



**Dirección General de Servicios Técnicos**

**Términos de Referencia**

**Obtención de elementos para el pronóstico del comportamiento estructural de los pavimentos (Deflexiones DEF) en diversos tramos de la Red Carretera Federal (Autopistas de Cuota) 2014.**

## Índice

	Pág.
1. Antecedentes	3
2. Objetivo general	3
3. Objetivos particulares	3
4. Trabajos que ejecutará la empresa contratista	4
5. Restricciones en los trabajos por ejecutar	10
6. Obligaciones y responsabilidades de la empresa contratista	10
7. Personal profesional para la realización del servicio	11
8. Producto a entregar	12
9. Plazo de entrega	13
10. Forma y base de pago	14
11. Protección de datos	14

## 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; 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 la capacidad de respuesta estructural de los pavimentos a la acción de las cargas del tránsito, mediante la medición de las deflexiones y con ello poder pronosticar la vida útil de la Red Carretera Federal, que en este caso comprende la red de Autopistas de cuota, compuestas por los tramos carreteros que se relacionan en el "Anexo A" de los presentes Términos de Referencia, y con una frecuencia de obtención de resultados a cada 100 m

## 3. OBJETIVOS PARTICULARES

La CONTRATISTA obtendrá para cada uno de los tramos carreteros objeto de estudio, los siguientes resultados:

- 3.1. Cálculo de deflexiones a 700 KPa de la estructura del pavimento.

- 3.2. Obtención de la cuenca normalizada de deflexiones.
- 3.3. Cálculo de la deflexión característica.
- 3.4. Cálculo de los elementos operacionales mediante el análisis comparativo entre las cargas reales y las cargas teóricas establecidas en el Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal. Estos elementos se obtendrán con el fin de calcular los ejes equivalentes mediante dos corridas, la primera considerando que todos los ejes cumplen con lo dispuesto en el Reglamento y la segunda aplicando las cargas reales, estimando el incremento del daño generado por cargas observadas en estudios de pesaje dinámico.
- 3.5. Cálculo de la vida remanente del pavimento existente, aplicando las metodologías AASHTO 93, Instituto de Ingeniería de la UNAM (DISPAV-5) y el Instituto Norteamericano del Asfalto.

#### 4. TRABAJOS QUE EJECUTARÁ LA EMPRESA CONTRATISTA

##### 4.1. Red objeto de estudio

La red objeto de estudio se presenta en la siguiente tabla y su desglose por tramo carretero se muestra en el Anexo A de los presentes Términos de Referencia.

Red	Longitud de estudio (km)	No. de deflexiones
Autopistas	14,672	146,736
<b>Total</b>	<b>14,672</b>	<b>146,736</b>

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

4.2.1 Para 14,672 km, medir a cada 100 m las Autopistas, las coordenadas geográficas (latitud, longitud y elevación) y Universal Transverse Mercator (UTM). Indicando la zona geográfica correspondiente (de la 11 a la 16).

Se deberán identificar los kilómetros inicial y final de cada tramo carretero, relacionándolos con sus coordenadas correspondientes. Asimismo, 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".

4.2.2 Para 14,672 km, calcular la deflexión normalizada y su cuenca de deflexiones respectiva, a 700 KPa, relacionándola con las coordenadas geográficas y UTM de cada uno de los tramos carreteros objeto de estudio. La frecuencia de medición será a cada 100 m en los tramos que correspondan a las Autopistas,

##### 4.3. Especificaciones del equipo a utilizar para la obtención de las deflexiones en la Red Carretera en estudio.

Se podrán utilizar los equipos de medición denominados “Deflectómetro de Impacto” y “Curviámetro”, el primero para medición en pavimentos flexibles y rígidos y el segundo solo para mediciones en pavimentos flexibles.

Derivado de que no se dispone de un listado completo de tramos carreteros cuyo pavimento se considera como rígido o semirígido, (por estar compuesto de bases estabilizadas con cemento portland), las empresas que propongan la utilización del “Curviámetro” deben considerar que para este tipo de pavimento, las mediciones se efectuarán con Deflectómetro de Impacto.

