



**BUAP**

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**"INVESTIGACIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN  
EN EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL  
DE LA RED FEDERAL DE CARRETERAS DEL  
ESTADO DE PUEBLA"**

**TESIS**

Que para obtener el grado de  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**  
**CON OPCIÓN TERMINAL EN CONSTRUCCIÓN**

Presenta:

**Eduardo Porras Álvarez**

Asesor de tesis:

**M.I. Jorge Antonio Caraza Islas**

Puebla, Pue.

Julio 2018



**BUAP**

OFICIO SIEP No. 3300/2016

**ING. EDUARDO PORRAS ALVAREZ**  
**Maestría en Construcción**  
**Presente.**

El suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado **"INVESTIGACIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN EN EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA RED FEDERAL DE CARRETERAS DEL ESTADO DE PUEBLA"**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción, asignándose como asesor de tesis al M.I. Jorge Antonio Caraza Islas.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

"Pensar bien, para vivir mejor"  
Puebla, Pue., a 09 de Diciembre de 2016

**M.I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ**  
Director de la Facultad de Ingeniería

C.c.p. M.I. Jorge Antonio Caraza Islas.- Asesor de Tesis.  
C.c.p. Archivo.

ABH/WVL/dsm.



**60**  
**AÑOS DE**  
**AUTONOMÍA**  
UNIVERSITARIA

Facultad  
de Ingeniería

Bld. Valsequillo y Av. San Claudio  
s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel,  
Ciudad Universitaria,  
Puebla, Pue. C.P. 72570  
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610



*Caraza Islas*  
*Recibe*  
*20/Enero/2017*

**M. I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNANDEZ**

**DIRECTOR DE LA FACULTAD DE**

**INGENIERIA DE LA B. U. A. P.**

**P R E S E N T E .**

Por este medio informo a usted, en atención a su oficio SIEP No. 3300/2016, en el que fui asignado como asesor de la tesis denominada **"INVESTIGACION DE LA RETRORREFLEXION EN EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA RED FEDERAL DE CARRETERAS DEL ESTADO DE PUEBLA"**, elaborada por el **ING. EDUARDO PORRAS ALVAREZ**, requisito necesario para su titulación y obtener el Grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción; esta ha sido debidamente revisada por el abajo firmante, y las correcciones sugeridas ya fueron realizadas. Por lo anterior, le manifiesto que no existe inconveniente alguno para **autorizar la impresión de la misma**.

Agradeciendo su atención, quedo de usted.

Puebla, Pue., a 31 de Julio de 2018



M. I. Jorge A. Caraza Islas.

## **Agradecimientos**

Mi Señor Dios... te doy gracias por darme la vida, por traerme hasta este tiempo y poder bajo tu amparo, cumplir las metas que me he trazado.

Agradezco a mi Madre, por su esfuerzo, por su amor y guía.

Agradezco a mí familia y hermanos por su apoyo.

Agradezco al M.I. Antonio Cruz Perez, por su amistad y apoyo en las facilidades otorgadas para llevar a acabo este proyecto de Maestría.

Agradezco al M.I. Jorge Antonio Caraza Islas, por su motivación y apoyo para tomar esta decisión que culmina con la presente tesis.

Agradezco a las personas que creyeron en mí, para tomar esta decisión, por su apoyo y confianza, a todas ellas gracias.

Agradezco a mis compañeros de viaje, que me facilitaron el transitar con su compañía y amistad.

Agradezco a los que ya no están por los favores recibidos y que otorgaron en mí, la confianza del esfuerzo para seguir cada día tratando siempre de ser un mejor ser humano.

## **Dedicatoria**

Le dedico este trabajo de Tesis a mi Esposa, a tí mi amor, que eres mi compañera, mi refugio y mi motor; que hemos caminado juntos parte del camino y que eres mi cómplice perfecta en este viaje llamado vida.

A mis hijos, Eduardo y Sergio, que son mi luz y mi motivación en este andar. Se los dedico como un regalo a todo su amor y a lo que han aportado a mi vida.

A mis hermanos, que son base de mí.

A todos los que ya no están y que, de alguna forma tocaron mi vida, para ser lo que soy.

# “INVESTIGACIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN EN EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA RED FEDERAL DE CARRETERAS DEL ESTADO DE PUEBLA”

## ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	1
<b>I. Antecedentes del Señalamiento Horizontal</b> .....	6
I.1. Inicios del Señalamiento .....	7
I.1.a Edad antigua .....	7
I.1.b Edad Media .....	8
I.1.c Edad Contemporánea .....	12
I.1.d Materiales de las Señales .....	19
I.2. Aparición del Automóvil .....	23
I.3. El Semáforo .....	24
I.4. Desarrollo en México.....	26
<b>II. Condiciones del Estado de Puebla</b> .....	31
II.1. Condiciones Generales del Estado.....	31
II.1.a Origen de la palabra Puebla .....	31
II.2. Territorio.....	32
II.2.a Colindancia .....	32
II.3. División Política .....	33
II.4. Población .....	35
II.5. Economía.....	36
II.6. Turismo.....	37
II.7. Clima .....	38
II.7.a Temperatura.....	39
II.7.b Precipitación .....	40
<b>III. Red de Carreteras</b> .....	42
III.1. Desarrollo Carretero .....	42
III.2. Normatividad de Señalamiento Horizontal .....	44
III.3. Longitud de carreteras en el estado de Puebla .....	45
III.4. Parque vehicular .....	46

