



Dirección General de Servicios Técnicos

Términos de Referencia

Evaluación superficial de los pavimentos (IRI, PR, MAC, DET), mediante el uso de equipos de alto rendimiento en diversos tramos de la Red Carretera Federal (Autopistas de cuota, Corredores y Red Básica Libre) 2014.

Índice

	Pág.
1. Antecedentes	3
2. General	3
3. Objetivos particulares	4
4. Trabajos que ejecutará la contratista	4
5. Restricciones para los trabajos por ejecutar	9
6. Obligaciones y responsabilidades que deberá realizar la empresa contratista	10
7. Personal profesional para la realización del servicio	11
8. Producto a entregar	11
9. Plazo de entrega	12
10. Forma y base de pago	13
11. Protección de datos	13

1.

ANTECEDENTES

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha realizado la medición de varios parámetros superficiales y estructurales de la Red Carretera Federal, a partir de 1999 en la Red de Autopistas de Cuota y desde 2000 en la Red Básica libre de peaje. También ha llevado algunos estudios aislados relativos a la textura y los deterioros en la superficie de rodamiento en ambas redes. En materia de seguridad vial, los trabajos que se han realizado hasta 2011, se pueden considerar como acciones de índole reactiva, atendiendo los puntos negros de la red, sin embargo, no se elaboraron estudios integrales para mejorar la seguridad vial y en particular, para identificar soluciones que salven vidas ante la ocurrencia de un accidente, como son la construcción de acotamientos, mejora del señalamiento de tránsito, instalación de barreras de seguridad, etc.

Por lo anterior, en el marco de sus atribuciones, en 2012, la Dirección General de Servicios Técnicos implementó el Programa de *Auscultación en la Red Carretera Federal*, iniciando en ese año con la auscultación de la Red de Cuota, Corredores Carreteros y Red Básica, con objeto de determinar sus condiciones funcionales, estructurales y de seguridad vial, atendiendo a lo estipulado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte y considerando las experiencias nacionales e internacionales en la materia, a efecto de que se cuente con mayor información para definir las soluciones más convenientes en la modernización y conservación del patrimonio vial a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Como parte de sus funciones normativas, la SCT a través de la DGST, evaluó en 2013 la Red carretera Secundaria Libre y las principales carreteras estatales que se conectan a la red troncal, con objeto de determinar sus condiciones funcionales, estructurales y de seguridad vial, atendiendo a lo estipulado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, lo que permite conocer los índices de seguridad y confort, así como los factores que afectan a la seguridad vial del usuario.

En el ejercicio 2014, el Programa de Auscultación se integrará por dos líneas de trabajo: en la primera se clasificará la red de acuerdo al nivel de servicio, seguridad y confort que brinda al usuario (Índice Internacional de Rugosidad, IRI; Profundidad de Roderas, PR; Macrotextura, MAC; Deterioros Superficiales, DET; y Coeficiente de Fricción, CF); en la segunda se determinará la capacidad de carga de la estructura de los pavimentos. Lo anterior con objeto de pronosticar su vida útil y conformar un histórico del comportamiento superficial y estructural de los pavimentos, para tener elementos que permitan un mejor programa de acciones de conservación, que se vean reflejadas en una curva de conservación óptima.

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros funcionales (IRI, PR, MAC, DET) de la Red Carretera Federal, la cual comprende las Autopistas, Corredores y la Red Básica Libre, compuestas por las carreteras que se relacionan en el Anexo A de los presentes Términos de Referencia; y con estos definir el estado físico superficial en el que se encuentran las carreteras antes citadas.

3. OBJETIVOS PARTICULARES

La CONTRATISTA deberá obtener los siguientes datos y parámetros para cada uno de los tramos carreteros objeto de estudio, mismos que deberán estar geo-referenciados:

- 3.1 Recopilar los datos superficiales del pavimento e integrar su Base de Datos (BD) la cual contendrá: Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Profundidad de Roderas (PR), Macrotextura (MAC) y Deterioros (DT).
- 3.2 Integrar la BD de las imágenes panorámicas: vista frontal, frontal derecha y frontal izquierda.