Adicionalmente se proporciona un listado de carreteras cuya construcción se tiene registrada con pavimento de concreto hidráulico (Anexo B).

#### **I. DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO.**

El Equipo será del tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)” o “Heavy Weight Deflectometer (HWD)”, debiendo utilizarse este último en tramos con concreto hidráulico y bases estabilizadas con espesores altos (donde la lectura del FWD no sea representativa); deberá cumplir con las especificaciones contenidas en las normas ASTM – D 4694 – 96 y ASTM D 4695 – 03 y contar con los componentes que se describen a continuación:

- ✓ Dispositivo para la generación de la carga. Sistema automatizado para elevar una masa hasta una altura predeterminada y dejarla caer sobre la superficie del pavimento. La masa y la altura de caída deberán ser variables, a fin de permitir la generación de cargas de diferente magnitud, en un rango de 30 a 120 kN. En todos los casos, la aplicación de la fuerza en el tiempo deberá seguir una senoide.
- ✓ Sistema de guía. El desplazamiento de la masa utilizada para generar la carga estará restringido lateralmente mediante un sistema de guía, el cual deberá por una parte, provocar fuerzas de fricción despreciables y por otra, encauzar la masa en forma tal que la fuerza de impacto sea perpendicular a la superficie.
- ✓ Plato de carga. Dispositivo para la distribución uniforme de la carga sobre la superficie, construido de manera que permita la medición de deflexiones en su centro.
- ✓ Sensores de desplazamiento. Se requiere que el equipo cuente con al menos siete sensores de desplazamiento, espaciados adecuadamente para obtener la cuenca de deflexiones resultante de la aplicación de la carga. Cada sensor, deberá tener la capacidad para medir el desplazamiento vertical máximo de la superficie del pavimento y en el momento de tomar las lecturas, su posición deberá ser normal con respecto al plano de medición.
- ✓ Celda de carga. Aditamento para la medición de la carga aplicada, el cual estará colocado de modo tal que minimice la masa existente entre el punto de medición de la carga y el pavimento, y no interfiera con la obtención de lecturas de deflexión debajo del centro del plato de carga. La celda de carga deberá ser resistente al agua, así como al golpeo contra el pavimento que pudiera ocurrir al realizar las mediciones o transportar el equipo.
- ✓ Dispositivo DMI (Distance Measuring Instrument). Instrumento digital de alta precisión para la medición de distancias, el cual se utilizará para registrar la distancia recorrida con respecto al origen de la carretera (cadenamiento), a fin de referenciar las mediciones efectuadas.

- ✓ Sensores de temperatura. El equipo deberá contar con sensores para medir la temperatura del aire y de la superficie del pavimento.
- ✓ Unidad de control. Conjunto de aditamentos electrónicos y de cómputo necesarios para la operación automática del dispositivo generador de la carga, y para la adquisición, procesamiento y almacenamiento en medios magnéticos, de la información obtenida. Además de la información sobre la magnitud de la carga aplicada y las deflexiones resultantes, la Unidad debe registrar la información complementaria: temperaturas del aire y de la superficie del pavimento, la distancia recorrida y la identificación de los puntos de medición.

Los datos obtenidos se almacenarán en una o más bases de datos, que serán utilizadas para el cálculo de los parámetros de la capacidad estructural de los pavimentos. Los valores almacenados deberán quedar expresados en unidades compatibles con el sistema métrico decimal.

La resolución en la lectura de datos para los dispositivos de acondicionamiento de señales y almacenamiento de información deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Las mediciones de carga serán mostradas y almacenadas con una resolución de 200 N o menor.
- b) Las mediciones de las deflexiones serán mostradas y almacenadas con una resolución de 1 mm o menor.

Para el almacenamiento de ambas mediciones se utilizará un periodo o ventana de medición de al menos 60 ms, con una variación máxima de 2% en el momento de la carga y deflexiones pico, y con una precisión de  $\pm 2$  mm para la medición de deflexiones.