III.5. Densidad vehicular.....	47
III.6. Tramos Carreteros por Evaluar .....	49
III.6.a Administración de la Red .....	50
III.7. Selección de tramos a evaluar .....	51
III.8. Método de Evaluación.....	52
III.9. Criterios de la SCT.....	55
III.9. Definición del método Exploratorio.....	57
III.10. Proceso de exploración.....	58
<b>IV. Datos Obtenidos en Campo .....</b>	<b>60</b>
IV.1. Tipo de Equipos de retrorreflexión horizontal .....	60
IV.2. Equipo y su funcionamiento .....	62
IV.3. Selección de los Trabajos de Campo .....	69
IV.4. Obtención de Datos.....	74
IV.4.a Concentrado por porcentaje de resultados aceptables (1ª Método).....	78
IV.4.b Resultados de retrorreflexión en forma cuantitativa (2ª Método).....	83
<b>V. Resultados y Conclusiones de la Investigación.....</b>	<b>88</b>
V.1. Análisis General .....	89
V.2. Desarrollo del Método de Análisis por pruebas .....	89
V.3. Desarrollo del Método de Análisis por resultado de prueba .....	93
V.4. Cuadro General de Resultados .....	96
V.4.a Método de Análisis por pruebas realizada.....	96
V.4.b Método de Análisis por resultado de prueba obtenido .....	97
V.5. Datos Adicionales.....	99
V.6. Presentación de Matriz de Atención.....	101
V.6.a Matriz de Atención de acuerdo con el método de número de pruebas .....	104
V.6.b Matriz de Atención de acuerdo con el método de Resultados de Prueba.....	107
V.7. Comparación de Resultados de ambos metodos .....	110
<b>Conclusiones .....</b>	<b>112</b>
<b>Comentarios .....</b>	<b>114</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>116</b>

# “INVESTIGACIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN EN EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA RED FEDERAL DE CARRETERAS DEL ESTADO DE PUEBLA”

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Retrorreflexión en el señalamiento horizontal.....	3
Figura 2. Milliarium, señal de caminos en la antigua Roma.....	8
Figura 3. Primer mapa conocido, Tábula Peuntigeriana.....	9
Figura 4. Papa Bonifacio VIII, Dicto la primera orden vial.....	10
Figura 5. Isabel la Católica.....	11
Figura 6. Arquetipo de la bicicleta 1820.....	12
Figura 7. Inicio del ciclismo como medio de transporte.....	13
Figura 8. Primeras señales en Italia.....	13
Figura 9. Señales Bufalo Club, New York.....	15
Figura 10. Roma 1920.....	15
Figura 11. Elaboración de señales después de la segunda guerra mundial en Francia.....	16
Figura 12. Convención de Viena 1968.....	17
Figura 13. Señales que conformaron la primera Norma.....	17
Figura 14. Señal de alto con perlas de vidrio, 1960.....	19
Figura 15. Laminado prismático de alta intensidad.....	21
Figura 16. Equipo especializado para aplicar señalamiento horizontal.....	21
Figura 17. Efecto de retrorreflexión en la microesfera.....	22
Figura 18. Señalamiento horizontal.....	23
Figura 19. Carro a vapor Cugnot´s fardier 1771, Museo de arte París.....	24
Figura 20. Diseño del Mecanismo del primer semáforo, Garret Morgan,1923.....	25
Figura 21. Primer automóvil en México.....	28
Figura 22. Anuncio publicitario del Delaunay Belleville.....	29
Figura 23. Logotipo de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte.....	30
Figura 24. Colindancia del estado de Puebla.....	33
Figura 25. Zonas socioeconómicas en el estado de Puebla.....	35
Figura 26. Afluencia de visitantes en el estado de Puebla en 2017.....	38
Figura 27. Climas predominantes en el estado de Puebla.....	39

Figura 28. Distribución de la precipitación.....	41
Figura 29. Red de carreteras en el estado de Puebla .....	46
Figura 30. Parque vehicular por municipio del estado de Puebla .....	47
Figura 31. Mapa izquierdo red del estado, mapa derecho red federal a cargo de la SCT (línea roja) .....	50
Figura 32. Equipo para medir la retrorreflexión horizontal .....	60
Figura 33. Equipo adicional en el equipo de retrorreflexión (según modelo).....	61
Figura 34. Equipo de retrorreflexión (RoadVista StripMaster 2touch).....	62
Figura 35. Esquema de la caratula del equipo (RoadVista StripMaster 2touch) .....	64
Figura 36. Obtención de resultados impresos en campo (RoadVista StripMaster 2touch).....	66
Figura 37. Microlocalización de puntos evaluados (RoadVista StripMaster 2touch).....	67
Figura 38. Macrolocalización de puntos evaluados Tehuacán – Huajuapán de León .....	67
Figura 39. Datos de la prueba realizada en campo carretera Tehuacán – Huajuapán de León .....	68
Figura 40. Resultado de aceptación o rechazo según el color de la viñeta .....	68
Figura 41. Ubicación de las carreteras y puntos evaluados.....	74
Figura 42. Descripción de los componentes del registro para número de pruebas .....	79
Figura 43. Eficiencia global en la red federal de carreteras en el estado de Puebla.....	93
Figura 44. Carretera Apizaco – Tejocotal, Línea color blanco (resultados de retrorreflexión) .....	94
Figura 45. Carretera Apizaco – Tejocotal, Línea color amarillo (resultados de retrorreflexión).....	94
Figura 46. Grafica general de los resultados de retrorreflexión de las carreteras evaluadas en el estado de Puebla, color blanco .....	103
Figura 47. Grafica general de los resultados de retrorreflexión de las carreteras evaluadas en el estado de Puebla, color amarillo.....	103

