



INGENIERIA DE TRANSITO, S.A. DE C.V.

CONDICIONES DE SITIO PARA PESAJE EN MOVIMIENTO (WIM)

CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE PAVIMENTO PARA INSTALACIONES DE PESAJE DINÁMICO (DESDE 1 KM/H HASTA 180 KM/H) MEDIANTE SENSORES PIEZOELÉCTRICOS Y LAZOS INDUCTIVOS EN CONFIGURACION PIEZO-LAZO-PIEZO, PARA CONSEGUIR UNA PRECISION IGUAL O MEJOR DE +/-15 % EN PESOS POR EJE Y DE +/-10% EN PESO BRUTO VEHUCULAR PARA EL 95% DE LA MUESTRA VEHICULAR

Selección de sitio

En orden a que cualquier sistema WIM trabaje adecuadamente, el usuario debe proporcionar y mantener un ambiente de operación adecuado para los sensores y los instrumentos del sistema. La adecuada construcción o selección de cada sitio WIM, así como proporcionar un mantenimiento continuo del sitio y de los sensores, son consideraciones sumamente importantes.

El usuario debe comprender que las prestaciones del sistema de WIM dependen tanto de la calidad de los sensores como del entorno de operación que prevalezca. Las prestaciones del sistema se degradan si las condiciones del sitio no son las ideales, aunque los sensores WIM del sistema, los instrumentos, y los algoritmos sean capaces de prestaciones de calidad superior. El usuario sólo puede pretender una calidad de prestaciones en función de la calidad de las condiciones del sitio que proporcionó. Las siguientes condiciones de sitio, o mejores, serán proporcionadas por el usuario si los criterios de precisión proporcionados quieren realmente ser conseguidos

Diseño geométrico.

El diseño geométrico es un factor importante debido a la influencia longitudinal y transversal que las desviaciones tienen sobre la conducta del vehículo. Las normas (ASTM E 1318-02 y COST 323) establecen principios para la curvatura horizontal, la inclinación longitudinal, la pendiente en cruz (lateral) y la anchura del tramo:

<u>Característica</u>	<u>Tipo</u>		
Curva horizontal	radio \geq 1750 m	-	60 m antes y 30 m después.
Inclinación del camino	\leq 1 %	-	60 m antes y 30 m después.
Pendiente en cruz (lateral)	\leq 2 %	-	60 m antes y 30 m después.
Anchura del camino	de 3 a 4.5 m	-	60 m antes y 30 m después.

Se marcarán longitudinalmente los bordes del carril a lo largo de esta distancia (60 m antes y 30 m después.) con marcador sólido blanco en líneas 150 mm de ancho. Por lo menos 1 m de ancho de espacio adicional vacío se proporcionara a ambos lados del carril con sistema WIM para cargas con exceso de ancho.

Rugosidad de la superficie de la calzada

Para conseguir en forma confiable unas precisiones del sistema WIM dentro de las tolerancias indicadas, la superficie del pavimento de la carretera 60 m antes y 30 m después de los sensores del sistema WIM será liso antes de la instalación de los sensores y se mantendrá en una condición tal que una placa circular de 3 mm espesor y 150 mm de diámetro no pueda pasarse bajo una regla recta de 20 pie 6 m de largo cuando la regla se posiciona y maniobra en la manera siguiente:

Comenzando en el centro longitudinal del sistema de sensores WIM, o del arreglo de sensores, ponga la regla a lo largo del borde de cada carril, con el primer extremo en el centro longitudinal, el segundo extremo quedara a 6 m del centro. Luego pivote la regla alrededor del segundo extremo, barriendo la superficie entre extremos del carril mientras se compraba la holgura entre la regla y el pavimento con el disco circular. Siga colocando el segundo extremo de la regla a las distancias del centro que se indican, y barriendo la superficie entre carriles.

<u>Extremo de carril</u>	<u>Distancia longitudinal desde el Centro de Sensores, (m)</u>
Derecho	6, 9, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43, 48, 53, 58, 62
Izquierdo	6, 11, 16, 21, 26, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65

..../.... **CONDICIONES DE SITIO PARA PESAJE EN MOVIMIENTO (WIM)**

Estructura del pavimento

El usuario proporcionará y mantendrá una estructura y rugosidad de la superficie del pavimento adecuada para acomodar los sensores del sistema WIM a lo largo de su vida de servicio e instalará y mantendrá los sensores conforme a las recomendaciones del vendedor del sistema. La experiencia ha demostrado que un pavimento de Cemento Concreto Portland (CCP, también llamado pavimento rígido) para un sitio WIM mantiene en adecuado estado la superficie del pavimento durante un período de tiempo más largo que un pavimento bituminoso o de Concreto Asfáltico, (CA, también llamado pavimento flexible), bajo las sollicitaciones de un tráfico pesado.