4. TRABAJOS QUE EJECUTARÁ LA CONTRATISTA

4.1 Red objeto de estudio

La Red Carretera Federal objeto de estudio está compuesta por las carreteras que se relacionan en el Anexo A de los presentes términos de referencia.

Red	Longitud (km) unidireccional	Longitud de estudio (km)	
		km - carril	Evaluación Superficial
Federal de Cuota	7,336	25,367	25,367
Corredores Carreteros	9,729	13,797	13,797
Básica Libre	13,830	15,929	15,929
TOTAL	30,895	55,092	55,092

4.2 Recorrido e inspección de los tramos carreteros de la Red objeto de estudio

Se auscultará la Red Carretera Federal de Cuota en la que se deberán realizar los siguientes trabajos:

- 4.2.1 Para 55,092 km, a cada 20 m, se obtendrán las coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud) y Universal Transverse Mercator (UTM), Indicando la zona geográfica correspondiente (de la 11 a la 16), las imágenes panorámicas digitales geo-referenciadas, referidas al cadenamamiento y a sus coordenadas.

Se identificarán los kilómetros inicial y final de cada tramo carretero, relacionándolos con sus coordenadas correspondientes. Así mismo, se identificarán las señales informativas de kilometraje con sus coordenadas y se relacionará la distancia recorrida desde el inicio de cada tramo hasta cada señal informativa de kilometraje.

La obtención de los datos geo-referenciados deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en la Norma para la infraestructura del Transporte de la SCT, N-OPR-CAR-3-01/12 "Obtención y Presentación de Datos Geoespaciales".

- 4.2.1 Para 55,092 km se efectuará la evaluación superficial del pavimento mediante mediciones a cada 20 m del IRI, PR, MAC y DET. El levantamiento de deterioros se reportará en segmentos de 100 m, para todos los carriles.

4.3 Especificaciones del vehículo utilizado para el recorrido e inspección de la red carretera objeto de estudio

4.3.1 La CONTRATISTA se obliga a utilizar los vehículos con sus conductores y operadores respectivos, en el número y con la capacidad adecuados a los requerimientos de las inspecciones de alto rendimiento, así como a contar con todo el instrumental necesario para realizar las inspecciones previstas, con los programas y los equipos de cómputo para la obtención y el análisis de los datos.

4.3.2 El personal encargado de la recolección de datos será responsable de la instalación, calibración y mantenimiento de los equipos de medición, así como de su inspección y garantía de funcionamiento. De igual forma, de las actividades de operación necesarias en campo, para garantizar la seguridad de los usuarios, brigadas y equipos de medición.

4.3.3 Características del vehículo:

- ✓ Ser camioneta tipo pick-up o Van.
- ✓ Estar en buenas condiciones operativas, de conservación y seguridad.
- ✓ Modelo reciente (2011 a la fecha).
- ✓ Espacio suficiente para transportar el equipo, el personal de inspección y dos representantes de la DGST, que acompañarán a la brigada de campo en algunos tramos para su inspección.
- ✓ Cumplir con todos los requerimientos operacionales en cada una de las entidades federativas del país.
- ✓ Ser capaz de obtener los datos desplazándose a la velocidad del tránsito prevaleciente, que se estima en un rango de 60 a 100 km/h.

4.4 Sistemas y subsistemas para la medición y recopilación de datos a bordo de las unidades vehiculares

Los instrumentos de medición con que debe contar el vehículo para ejecutar los trabajos de auscultación de la red deben cumplir con las características y normas siguientes:

4.4.1 **Instrumento de Posicionamiento Global (GPS).** Deberá ofrecer una precisión mínima de ± 3 m en modalidad de navegación, y de ± 1 cm en modo estático. Deberá satisfacer el protocolo NMEA - 0183.

El equipo deberá tener capacidad para que los datos generados durante los recorridos ofrezcan el vínculo entre las coordenadas geográficas y UTM, así como la distancia longitudinal recorrida, recopilándose lecturas o datos a cada 20 m, y pueda corregirse en tiempo real con el sistema WAAS (*Wide Area Augmentation System*).