**“INVESTIGACIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN EN EL  
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA RED  
FEDERAL DE CARRETERAS DEL ESTADO DE PUEBLA”**

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Comparativa Extensión del Territorio de Puebla .....	32
Tabla 2 Comparativa de Municipios por estado.....	33
Tabla 3 Población por estado .....	36
Tabla 4 Conformación del PIB en el estado de Puebla .....	36
Tabla 5 Histórico de temperaturas en el estado de Puebla .....	40
Tabla 6 Montos asignados para la conservación de la red federal .....	44
Tabla 7 Normativa que regula el Señalamiento Horizontal .....	44
Tabla 8 Histórico del parque vehicular en el estado de Puebla.....	47
Tabla 9 Histórico del parque vehicular en el estado de Puebla.....	48
Tabla 10 Coeficientes comparativos con otras entidades.....	49
Tabla 11 División de la Red Federal de Carreteras en el estado de Puebla .....	51
Tabla 12 Tramos carreteros para ser evaluados .....	52
Tabla 13 Coeficientes mínimos de reflexión de las pinturas para señalamiento horizontal .....	54
Tabla 14 Coordenadas Cromáticas de los colores a emplear en el señalamiento horizontal .....	55
Tabla 15 Código de colores para el señalamiento en México.....	57
Tabla 16 Registro de datos de campo en hoja de cálculo (RoadVista StripMaster 2touch) .....	65
Tabla 17 Tramos carreteros para ser evaluados .....	70
Tabla 18 Puntos evaluados por carretera.....	70
Tabla 19 Porcentaje de tramos evaluados .....	71
Tabla 20 Datos de la carretera Apizaco - Tejocotal .....	75
Tabla 21 Datos de la carretera Puebla – Teziutlán.....	75
Tabla 22 Datos de la carretera Pachuca – Tuxpan .....	75
Tabla 23 Datos de la carretera Puebla – Jalapa.....	76
Tabla 24 Datos de la carretera San Salvador el Seco - Tehuacán .....	76
Tabla 25 Datos de la carretera Puebla – Tehuacán .....	77
Tabla 26 Datos de la carretera Cuautla – I. de Matamoros .....	77
Tabla 27 Datos de la carretera Puebla – Huajuapán de León.....	78
Tabla 28 Pruebas de retrorreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal .....	79

Tabla 29	Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Teziutlán .....	80
Tabla 30	Pruebas de retrorreflexión de la carretera Pachuca – Tuxpan.....	80
Tabla 31	Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Jalapa.....	81
Tabla 32	Pruebas de retrorreflexión de la carretera San Salvador el Seco – Tehuacán.....	81
Tabla 33	Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Tehuacán .....	82
Tabla 34	Pruebas de retrorreflexión de la carretera Cuautla – I. de Matamoros.....	82
Tabla 35	Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Huajuapán de León .....	82
Tabla 36	Resultados de retrorreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal .....	83
Tabla 37	Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla -Teziutlán .....	84
Tabla 38	Resultados de retrorreflexión de la carretera Pachuca - Tuxpan.....	84
Tabla 39	Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla - Jalapa .....	85
Tabla 40	Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla – Tehuacán .....	85
Tabla 41	Resultados de retrorreflexión de la carretera San Salvador el Seco – Tehuacán .....	86
Tabla 42	Resultados de retrorreflexión de la carretera Cuautla – I. de Matamoros.....	86
Tabla 43	Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla – Huajuapán de León .....	87
Tabla 44	Coeficientes mínimos de reflexión de las pinturas para señalamiento horizontal .....	89
Tabla 45	Presentación gráfica de las pruebas de retrorreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal .....	90
Tabla 46	Porcentaje de Pruebas de retrorreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal .....	91
Tabla 47	Eficiencia de retrorreflexión en el señalamiento horizontal carretera Apizaco – Tejocotal .....	91
Tabla 48	Resumen de los resultados que cumplen con la norma en porcentaje .....	91
Tabla 49	Porcentajes del número de pruebas que cumplen con la vida de proyecto. ....	92
Tabla 50	Resultados promedio de retrorreflexión por carretera.....	95
Tabla 51	Concentrado de Datos de cuantificación de valores aceptables de acuerdo con la norma .....	96
Tabla 52	Concentrado General de eficiencia en la Red Federal de carreteras en el estado de Puebla .....	97
Tabla 53	Resultados por línea de color blanco.....	98
Tabla 54	Resultados por línea de color amarillo.....	98
Tabla 55	Datos viales de las carreteras evaluadas.....	99
Tabla 56	Registro de temperaturas promedio .....	99
Tabla 57	Precipitación total anual (mm) .....	100
Tabla 58	Datos Generales del estudio de retrorreflexión en la red federal de carreteras (1er método) .....	104
Tabla 59	Matriz por porcentaje de pruebas en la red federal de carreteras, retrorreflexión (1er	

método).....	105
Tabla 60 Matriz de Atención de conservación de señalamiento horizontal (1er método) .....	106
Tabla 61 Datos Generales del estudio de retrorreflexión en la red federal de carreteras (2do. método).....	107
Tabla 62 Matriz por Resultado de prueba de retrorreflexión en la red federal de carreteras (2do. Método). .....	108
Tabla 63 Matriz de Atención de conservación de señalamiento horizontal (2do. Método).....	109
Tabla 64 Resultados y nivel de atención de retrorreflexión en la red federal de carreteras.....	110

## Introducción

El presente tema de tesis se propone, para obtener el Título de Maestro en Ingeniería; con el tema de **“Investigación de la Retrorreflexión en el Señalamiento Horizontal de la Red Federal de Carreteras del Estado de Puebla”**.

