabajo en el que se reflejarán las fechas de realización de la medición y entrega de los resultados. Este programa deberá ser aprobado por el Director del Contrato antes del inicio de los trabajos (33 meses).

- Ampliación de las funcionalidades del sistema informático de Gestión de Firms. Las mejoras y actualizaciones del SGF se realizaran durante toda la duración del contrato (36 meses).
- Almacenamiento de los datos en el sistema informático de Gestión de Firms durante toda la duración del contrato (36 meses). A la semana del comienzo del contrato se presentará una programación homogénea de las distintas implementaciones y módulos de gestión y valoración, que deberá ser aprobada por el Director del Contrato, de acuerdo a lo especificado en la cláusula 5ª.





- Formación del personal de conservación: 30 sesiones anuales, con duración de 7 horas cada una de ellas, que se impartirán durante los meses de abril a junio en cada uno de los tres años del contrato.

Será obligatorio que el Adjudicatario presente a la semana del comienzo del contrato una programación global para cada una de las tareas detalladas anteriormente (actualización del inventario de firmes de la red, auscultación de la capacidad estructural del firme, caracterización de los espesores de los pavimentos mediante procedimientos no destructivos, medida del coeficiente de rozamiento transversal, auscultación de las características superficiales de los pavimentos y obtención de la regularidad superficial, textura, fisuras y roderas, ampliación de las funcionalidades del sistema informático de Gestión de Firmes, almacenamiento de los datos en el sistema informático de Gestión de Firmes y formación del personal de conservación). En todo caso, la Administración podrá modificar esta programación de trabajos, para priorizar los ensayos en las Carreteras que estime conveniente.

TERCERA

El licitador que resulte adjudicatario del Contrato de Servicios, desarrollando lo preceptuado en este Pliego de Prescripciones Técnicas, recibe la denominación, de aquí en adelante, de Consultor Adjudicatario, o, más abreviadamente, Consultor.

CUARTA. PERSONAL Y MEDIOS DEL CONSULTOR

El presente contrato incluirá la puesta a disposición de todo el personal y medios necesarios para la óptima realización, en el momento más oportuno, de los trabajos que se contratan.

Personal

El contratista pondrá en conocimiento del Director del Contrato las personas designadas para la realización de los trabajos a la semana de la formalización del contrato.

El personal que disponga el Consultor para la realización de los trabajos deberá cumplir los requisitos y dotaciones mínimas que se relacionan:

- Al frente del equipo deberá estar un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos como Responsable de la ejecución del Contrato, quien coordinará y llevará la Dirección Técnica de los trabajos a desarrollar. Se encargará de la coordinación y dirección técnica de los trabajos y será el interlocutor con la Dirección





del Contrato, siendo el responsable de la dirección del proyecto y el encargado de la transmisión e impartición de las órdenes e instrucciones de trabajo al resto del equipo. Tendrá una experiencia mínima como tal de 15 años en carreteras y sistemas de gestión de firmes y pavimentos a contar desde la obtención de la titulación requerida. El Responsable de la ejecución del Contrato tendrá una dedicación mínima del 50% de la duración del contrato.

- Un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos con formación en firmes de carreteras, en especial en patología, inspección, reparación y gestión firmes. Tendrá una experiencia profesional mínima como Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de 10 años y una dedicación mínima del 80 % de la duración del contrato.
- Un equipo de Inspección: Cada equipo de inspección estará integrado, al menos, por:
 - Un Ingeniero Técnico de Obras Públicas, con experiencia profesional mínima como tal de 3 años en inspección de firmes, a contar desde la obtención de la titulación.
 - Un auxiliar técnico.
- Un técnico en informática con una experiencia mínima de 2 años en programación de bases de datos y aplicaciones de consulta con interfaz web.

Medios para realizar las inspecciones

El presente Contrato incluye la disposición de medios materiales para la óptima realización de los trabajos que se contratan. Los medios materiales afectos a la Consultoría que estarán a disposición permanente de la ejecución del contrato serán, como mínimo, los siguientes:

- Equipo para la realización de inventario, consistente en un vehículo de alto rendimiento y provisto de:

Cámaras con las siguientes características::

 - El ángulo formado por el plano de proyección y la carretera sea constante.
 - La estabilidad de las cámaras permitan la obtención de la grabación digital sin vibraciones, con independencia del estado del firme.





- Para la grabación de las imágenes de la carretera, se utilizará una cámara con una resolución de al menos 2400 (H) X 1200 (V) píxel en color, digitalizándose en tiempo real durante la adquisición, al menos de 10 fps. Las imágenes serán de resolución 350ppi, modo RGB de 8bits de profundidad en formato JPG.
 - El equipo dispondrá de una cámara trasera, que permita grabar simultáneamente los dos sentidos de las carreteras convencionales.
-
- Deflectógrafo con sistema automático de medición de la deflexión de forma continua en ambas rodadas, con cadencia de ejecución de los ensayos en una longitud mínima de 5 m. Las características y funcionamiento de estos equipos se detallan en la cláusula 5ª
 - Deflectómetro de impacto con medición de la deflexión de forma puntual y cadencia de ejecución de los ensayos variable. Las características y funcionamiento de estos equipos se detallan en la cláusula 5ª
 - Equipo automatizado para la medida de espesores de las capas de los pavimentos de forma continua y procedimientos no destructivos de tipo similar a Georradar. Las características y funcionamiento de estos equipos se detallan en la cláusula 5ª
 - Vehículo SCRIM para la caracterización en continuo del Coeficiente de Rozamiento Transversal del pavimento (CRT) en una de las rodadas del carril. Las características y funcionamiento de estos equipos se detallan en la cláusula 5ª
 - Perfilómetro para la medida en continuo de la regularidad superficial con metodología láser, con al menos tres sensores que posibiliten la evaluación del perfil transversal. Las características y funcionamiento de estos equipos se detallan en la cláusula 5ª
 - Medidor automático de la degradación superficial del pavimento mediante grabación de película en continuo del firme. Las características y funcionamiento de estos equipos se detallan en la cláusula 5ª.

