

“EQUIPOS DE MEDICIÓN DE EFECTIVIDAD DE SEÑALES VIALES PARA AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL”

Becario: Juan Ignacio Calderón ⁽¹⁾
Director: Ing. Luis Ricci ⁽²⁾

Proyecto de I+D+i de pertenencia:

“Desarrollo de Metodología para confección de Auditorías de Seguridad Vial en redes viales urbanas”
Código UTN: UT11331 Código de Incentivos 25/1049

1. Resumen

En líneas generales la señalización es una herramienta de la ingeniería vial que abarca el diseño y disposición de señales de advertencia al tránsito en forma vertical u horizontal, debiendo cumplir requisitos de contraste y retroreflectividad. Es por eso que existen equipos diseñados puntualmente para medir dicho parámetro como el Reflectómetro (manual o móvil) lo cual mide la retrorreflexión, es decir, reflexión en la cual la radiación retorna hacia la fuente emisora en direcciones cercanas a la de incidencia, en otras palabras, mide el reflejo de las señales de tránsito. Este parámetro depende principalmente de la composición de las pinturas (microesferas), colocación y así mismo el mantenimiento que se le otorga.

2. Abstract

Overall, the signal is a traffic engineering tool that covers the design and provision of warning signs to traffic in a vertical or horizontal, and must meet requirements of contrast and retroreflectivity. That's why there are equipment designed to measure this parameter punctually as the reflectometer (manual or mobile) which measures the retroreflection, ie, reflection in which light returns to the emitting source in directions close to the incidence in other words, it measures the reflection of road signs. This parameter depends mainly on the composition of the paintings (microspheres), placement and maintenance so that it is given.

3. Fundamentos

En el ámbito de nuestro país se denomina “Señalización Vertical” a los carteles, pórticos, y ménsulas generalmente compuestos por chapas a las que se adosa la lamina que compone la señal; y “Demarcación Horizontal” aquella marcas viales adosadas al pavimento generalmente constituida por diferentes pinturas y adiciones. Las normas de tránsito de cada jurisdicción (regional, nacional, provincial y/o municipal) les han dado las dimensiones y colores apropiados, así como también las ubicaciones y distancias estándares, respecto de las curvas, puentes, calzadas, cruces, etc. Se distinguen entre estas señales por su forma y color las señales reguladoras o de reglamentación, las señales preventivas y las señales informativas.

3.1 Definiciones de utilidad:

Retrorreflector: Superficie o elemento del cual, al ser irradiado direccionalmente, una proporción relativamente grande de la radiación reflejada es retrorreflejada. Esta propiedad se mantiene para un amplio campo de direcciones de incidencia.

(1) Becario de investigación del Centro de Investigaciones Viales LEMaC Depto. de Ing. Civil

(2) Director de Beca, Integrante del proyecto, Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva Vías de Comunicación I - Depto. de Ing. Civil

Lámina retrorrefleora: Material compuesto por lentes esféricas, incrustadas en una resina transparente, presentando al observador una superficie lisa, que se comporta como un retrorreflector.

Placa de base: Aquel al cual se adhiere la lámina retrorrefleora para confeccionar el cartel o señal, en general de aluminio. La placa de base es la que provee la resistencia mecánica adecuada a la señal.

Coefficiente de intensidad luminosa (R): Cociente obtenido al dividir la intensidad luminosa (I) de un retrorreflector en la dirección de observación, por la iluminancia (E1) en el retrorreflector sobre el plano perpendicular a la dirección de la luz incidente.

$$R = I / E1 \text{ [candelas / lux]}$$

Coefficiente de retrorreflexión (R'): Cociente obtenido al dividir el coeficiente de intensidad luminosa de una superficie plana retrorrefleora por su área.

$$R' = R / A = (I / E1) / A \text{ [(cd / lux) / m}^2\text{]}$$

3.2 Visibilidad de la señalización vial:

Diversos estudios realizados a nivel mundial demuestran que un conductor necesita entre 10 y 14 segundos para visualizar una marca vial y para después completar con una maniobra segura. Esto significa que la señal debe de ser **VISIBLE** a la distancia compatible con la velocidad del vehículo.

Para lograr esto las señales deben de ser visibles de día (contraste) y de noche (retroreflectividad).

La **visibilidad diurna** de la señalización se logra con la aplicación de materiales que dan un adecuado contraste con el pavimento de concreto o de asfalto a señalizar.