4.4.2 **Distance Measuring Instrument (DMI).** También conocido como distanciómetro. Debe contar con una resolución mínima de 2.5 cm, que establezca la referencia de los datos obtenidos con la distancia recorrida, al cadenamiento de los tramos carreteros.

- 4.4.3 **Cámaras Digitales de Alta Resolución.** De resolución y velocidad relevantes (2000 x 1500), capaces de capturar imágenes a color de diferentes perspectivas del camino (vista frontal, frontal derecha y frontal izquierda).
- 4.4.4 **Equipo para la medición de Macrotextura.** Deberá tener un desempeño y características que cumplan con lo estipulado en la norma ASTM E 1845-09: *“Characterization of pavement texture by use of surface profiles - Part 1: Determination of Mean Profile Depth”*. Asimismo, deberá ser capaz de recopilar los datos a la velocidad de operación.
- 4.4.5 **Sistema para la Identificación y Cuantificación de Deterioros.** El sistema podrá ser de tecnología láser y/o infrarroja, que ejecute un escaneo transversal cuasi continuo y genere imágenes digitales en blanco y negro de alta resolución, con base en los cuales se formulará el diagnóstico de la patología superficial del pavimento.
- 4.4.6 **Equipo para la medición del Índice Internacional de Rugosidad (IRI).** Se deberá utilizar un perfilómetro acoplado a un vehículo equipado con dispositivos para su auto-calibración, transductores y equipo de cómputo para el procesamiento, registro y almacenamiento de las lecturas procedentes de los transductores, de tal manera que se pueda medir el perfil longitudinal.

El equipo debe ser de tecnología avanzada y alta productividad y cumplir con la Clase 1 de la Norma ASTM E 950-98 Método de prueba estándar para medir el perfil longitudinal de superficies recorridas por medio de un acelerómetro con un perfil de referencia inercial establecido).

La precisión del equipo será tal que las mediciones tengan una desviación estándar máxima de 0.38 mm y un sesgo máximo de 1.25 mm, calculados conforme a lo establecido en la Norma ASTM E 950-98.

El acelerómetro debe ser de alta calidad, de manera que el equipo de medición cumpla con los requerimientos de Clase 1 especificados. El rango del acelerómetro debe ser grande, suficiente para acomodar los niveles de aceleración esperados de los movimientos de balanceo del vehículo de medición (típicamente ± 1 g). El transductor de desplazamiento mide la distancia entre el sensor láser y la superficie de rodamiento; debe medir la distancia vertical a intervalos iguales o menores a 25 mm. La resolución de la medida vertical será menor o igual a 0.1 mm.

El equipo deberá contar con un mínimo de 5 transductores de desplazamiento con tecnología a base de rayo láser. El transductor de distancia puede ser del tipo que produce una serie de pulsos, cuyos intervalos representan una distancia a lo largo de la superficie de rodamiento. Deberá cumplir con lo especificado para la Clase 1 en la norma ASTM-E 950-98 (muestreo longitudinal menor o igual a 25 mm).

4.4.7 Equipo para la identificación y medición de la Profundidad de Roderas (PR).

Se utilizará un sistema de scanner transversal láser. Este instrumento deberá ser capaz de detectar y caracterizar la deformación de la sección transversal en la amplitud del ancho de un carril, de tal forma que se pueda identificar tanto la profundidad como el ancho de las roderas, y la máxima profundidad de rodera de cada sección.

El equipo tendrá dos emisores de rayo láser con amplitud máxima de medición por carril de 4 m, resolución transversal compuesta del orden de 1,000 a 1,400 puntos o lecturas,

precisión para la profundidad (vertical) de roderas 0.1 mm y capacidad para recabar hasta 30 muestras por segundo a una velocidad de operación de hasta 100 km/hr. Los datos recopilados serán direccionados a una unidad de almacenamiento que asocia las lecturas del scanner con el cadenamamiento del camino. Asimismo, este sistema deberá contar con las herramientas de proceso de datos a fin de filtrar, ordenar y compilar los datos recabados, para obtener la máxima profundidad y ancho de roderas.

Los equipos deberán calibrarse en los términos establecidos en la Normativa aplicable, de acuerdo con la metodología del fabricante, debiendo presentar la evidencia documental que acredite su calibración y su vigencia antes y durante la ejecución de los servicios.