Equipos informáticos. Hardware y Software

El Consultor dispondrá de los equipos informáticos necesarios para la correcta realización de los trabajos. Los equipos informáticos mínimos a disponer por el Consultor son los que seguidamente se relacionan:





- Cuatro ordenadores personales para el personal adscrito al Contrato, con sistema operativo de tipo Windows y configuración suficiente para ejecución de programas de ofimática, CAD y base de datos. Una impresora para impresión de informes y planos en color y formato hasta DIN A-3
- Sistema operativo Windows, sobre el que se instalará el Sistema Informático de Gestión de Firmes del que actualmente dispone la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid, o el sistema mejorado que desarrolle el Consultor.
- Programas de ofimática general: procesador de textos, hoja de cálculo, base de datos.
- Programas de CAD.

Vehículos:

El Consultor dispondrá de los medios de transporte necesarios para el adecuado desplazamiento de los equipos y del personal, incluso las personas de la Administración que el Director del Contrato designe. El mínimo de vehículos puestos a disposición del Contrato será de uno.

QUINTA. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR POR EL CONSULTOR

CAMPAÑA DE INVENTARIO

Se plantea con la finalidad de inventariar aquella parte de la red que en el momento de la realización del contrato no esté introducida en la aplicación actual.

1. Toma de datos de inventario

En la toma de datos de inventario, se deberán obtener dos tipos de registros diferenciados, pero sincronizados:

- Una grabación de la carretera y de su entorno con imágenes digitales cada 10 m.
- Un soporte informático con registros de la medida de los parámetros de las características geométricas y de equipamiento de la carretera.

2. Grabación de imágenes digitales

Las imágenes se grabarán mediante un sistema de vídeo digital cada 10 m.

El operador dispondrá de un monitor para controlar en todo momento la calidad de las imágenes en tiempo real.





No se tomarán imágenes en condiciones meteorológicas adversas (lluvia, niebla, nieve, etc.). La calzada deberá de estar prácticamente seca.

La grabación se realizará en un solo sentido cuando la calzada sea única y disponga de tres o menos carriles. En el resto de los casos se efectuará en los dos sentidos, salvo cuando se trate de calzada doble con más de tres carriles que exigirá dos pasadas por cada sentido.

La carretera será recorrida en el sentido que marque la planificación efectuada y a partir del comienzo de la misma, salvo en el caso de doble grabación.

3. Soportes informáticos

La información a obtener debidamente agrupada, referenciada y ordenada se grabará en soportes informáticos en tiempo real.

Los datos alfanuméricos que formarán cada uno de los registros informáticos que se deban implementar, contendrán como mínimo, los siguientes campos:

- Datos de situación e identificación
- Características geométricas
- Coordenadas UTM
- Equipamiento de la vía
- Puntos singulares e incidencias

A fin de que los soportes a utilizar (las imágenes digitales para la información gráfica y visual y los soportes informáticos para la información alfanumérica) se sincronicen perfectamente, deberán incorporar una referencia común que permita relacionar los datos de un soporte con los del otro. La referencia común será la de distancia recorrida y se grabará automáticamente durante la toma de datos en campo en los diferentes soportes a la vez.

4. Datos de situación e identificación

Toda la información que compone el Inventario se referirá a tramos previamente determinados, los cuales quedarán identificados a su vez mediante los siguientes parámetros, que encabezarán todos y cada uno de los ficheros de características que se elaboren:

- Nomenclatura y denominación de la vía o vías a la que pertenece el tramo.
- Jerarquía de la red en la que se incluye el tramo.





- Zona de la red en la que se incluye el tramo
- Tipología de la vía, desglosada en las siguientes categorías: autopista, autovía, carretera nacional, comarcal, etc.
- Referenciación de los puntos de origen y final de tramo mediante sus distancias reales al origen de la carretera, obtenidas por odómetro.
- Longitud del tramo.

En el soporte informático se preverán espacios para incluir números de codificación para el origen, final y tramo. Provisionalmente se le asignará al tramo el número de orden que le corresponda dentro del total del itinerario, numerado a partir del origen del mismo.

5. Características geométricas

Dentro de este grupo se incluirán todos los parámetros siguientes, que permiten una definición geométrica total de la vía:

- **Radio de curvatura:** Para cada unidad de medida cifrada en 10 m, se calculará el radio de curvatura de la traza de la carretera, siendo la unidad el metro y asignándose los positivos a los giros a la derecha y los negativos a la izquierda. El error máximo permitido será del 5%.
- **Rasante:** Se medirá la inclinación sobre la horizontal, esto es, la pendiente de la calzada, dándose un valor medio para cada bloque de información (10 m). Las pendientes se darán en tanto por ciento, indicándose como positivas las rampas (ascendente) y como negativas las pendientes (descendente). El sistema global deberá ofrecer una resolución de 0,01º, con error máximo de $\pm 0,1^\circ$.
- **Número de carriles:** Se indicará el número de carriles que constituyen la calzada, especificándose mediante lectura odométrica los puntos donde exista una variación de los mismos.
- **Plataforma:** Para definir geométricamente la plataforma se medirá la anchura en metros de calzada y arcenes, especificando la referencia odométrica de aquellos puntos específicos en que se produzca una variación brusca de alguna de dichas mediciones. En concreto, se especificarán los casos de comienzo y final de vías lentas, de aceleración y deceleración.





