

3. EVALUACIÓN

En este capítulo se detallarán algunos de los tipos de evaluación que se realizan durante las inspecciones en las autopistas.

La evaluación es un proceso importante ya que de éste obedece el tipo de conservación que se debe atender en una autopista, de esta depende los grados de conservación que deben de realizarse e incluso si fuera necesario una rehabilitación o una reconstrucción.

Para poder programar cualquier tipo de conservación se hacen las evaluaciones en forma para detectar los deterioros que servirán como indicadores para determinar el tipo de reparación y poder establecer una estrategia de conservación con la finalidad de programar las acciones y trabajos que permitan disminuir el deterioro progresivo de la infraestructura y elevar el nivel óptimo de servicio.

Existen dos tipos de evaluaciones:

3.1. Evaluación rutinaria.

Esta se realiza mediante recorridos periódicos donde por medio de una inspección visual se genera un informe el cual contiene la ubicación y tipo de los daños y algunas recomendaciones para reparar el mismo, si es necesario se puede considerar una evaluación más detallada debido al mal estado o indicando las razones del porque se necesita hacer un estudio más profundo. La frecuencia de estas inspecciones depende del tránsito, de la importancia de la autopista y del nivel y tipo de deterioros detectados en la superficie de rodamiento, estos recorridos se deben de efectuar con un periodo de una semana como máximo.

En la práctica profesional de evaluación rutinaria del estado físico de la infraestructura carretera existente en nuestro país, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

(SCT) ha editado normas para calificar los elementos de las carreteras que permita conocer el estado físico de la carretera y las condiciones de conservación y así realizar una comparación con las visitas sucesivas.

Para detectar las necesidades de la conservación la Administración Responsable que es la responsable de construir operar y conservar la carretera, debe realizar inspecciones periódicas, que basándose en las normas toman en cuenta los siguientes conceptos:

- En inspecciones diarias en la autopista se detectan y corrigen problemas como: cercado e invasión de derecho de vía, retiro de derrumbes, basura, limpieza de la superficie de rodamiento, falta de señales, etc.
- En inspecciones semanales se corrigen los problemas como: defensas y señales, obras de drenaje, baches, calavereo, grietas, deformaciones en el pavimento, limpieza de cunetas, daños por accidentes, alumbrado, deslaves en terraplenes, muros de contención, postes y fantasmas, pintura en general, etc.

Para realizar estas inspecciones se siguen normas, en un mes determinado (generalmente es el mes de enero) la Administración debe presentar un programa anual de conservación, éste se realiza con el formato siguiente:

La Administración Responsable ejecutará los trabajos que fueron planeados en la conservación rutinaria realizando la supervisión y el control de calidad y se informará de los avances. El centro SCT supervisará el cumplimiento del programa de conservación verificando el control de calidad informando mensualmente el cumplimiento de estos trabajos.

Como en este trabajo se habla únicamente de carreteras tipo A entonces las tablas solo tendrán los valores para éstas; para calificar los elementos de una carretera se usa una escala que adoptó la SCT que va de cero (pésimo) al cinco (óptimo) habiendo niveles intermedios:

Se utiliza un parámetro denominado Índice de Servicio Actual, que consiste en calificar en la escala adoptada por la SCT (de 0 a 5) el grado de confort y seguridad que el usuario detecta al circular por una carretera a la velocidad de operación diseñada.

Tabla 3.2 Calificaciones del ISA

CALIFICACION	ESTADO DEL ELEMENTO
0 – 1	Pésimo
1.1 – 2	Malo
2.1 – 3	Regular
3.1 – 4	Bueno
4.1 – 5	Optimo

Tabla 3.3 Calificaciones en Caminos Pavimentados

ELEMENTOS POR CALIFICAR	VALOR RELATIVO
Del cuerpo	
Corona	75
Drenaje	10
Derecho de vía	15
Suma	100
Del señalamiento	
Vertical	50
Horizontal	50
Suma	100
Influencia para la calificación total	
Del Cuerpo	0.65
Del señalamiento	0.35
Suma	1.00

Después de esta evaluación se califican los elementos y se obtiene un valor relativo conforme la siguiente tabla:

Las calificaciones de los elementos, después de ser procesadas, dan por resultado una “calificación ponderada” que toma en cuenta la importancia relativa de los elementos que integran la carretera.