Como parte de su propuesta técnica, el Licitante deberá realizar con su equipo la evaluación de un tramo – prueba de 1 km de longitud, para verificar la calibración de los equipos a través de la repetibilidad de las mediciones, en el tramo que defina la DGST, en el entendido de que los costos inherentes a la evaluación correrán por parte del Licitante. En caso de que los equipos hayan sido verificados por el Instituto Mexicano del Transporte, deberá presentar la constancia correspondiente, cuya vigencia no deberá exceder los doce meses, en la que conste la repetibilidad de las mediciones.

Asimismo, el Licitante deberá presentar en su proposición, los procedimientos de aseguramiento de calidad que considere pertinentes para el oportuno seguimiento de los avances en la recopilación de datos.

Durante los trabajos de recolección de datos, la CONTRATISTA deberá calibrar los equipos diariamente o con la periodicidad que indique el fabricante. También deberá realizar un monitoreo de la presión de los neumáticos y en su caso, corregirla para que este parámetro no distorsione las mediciones.

En el supuesto de un cambio en los equipos de medición inicialmente ofertados, la CONTRATISTA deberá cumplir con todas las características mencionadas con anterioridad y realizar la evaluación del tramo – prueba conforme a lo que determine la DGST.

La empresa CONTRATISTA deberá proporcionar a la DGST, un password de su sistema de rastreo satelital de los equipos, para el seguimiento del programa de trabajo.

4.5 Obtención de Coordenadas Geográficas (longitud, latitud y altitud) y Coordenadas UTM

Las coordenadas geográficas se obtendrán mediante GPS, ubicando los tramos en estudio en la cartografía oficial existente. Se procederá a identificar los puntos de control, las coordenadas geodésicas, las elevaciones sobre el nivel del mar y las localidades por las que se desarrollan los trabajos de auscultación objeto de los presentes Términos de Referencia.

Antes del inicio de la toma de lectura, se deberá verificar la precisión del equipo GPS, por lo que el Licitante dentro de su proposición metodológica deberá incluir el procedimiento que adoptará para corroborar la precisión de sus lecturas.

Como parte del proceso, se realizará la identificación de los cadenamamientos que corresponden al inicio y final de cada tramo carretero que se integran en el Anexo A, así como la identificación del señalamiento informativo de kilometraje asociado (poste de kilometraje). De igual forma, se deberá establecer el vínculo de las lecturas de GPS (longitud, latitud y altitud) con el kilometraje de recorrido y el físico identificado en cada carretera con la señal de kilometraje correspondiente.

Para el registro de las coordenadas UTM, el equipo deberá estar dotado de un sistema de posicionamiento inercial que combine las coordenadas de un sistema GPS con un sistema eficaz de navegación inercial, para garantizar la precisión de 1 m, incluso en túneles o zonas sin cobertura GPS, durante 1 km ó 60 segundos de recorrido, indicando la zona geográfica correspondiente (de la 11 a la 16).

La recopilación y obtención de los datos geo-referenciados deberá realizarse de acuerdo a lo que establece la Norma para la infraestructura del Transporte de la SCT, N-OPR-CAR-3-01/12 “Obtención y Presentación de Datos Geoespaciales”.

4.6 Imágenes de la perspectiva de los tramos carreteros

Se realizará con base en los requerimientos siguientes:

- 4.6.1 Durante la auscultación se recolectarán imágenes digitales (fotos o video), con una resolución mínima de 2000 x 1500 pixeles, mientras el vehículo se encuentre transitando a la velocidad normal de operación. Se obtendrán las siguientes vistas de cada tramo carretero: frontal, frontal derecha y frontal izquierda.
- 4.6.2 Las imágenes digitales se recolectarán con un campo de visión mínimo de 150° centrado en el carril de viaje, a intervalos máximos de 20 m entre sí, mediante una o múltiples cámaras, con campo de visión superpuesto.
- 4.6.3 En la propuesta técnica, el Licitante deberá considerar que las imágenes y todos los archivos recabados de la evaluación (Base de Datos) deberán estar en formato *.jpg y *.xls, respectivamente. Lo anterior, con la finalidad de que el Licitante entregue la Base de Datos en un disco duro a la DGST, y realice la carga de los datos en el visor con el que cuenta la Dependencia. Además, deberá realizar la actualización de dicho visor, en caso de ser necesario.
- 4.6.4 Cada imagen digital y en general todos los datos, deben ser referenciados tanto al cadenamamiento del camino como geográficamente, incluyendo la distancia a lo largo de la carretera (desde el punto de inicio establecido), la clave numérica de la imagen, coordenadas, fecha y hora. Los datos de las coordenadas deben registrarse con una precisión de +/- 2 a 5 m para el 100% de las imágenes digitales.