En las calzadas en que existan líneas blancas longitudinales de borde, en estado de conservación aceptable, se fijará como anchura de la calzada la distancia interna entre dichas líneas. Como anchura de los arcenes se fijará la distancia entre las líneas de borde y el borde interior de la cuneta o el comienzo del terraplén. En los arcenes se especificará, para cada uno de ellos, la anchura de la zona pavimentada. El error máximo admisible para las anteriores mediciones será de 15 cm.

En los casos en que no existan líneas de borde, se considerará como calzada la zona pavimentada y como arcenes la zona que reste hasta las cunetas o la explanada. En este caso, el error máximo admisible de las mediciones será de 20 cm.

- **Peraltes:** Se medirá la inclinación sobre la horizontal del perfil transversal de la carretera, dando un valor medio por cada bloque de medida con su signo correspondiente. El peralte se dará en tanto por ciento, una resolución de 0,01%, con error máximo de $\pm 0,1\%$.

6. Coordenadas U.T.M

Se obtendrán mediante sistema G.P.S. diferencial vía satélite, con el fin de alcanzar la mejor precisión posible en movimiento y con toma de datos consecutiva cada segundo.

7. Equipamiento de la vía

Se registrará la localización de los diferentes elementos que componen el equipamiento de una carretera, debiendo tener previsto el sistema que en un mismo punto exista más de un elemento.

Dada la gran diversidad de elementos diferentes que componen el equipamiento de una carretera y la distinta importancia de los mismos, se registrarán de forma concreta y diferenciada, como mínimo los siguientes:

- **Señalización horizontal:** Se especificará todo tipo de marca vial representada en el pavimento, con indicación de la lectura odométrica del comienzo y final de la misma, como líneas de eje, continua, discontinua o ambas, líneas de borde de calzada, flechas, stop, pasos de cebra y resto de indicaciones.
- **Señalización vertical:** Se especificarán todos los elementos de señalización vertical con indicación de lectura odométrica de su situación (directa o inversa, en margen izquierdo o derecho) y tipo de sustentación (pórtico, banderola, poste, etc.). Para su denominación se utilizará la clave del catálogo de señales de la Comunidad de Madrid.





- **Balizamiento y Seguridad Vial:** Se especificarán las barreras de seguridad y mojoneros de protección, especificándose su ubicación en mediana o en los bordes del pavimento. En todos los casos, se indicarán el comienzo y final de cada uno mediante referencia odométrica.
- **Zonas de Servicio, Descanso, Estacionamiento y Recreo:** Se indicarán dichas zonas, clasificándolas de la siguiente manera:
 - Paradas de autobuses
 - Aparcamientos
 - Estaciones de Servicio
 - Zonas de descanso con servicio

En todas ellas se especificará la lectura odométrica de los puntos que definen el comienzo y el final de cada una.

8. Puntos singulares e incidencia

Se incluirán los siguientes:

- **Hitos:** Se tomará la lectura odométrica de los puntos en que estén situados así como su inscripción.
- **Túneles:** Se registrarán los puntos de comienzo y final del túnel mediante lectura odométrica. Se incluirán también la existencia o no de ventilación e iluminación.
- **Pasos superiores e inferiores:** Se registrarán mediante lectura odométrica el inicio y final del paso cuando la longitud sea superior a 4 m., y el punto medio cuando sea igual o inferior. En todos ellos se especificará el tipo de obstáculo que salva (carretera, ferrocarril, canal, etc.).
- **Pasos a nivel con el ferrocarril:** Se registrará el punto de cruce mediante lectura odométrica.
- **Travesías y variantes de poblaciones:** Se registrarán los puntos de origen y final de las mismas con indicación de la población por la que transcurre.
- **Enlaces e intersecciones:** Se registrarán mediante lectura odométrica el punto de intersección del eje de la carretera con la cual se enlaza. En el caso de existir



más de un punto de intersección, se indicarán todas las lecturas odométricas de los que haya

Por último y de forma general, para todos los parámetros incluidos en el Inventario, se tendrá en cuenta:

- La información de un punto singular tendrá una doble referenciación, por la distancia a la base de referencia del tramo a que pertenezca y por la ubicación kilométrica.
- El error máximo admisible en las mediciones odométricas será de 1 m/km.

CAMPAÑAS DE AUSCULTACIÓN

El Consultor tendrá la responsabilidad de ejecutar los ensayos referentes a la evaluación de las características estructurales y funcionales en las diferentes Carreteras de la red, con objeto de aportar los datos que se precisan para definir los distintos planes de actuación concernientes a trabajos de conservación y explotación de Carreteras.

Estos trabajos abarcarán Campañas de auscultación relativas a las carreteras de la red Principal y de la red Secundaria de la Comunidad de Madrid, como aquellas carreteras de la red Local con una IMD superior a 5000 veh/día, así como aquellas carreteras, no contempladas en los criterios anteriores y necesarias para la preparación de los proyectos de refuerzos de firmes, comprobación de Calidad en obras de reciente construcción, etc. La caracterización de los espesores mediante sistemas o destructivos se limitará a aquellos tramos de carreteras sobre los que se prepararán proyectos de refuerzos de firmes. Los resultados deberán ser incorporados en las bases de datos del Sistema Experto de Gestión utilizado por la Consejería y que se describen en otro apartado del presente Pliego.