Pavimento de Concreto Armado

Se considera que se debe proporcionar una longitud de 90 m (60 m antes y 30 m después) de Pavimento de Concreto Reforzado (CRCP) o de Pavimento de Concreto Armado (JCP), con juntas transversales espaciadas 6 m o menos, para los sitios de WIM permanentes en autopistas y carreteras arteriales principales. La instalación de los sistemas WIM en Cemento Concreto Portland (PCC) da al pavimento estabilidad, durabilidad y suavidad durante los 8 o 10 años de vida útil esperada. En el caso de que se utilicen placas de concreto, el sistema completo de pesaje dinámico deberá ser instalado dentro de la misma placa. El pavimento PCC debe ser de 300 mm de espesor como mínimo, y cumplir las especificaciones establecidas por las Normas (ASTM y otras) y las autoridades correspondientes. La superficie del pavimento deberá alisarse después del curado y antes de instalar los sensores del sistema WIM. El usuario debe asegurarse que la resistencia al deslizamiento de la superficie después del pulido es por lo menos tan buena como la de las superficies adyacentes. En un sitio donde el resto del pavimento sea flexible deberá establecerse una sección de 15 m de longitud constituida por "full-deph-asphalt" (la base de agregado compactado es sustituida por asfalto mixto con un porcentaje de asfalto variable, es decir, el pavimento deberá su resistencia a las capas de asfalto en lugar de a la base de piedra) en cada extremo del Pavimento Cemento Concreto Portland que permita efectuar una transición rígida entre los dos diferentes tipos estructurales de pavimento. Las actividades de mantenimiento, de reemplazo, o de reparación de un sitio WIM bajo el tráfico es arriesgado y caro; por consiguiente, la instalación debe estar bien hecha desde la primera vez.

PAVIMENTO DE CONCRETO ARMADO

de arriba hacia abajo:

- 1) 30 cm: Capa concreto hidráulico armado
- 2) 18 cm: Base estabilizada compactada al 100%
- 3) 12 cm: Base hidráulica compactada al 100%
- 4) 30 cm: Sub rasante compactada al 100%
- 5) 30 cm: Subyacente compactada al 95%
- 6) 40 cm: Placa terraplén compactado al 90%
- 7) 40 cm: Placa rompedora de capilaridad (solo se coloca en zonas saturadas)
- 8) -: Terreno Natural compactado al 90%

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO

de arriba hacia abajo:

- 1) 10 cm: Carpeta de asfalto compactado al 95%
- 2) 20 cm: Base hidráulica compactada al 100%
- 3) 20 cm: Sub base hidráulica compactada 100%
- 4) 30 cm: Sub rasante compactada al 100%
- 5) 50 cm: Subyacente compactada al 95%
- 6) 40 cm: Placa terraplén compactado al 90%
- 7) 30 cm: Placa rompedora de capilaridad (solo se coloca en zonas saturadas)
- 8) -: Terreno Natural compactado al 90%

Pavimento de Concreto Asfáltico (pavimento flexible)

El espesor de la carpeta de concreto asfáltico para la instalación de un sistema WIM será de 10 cm mínimo. Las deflexiones y rugosidades del pavimento cumplirán con lo establecido en la siguiente tabla en la que valores de deflexión están dados a una temperatura igual o inferior a 20°C en condiciones adecuadas de drenaje.

Deflexión (cuasi-estática) (13 t/eje)	Pavimento Flexible	Deflexión media (10^{-2} mm) Diferencia der./izq (10^{-2} mm)	≤ 20 ± 4
Deflexion (dinámica) (5 t/eje)	Pavimento Flexible	Deflexión media (10^{-2} mm) Diferencia der./izq (10^{-2} mm)	≤ 15 ± 3
Rugosidad	Indice IRI	Indice (m/km)	0 - 1.3

..../.... CONDICIONES DE SITIO PARA PESAJE EN MOVIMIENTO (WIM)

La **deflexión cuasi-estática** será medida utilizando un Deflectógrafo (chasis largo) con una carga de 13 ton por eje y de 2 a 3.5 Km/h. El procedimiento de medida será: los impactos de las ruedas derecha e izquierda son medidos cada 4.2 m, tomando la diferencia y el mayor valor de los dos valores registrados. A continuación se saca la media a lo largo de una sección de 60 m, 30 m antes y 30 m después del arreglo de sensores. Los valores medios no deberán superar lo indicado en la tabla.