La CONTRATISTA será responsable de la corrección de los datos y de cualquier error que se presente, para asegurar el total de los datos geo-referenciados y las imágenes de las carreteras objeto de estudio.
- 4.6.5 Las calibraciones de las cámaras deberán realizarse diariamente, con el vehículo completamente cargado, de acuerdo a las especificaciones, las cuales serán entregadas como soporte de las estimaciones mensuales que se presenten a la DGST.
- 4.6.6 Todas las imágenes geo-referenciadas serán entregadas por el CONTRATISTA en formato electrónico *.JPG y estructuradas en una BD, donde ***cada foto estará identificada por el kilómetro real de paleta, sentido, carril y clave del tramo carretero al que pertenece***. La estructura de la BD será por entidad federativa, tramo carretero y tipo de red.

- 4.6.7 En carreteras de dos carriles de circulación (uno por sentido) las evaluaciones se deberán realizar únicamente en un carril. En carreteras de cuatro o más carriles, en ambos sentidos, en los carriles de baja velocidad (extrema derecha). En todos los casos la medición se deberá realizar en la rodada derecha.
- 4.6.8 Para los datos recolectados que no puedan ser automáticamente geo-referenciados, por causas asociadas a la interrupción de las señales satelitales o por circunstancias inherentes a la infraestructura, el Licitante deberá proponer la forma como realizará el post - procesamiento de todos los datos, para referenciarlos a los puntos GPS.

4.7 Macrotextura (MAC)

Se evaluará la macrotextura de la superficie de rodamiento en forma continua y en ambas huellas, utilizando equipo de alto rendimiento. La medición se realizará de acuerdo a lo que establece el indicador MPD (*Mean Profile Depth*), calculado de acuerdo a la Norma ASTM E 1845-01.

4.8 Deterioros Superficiales de la Carretera (DT)

El deterioro de cada tramo carretero se establecerá como el porcentaje de longitud fisurada y el porcentaje del área dañada, por cada 100 m. Asimismo, se efectuará un diagnóstico cuantitativo del deterioro a través de información derivada de las imágenes digitales y/o scanner cuasi continuo, para calcular un índice de relación con el porcentaje buscado.

Mediante las imágenes y seccionamientos transversales, se analizará el pavimento para detectar, en su caso, deterioros menores de 1 milímetro de grosor. Si se utiliza un sistema con base de imágenes digitales en blanco y negro, la resolución de las cámaras no deberá ser inferior de 1,370 x 1,024 pixeles.

Una vez finalizada la detección, se generarán los reportes de clasificación de deterioros de cada tramo carretero, conforme al Manual de Identificación de Deterioros "*Distress Identification Manual Long Term Pavement Performance Program (LTPP)*", de la *Federal Highway Administration (FHWA)*. Se deberán establecer cuatro tipologías de superficies en relación al estado de deterioro que presenta el tramo.

El Reporte de deterioros de cada tramo carretero se entregará en forma digital, debiendo registrar en cada archivo: nombre del tramo y la carretera a la que pertenece; sentido de circulación; carril; tipo de pavimento; deterioros encontrados, con su porcentaje de severidad que presenta; la longitud (dimensionamiento), localización (cadenamiento) y posibles causas del origen de cada uno de los deterioros localizados; y fecha y hora de evaluación.

5. RESTRICCIONES PARA LOS TRABAJOS POR EJECUTAR.

- 5.1 Los trabajos para la obtención del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), la Profundidad de Roderas (PR), la Macrotextura (MAC) y Deterioros (DET) se realizarán preferentemente durante el día. No se deberán obtener en presencia de lluvia o

pavimento mojado. A cada valor de IRI, PR, MAC y DET deberán asociarse los valores de coordenadas geográficas y UTM que se obtendrán mediante GPS.