Las características estructurales se limitan a la evaluación de la capacidad portante de la Carretera, la caracterización de los espesores de los pavimentos y el estado de degradación superficial de los mismos. Las características funcionales se limitan a la medida de la regularidad superficial y la adherencia. El resto de parámetros no considerados en el presente contrato, pero imprescindibles para el correcto funcionamiento del mencionado programa, como tráfico, pluviometría, tipo de pavimento, anchuras, etc. serán aportados al Consultor, que será responsable de incorporarlos a la aplicación informática.

Como regla general, las mediciones se efectuarán con los siguientes criterios:

- Carreteras con calzada única: se medirán en un único carril.





- Carreteras con calzada separada: se medirá en el carril exterior en ambos sentidos de circulación pudiendo incluirse también, cuando así lo indique el Director del Contrato, el carril interior.
- En el caso de existir carril adicional para la circulación de vehículos pesados se considerará éste como carril exterior, salvo que el Director del Contrato especifique otro criterio de medida.

1. AUSCULTACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL FIRME

La capacidad estructural de los firmes se caracterizará mediante ensayos de deflexión.

La auscultación del firme se realizará de acuerdo con las normas de ensayo NLT-336/06 “Medida de las deflexiones en firmes con curviómetro” y NLT-338/07 “Medida de deflexiones en firmes y pavimentos con deflectómetro de impacto”.

Además de la normativa anteriormente referenciada, los equipos deberán cumplir con la normativa vigente en materia de carreteras y suministrar la siguiente información:

A) Medida de deflexión y obtención mediante cálculo del radio de curvatura del cuenco de dicha deflexión del firme. Esta medición se realizará con arreglo a las prescripciones siguientes:

- Equipos de medida de auscultación de capacidad estructural conformes a la norma NLT-333:
 1. La carga sobre el firme estará producida por el paso de las ruedas gemelas exteriores derecha de un eje simple estándar, que ejerza una fuerza equivalente sobre el firme de ciento veintisiete con cincuenta y tres kilonewtons (127,53kN), lo que equivale a un peso de trece toneladas (13t).
 2. Las mediciones se realizarán de forma continua, con el registro de la deflexión máxima cada cinco metros (5m), sobre la rodada derecha del carril exterior (carril adicional para circulación lenta, caso de existir) e incluirán la deformación del firme y el radio de curvatura del cuenco de deflexiones.
- Equipos de medida de auscultación de capacidad estructural conforme a la norma NLT-338:
 - i) La carga a aplicar al pavimento será la correspondiente a un semieje estándar, esto es, de sesenta y tres con setecientos sesenta y cinco kilonewtons (63,765kN), lo que equivale a un peso de seis toneladas y media (6,5t).

En pavimentos de hormigón el equipo deberá ser capaz de aplicar, como mínimo, los tres niveles de carga adicionales: sesenta y ocho con sesenta y siete kilonewtons (68,67 kN), lo que equivale a un peso de siete toneladas (7t) y noventa y ocho con diez





kilonewtons (98,10kN), lo que equivale a un peso de diez toneladas (10t) y ciento veintisiete con cincuenta y tres kilonewtons (127,53kN), lo que equivale a un peso de trece toneladas (13t).

- ii) La carga se aplicará sobre una placa circular de 30 cm de diámetro, que llevará en su parte inferior un disco de goma, de al menos cinco milímetros (5 mm) de espesor, capaz de deformarse y de asegurar una distribución homogénea de las presiones.

El Director del Contrato aprobará la masa de la carga, su altura de caída y el tiempo total de aplicación de la carga, de manera que garanticen el cumplimiento de las cargas equivalentes mencionadas en el punto anterior.

- iii) La deformación en la superficie del pavimento deberá poder evaluarse en el punto de aplicación de la carga y, al menos, en otros seis (6) puntos ubicados a lo largo del eje de simetría del cuenco de la deflexión.
- iv) Las distancias desde punto de aplicación de la carga a las que deben situarse los sensores, no especificadas en la NLT-338, serán aprobadas por el Director del Contrato.
- v) Las mediciones se realizarán a intervalos constantes de veinte metros (20m), salvo indicación expresa del Director del Contrato. En cada punto de ensayo se medirán la deformación del firme con pavimento bituminoso y el radio de curvatura del cuenco de deflexiones.
- vi) Las mediciones sobre pavimentos de hormigón se efectuarán sobre la línea representativa de la rodada exterior definida en la Figura 1 en cada junta transversal, así como en el centro de la losa. En cada punto de ensayo se medirán la deformación y el radio de curvatura del cuenco de deflexiones.

- B) Medición de temperaturas. Tanto la ambiental como de la de la superficie del pavimento, por medio de termómetros sin contacto, en cada punto en que se mida el coeficiente de rozamiento transversal, con una precisión de al menos un grado centígrado (1°C). Estas medidas deberán quedar registradas y formar parte del informe ensayo.

En los tramos que el Director del Contrato designe, la medición de la temperatura se hará, además de con los termómetros sin contacto, practicando en el pavimento un taladro de no menos de diez centímetros (10 cm) que se rellenará de glicerina, o con materiales de inercia térmica y viscosidad similares, introduciendo en el mismo el bulbo de un termómetro de contacto. Una vez transcurrido el tiempo necesario para su estabilización, se procederá a la lectura de la temperatura. Esta medición se efectuarán en los emplazamientos, en las condiciones y con las frecuencias que apruebe el Director del Contrato.