Las normas internacionales han regulado cinco colores con este fin:

- Amarillo: regula flujos de sentidos opuestos, limitación de espacios prohibidos para estacionamientos, parada de vehículos y marcación de obstáculos.
- Blanca: para la regulación de flujos en un mismo sentido, delimitación de carriles, limites de espacio para estacionamientos de vehículos, cruces y linderos peatonales, símbolos y leyendas.
- Rojo: para proporcionar contraste en la demarcación de ciclovías, en la parte interna de estas asociadas a una línea blanca, símbolos de hospitales, bomberos, etc.
- Azul: utilizada para áreas especiales destinadas a paradas de embarque y desembarque, discapacitados.
- Naranja: utilizadas en señalamiento de construcciones o reparaciones en caminos, rutas, etc.
- Verde: utilizada para áreas de circulación de bicicletas (bici-senda).



Figura N°: 1 – **CONTRASTE INADECUADO**

La **visibilidad nocturna** de la señalización se logra con la adición de microesferas de vidrio, que actuando como pequeños lentes, recolectan y concentran los rayos de luz emitidos por los faros de los vehículos devolviéndolos a los ojos del conductor del mismo vehículo. A esto se le llama señalización retrorrefleora.

Para entender un poco mejor este funcionamiento se puede decir que existen tres tipos de reflexión de luz:

- Reflexión especular: la que ocurre cuando se refleja en un espejo o superficie lisa, siendo reflejada en el sentido opuesto. Como cuando se refleja sobre un espejo de agua o charco en el pavimento.
- Reflexión difusa: cuando se refleja sobre una superficie rugosa, reflejando desordenadamente en varias direcciones.
- Retroreflexión: ocurre cuando la luz que incide sobre la superficie son redireccionados de vuelta a la fuente por las microesferas ancladas en el material de señalización, volviendo la señalización visible de noche.

4. Desarrollo

4.1 Materiales que componen las señales:

Microesferas de Vidrio: Producidas de vidrios seleccionados tipo soda-cal, con un índice de refracción determinado, llamadas microesferas por ser su diámetro menor a 1,0 mm. Aplicadas sobre la superficie horizontal recolectan los rayos de luz; estos rayos se reflejan en las esferas en donde el pigmento que está por debajo de ellas actúa como el fondo de un espejo. Estos rayos reflejados nuevamente sufren un nuevo direccionamiento al cambiar de medio vidrio-aire y viajan casi paralelos devueltos al vehículo (Retroreflexión).



Figura Nº: 2 – MICROESFERAS DE VIDRIO

Las microesferas de vidrio son un componente importante de casi todos los tipos de materiales para la demarcación vial. Las microesferas otorgan a las marcas dos características: durabilidad, y la más importante retro-reflectancia. Las demarcaciones sin microesferas son virtualmente inútiles de noche. Además de ello, las cubiertas de los vehículos pasarían directamente sobre la capa lisa de la marca y desgastarían el material más rápido.

Los problemas más comunes asociados con la aplicación de microesferas de vidrio son el engarce incorrecto, la distribución despereja y “gramaje” impropio del sembrado.



Figura Nº: 3 – COLOCACIÓN Y DESGASTE DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Los métodos para evaluar la retro-reflectancia durante el día incluyen:

1. El método del microscopio o la lupa de aumento. Un microscopio iluminado muy económico puede ser usado para evaluar la densidad, distribución, y engarce de las microesferas inmediatamente después de su aplicación. Tener en cuenta que el grado de engarce y la distribución solo pueden ser verificados por inspección visual.

2. Método del retro-reflectómetro. Estos aparatos miden la visibilidad nocturna (coeficiente de retrorreflexión) del material. Existen distintos tipos de equipos para medir la reflectancia de la demarcación. Las demarcaciones se hacen durante el día sobre un pavimento limpio y seco.
Ante la carencia de un Retroreflectómetro, es posible utilizar muestras-patrón calibradas como elementos de comparación visual.
3. Técnica de la Luz de Sol / Sombra. El sol deberá estar entre 20 y 80 grados sobre el horizonte (ni amanecer ni mediodía). Haga una sombra sobre la demarcación a observar. Cuando su sombra toque la marca observar lo siguiente, que indicará si hay problema:
 - Barras alternantes brillantes, suaves u oscuras a través de la marca.
 - Marcas brillantes. Una línea gris mate indica distribución adecuada.