5.2 Las mediciones del IRI y PR se realizarán con el equipo de las características indicadas en el inciso 4.4.6 y 4.4.7, respectivamente.

5.3 Los equipos deberán calibrarse en los términos establecidos en la Normativa aplicable, de acuerdo con la metodología del fabricante, debiendo presentar la evidencia documental que acredite su calibración y su vigencia antes y durante la ejecución de los servicios.

5.4 La obtención de las imágenes de la perspectiva de las carreteras se debe realizar conforme al plan de trabajo que elabore previamente la CONTRATISTA y contemplará condiciones óptimas de luminosidad y visibilidad, y la instalación de los filtros, accesorios, ajustes, etc., que sean necesarios en las cámaras para que las imágenes sean de óptima calidad. En las estimaciones pertinentes, no se aceptarán imágenes de mala calidad en cuanto a la luminosidad y visibilidad; será responsabilidad de la Contratista la instalación de todos los aditamentos que sean necesarios para la correcta obtención de las imágenes. En caso de presentar imágenes de mala calidad, deberá tomar nuevamente las imágenes en el tramo carretero evaluado, para presentarlas con óptima calidad, en el entendido de que todos los gastos que se generen por esta acción, correrán por parte de la Contratista.

6. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES QUE DEBERÁ REALIZAR LA EMPRESA CONTRATISTA.

6.1 El Licitante deberá presentar en su propuesta técnica, una ruta crítica que contenga todas las tareas clave que deban desarrollarse antes y durante la ejecución de los trabajos.

6.2 Las brigadas de campo y los equipos de medición deberán contar con todos los elementos y dispositivos de tránsito que garanticen su seguridad y la de los usuarios, durante el desarrollo de los trabajos.

6.3 En la propuesta técnica, el Licitante deberá presentar la constancia o certificado de acreditación emitido por el fabricante y el protocolo o metodología de calibración utilizada de todos los equipos.

6.4 En carreteras de dos carriles de circulación (uno por sentido) las evaluaciones se deberán realizar únicamente en un carril. En carreteras de cuatro o más carriles, en el caso de corredores y básica libre se realizará en ambos sentidos, en los carriles de baja velocidad (extrema derecha). En el caso de autopistas se realizará por carril y por sentido. En todos los casos la medición se deberá realizar en la rodada derecha.

6.5 Como parte de la propuesta técnica, el Licitante deberá realizar con su(s) equipo(s), la evaluación de un tramo-prueba de 1 km de longitud, para verificar la calibración de los equipos a través de la repetibilidad de las mediciones, en el tramo que defina la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), en el entendido de que los costos inherentes a la evaluación correrán por parte del Licitante. En caso de que los equipos hayan sido verificados por el Instituto Mexicano del Transporte, deberá presentar la constancia correspondiente, cuya vigencia no deberá exceder los doce meses, en la que conste la repetibilidad de las mediciones.

6.6 La CONTRATISTA podrá cancelar y reprogramar la evaluación, previa autorización de la DGST, cuando las condiciones climatológicas sean adversas y cuando los días

programados por la misma, presenten circunstancias especiales por las cuales no pueden ejecutarla. Cuando se re programe la evaluación debido a los cambios climatológicos, está deberá ser informada vía correo electrónico al Residente del Proyecto de la DGST, anexando el informe de los tramos carreteros que se evaluarán en sustitución de los tramos programados que no fueron evaluados debido a las condiciones climatológicas adversas.