C) Grabación de imágenes secuenciales de perspectiva de la carretera al menos cada veinte (20) metros, con un sistema de vídeo digital de resolución mínima por imagen de 1.200 x 800 píxeles. Estas imágenes deberán ser interpretadas por un visor específico de forma que la visualización permita simular la circulación de un vehículo por la carretera, del tal manera, que se pueda apreciar, por su alta resolución, todos los detalles de las dotaciones viales existentes, del entorno y de la superficie de la carretera. Además, será compatible con las bases de datos e imágenes de los parámetros obtenidos en las auscultaciones que sobre características superficiales, estructurales y señalización realiza sistemáticamente la Dirección General de Carreteras.

D) Para el control de calidad de las mediciones realizadas, los equipos de auscultación contarán con un dispositivo o algoritmo que permita determinar automáticamente las medidas que presenten anomalías, para su corrección o anulación.

El sistema de adquisición de datos de los equipos de medida deberá verificar los resultados de la toma de datos. Al final de cada jornada de trabajo se examinarán las medidas obtenidas. Si se determina que en algún tramo las medidas resultan, en general, anormales o erráticas se procederá a repetir la medida de dicho tramo.

E) Coordenadas UTM: Para el registro de coordenadas UTM el equipo deberá estar dotado de un sistema que permita garantizar la precisión de dichas coordenadas, siendo su error máximo de un (1) metro, incluso en túneles o zonas sin cobertura, durante un (1) kilómetro o sesenta (60) segundos de recorrido. Dichas coordenadas UTM estarán referidas al Sistema Oficial Geodésico de referencia.

Se deberán definir claramente las correcciones por humedad y temperatura si hubiere lugar a ellas. En cualquier caso se entregarán los datos de las precipitaciones registradas en las proximidades de los tramos auscultados en las seis (6) quincenas anteriores al día de la medición.

Los equipos de medida en carretera no podrán proceder a realizar campañas de tomas de datos en los siguientes casos:

- Durante los meses de enero, febrero, julio, agosto, noviembre y diciembre.
- Con condiciones climatológicas adversas (lluvia, niebla, etc.)
- En los días marcados por la Dirección General de Tráfico o la Dirección General de Carreteras, por motivos inherentes a obras, congestión de tráfico y seguridad vial.



- Siempre que la temperatura del pavimento esté comprendida entre doce (12) y veinticinco (25) grados centígrados.

2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESPESORES DE LOS PAVIMENTOS

La caracterización de los espesores de los pavimentos se efectuará utilizando sistemas automatizados de medida por procedimientos no destructivos del tipo Georradar, de manera que los ensayos sean efectuados por un equipo de auscultación a velocidad similar a la de los vehículos que circulan por la carretera.

La metodología de medida se fundamentará en la medición de espesores, al caracterizar las variaciones de velocidad que experimentan las ondas electromagnéticas que atraviesen o se reflejen en la superficie de cada una de las capas del firme.

Los ensayos se efectuarán en las dos rodadas de los carriles de las diferentes carreteras objeto del ensayo.

Así mismo, se obtendrán testigos, cada 5 km al menos, que permitan calibrar correctamente los resultados obtenidos con el Georradar.

Esta campaña se realizará durante los meses de mayo y junio.

3. AUSCULTACIÓN DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL

Las medidas de adherencia se realizarán con vehículo SCRIM evaluando el denominado Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT).

La auscultación del pavimento se realizará de acuerdo con el procedimiento descrito en el informe UNE 41201:2010 IN "Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Procedimiento para determinar la resistencia al deslizamiento de la superficie del pavimento a través de la medición del coeficiente de rozamiento transversal CRT: SCRIM" sobre las líneas representativas de la rodada derecha.

Además de la normativa anteriormente referenciada, los equipos deberán cumplir con la reglamentación vigente de la Dirección General de Carreteras, y suministrar la siguiente información:

- A) Medida de coeficiente de rozamiento transversal (CRT). La medición se realizará conforme a lo indicado en el informe UNE 41201:2010 pero con las siguientes prescripciones adicionales:





1. No se permitirá la utilización de neumáticos de ensayo con una antigüedad superior a dos (2) años, o que presenten signos de envejecimiento como consecuencia de un almacenamiento inadecuado.
 2. El adjudicatario deberá proporcionar al Director del Contrato la siguiente información para cada informe: referencia del neumático de ensayo utilizado, fotografía en la que se aprecie su estado final y la marca indeleble empleada para identificarlo. Estos neumáticos se conservarán hasta la finalización de la campaña de auscultación, por si fuera preciso efectuar una verificación sobre los mismos.
 3. Al principio de un recorrido de ensayo, una calibración dinámica o una parada de más de 15 minutos, el neumático de ensayo deberá alcanzar una tempera estable de operación, procediendo para ello de acuerdo con el apartado 8.3 del informe UNE 41201:2010.
 4. La velocidad de ensayo será de 50km/h. Se podrán admitir las medidas efectuadas a las velocidades inferiores, como por ejemplo en rotondas, siempre que éstas no sean inferiores a 35km/h, estén debidamente identificadas y justificadas y cuenten con la aprobación del Director del Contrato. En todo caso, se evitará ensayar a una velocidad superior a 50 km/h, excepto en aquellos tramos en los que el ensayo a marcha lenta signifique un riesgo para la seguridad vial. Estos tramos a ensayar a mayor velocidad deberán ser aceptados previamente por el Director del Contrato.
 5. El registro de las mediciones se realizará a intervalos constantes de veinte (20) metros, salvo que el Director del Contrato especifique otro intervalo de medida.
- B) Medición de temperaturas. Se medirá la temperatura ambiental y la de la superficie del pavimento, por medio de termómetros sin contacto, en cada punto en que se mida el coeficiente de rozamiento transversal, con una precisión de al menos un grado centígrado (1°C). Estas medidas deberán quedar registradas y formar parte del informe ensayo.
- C) Imágenes: Al menos cada veinte (20) metros se tomarán imágenes secuenciales de perspectiva de la carretera, con un sistema de vídeo digital de resolución mínima por imagen de 1.200 x 800 píxeles. Estas imágenes deberán ser interpretadas por un visor específico de forma que la visualización permita simular la circulación de un vehículo por la carretera, del tal manera, que se pueda apreciar, por su alta resolución, todos los detalles de las dotaciones viales existentes, del entorno y de la superficie de la carretera. Además, será compatible con las bases de datos e imágenes de los parámetros obtenidos en las auscultaciones que sobre características superficiales, estructurales y señalización realiza sistemáticamente la Dirección General de Carreteras.