Los dispositivos de medición del equipo deberán estar instalados en un remolque acondicionado con señales reflejantes en la parte posterior y en los costados, que será arrastrado por un vehículo equipado con una torreta de luz ámbar en la parte superior. La unidad de control estará alojada en el interior del vehículo y su conexión a los dispositivos de medición deberá ser apropiada para evitar el daño de cualquier componente del equipo.

Para ambos equipos durante la ejecución de los trabajos, la CONTRATISTA deberá prever la aplicación de procedimientos de seguridad especiales, como la circulación de un vehículo de escolta atrás del remolque y la canalización del flujo vehicular mediante conos y bandereros.

El Instrumento de Posicionamiento Global (GPS) deberá ofrecer una precisión mínima de  $\pm 3$  m en modalidad de navegación, y de  $\pm 1$  cm en modo estático. Deberá satisfacer el protocolo NMEA - 0183. El equipo deberá tener la capacidad para que los datos generados durante los recorridos ofrezcan el vínculo entre las coordenadas geográficas y la distancia longitudinal recorrida, recopilándose lecturas o datos a cada 100 m para Autopistas, y pueda corregirse en tiempo real con el sistema WAAS (*Wide Area Augmentation System*).

#### **4.4. Cálculo de la deflexión y su cuenca correspondiente a una presión de 700 kPa, a partir de los datos obtenidos.**

- 4.4.1 La medición se llevará a cabo atendiendo las especificaciones y calibraciones establecidas en las Normas ASTM D4694-09 y D4695-08.

4.4.2 Para cada carril de prueba se deben registrar los datos siguientes: carretera o autopista, sentido de circulación, carril, tipo de pavimento, fecha y hora.

4.4.3 Preparar el software para la adquisición de datos e ingresar la información necesaria para definir la configuración exacta del equipo. Realizar una carga de prueba, con el fin de verificar el correcto funcionamiento del equipo antes de ejecutar los ensayos.

Dentro de la información requerida para la configuración del equipo se debe considerar el tamaño del plato de carga, el número y posición de los sensores con respecto al punto de aplicación del impacto y los factores de calibración. La posición de los sensores deberá ser la siguiente: 0, 30, 45, 60, 90, 120 y 180 cm a partir del plato de carga, en el caso de pavimentos flexibles.

Deberá indicarse cuando la medición se realice en pavimento rígido.

4.4.4 Trasladar el equipo al sitio de prueba y alinear el plato de carga con el punto de aplicación del impacto. En la medida de lo posible, el sitio deberá estar libre de partículas de roca, desperdicios, basura, etc., a fin de asegurar que el plato de carga y los sensores hagan el contacto correctamente.

4.4.5 Para cada punto de medición se deberán realizar las siguientes acciones:

- a. Registrar la distancia con respecto al origen del tramo carretero o autopista, con base en las lecturas del dispositivo DMI, asociándolo con sus coordenadas geográficas y UTM.
- b. Medir y registrar las temperaturas del aire y de la superficie del pavimento. Verificar la firmeza y estabilidad de la superficie en medición, haciendo descender el plato de carga y los sensores hasta que entren en contacto con el pavimento.
- c. Aplicar el impacto de asentamiento, considerando la altura de caída 1 que se marca en el equipo.
- d. Producir un impacto considerando la altura de caída 2 que se marca en el equipo, de tal manera que se genere un impacto mayor o igual a 700 KPa, registrando el valor del impacto y de la deflexión resultante en cada uno de los sensores.
- e. Repetir el impacto anterior y comparar las deflexiones obtenidas en ambas mediciones. La diferencia entre los resultados no deberá ser mayor de 3% en cualquiera de los sensores y serán registradas en la bitácora de medición. Cuando la diferencia sea mayor de 3%, se tendrán que repetir las pruebas y registrar la justificación técnica de la variación en la bitácora.
- f. Los datos obtenidos en las mediciones realizadas a cada 100 m, descritas en los incisos precedentes, deberán almacenarse en una Base de Datos en formato \*.xls, conforme al Anexo B1 de los presentes Términos de Referencia.
- g. A partir de las mediciones efectuadas, se deberá calcular para cada punto de medición, la deflexión normalizada a 700 KPa en el punto de aplicación de la carga correspondiente, expresando los valores en milímetros (mm).
- h. Para calcular la deflexión normalizada, se deberán usar los resultados obtenidos en los dos impactos aplicados a que refieren los incisos d y e del presente apartado (carga y deflexión). Si los resultados de ambos impactos presentan una variación menor de 3%, obtenga el promedio de los mismos.
- i. El valor de la deflexión normalizada se calcula de la manera siguiente:
  - ✓ Hacer una gráfica con los valores promedio de las cargas y de las deflexiones obtenidas, de acuerdo al procedimiento descrito en el inciso precedente, suponiendo un