- 6.7 Para los tramos en reparación, construcción o mantenimiento, se presentará un listado detallado, al Residente del Proyecto de la DGST, en donde se indique su ubicación (coordenadas), respaldado con el informe fotográfico que muestre el motivo por el cual no se realizó la evaluación.
- 6.8 La obtención de las imágenes de la perspectiva de las carreteras se debe realizar conforme al plan de trabajo que se elabore previamente y contemplará condiciones óptimas de luminosidad y visibilidad, y la instalación de los filtros, accesorios, ajustes, etc., que sean necesarios en las cámaras para que las imágenes sean de óptima calidad. En las estimaciones pertinentes, no se aceptarán imágenes de mala calidad en cuanto a la luminosidad y visibilidad; será responsabilidad de la CONTRATISTA la instalación de todos los aditamentos que sean necesarios para la correcta obtención de las imágenes. En caso de presentar imágenes de mala calidad, deberá tomar nuevamente las imágenes en el tramo carretero evaluado, para presentarlas con óptima calidad, en el entendido de que todos los gastos que se generen por esta acción, correrán por parte de la Contratista.
- 6.9 La CONTRATISTA presentará al Residente del Proyecto de la DGST dos semanas antes del inicio de los trabajos, por escrito y vía electrónica, el programa de trabajo con las fechas de inicio de evaluación de cada carretera, recorridos diarios y carreteras a evaluar mensualmente, para el seguimiento de cada etapa por parte de la DGST.
- 6.10 La CONTRATISTA deberá proporcionar a la DGST un password de su sistema de rastreo satelital de los equipos, para el seguimiento del programa de trabajo.
- 6.11 En el supuesto de cualquier cambio en los equipos de medición inicialmente ofertados, la CONTRATISTA deberá cumplir con todas las características mencionadas con anterioridad y realizar la evaluación del tramo-prueba conforme a lo que determine la DGST.

7. PERSONAL PROFESIONAL PARA LA REALIZACIÓN DEL SERVICIO

La Dependencia requiere de una estructura mínima organizacional apropiada para la ejecución de los trabajos de campo y gabinete formulados en los presentes Términos de Referencia, por lo que debe estar integrada por un Director de Proyecto, un Gerente de Proyecto, especialistas técnicos y personal de apoyo.

El Licitante deberá incluir en su propuesta técnica el organigrama de la plantilla que realizará el servicio, anexando el Curriculum Vitae y copias de las cédulas profesionales de los integrantes de la plantilla. Se requieren los siguientes perfiles del puesto:

- ✓ **Director de proyecto.** Ingeniero Civil titulado con especialidad en Ingeniería de Tránsito o Vías Terrestres, con experiencia mínima de 10 años en contratos cuyo objeto hayan sido estudios, gestión, proyectos, consultorías o servicios en ingeniería de pavimentos para carreteras, debiendo demostrar su experiencia en pavimentos, proyecto geométrico, ingeniería de tránsito y seguridad vial.

Será el representante y responsable directo ante la Dependencia durante el desarrollo de los Servicios.

- ✓ **Gerente de proyecto.** Ingeniero Civil titulado con especialidad en Ingeniería de Tránsito o Vías Terrestres, con experiencia mínima de 5 años en contratos cuyo objeto haya sido la evaluación superficial y estructural de los pavimentos, empleando equipos de alto rendimiento, con conocimientos comprobables de las tecnologías utilizadas para el levantamiento, procesamiento, interpretación y gestión de la información relacionada con el estado físico de pavimentos; deberá laborar de tiempo completo durante el desarrollo de los Servicios.
- ✓ **Personal para la realización de los estudios de campo.** Personas capacitadas de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de los instrumentos y equipos de medición por utilizar; con experiencia mínima de 3 años en la prestación de esta clase de servicios.
- ✓ **Personal de gabinete para el procesamiento de los datos obtenidos.** Personas con experiencia mínima de 3 años demostrable, en la prestación de esta clase de servicios o con una acreditación de aptitudes por parte de una institución inherente al ramo.

El Director y el Gerente de Proyecto son los únicos representantes ante la DGST, para revisar el programa de trabajo, sus avances, entregables, observaciones, entre otros, actividades que no son delegables. Una vez concluido el servicio, la CONTRATISTA prestará la asesoría y apoyo técnico necesarios, en la aclaración de dudas y solventación de observaciones.

8. PRODUCTOS A ENTREGAR.

8.1 **Informe final de resultados**, en forma impresa y electrónica, el cual contendrá:

8.1.1 Análisis estadístico de cada una de las bases de datos desarrolladas en el programa de trabajo (IRI, PR, MAC y DET) generando para cada una, la distribución de frecuencia, intervalos, límites, anchura y marca de clase, gráficas de los histogramas y polígonos de frecuencia relativa, frecuencia acumulada y relativa acumulada.