Esta investigación, pretende evaluar la retrorreflexión en el señalamiento horizontal y la importancia que representa en la red federal de carreteras en el estado de Puebla, basado en una propiedad de funcionamiento y que se puede valorar in situ de forma cuantitativa.

El sistema de señalamiento instalado en nuestras avenidas y carreteras, son un conjunto de elementos diseñados, para mantener el orden de tránsito de los vehículos y peatones; también nos guían y orientan a nuestros destinos, esto dando seguridad y comodidad a cada usuario.

El Señalamiento es un elemento de poca relevancia económica, comparado con la construcción de una carretera, y su complejidad es simple; comparado con los diseños, estudios estructurales, estudios hidráulicos, topográficos, por citar algunos. Sin embargo, es muy importante, ya que su objetivo es meramente personal; es decir, es de conectar al usuario con su destino en forma segura.

En la aplicación del señalamiento a través de los años y de las experiencias obtenidas a nivel mundial, se han recabado y analizado cada una de estas experiencias, con el objetivo mejorar el señalamiento, generando criterios, leyes, reglamentos, normativas, entre otros. Con esto se ha generado homologaciones de señales en grandes regiones, eliminando conflictos de interpretación del señalamiento. la idea de innovar una mejor señal, que siga prestando al conductor la

información necesaria para su cumplimiento de su ruta establecida. Incorporando técnicas, análisis de condiciones, materiales que presten una mejor claridad de detección, duración del servicio hacia las condiciones climáticas, de pavimento y de nivel de servicio de cada carretera. Para mejor desarrollo del estudio del sistema de señalamiento, diremos que está dividido inicialmente en señalamiento horizontal y señalamiento vertical.

El señalamiento horizontal ha sido diseñado, para que sea entendido por los usuarios, indicando trayecto, conducta y control; teniendo que permanecer colocadas y visibles en la superficie del pavimento.

Con estas necesidades de cumplimiento para el señalamiento horizontal, nos genera la inquietud de investigar sus antecedentes, condiciones actuales, reglamentos y normatividad; realizar trabajo de campo, donde se obtendrá características del señalamiento, tipo de línea y pruebas de retrorreflexión; para que con la concentración de información se presente un diagnóstico que establezca el comportamiento de funcionalidad del señalamiento, acorde con las condiciones que se tiene en campo; se plantea su conservación, para ofrecer un nivel de servicio aceptable a lo que establecen los reglamentos que aplican para cada caso en particular.

Dentro de las características del señalamiento horizontal, encontramos un elemento que aporta ayuda al usuario en la carretera, este parámetro se llama “Retrorreflexión”; este concepto, toma importancia en condiciones climáticas adversas como puede ser neblina, lluvia y/o condiciones nocturnas; proporcionando a los conductores una guía personalizada a lo largo de su trayecto.

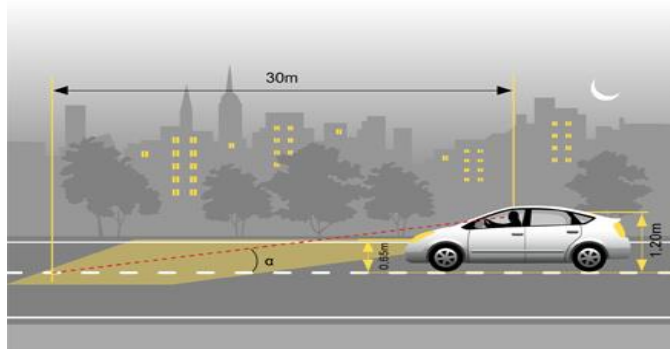


Figura 1. Retroreflexión en el señalamiento horizontal

Fuente: ecophon. (s.f.). *Brillo & Difusión de la Luz*. Recuperado el 02 de 02 de 2018, de Ecophon Saint-Gobain: [www.ecophon.com/es/sobre-ecophon/propiedades-tecnicas1/Aspecto-visual/gloss--light-diffusion/](http://www.ecophon.com/es/sobre-ecophon/propiedades-tecnicas1/Aspecto-visual/gloss--light-diffusion/)

La retroreflexión o coeficiente de reflexión, consiste en enviar el haz de luz del automóvil a la línea que conforma el señalamiento horizontal y está tenga la particularidad de reflejar el haz de luz hacia el conductor; de esta manera, el efecto que tiene cuando es reflejado al conductor es de luminosidad, que da una guía por donde continuar en forma segura y cómoda, evitando o disminuyendo algún percance.

Para poder comprobarlo, es necesario la obtención de datos en campo, generar información que pueda ser comparada contra una normativa que estén establecidos por entidad reguladora; calificando la calidad, en base a una normatividad obtendríamos una calificación de eficiencia; en nuestro país la entidad responsable es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes es responsables de 40,673.45 km considerada la red federal (libre de peaje) a nivel nacional. Por lo que se planteó, de este universo, solo evaluar lo correspondiente al estado de Puebla, la cual se tiene 1,005.46 km, que corresponde al 2.47% del total a nivel nacional.

Este segmento regional (red federal del estado de Puebla), se eligió por su variedad de climas, relieve y nivel de servicio de sus carreteras, por lo que se subdividirá en carreteras y tramos más significativos, sometiéndolos para su evaluación y análisis. Se planteó la exploración que ayudara a la evaluación del señalamiento horizontal.

Obteniendo datos de campo, se concentrarán para comparar con los parámetros de calidad que establece la normatividad, determinando su nivel de eficiencia por tramo y por carretera. proponiendo cartas de aceptación por tramo y por carretera.

Con estas cartas, podrá realizarse programas de conservación para mantener la eficiencia de aceptación que establece la normatividad.