comportamiento lineal. En el eje de las abscisas (x), mida los valores correspondientes a la carga (t) y en el de las ordenadas (y) la deflexión obtenida (mm). Ver Anexo C.

- ✓ Cada punto de la gráfica, se unirá al origen de eje coordenado mediante una Recta (A).
  - ✓ Sobre el eje de las X, seleccione la carga de 700 KPa y a partir de este punto trace una recta vertical hasta intersectar la Recta (A), desde este punto trace una recta paralela al eje de las X, hasta intersectar el eje de las Y; en tal intersección se obtendrá el valor de la deflexión normalizada.
- j. Este procedimiento debe realizarse para los resultados obtenidos en cada uno de los siete (7) sensores del deflectómetro, para que se pueda definir y dibujar la cuenca normalizada y calcular el grado de curvatura.
- k. Los resultados de las deflexiones normalizadas deberán registrarse en el formato de los Anexos D1 y D2.
- l. Con la finalidad de obtener la resistencia de la estructura, se realizará el análisis de la deflexión máxima y del área normalizada del pavimento y de la subrasante con lo establecido en la siguiente tabla:

AREA	Deflexion, $D_o$	Conclusión
Baja	Baja	Estructura débil, subrasante resistente
Baja	Alta	Estructura débil, subrasante débil
Alta	Baja	Estructura y subrasante resistente
Alta	Alta	Estructura resistente, subrasante débil

## II. CURVIAMETRO.

El equipo será del tipo curviámetro y deberá cumplir con las recomendaciones del Instituto Mexicano del Transporte y de la Dirección General de Servicios Técnicos, así como con las especificaciones contenidas en las normas españolas NLT-333-06 y NF P 98-200-7; deberá contar con lo descrito a continuación:

- ✓ El equipo estará montado sobre un camión de dos ejes, estando el eje trasero lastrado con una carga que variará entre 8 t y 13 t.
- ✓ Cadena de tipo oruga de 15 metros de longitud y tres sensores, sincronizados con el avance del camión.
- ✓ El equipo dispondrá de al menos dos computadoras conectadas en red, una para el registro de datos de los tres geófonos y la otra para registrar los parámetros de movimiento en tiempo real.



- ✓ El equipo deberá contar con un sistema GPS para el registro de coordenadas geográficas en tiempo real.
- ✓ Deberá tener la capacidad para obtener una imagen frontal en el lugar de la medición.
- ✓ Las medidas se realizarán a una velocidad de operación del equipo de 5m/s (18km/h) y se repetirán a cada 5 metros.
- ✓ El equipo deberá contar con sensores para medir la temperatura del aire y de la superficie del pavimento.
- ✓ Dispositivo DMI (Distance Measuring Instrument). Instrumento digital de alta precisión para la medición de distancias, el cual se utilizará para registrar la distancia recorrida con respecto al origen de la carretera (cadenamiento), a fin de referenciar las mediciones efectuadas.