El adjudicatario contará con un visor que permita la explotación simultánea de las imágenes y





los parámetros de auscultación obtenidos por el equipo de medida de una manera sincronizada, así como la localización geográfica del punto de medida. Este visor será aprobado por el Director del Contrato y entregado a esta Dirección General, así como los correspondientes datos e imágenes originales.

Para el control de calidad de las mediciones realizadas, los equipos de auscultación contarán con un dispositivo o algoritmo que permita determinar automáticamente las medidas que presenten anomalías, para su corrección o anulación.

El sistema de adquisición de datos de los equipos de medida deberá verificar los resultados de la toma de datos. Al final de cada jornada de trabajo se examinarán las medidas obtenidas. Si se determina que en algún tramo las medidas resultan, en general, anormales o erráticas se procederá a repetir la medida de dicho tramo.

- D) **Coordenadas UTM:** Para el registro de coordenadas UTM el equipo deberá estar dotado de un sistema que permita garantizar la precisión de dichas coordenadas, siendo su error máximo de un (1) metro, incluso en túneles o zonas sin cobertura, durante un (1) kilómetro o sesenta (60) segundos de recorrido. Dichas coordenadas UTM estarán referidas al Sistema Oficial Geodésico de referencia.

Los equipos de medida en carretera no podrán proceder a realizar campañas de tomas de datos en los siguientes casos:

- Durante los meses de enero, febrero, julio, agosto, noviembre y diciembre.
- Con condiciones climatológicas adversas (lluvia, niebla, etc.)
- En los días marcados por la Dirección General de Tráfico o la Dirección General de Carreteras, por motivos inherentes a obras, congestión de tráfico y seguridad vial.

4. AUSCULTACIÓN DE LA DEGRADACIÓN SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS

La evaluación del estado de degradación superficial del pavimento se efectuará mediante procedimiento automatizado de medida, empleando un sistema que detecte los distintos tipos de degradaciones.

Regularidad Superficial

Se calculará el Índice de Regularidad Internacional (IRI) sobre ambas huellas de las ruedas (las dos rodadas de un carril), depurándose las medidas de los efectos de las variaciones de altura de los





sensores, debidas a las oscilaciones de la suspensión del vehículo. Se dará un valor de IRI cada 100 m para cada una de las rodadas del vehículo de ensayo.

Igualmente entre cada dos hitos kilométricos consecutivos se darán los valores medios de IRI por hectómetro y el valor medio por kilómetro para cada rodada del vehículo. Para el más adecuado análisis de las condiciones de comodidad de los tramos, el Director del contrato podrá ordenar el cálculo IRI en determinados tramos utilizando el programa denominado de “medio coche” en sustitución del de “cuarto coche”.

Se medirán las amplitudes de las longitudes de ondas muy cortas (0,2 a 1m), cortas (1 a 3m), medias (3 a 13m) y largas (13 a 40m), mediante el análisis del espectro de frecuencias de las amplitudes para los intervalos de longitudes mencionados.

Textura

Se suministrará la medida de la textura mediante el indicador denominado MPD (Mean Profile Depth), calculado de acuerdo a la definición expresada en la Norma ISO 13473-1:1997 “Characterización of pavement texture by use of surface profiles – Part 1: Determination of Mean Profile Depth”.

El equipo de medida deberá obtener además, los siguientes indicadores de textura de pavimento: macrotextura fina, correspondiente a las ondas de longitud entre 10 y 100 mm y megatextura, correspondiente a las ondas de longitud entre 100 y 500 mm. Estos indicadores podrán ser incluidos en los informes descritos en el punto 5 de este Pliego, si el Directo del Contrato lo estima conveniente.

Fisuración

El estado de fisuración de la carretera se establecerá en porcentaje de longitud fisurada por hectómetro, de forma que puedan establecerse tres o cuatro tipologías de superficies en relación con su estado de fisuración que englobe desde el concepto “no fisurado” hasta el de “muy fisurado”. Se efectuará una evaluación visual a través de fotografía digital que permita calcular un índice de fácil relación con el porcentaje buscado.

El equipo de medida dispondrá de un sistema de grabación automática de imágenes del pavimento homogéneamente iluminadas que, mediante cámaras lineales de alta resolución, filme y registre en imágenes secuenciales, no solapadas, de diez metros de longitud por un mínimo de cuatro metros



de ancho, y en todos los casos, deberá recoger en su totalidad las dos marcas viales que delimiten el carril y la eventual fisura longitudinal que pueda existir a la izquierda de la marca vial de separación de carriles contiguos en todas las carreteras ensayadas. Las imágenes estarán debidamente identificadas respecto a su posición en la carretera (punto kilométrico más distancia a hito). De forma complementaria al sistema de filmación del pavimento deberá disponer asimismo de un sistema de vídeo digital de alta resolución para grabar la perspectiva de la carretera mediante un sistema sincronizado con la cámara lineal de filmación del pavimento. Se dispondrá así de una información completa de la red, o tramo, de carreteras sobre la que se desea realizar la inspección visual para cuantificar los deterioros existentes en la fecha de la evaluación.