El Diseño de una Matriz, será finalmente el resultado de la investigación, en donde interaccionarán datos de retrorreflectividad, con el nivel de servicio (TDPA), tendrá por meta plantear el grado de prioridad para atender cierto tramo carretero.

Esta investigación, lleva la encomienda de crear el estímulo de calidad que los usuarios del sistema carretero federal necesitan para guiar su destino, dando confianza y seguridad vial en sus recorridos. Siendo la SCT, la entidad que tendrá que generar un programa con la eficiencia que mejore el sistema de señalamiento horizontal en la Red federal de carreteras del estado de Puebla.

Así entonces, está tesis se conforma de la siguiente forma:

**Capítulo I**, en este capítulo se reseña los orígenes de las señales, y como ha sido su desarrollo y reglamentación hasta nuestros días.

**Capítulo II**, es necesario señalar las principales actividades sociales, económicas del estado de Puebla comprendiendo de esta forma el crecimiento del estado en los últimos años.

**Capítulo III**, conocer y describe la red federal del estado de Puebla, para determinar la importancia que tiene en la movilidad que se presenta actualmente.

**Capítulo IV**, en este capítulo, se establece el universo de muestreo, el equipo ha emplear, tramos explorados, pruebas y resultados obtenidos.

**Capítulo V**, se establece el análisis de los resultados y se generan matrices de atención de acuerdo con los métodos establecidos y el servicio que se detecta de acuerdo con su TDPA.

### **etimología**

**Señal** es un término que proviene del latín signalis. Se trata de un signo, seña, marca o medio que informa, avisa o advierte de algo. Este aviso permite dar a conocer una información, realizar una advertencia o constituye como un recordatorio.

## **I. Antecedentes del Señalamiento Horizontal**

El hombre está en una constante evolución, ha inventado, desde la herramienta más simple hasta equipos muy sofisticados; esto se refleja, en actividades que desarrolla en cada área que conforma el mundo moderno. Y para que estos inventos converjan en la población, donde puedan coexistir en convivencia; el hombre ha elaborado sistemas de control, leyes, códigos, reglamentos, manuales, con el objetivo de establecer comportamientos que ayuden a una convivencia de armonía.

Dentro de este grupo de sistemas, leyes y reglamentos, establecidos en una comunidad, encontramos un sistema que da orden al traslado de personas dentro y fuera de su comunidad; este sistema, se ha desarrollado a como el hombre ha ido generando inventos que faciliten su movilidad y mucho del orden que refleja cada comunidad, este sistema se denomina señalética.

El sistema de señales, tienen a su vez una inmensa gama de subsistemas, que se aplican a diario en nuestras ciudades; con el fin, de indicar su orientación en el traslado.

El objetivo principal de un Sistema de Señalización es de orientar, prevenir y delimitar a las personas, estos ya sea como conductores o peatones, durante su traslado, dándoles información de su lugar, destino y de las precauciones que deben de tener para su movilidad.

El sistema de señalización se ha desarrollado tanto que lo podemos encontrar además de las carreteras, también en calles y avenidas; pero también, en aeropuertos, centros comerciales, edificios públicos, áreas privadas, en estaciones de transporte, en bodegas, talleres, centros de

investigación y en centros educativos principalmente.

Se han generado manuales de señalética, que regulan el comportamiento de conducción a más de un país, teniendo un comportamiento de comunidad.

A continuación, se presenta una reseña histórica de cuáles fueron sus orígenes y las condiciones que se enfrentaron los hombres de ayer, para resolver el o los tipos de elemento horizontal y poder valorar en su medida el sistema de señalética establecido actualmente.

## **I.1. Inicios del Señalamiento**

### **I.1.a Edad antigua**

Las primeras referencias de señales en caminos dando alguna información de dirección y/o ubicación son las halladas en los territorios del Imperio Romano, los cuales datan del año 29 A.C. hasta el siglo III de la era moderna, las cuales eran columnas de piedra entre 3 y 4 m de altura, siendo su diámetro entre 60 a 80 cm de diámetro y se encontraban a lo largo de los caminos; estas estructuras monolíticas indicaban la distancia hasta Roma.

Son los romanos, los primeros que establecen un código de señales para guiar al viajero en su traslado por las calzadas del imperio. Estos elementos señaléticos romanos contaban en millas romanas la distancia desde ese punto a los diferentes destinos que comunicaba la calzada. (Recuenco, Historia de las señales de tráfico, 2015, p. 1)



Figura 2. Milliarium, señal de caminos en la antigua Roma  
 Fuente: Bofill, M. (03 de 03 de 2018). *Señalización de las calzadas romanas*. Recuperado el 04 de 04 de 2018, de gladiatrix , antigua Roma: <http://gladiatrixenlaarena.blogspot.com/2018/03/senalizacion-de-las-calzadas-romanas.html>

La red era muy extensa y compleja, abarcaba todos los pueblos mediterráneos y unía la totalidad de las poblaciones de este gran imperio. Se estima la red en unos 100,000 km aproximadamente (Rights, 2015).

### **I.1.b Edad Media**

En la edad media no se tiene gran avance con respecto a la señalética, se continua con el uso de mojones o mojoneras de piedra, seguían siendo grabados a cincel informando igualmente su ubicación, rumbos o conexiones, y la distancia a los principales lugares, se inició el uso de cartelones en otros materiales como el hierro o la madera.