El análisis deberá presentar las conclusiones sobre las condiciones en que se encuentran cada uno de los tramos carreteros objeto de estudio y concentrarse en una tabla general que muestre los resultados, categorizado por tipo de red y por parámetro evaluado.

8.1.2 Mapas de la República Mexicana y por Entidad Federativa, geo-referenciados, para cada parámetro evaluado (IRI, PR, MAC y DET), que muestre en cada una de las autopistas estudiadas el comportamiento registrado; debiendo mostrar en la acotación los rangos considerados en la evaluación de cada parámetro.

8.2 **Base de Datos**, electrónica, en formato *.xls y *.bdf la cual contendrá para cada una de las Carreteras Federales objeto de estudio, lo siguiente:

8.2.1 Coordenadas Geográficas (latitud, longitud, elevación) y UTM, a cada 20 metros.

8.2.2 Imágenes panorámicas asociadas a coordenadas y cadenamamiento, a cada 20 m, que cumpla lo estipulado en la sección 4.6.

- 8.2.3 Acervo de imágenes levantadas en intervalos máximos de 20 metros (vista frontal, frontal derecha y frontal izquierda).
- 8.2.4 Imágenes y todos los archivos recabados de la evaluación (Base de Datos), en formato *.jpg y *.xls, respectivamente, *en un disco duro y la carga de los datos en la herramienta de recorrido virtual con la que cuenta la DGST. Además, de la actualización de dicha herramienta.*
- 8.2.5 Valores de la macrotextura superficial del pavimento en cada una de las huellas y el promedio de ambas, a cada 20 m. Considerando el informe de resultados de los valores promedio y característicos, a cada 100 m y 1000 m; así como en todos los formatos establecidos en los Anexos de los presentes Términos de Referencia.
- 8.2.6 Informe de deterioros, a cada 100 m de cada Corredor y cada Carretera que conforma la Red Básica Libre objeto de estudio, que contenga el porcentaje de la longitud fisurada y el porcentaje del área dañada, de acuerdo a lo indicado en el inciso 4.8., de los presentes Términos de Referencia.
- 8.2.7 Valores de IRI en cada una de las huellas y el promedio de ambas, a cada 20 m Considerando el informe de resultados de los valores promedio y característicos, a cada 100 m y 1000 m; así como en todos los formatos establecidos en los Anexos de los presentes Términos de Referencia.
- 8.2.8 Valores de la profundidad de roderas (PR) en cada una de las huellas y el valor máximo de ambas, a cada 20 m. Considerando el informe de resultados de los valores promedio y característicos, a cada 100 m y 1000 m; así como en todos los formatos establecidos en los Anexos de los presentes Términos de Referencia.
- 8.2.9 De los resultados de la evaluación, de cada uno de los parámetros del programa de trabajo (IRI, PR, MAC y DET), categorizadas de acuerdo con los umbrales o rangos que les proporcionará la DGST y sus gráficas correspondientes, de acuerdo a los Anexos de los presentes Términos de Referencia.

9. PLAZO DE ENTREGA.

El plazo para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente será de 200 días naturales y la fecha estimada de inicio será el día 15 de abril del presente año. Los informes de los trabajos de campo deberán ser entregados conforme a los plazos estipulados en el programa de trabajo autorizado por la DGST, anexo al Contrato.

10. FORMA Y BASE DE PAGO.

Los calendarios de ejecución y pago de los servicios serán los establecidos en la convocatoria a la licitación.

11. PROTECCIÓN DE DATOS.

Toda la información que se genere durante el desarrollo de los trabajos es propiedad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por lo que queda prohibida su utilización para fines

distintos a los de los presentes Términos de Referencia. Su difusión sólo podrá realizarla la DGST para los fines que convengan a la Dependencia.

Elaboró

Autorizó

Ing. Carlos Domínguez Suárez
Subdirector de Coordinación

Ing. Guillermo Hernández Mercado
Director de Evaluación de la Infraestructura Regional R-1