Igualmente mediante un sistema de análisis digital automático de las imágenes del pavimento obtenidas, se cuantificará imagen a imagen, es decir cada 10 metros, los deterioros, de cualquier tipología de fisuración, existentes. Las imágenes obtenidas por el sistema permitirán analizar el pavimento y detectar deterioros (fisuras) menores de 1 milímetro de grosor. Para la obtención de estas imágenes se utilizarán las cámaras de vídeo digital necesarias para obtener las imágenes del pavimento de acuerdo al movimiento del vehículo. La resolución de estas cámaras no será inferior a 2000 píxeles de ancho x 1 píxel de alto.

Durante el desarrollo del contrato de asistencia técnica objeto de este pliego el adjudicatario propondrá un sistema para la elaboración de los indicadores de fisuración por tipo y causas que la producen existentes en los pavimentos ensayados.

Rodera

Se determinará la profundidad de roderas, en ambas rodadas de los vehículos pesados. En cada carril de la carretera ensayado, se efectuará una medición del perfil transversal cada diez centímetros (10 cm), se obtendrá su sección transversal, calculándose la máxima profundidad y las pendientes de las roderas por comparación con una sección uniforme medida con suficiente precisión. Cada cien metros (100m) se obtendrá la medida de las máximas profundidades obtenidas, así como los porcentajes de cada tramo de 100 m con roderas superiores a 5 mm, a 10 mm y a 20 mm, respectivamente.

Igualmente entre cada dos hitos kilométricos consecutivos se obtendrá también los valores de media anteriores y los porcentajes que superen los valores de rodera que establezca para cada tipología de carretera y/o pavimento el Director del Contrato.

Los equipos de medida en carretera no podrán proceder a realizar campañas de tomas de datos en los siguientes casos:





- Durante el mes de agosto.
- Con condiciones climatológicas adversas (lluvia, niebla, etc.)
- En los días marcados por la Dirección General de Tráfico o la Dirección General de Carreteras, por motivos inherentes a obras, congestión de tráfico y seguridad vial.

TRABAJO DE GABINETE

Para garantizar la debida objetividad en la inspección es fundamental que se realice por personal cualificado, conforme a los requisitos de experiencia recogidos en este Pliego. Pero además es necesaria la revisión completa y rigurosa de las inspecciones por parte de ingenieros en gabinete, a modo de supervisores de los trabajos, a fin de asegurar la uniformidad de criterios, la calidad de los trabajos y la precisión en la evaluación de los índices de condición.

En los distintos trabajos de gabinete, el consultor adjudicatario actualizará y mejorará el SGF para satisfacer los siguientes requisitos:

1. El Consultor implementará en el SGF los cambios que pudieran adoptarse en las fichas de inventario de firmes y catálogos de deterioros, con objeto de implementar en el sistema informático las mejoras en los datos de inventario y en la caracterización de deterioros que resulten de las reuniones de coordinación entre el Consultor y la Dirección del Contrato.

Esta implementación deberá estar finalizada y entregada en el mes 2º desde el comienzo del contrato.

2. El SGF deberá permitir la consulta de datos en pantalla y la elaboración de consultas y generación de informes que se adaptarán a los requisitos que demande la Dirección del Contrato para una eficiente explotación de los datos de gestión de las firmes, así como la exportación de datos en formato compatible con otras aplicaciones de esta Dirección General.

Este módulo deberá permitir realizar consultas, para los diferentes parámetros, por kilómetro, carreteras, zona de conservación, fecha, tipo de pavimento, o cualquier otro criterio que indique el Director del Contrato.

Estas adaptaciones deberán estar finalizadas y entregadas en el mes 2º desde el comienzo del contrato.





3. Contará también con un módulo específico de evaluación del estado de las carreteras de la Comunidad de Madrid en función de las diferentes mediciones realizadas.

Este módulo deberá permitir obtener información, para cada parámetro, de mapas por carreteras, zonas o de un mapa completo de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid.

Este módulo deberá estar finalizado y entregado en el mes 5º desde el comienzo del contrato.

4. Realizará la adaptación del SGF existente a una aplicación tal que todas y cada una de sus funcionalidades sean accesibles vía WEB de acuerdo con las especificaciones tecnológicas admitidas por la Comunidad de Madrid.

Esta adaptación deberá estar finalizada y entregada en el mes 2º desde el comienzo del contrato.

El Consultor podrá implementar estas mejoras en la aplicación informática existente o bien proponer una nueva aplicación, siempre y cuando mantenga la funcionalidad de la actual y realice una importación completa de los datos de la antigua aplicación a la nueva propuesta. En cualquier caso, el Consultor entregará a la Comunidad de Madrid el código fuente de la aplicación completa en formato digital siguiendo la estructura lógica de ficheros, incluyendo en la citada entrega los ficheros compilados y los diferentes ficheros que componen el proyecto de desarrollo y en general todos los ficheros fuente necesarios para realizar un despliegue desde cero, así como la documentación explicativa donde se detalle de forma exhaustiva los pasos a seguir para realizar tanto el despliegue de la aplicación como su posterior explotación y mantenimiento.

Las tareas de consultoría para actualización y mejora del SGF a desarrollar por el Consultor incluyen la formación oportuna a los técnicos de la Administración en el uso de las nuevas funcionalidades del SGF y, en particular, la formación a los técnicos y vigilantes de conservación en la realización de auscultaciones y su almacenamiento en el sistema.