Las máximas calificaciones ponderadas que pueden obtener los elementos en estos caminos son:

Tabla 3.4 Calificaciones máximas ponderadas

Corona	375
Drenaje	50
Derecho de vía	75
Suma	500
Señalamiento vertical	250
Señalamiento horizontal	250
Suma	500

La calificación ponderada para el cuerpo del camino y señalamiento es la suma de las calificaciones de sus elementos, posteriormente se multiplican los valores de las calificaciones ponderadas por su respectivo factor de influencia. La suma de esta multiplicación da La Calificación Total Ponderada del tramo.

Para definir el estado físico de una carretera se han establecido rangos de calificación decretado por la SCT.

Tabla 3.5 Estado Físico del camino

CALIFICACIÓN	
ESTADO FÍSICO	CAMINO TIPO
	A
Malo	De 0 y hasta 300
Regular	Mayor de 350 y hasta 450
Bueno	Mayor de 450 y hasta 500


La Calificación que se obtiene de la inspección visual se da por una persona que tiene la experiencia suficiente y puede darla tan solo con ver el deterioro o falla, existen normas las cuales dan las características que son suficientes para determinar el tipo de deterioro, si se realizara tal cual dice la norma sería muy difícil terminar de hacer la revisión ya que al llevar el control de este procedimiento sería muy tardado y los deterioros se harían mayores y no se acabaría de revisar los elementos cuando ya surgirían mayores desperfectos, por lo cual esto se de manera subjetiva y por la experiencia del inspector que realiza la labor.

La manera de dar la calificación en los elementos es la siguiente:

- Dividir la carretera en tramos de 10 [km] tratando de que empiece en número cerrado, o sea si empieza en 21+450 la primer sección será de 1+450 y las demás secciones serán de la medida antes mencionada.
- A cada sección darle una calificación respecto a la inspección visual.
- Ponderar las calificaciones de cada sección
- Teniendo las ponderaciones de cada elemento se suman y en base a la tabla 3.5 se obtiene el estado físico de la carretera.

A continuación se muestra la tabla con la cual se dan las calificaciones por elemento y con la cual se obtiene la calificación de toda la carretera:

Tabla 3.6 Reporte de calificación

 <p>DIRECCION GENERAL DE CENTRO U. G. S. T.</p>	<p style="text-align: center;">DATOS OBTENIDOS EN EL RECORRIDO DE CALIFICACION DEL ESTADO FISICO DE LOS CAMINOS</p> <p>CONSERVACION A CARGO DE LA : _____ JEFE DE LA DEPENDENCIA : _____</p> <p>ESTADO DE : _____ JEFE DE LA UNIDAD : _____ FECHA : _____</p> <p style="text-align: center;">RESUMEN DE LA CALIFICACION</p> <p style="text-align: center;">ESTADO DE</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ELEMENTOS</th> <th colspan="5">LONGITUD TOTAL EN KM</th> <th rowspan="2">TOTAL</th> </tr> <tr> <th>PESIMO (0 - 1)</th> <th>MALO (1.1 - 2)</th> <th>REGULAR (2.1 - 3)</th> <th>BUENO (3.1 - 4)</th> <th>OPTIMO (4.1 - 5)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CORONA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DRENAJE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DERECHO DE VIA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">CUERPO :</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">SEÑALAM</td> </tr> <tr> <td>VERTICAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HORIZONTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ELEMENTOS	LONGITUD TOTAL EN KM					TOTAL	PESIMO (0 - 1)	MALO (1.1 - 2)	REGULAR (2.1 - 3)	BUENO (3.1 - 4)	OPTIMO (4.1 - 5)	CORONA							DRENAJE							DERECHO DE VIA							CUERPO :							SEÑALAM							VERTICAL							HORIZONTAL						
ELEMENTOS	LONGITUD TOTAL EN KM					TOTAL																																																								
	PESIMO (0 - 1)	MALO (1.1 - 2)	REGULAR (2.1 - 3)	BUENO (3.1 - 4)	OPTIMO (4.1 - 5)																																																									
CORONA																																																														
DRENAJE																																																														
DERECHO DE VIA																																																														
CUERPO :																																																														
SEÑALAM																																																														
VERTICAL																																																														
HORIZONTAL																																																														

La calificación total ponderada del estado físico de un camino nos dice en qué estado se encuentra la carretera y en base a esto realizar un plan de conservación.