#### **4.5. Cálculo de la deflexión y su cuenca correspondiente a una presión de 700 kPa, a partir de los datos obtenidos.**

- 4.5.1 Para cada carril de prueba se deben registrar los datos siguientes: carretera o autopista, sentido de circulación, carril, tipo de pavimento, fecha y hora.
- 4.5.2 Para cada punto de medición se deberán realizar las siguientes acciones:
  - a) Registrar la distancia con respecto al origen del tramo carretero o autopista, con base en las lecturas del dispositivo DMI, asociándolo con sus coordenadas geográficas y UTM.
  - b) Los datos obtenidos en las mediciones realizadas a cada 100 m, descritas en los incisos precedentes, deberán almacenarse en una Base de Datos en formato \*.xls, conforme al Anexo B1 de los presentes Términos de Referencia.
  - c) La cuenca de deflexión se obtendrá mediante 100 puntos obtenidos a lo largo de 4 metros; medida en la parte trasera del eje lastrado con la carga de 8t a 13t, de tal forma que se elimine la influencia del eje delantero.
  - d) Las deflexiones obtenidas con curvímetro se presentarán a cada 5m y para la entrega de resultados se hará de acuerdo al tipo de red evaluada.
  - e) A partir de las mediciones efectuadas, se deberá calcular para cada punto de medición, la deflexión normalizada a 700 KPa en el punto de aplicación de la carga correspondiente, expresando los valores en milímetros (mm) y utilizando las equivalencias establecidas por el Instituto Mexicano del Transporte.
  - f) Se calcularán las deflexiones del cuenco normalizado a 700 KPa a las mismas distancias a las que se colocan los sensores del Deflectómetro de Impacto.
  - g) Los resultados de las deflexiones normalizadas deberán registrarse en el formato de los Anexos D1 y D2.

#### **4.6 Determinación de elementos operacionales para el cálculo de la vida útil del pavimento**

Para cada uno de los tramos carreteros objeto de estudio, se deberán determinar los ejes equivalentes para horizontes de proyecto de 3, 5, 10 y 15 años, por lo que la CONTRATISTA deberá recabar en los acervos de la SCT o del Instituto Mexicano del Transporte la información referente a las cargas producidas por el transporte de carga.

Se deberá analizar la influencia de las cargas reales medidas y compararlas con las teóricas que establece el Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de

Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, a fin de hacer dos iteraciones para el cálculo de los ejes equivalentes: la primera considerando que todos los ejes cumplen con lo dispuesto en el Reglamento, estimando el incremento del daño debido a las cargas observadas en estudios de pesaje dinámico, y la segunda, considerando las cargas reales que se presentan en la red.

#### **4.7 Retro-cálculo de módulos elásticos**

Por cada deflexión medida se deberán calcular los módulos elásticos de los materiales constitutivos de las capas del pavimento, empleando un software especializado para la aplicación del procedimiento conocido como retro-cálculo, el cual se alimentará con el valor de la deflexión y su cuenca normalizada (700 KPa), de los espesores y del tipo de material de las capas de la estructura del pavimento obtenidas con el GPR. Los espesores de las capas de los pavimentos serán proporcionados por la DGST. Los resultados del proceso se concentrarán en el formato establecido en el Anexo E.

#### **4.8 Determinación de la vida remanente del pavimento**

La vida remanente del pavimento, por tramo carretero, se calculará usando los módulos elásticos obtenidos y se deberán formular las acciones de refuerzo necesarias aplicando la Metodología AASHTO 93, Instituto de Ingeniería de la UNAM (DISPAV-5) y el Instituto Norteamericano del Asfalto.

### **5. RESTRICCIONES EN LOS TRABAJOS POR EJECUTAR.**

- 5.1 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.
- 5.2 Los trabajos se realizarán durante el día, fuera de las horas pico de tránsito vehicular. Asimismo, las mediciones no se deberán realizar en presencia de elementos contaminantes que puedan interferir en la obtención de resultados.
- 5.3 La evaluación se deberá realizar estrictamente en los carriles estipulados en estos Términos de Referencia, sin cambiar de carril, por la interferencia que se genera en la obtención de los resultados; el caso fortuito de cambio de carril se debe registrar en la bitácora de medición, para conocimiento de la Dependencia.

### **6. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LA EMPRESA CONTRATISTA.**

- 6.1 El Licitante deberá presentar en su propuesta técnica, una ruta crítica que contenga las tareas clave que desarrollará antes y durante la ejecución de los trabajos.
- 6.2 La planeación de los trabajos debe incluir la recopilación de la información y su integración en las bases de datos referidas en las diferentes secciones de los presentes Términos de Referencia.