Los pictogramas, ideogramas o símbolos no tenían gran desarrollo, pues la velocidad de marcha del viajero, le permitía leer las indicaciones sin detener su marcha. Este rudimentario sistema de

orientación se complementaba con el primer mapa de carreteras conocido. Se trata de un rollo de vitela que ha llegado a nuestros días en una copia realizada en el medievo y que recibe el nombre de Tábula Peutingeriana (Recuenco, Historia de las señales de tráfico, 2015).

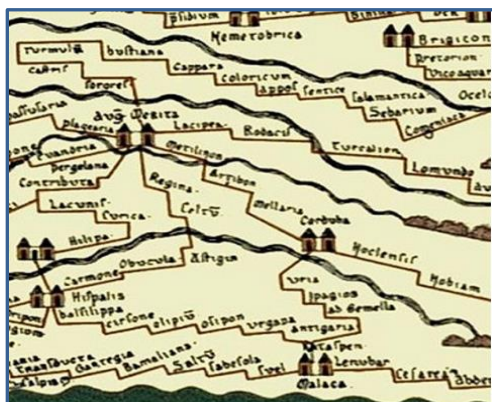


Figura 3. Primer mapa conocido, Tábula Peutingeriana  
 Fuente: Recuenco, P. (05 de 01 de 2015). *Historia de las señales de tráfico*. Recuperado el 05 de 02 de 2018, de Autofácil: [www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/05/historia-senales-traffic/22523.html](http://www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/05/historia-senales-traffic/22523.html)

También se conoce que el viajero podía adquirir de una guía para no perderse por las calzadas romanas. Esta debía comprarse a la salida de cada población, y consistía en un vaso metálico el cual tenía grabado en su entorno exterior las rutas que el viajero quería recorrer, la distancia entre cada población (millas romanas).

Hacia el año 1300, se realizó en Roma una multitudinaria peregrinación, por lo que el Papa Bonifacio VIII, se vio en la obligación de velar por el éxito del evento y dictó una norma para que los carruajes circularan por la izquierda. (Royo Mejía, 2012) El Papa Bonifacio VIII establecía mediante la bula *Antiquorum habet fida relatio* el primer año santo jubilar que se celebraría cada cien años, por lo que el número de visitantes en aquellos días se estima alcanzó la cifra de doscientas mil personas. La consecuencia lógica fue el colapso de las vías de acceso a los

mencionados templos romanos, así como varios accidentes mortales. (Royo Mejía, 2012)



Figura 4. Papa Bonifacio VIII, Dicto la primera orden vial  
Fuente: Royo Mejía, A. (01 de mayo de 2012). *Bonifacio VIII*. Recuperado el 05 de 03 de 2018, de Temas Historia de la Iglesia: <http://www.infocatolica.com/blog/historiaiglesia.php/1205010826-bonifacio-viii-el-triste-fina-2>

El problema llegó a oídos del Papa Bonifacio, que enseguida resolvió poner en práctica una solución novedosa: ordenó marcar con líneas blancas el centro de las vías; por un lado, circularían peatones y por el otro, carruajes.

Este es el verdadero origen del señalamiento horizontal documentado, el Papa Bonifacio VIII que ha pasado a la posteridad, como el precursor de la seguridad vial y autor de la primera normativa de tráfico de la historia.

En el periodo de 1474 - 1504, en tiempos de Isabel la Católica, estableció que los carreteros que provocaban accidentes, debido a la conducción en estado de ebriedad debían de pagar una multa (Enciclográfica, 2012).



Figura 5. Isabel la Católica

Fuente: Flandes, J. (2004). *Isabel I la Católica*. Recuperado el 14 de 03 de 2018, de Biografías y Vidas: [https://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/isabel\\_i\\_catolica.htm](https://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/isabel_i_catolica.htm)

En el año 1584, el Virrey de Valencia dispuso la pena de excomunión mayor a quien aparcara su carro en las calles por las que debían transitar las procesiones más solemnes (Enciclográfica, 2012).

En el año 1767, el Rey Carlos III, hizo un listado de multas destinadas a los infractores que circularan por el camino de Madrid a Aranjuez. Los ingresos recaudados por dichas multas se destinaban al arreglo de la ruta (Enciclográfica, 2012).

Cinco siglos después de que se dictara esta norma, Napoleón Bonaparte (1769 – 1821) cambió el sentido de la marcha en todo su imperio (Enciclográfica, 2012).

Como resultado que Inglaterra no fue conquistada por Napoleón Bonaparte; Inglaterra sigue regulando su tránsito de acuerdo con lo establecido por el Papa Bonifacio III (Enciclográfica, 2012).

### I.1.c Edad Contemporánea

A principios de 1800, las bicicletas se convirtieron en un popular medio de transporte. Como resultado del aumento de tráfico rodado, las organizaciones de ciclismo y las autoridades locales comenzaron la colocación de señales de tráfico con calaveras y tibias cruzadas para advertir a los ciclistas de las pendientes resbaladizas u otras situaciones peligrosas, A mediados del siglo ya se contabilizaban unas 4,000 señales instaladas sólo en Inglaterra (Bikester, 2017).



Figura 6. Arquetipo de la bicicleta 1820  
Fuente: Draisine or Laufmaschine. (18 de 07 de 2008). *Bicicleta*. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bicicleta>

Con respecto a las señales de tráfico modernas, la primera señal de “Pare” se diseñó en Alemania en el **año 1892**. Ésta consistía en una calavera metálica que se iluminaba en la noche. La implantación de esta señal provocó el pánico de los viajeros.

En el **año 1895**, en Europa, el Touring Club Italiano comenzó a cabildear por mejores señales de tráfico (Reynafarje, 2014).