3.2. Evaluación detallada.

En la Ingeniería carretera, la calidad del pavimento se analiza determinando la regularidad superficial, que son las irregularidades verticales acumuladas con respecto a un plano horizontal. Estas irregularidades se deben en mayor medida a dos causas, la primera es un proceso constructivo deficiente y la segunda al tránsito vehicular y, en algunas ocasiones es la combinación de ambas, es decir, que por una mala construcción y por el peso de los vehículos provoca un asentamiento o reacomodo del material que lo constituye y es por eso que las irregularidades se presentan.

Con relación al estado físico de la superficie de rodamiento de un pavimento a través del antiguo sistema y que aún hoy en día es vigente el sistema AASHO es una medida conservadora pero no deja de ser subjetiva.

En la actualidad para maximizar la rentabilidad de los recursos se han elaborado estrategias de conservación y lograr preservar la vida útil de las carreteras, por lo cual se han hecho estudios relativos a la medición de la rugosidad en la superficie de rodamiento en éstas, el Índice de Rugosidad Internacional y la obtención de la profundidad de roderas.

Para medir la rugosidad de los pavimentos se ha establecido y aceptado el indicador conocido como “Índice de Rugosidad Internacional (**IRI**), que mide la rugosidad del pavimento y así saber la uniformidad de la superficie de rodamiento.

La periodicidad de las evaluaciones detalladas dependerá del desgaste de la superficie de rodamiento de la autopista pero nunca deben de pasar más de 2 años entre una y otra evaluación. El IRI se deberá de medir con equipo y personal capacitado, que deberá

recorrer toda la longitud de las carreteras año con año y así llevar un seguimiento de los desgastes de la carretera.

El **IRI**, profundidad de roderas y los deterioros son los parámetros con los que se permite saber la calidad de la superficie de rodamiento.

El **IRI** es una medida de las irregularidades verticales del pavimento lo largo de la zona de rodadura, con respecto a una superficie plana y es equivalente a la relación entre dichas irregularidades acumuladas y la longitud del tramo medido.

Actualmente se utilizan equipos como el perfilógrafo que mediante un sistema gráfico o computarizado que determina las irregularidades en el punto medio, éste puede ser de 3 o 7 [m] de magnitud, éste equipo tiene una velocidad de operación de 20 a 80 [km/h] y no interfiere con el flujo vehicular.

El propósito del sistema es analizar la carretera por segmentos de 1[km] y establecer las características de regularidad superficial. Se realiza la medición del IRI para cada segmento y saber las condiciones de la carretera.

Para el Sistema Nacional de Autopistas de Cuota, los valores de IRI normativos de aceptación y rechazo son:

- Intervalo de aceptación $0 < \text{IRI} < 2.81$ km/m
- Intervalo de rechazo $\text{IRI} > 2.81$ km/m