- 6.3 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.
- 6.4 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.
- 6.5 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 el equipo haya sido verificado 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 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, carreteras a evaluar mensualmente, entre otros, para el seguimiento de cada etapa por parte de la DGST.
- 6.7 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.
- 6.8 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, esta 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.
- 6.9 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.
- 6.10 La CONTRATISTA deberá entregar un sistema de rastreo satelital en tiempo real de los equipos, para el seguimiento de los trabajos de campo y de los itinerarios. Se proporcionará al Residente del Proyecto de la DGST, nombre de usuario y contraseña en donde se muestre la totalidad de los equipos que realizarán las mediciones, esto en cuanto se inicien los trabajos de campo.

## **7. PERSONAL PROFESIONAL PARA LA REALIZACIÓN DEL SERVICIO**

La Dependencia requiere que la CONTRATISTA cuente con una estructura mínima organizacional para la ejecución de los trabajos de campo y gabinete formulados en los presentes Términos de Referencia, 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 Maestría en Vías Terrestres o similar, 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. PRODUCTO A ENTREGAR.

8.1 **Informe final de resultados**, en forma electrónica (Disco Duro Externo), el cual contendrá:

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

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 Gráficas de los resultados de la evaluación de cada uno de los parámetros evaluados (deflexiones), categorizados de acuerdo a los umbrales que les proporcionará la DGST (Anexo F).

- 8.1.3 Mapas de la República Mexicana y por Entidad Federativa, geo-referenciados, de las deflexiones que muestre en cada una de las carreteras estudiadas el comportamiento registrado; debiendo mostrar la acotación con la simbología de los rangos considerados en la evaluación de cada parámetro.
- 8.2 **Base de datos** en forma electrónica con formatos \*.xls y \*.bdf ordenada por Estado y tipo de red de cada tramo carretero evaluado:
- 8.2.1 Coordenadas geográficas (latitud, longitud, elevación) y UTM con zona geográfica a cada 100 m.
  - 8.2.2 Deflexiones obtenidas en campo a cada 100 m, de acuerdo con lo establecido en el formato contenido en los Anexo B1.
  - 8.2.3 Deflexión normalizada a 700 KPa para cada uno de los sensores del deflectómetro de impacto y su equivalencia con el curviametro, presentando los resultados a cada 100 m y 1000 m según Anexos D1 y D2.
  - 8.2.4 Promedios de las deflexiones normalizadas, presentando los resultados a cada 1000 m para Corredores Carreteros y Red Básica Libre.
  - 8.2.5 Gráfica y radio de curvatura de la cuenca de deflexiones normalizada a cada 100 m, para cada uno de los puntos de medición. Para el caso del curviametro la cuenca normalizada deberá ser la equivalente a la del Deflectómetro de Impacto.
  - 8.2.6 Cálculo de los ejes equivalentes para la carga de diseño y la carga real que circula en cada una de las carreteras. Asimismo, el incremento del daño estimado en función de las cargas observadas en estudios de pesaje dinámico.
  - 8.2.7 Módulos elásticos a cada 100 m de cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento.
  - 8.2.8 Vida remanente y según el caso, refuerzo requerido, para cada una de las carreteras.
  - 8.2.9 Reporte fotográfico en formato \*.pdf y con resolución de 2000 x 1500 pixeles a cada 100 m, según el tipo de red, donde se muestre una vista frontal de la carretera y una vista de la superficie de rodamiento en el punto de medición; ver Anexo G.
  - 8.2.10 Mapa Estatal y Nacional geo-referenciado que contenga cada una de las carreteras contempladas en el presente estudio, en el que indique la clasificación por cada uno de los parámetros evaluados conforme a los umbrales proporcionados por la DGST.

## 9. PLAZO DE ENTREGA

El plazo para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente será de 169 días naturales y la fecha de inicio estimada 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.

## 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 presentes Términos de Referencia.

Elaboró

Autorizó

---

Ing. Antonino Noé Robles Hernández  
Jefe de Departamento de Estudios de Campo

---

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