Los límites de la deflexión dinámica están basados en la medida FWD, utilizando un Dynatest 8000, con una carga por eje de 5 ton, a una temperatura de referencia de 20°C. Se recomienda hacer al menos 3 medidas en cada huella de rueda para la sección considerada y aplicar el procedimiento anterior para calcular la deflexión media. La deflexión afecta la durabilidad de los sensores, mientras que la diferencia derecha / izquierda puede afectar la precisión de las mediciones.

Procedimiento constructivo de una mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica se hará en planta de concreto asfáltico, donde se tendrá el material pétreo de diámetro menor de una pulgada que estará triturado y cumplirá con las especificaciones que marca la SCT. Este material se elevará a un cilindro de calentamiento y secado hasta llegar a una temperatura de 160 a 175° C, de ahí se pasará a la unidad de mezclado donde se cribará para alimentar 3 o 4 tolvas con material de diferente tamaño. Se pesará la cantidad de material necesaria de pétreo y se depositará en las cajas mezcladoras donde se le proveerá de cemento asfáltico AC-20 el cual deberá estar a una temperatura de 130 a 150° C. Se realizará la mezcla hasta su homogenización y se vaciará a los vehículos a temperatura entre 120 y 130° C. La mezcla se cubrirá con una lona para evitar que se enfríe en el trayecto.

Procedimiento constructivo de la carpeta.

En el lugar donde se va a colocar la carpeta, unas dos horas antes de que llegue el concreto asfáltico, se efectúa un riego de emulsión asfáltica de rompimiento rápido que se conoce como *riego de liga*. Esta capa de asfalto ayudará a que exista una adherencia adecuada entre el suelo de la base y la carpeta. Este riego se efectúa en una proporción de 0.7 lt/m². Luego se barren los charcos de asfalto excesivo y se elimina el total de la basura y materiales extraños, para evitar que este riego sea desprendido por las ruedas de los vehículos, se recomienda efectuar un riego de arena.

La mezcla asfáltica deberá llegar a una temperatura de 115 a 125° C, esto se verificará con un termómetro de varilla. La mezcla se vacía en la máquina "finisher" o extendedora que formará una capa de mezcla asfáltica. Se tendrá una cuadrilla de rastrillos que aseguren una textura conveniente en la superficie y que borren las juntas longitudinalmente entre franjas. A una temperatura de entre 110 y 120° C se le aplica una compactación con un rodillo ligero de entre 8 y 10 toneladas de peso; los rodillos se moverán paralelamente al eje del camino y de la orilla hacia el centro, y del lado interior hacia el exterior en las curvas. Después de hacer esto con el rodillo ligero, se compacta con un rodillo más pesado hasta alcanzar el grado de compactación del 95%. La compactación deberá terminar cuando se llegue al 95% y para comprobarlo se efectuarán calas, cortando el asfalto en frío usando un chaflán y procurando no dañar la base. Durante el tendido y compactación de la mezcla se cuidará que no aparezcan grietas y desplazamientos motivados por causas, tales como la aplicación de un riego de liga defectuoso, ya sea en exceso o escaso, la falta de viscosidad del asfalto producida por el calentamiento excesivo, o bien, porque el material pétreo no perdió completamente la humedad. Si esto sucede se levantará la carpeta y se encarpeta nuevamente.

Para conocer la permeabilidad de la carpeta se realizará en ella una prueba de campo, la cual consiste en colocar un aro de lámina galvanizada de 250 mm de diámetro y una altura de 50 mm. Se sella el aro y se coloca al centro un cono de bronce de 25 mm de altura, se agrega agua hasta el ras del cono observando que no baje este nivel en un tiempo de 10 min. el índice de permeabilidad del material se calcula con la siguiente ecuación:

$IP = Vt / Vf$ donde

Vt = volumen delimitado en el interior del aro y cuyo valor es de 1247 cm³

Vf = volumen final.

La carpeta deberá presentar un índice de permeabilidad menor del 10%. Por último en la carpeta se agrega un riego de sello, el cual consiste en una emulsión, la cual se cubre con un material pétreo del tipo 3E. Esto se compacta para que penetre en la carpeta y con ello evitar que se introduzca el agua, proteger del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.