Se estima que para las tareas de consultoría serán necesarias 240h anuales de Director de Proyecto, 30 horas anuales de Especialista en firmes y 1700h anuales de Especialista en tratamiento e informática. Estas actualizaciones y mejoras se realizarán durante toda la duración del contrato (36 meses).



Se estima para la formación del personal de conservación 30 sesiones anuales de una jornada laboral (7 horas) de duración que se impartirán durante los meses de abril a junio en cada uno de los tres años del contrato.

SEXTA. SEÑALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Adjudicatario está obligado a instalar la señalización precisa para indicar la posición del equipo en la carretera y a canalizar el tráfico en la zona que ocupan los trabajos y en los puntos de posible afección a la seguridad vial, tanto en dichas zonas como en sus lindes e inmediaciones.

El Adjudicatario será responsable del estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia de seguridad y salud, seguridad vial medio ambiente, etc. que estén en relación con este tipo de trabajos, corriendo con los gastos que se ocasionen en dicha señalización y los permisos de la Dirección general de Tráfico, que deberán haber sido obtenidos antes del inicio de los trabajos (de los cuales se remitirá copia al Director del Contrato).

SÉPTIMA. PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

Los trabajos se presentarán en informes parciales, por tramos de carreteras medidos, salvo indicación específica del Director del Contrato. Estos informes deberán ser entregados en el plazo máximo de un (1) mes, desde la finalización de la campaña de toma de datos realizada. Los informes que no sean entregados en el plazo entregado serán considerados como no aceptables y el adjudicatario del contrato deberá repetir íntegramente a su cargo la auscultación y la redacción del informe.

Los informes deberán incluir la siguiente documentación:

- Descripción de los trabajos realizados
- Tramos ensayados
- Resumen estadístico de los resultados de los parámetros medidos
- Pluviometría de la zona

Estos informes se entregarán en papel y en soporte digital compatible con la SGF.



NOVENA. PRESUPUESTO

El Presupuesto Base de Licitación asciende a la cantidad de SEISCIENTOS UN MIL CON SETECIENTOS CATORCE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (601.714,85 €) IVA incluido.

Madrid, Mayo de 2015

EL JEFE ADJUNTO DE ÁREA DE
CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

Vº Bº LA JEFE DE ÁREA DE CONSERVACIÓN
Y EXPLOTACIÓN



La autenticidad de este documento se puede comprobar en www.madrid.org/csv
mediante el siguiente código seguro de verificación: **1294746683882799311730**



ANEXO I

PRECIOS UNITARIOS

1 Inventario y auscultación de firmes			
	Ud	Definición	Precio
1.1	Km	Km de toma de datos y proceso de INVENTARIO DE RED DE CARRETERAS	107,10 €
1.2	Km	km carril de evaluación AUSCULTACIÓN CAPACIDAD ESTRUCTURAL (NLT-333 o NLT-338 : deflexión y obtención mediante cálculo del radio de curvatura de dicha deflexión). Se incluye la presentación de resultados e informes	90,00 €
1.3	Km	km de CARACTERIZACIÓN DE ESPESORES del pavimento mediante procedimientos no destructivos	68,00 €
1.4	Km	km de evaluación AUSCULTACIÓN ROZAMIENTO TRANSVERSAL (UNE 41201:2010: coeficiente de rozamiento transversal). Se incluye la presentación de resultados e informes	21,00 €
1.5	Km	km de evaluación AUSCULTACIÓN DE CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES (regularidad superficial, textura, fisuras y roderas). Se incluye la presentación de resultados e informes	90,00 €

2 Consultoría para ampliación de funcionalidad del SGF, implementación de los módulos precisos y formación			
	Ud	Definición	Precio
2,1	Hora	Hora de director de Proyecto. Especialista en firmes	68,00 €
2,2	Hora	Hora de especialista en tratamiento e informática	40,00 €
2,3	Hora	Hora formación para personal de la Administración	18,00 €





ANEXO II

PRESUPUESTO

1 Inventario y auscultación de firmes					
	Ud	Definición	Medición	Precio	Parcial
1.1	Km	Km de toma de datos y proceso de INVENTARIO DE RED DE CARRETERAS	350	107,10 €	37.485,00 €
1.2	Km	km carril de evaluación AUSCULTACIÓN CAPACIDAD ESTRUCTURAL (NLT-333 o NLT-338 : deflexión y obtención mediante cálculo del radio de curvatura de dicha deflexión). Se incluye la presentación de resultados e informes	1700	90,00 €	153.000,00 €
1.3	Km	km de CARACTERIZACIÓN DE ESPESORES del pavimento mediante procedimientos no destructivos	300	68,00 €	20.400,00 €
1.4	Km	km de evaluación AUSCULTACIÓN ROZAMIENTO TRANSVERSAL (UNE 41201:2010: coeficiente de rozamiento transversal). Se incluye la presentación de resultados e informes	1700	21,00 €	35.700,00 €
1.5	Km	km de evaluación AUSCULTACIÓN DE CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES (regularidad superficial, textura, fisuras y rodaduras). Se incluye la presentación de resultados e informes	1700	90,00 €	153.000,00 €

2 Consultoría para ampliación de funcionalidad del SGF, implementación de los módulos precisos y formación de personal					
	Ud	Definición	Medición	Precio	Parcial
2.1	Hora	Hora de director de Proyecto. Especialista en firmes	270	68,00 €	18.360,00 €
2.2	Hora	Hora de especialista en tratamiento e informática	1700	40,00 €	68.000,00 €
2.3	Hora	Hora formación para personal de la Administración	630	18,00 €	11.340,00 €

Total P.E.M.: 497.285,00 €

IVA (21%): 104.429,85 €

Total Presupuesto: 601.714,85 €