Figura 7. Inicio del ciclismo como medio de transporte  
 Fuente: Antiguas Fotos. (2 de 10 de 2013). *Fotos Antiguas de capitales Europeas*. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Antiguas Fotos: <http://homozopiense1.blogspot.com/2013/10/roma.html>

En apariencia, las líneas de las carreteras, así como la preocupación por la seguridad vial son asuntos propios del siglo XX, sobre todo teniendo en cuenta que la primera autopista del mundo fue construida en Italia en los años 20 (Enciclográfica, 2012).



Figura 8. Primeras señales en Italia

Fuente: Enciclográfica. (2012). *Historia y origen de las Señales de Tráfico*. Recuperado el 16 de 03 de 2018, de Enciclográfica: [http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffics\\_sign\\_histor y.html](http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffics_sign_histor y.html)

En España se tiene el concepto que fue el albaceteño Antonio Gómez Ibáñez quién, a principios de los años 60 del siglo XX, que observo que los coches tenían el peligro de golpear con la llanta el bordillo que se localiza en los hombros de la carretera y accidentarse en las cunetas, provocando volcaduras de los autos. Por este motivo, y tomando el ejemplo del ferrocarril, ideó el pintar unas rayas a lo largo de la carretera, guiando al automovilista sobre la calzada de la carretera, este elemento evitaría los accidentes (Martínez, 2008).

Varios años antes, concretamente en **1912**, la doctora June A. Carroll visitaba a sus pacientes en coche desde su consulta de Palm Springs, en California, Estados Unidos. A menudo, cuando pasaba por algunos tramos de la carretera, no podía ver por qué lado de la carretera transitaba, principalmente de noche. Así, tuvo la iniciativa de comprar un bote de pintura blanca y pintar una línea en el centro de la carretera para ayudar a los conductores a mantenerse en el lado derecho de la calzada. La idea de June se reveló de gran provecho y los conductores que pasaban por aquella carretera reconocían la utilidad de la raya pintada, motivo por el cual la Comisión de Carreteras de California adoptó con prontitud la idea (La voz del muro, 2016).

El color amarillo tráfico es fabricado por primera vez por el químico francés Louis Nicolas Vauquelin en 1809 a partir de unas muestras de crocoita, un mineral rojo anaranjado compuesto por cromato de plomo y descubierto por Johann Gottlob Lehmann (1719-1767, médico, científico y geólogo alemán; en el año 1761 y por Peter Simon Pallas el 1770. (Lucioni Maristany, 2017)

El pigmento se usó hasta 1870, cuando se abandonó su uso por la poca estabilidad y poca resistencia a la luz. Se recuperó a partir de 1918 cuando, ya entrado el siglo XX, la industria química fue capaz de fabricar el pigmento de una forma cada vez más estable y resistente. Su tonalidad está estandarizada internacionalmente como RAL 1023. (Lucioni Maristany, 2017)

Se considera que es un color que tiene gran visibilidad a la distancia y en la oscuridad nocturna. Los científicos lo describen como sigue: "la visión periférica lateral para la detección de los amarillos es 1,24 veces mayor que para el rojo, por esto se escogió el color para los autobuses escolares de Nueva York desde 1939, posteriormente en taxis y diversas señalizaciones de tránsito.



Figura 9. Señales Bufalo Club, New York  
 Fuente: Reynafarje, S. (29 de 10 de 2014). *Desde Roma hasta Detroit: La Historia de las Señales de Transito*. Recuperado el 28 de 03 de 2018, de SignoVial: <http://signovial.pe/blog/historia-senales-transito/>

En el **año 1899**, El Departamento de Transporte de EE.UU. (DOT), se reunió en Nueva York para formar un club de coches, y una de sus prioridades era publicar y mantener las señales en las carreteras principales, que guiaría a los automovilistas a destinos específicos. (Reynafarje, 2014)



Figura 10. Roma 1920  
 Fuente: Antiguas Fotos. (2 de 10 de 2013). *Fotos Antiguas de capitales Europeas*. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Antiguas Fotos: <http://homozopiense1.blogspot.com/2013/10/roma.html>

Los patrones básicos de los signos de tráfico se establecieron en el **1908** el Congreso Internacional de Carreteras, en Roma. En **1909**, nueve gobiernos europeos acordaron el uso de cuatro símbolos pictóricos, lo que indica "alto", "curva", "intersección", y "a nivel de grado de

cruce de ferrocarril". (Reynafarje, 2014)

El intenso uso y el crecimiento que las señales de tráfico soportan entre 1926 y 1949, en paralelo al crecimiento del parque automovilístico, condujo al desarrollo del sistema de señal de tráfico de Europa. (QUO, 2015)



Figura 11. Elaboración de señales después de la segunda guerra mundial en Francia  
Fuente: QUO. (09 de 07 de 2015). *¿QUIÉN INVENTÓ LAS SEÑALES DE TRÁFICO?* Recuperado el 29 de 03 de 2018, de QUO: <http://www.quo.es/ser-humano/quien-invento-las-senales-de-traffic>

En **1968**, los países europeos firmaron en la **Convención de Viena** un tratado sobre circulación por carretera, con el objetivo de estandarizar las normas de tráfico en los países participantes, facilitar el tráfico internacional por carretera y aumentar la seguridad vial. Como resultado de ello, en Europa Occidental las señales de tráfico están bien estandarizados, aunque todavía hay algunas excepciones específicas de cada país, que datan en su mayoría de la época anterior a 1968. (Enciclográfica, 2012)

El principio de la norma europea para las señales de tráfico son formas y colores para indicar fines idénticos. Formas triangulares (fondo blanco o amarillo) se utilizan en señales de advertencia. Las señales de prohibición en Europa son redondas con un borde rojo. En la actualidad el Tratado

cuenta con 52 países signatarios, en los que se incluye toda Europa, gran parte de Asia y muchos países africanos (Recuenco, Historia de las señales de tráfico, 2015).