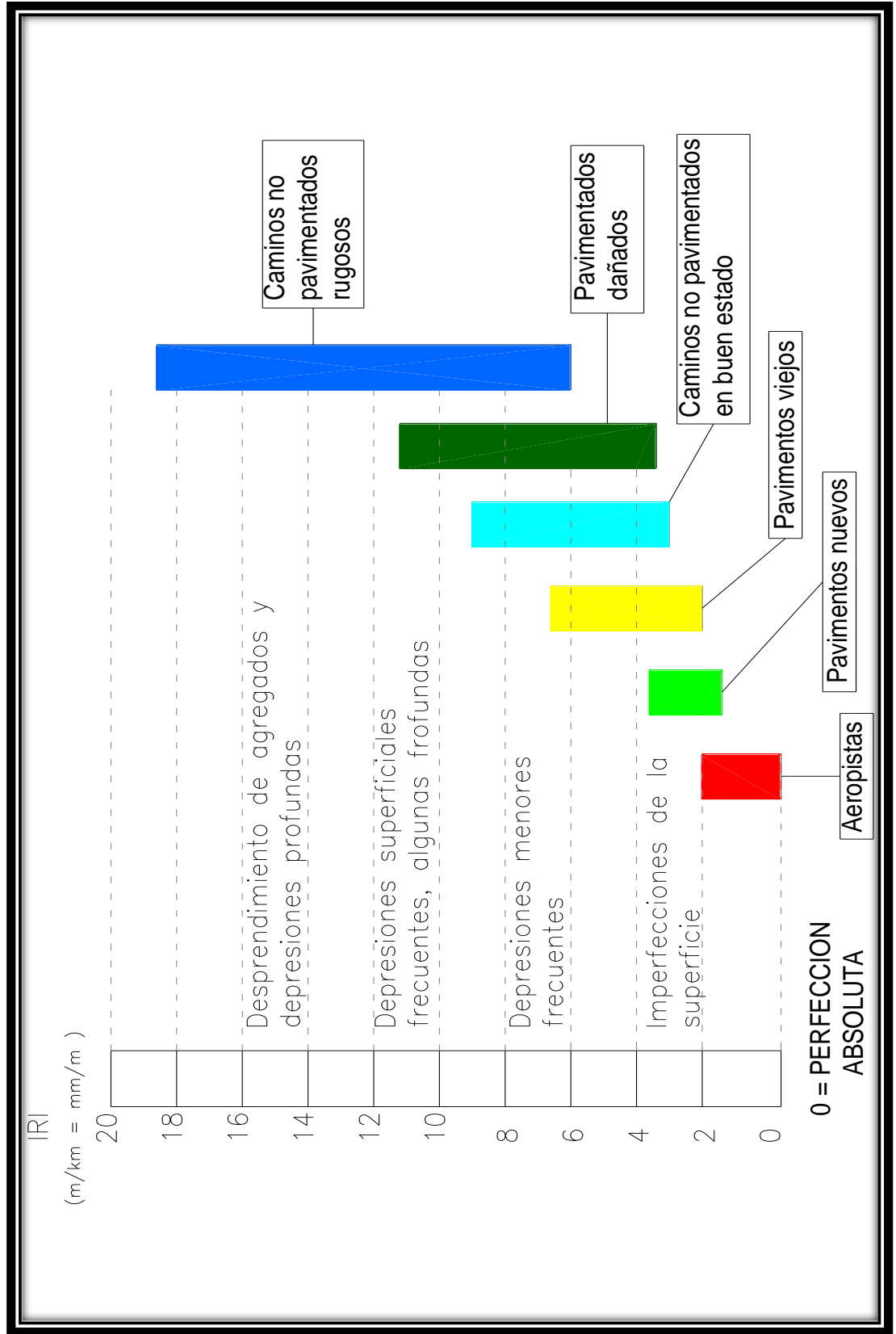


Fig. 3.1 Escala de valores del Índice de Rugosidad Internacional

En lo que respecta al coeficiente de fricción o deslizamiento del pavimento, su medida y estudio es fundamental, sobre todo en caminos donde la intensidad de tránsito es muy grande, la fricción se determina con el pavimento artificialmente mojado y una llanta especial. Este coeficiente indica la eficiencia de frenado en el pavimento mojado.

El coeficiente de fricción es la relación existente entre la fuerza de fricción, que desarrollan las llantas, oblicuas al eje de arrastre al ser remolcadas por un vehículo a la velocidad de operación sobre la superficie de rodamiento, y la fuerza normal a la superficie de apoyo a lo largo de la zona de rodadura de un subtramo homogéneo de autopista.

Éste coeficiente para cuando el pavimento se encuentra mojado depende de varios factores, algunos inherentes con la carretera, como el estado de la superficie de rodamiento, drenaje, etc.; mientras que existen otros que dependen totalmente del usuario, como la velocidad, el estado de las llantas, etc.; incluso algunos dependen de la naturaleza como la nieve, hielo sobre la carpeta, lluvia, etc.

El coeficiente de fricción está en función de la velocidad y cantidad de agua que exista en el pavimento, además del tipo y estado del pavimento.

Otra falla común que también se califica dentro de ésta evaluación es la conocida como rodera, se define como los deterioros que se presentan en la superficie de rodamiento, los cuales se identifican por hundimiento o marcas generadas por los ejes vehiculares.

Para el Sistema Nacional de Autopistas de Cuota, los valores de Profundidad de Roderas (PR) normativos de aceptación y rechazo son:

- Intervalo de aceptación $0 < PR < 10$ [mm].
- Intervalo de rechazo $PR > 10$ [mm].

Cuando la Profundidad de Roderas está en el primer intervalo se hace una renivelación para restituir el índice de servicio, pero si se encuentra en el segundo intervalo entonces esto muestra una probable falla estructural del pavimento (capas inferiores), como en base, sub-base, etc.

Por consecuencia se realiza un estudio para determinar posibles rehabilitación o reconstrucción del pavimento.