Durante la tarea de demarcación (en la fase constructiva), otro método simple de asegurar una adecuada distribución, es observar el soplete de esferillas atrás de la maquina aplicadora. Si las microesferas están rebotando fuera de la línea; la línea deberá verse sucia. Si brilla, podría indicar que las esferas se han hundido. Palmear una línea seca, debería ser áspera. El mejor método, y el más fácil, es un recorrido nocturno a bordo de un vehículo con los faros encendidos. Las demarcaciones deberán reflejarse en forma pareja y uniforme.

Las experiencias indican que existe una pérdida prematura de las propiedades ópticas con una caída del nivel de servicio de la retroreflectividad ocurrida en pocos días posterior a la aplicación de pinturas y microesferas.

4.2 Causas del deterioro de la retrorreflectancia:

Sin descuidar el aspecto técnico de la situación, comenzaron a realizarse seguimientos estacionales considerando factores climáticos, zafras, operativas portuarias y de otras empresas radicadas en las inmediaciones, donde mostraron una excesiva presencia de diversos materiales tales como chips de madera, áridos, arroz, trigo, soja, fertilizantes, sal, sebo, carbón, etc.

Además, la existencia de problemas de escurrimiento de las aguas pluviales contaminadas debidos a deficiencias en los drenajes agrava la situación. Sin embargo, la presencia de aguas pluviales exentas de contaminantes, no provoca ningún efecto perjudicial sobre la señal.

Los fenómenos mencionados atentan contra el principio de la retrorreflexión.



Figura Nº: 4 – DETERIORO DE LA REFLECTANCIA

- Los sólidos provocan abrasión, favoreciendo la destrucción y el desprendimiento de las microesferas del film de pintura.
- Los agentes químicos y el aplastamiento de las semillas generan un film que promueve el anclaje de la suciedad y dificulta la incidencia de la luz o atenúa la luz reflejada.

Por lo tanto debido al incumplimiento de los reglamentos nacionales de circulación y transporte de cargas por parte de los transportistas, la aparición y permanencia de materiales no deseados que contaminan las señales del pavimento, ocasionan dificultades de visualización, adherencia y durabilidad de las demarcaciones.

Las actividades de reposición de la señalización horizontal están previstas por desgaste atribuible al tránsito. Los imprevistos que aparecen debido a la suciedad ameritan otro tipo de acciones complementarias.

5. Medición de la reflectancia en demarcación horizontal

Las medidas del coeficiente de luminiscencia retroreflectiva se consiguen a través de los RETROREFLECTÓMETROS, aparatos diseñados para tal fin, que simulan la interacción de los faros, el sistema retroreflectivo y los ojos del conductor, que reproduce y cuantifica el fenómeno de retroreflectividad. Hay diversos equipos en el mercado, tanto del tipo dinámico (unidades móviles) como del tipo manual.

Los equipos más usados son los portátiles manuales, que miden parámetros de lectura a 15 o a 30 m de distancia de los elementos reflectores con los ángulos de observación generados.

Es importante la calibración diaria del retroreflectómetro antes de salir al campo y cada dos años en el laboratorio del fabricante.



Figura Nº: 5 – RETROREFLECTOMETRO MANUAL TIPO LTL-X

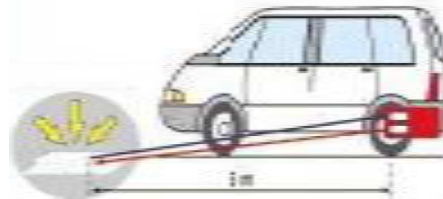


Figura Nº6: EQUIPO DE ALTO RENDIMIENTO

6. Conclusiones

Puntos Positivos:

- Reconocimiento de equipos de medición de la reflectancia
- No olvidar el mantenimiento de las señalizaciones, factor indispensable para la duración.
- Si no se posee el equipo, se puede hacer un diagnóstico prematuro.

Puntos Negativos:

- Poca práctica debido al costo del equipo.

7. Bibliografía

- APPLUS. (2008). "Indicadores y métodos de medición", Jornada Técnica. Señalización Horizontal. Retos en su mantenimiento. España.
- IRAM. (1992). Norma IRAM 1221 "Pintura Reflectante para Demarcación de Pavimentos. Editorial: IRAM. Argentina.
- IRAM. (1992). Norma IRAM 1210 "Pintura para Demarcación de Pavimentos. Editorial: IRAM. Argentina.
- <http://www.neurtek.com/catalogo/index.php?pg=2&Sector=438&Sector2=444&Familia=1125&CodProducto=699>