Figura 12. Convención de Viena 1968

Fuente: Antiguas Fotos. (2 de 10 de 2013). *Fotos Antiguas de capitales Europeas*. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Antiguas Fotos: <http://homozopiense1.blogspot.com/2013/10/roma.html>

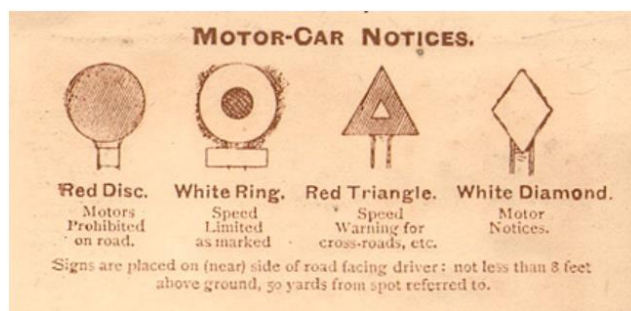


Figura 13. Señales que conformaron la primera Norma.

Fuente: Recuenco, P. (05 de 01 de 2015). *Historia de las señales de tráfico*. Recuperado el 05 de 02 de 2018, de Autofácil: [www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/05/historia-senales-traffic/22523.html](http://www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/05/historia-senales-traffic/22523.html)

El sistema americano de señales de tráfico es el usado en la totalidad del continente americano desde Canadá hasta América del Sur. También está implantado en Australia, Nueva Zelanda, gran parte de los territorios oceánico y algunos países africanos. (Enciclográfica, 2012)

Los primeros intentos de normalización de las señales norteamericanas se producen en 1905. El Automóvil Club Buffalo instaló una extensa red de señales en el estado de Nueva York.

En 1909, el Club de Automóviles de California emprendió la tarea de señalar las principales carreteras en un radio de 250 millas en torno a San Francisco. A principios de la década de 1920, los representantes de Wisconsin, Minnesota, Indiana y recorrieron varios Estados con la intención de desarrollar una base uniforme de signos y marcas viales.

El grupo presentó sus conclusiones a los departamentos de carreteras de la Asociación del Valle de Mississippi (MVASHD) en 1932. De sus esfuerzos nacieron las normas generales para las señales americanas, muchas de las cuales todavía están en uso hoy. En 1932, se crea la primera "Comisión Mixta de Dispositivos Uniformes de Control de Tráfico". (Recuenco, Historia de las señales de tráfico, 2015)

En 1935, se publicó la primera guía de normas de tráfico a nivel interestatal (MUTCD). El MUTCD ha crecido y cambiado y ha sido revisado aproximadamente cada diez años para reflejar los cambios.

A partir de la década de 1960, la señalización del Norte de América comienza a adoptar los símbolos y signos internacionales en su sistema. Los pictogramas de las señales marrones de información en espacio públicos fueron encargadas y diseñadas por la AIGA (American Institute of Graphic Arts) y componen la primera colección estructurada de pictogramas señaléticos. (Recuenco, Historia de las señales de tráfico, 2015)

### I.1.d Materiales de las Señales

Los Materiales de las señales preindustriales eran de piedra o de madera, pero con el desarrollo del método Darby de fundición de hierro con coque, se hicieron de hierro fundido pintadas desde finales del siglo XVIII y todo el XIX. El hierro fundido se siguió utilizando hasta la mitad del siglo XX, fue desplazado gradualmente por aluminio u otros materiales y procesos, como esmaltado vítreo y/o prensados de hierro maleable, o más tarde de acero. Desde 1945 la mayoría de los signos se han hecho en chapa de aluminio con revestimientos de plástico adhesivo.

Las primeras señales carecían de la tecnología reflectora prevalente en los signos de hoy. Eran por lo común, chapas pintadas de colores vivos (blanco, amarillo, rojo) procurando su máxima visibilidad, pero de baja eficacia por la noche.

En **1954** fue inventado el material resistente a la decoloración, lo que dio origen a la señal de STOP de color blanco y rojo icónico.



Figura 14. Señal de alto con perlas de vidrio, 1960  
Fuente: Enciclográfica. (2012). *Historia y origen de las Señales de Tráfico*. Recuperado el 16 de 03 de 2018, de Enciclográfica: [http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffic\\_sign\\_history.html](http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffic_sign_history.html)

Más tarde a las señales se le incorporan perlas de vidrio de aproximadamente 2 cm de diámetro para producir un efecto reflector en la noche, estas fueron pegadas en las señales en la forma de números (es decir, el límite de velocidad) o los símbolos que ayudan al conductor durante la noche.

El desarrollo de la lámina retrorreflectante por la empresa 3M en la década de 1940 cambió la cara de las señales de tráfico para siempre. Este material desarrollaba una tecnología de lente encapsulada reflectante similar a las perlas de vidrio, pero en una película de plástico transparente, para aumentar la visibilidad nocturna. Estas primeras láminas encapsuladas se llamaban "*Scotchlite*". (Enciclográfica, 2012)

En el año 1989 aumenta la visibilidad con la sustitución por reflectores prismáticos microscópicos. Con aproximadamente 7,000 microprismas por pulgada cuadrada, la mejora de láminas produce alrededor de tres veces el brillo de la lente encapsulada. Este material laminado es el utilizado en los signos de hoy y es el tipo más duradero de láminas de alto rendimiento disponible en la actualidad, hoy mejorados en productos como el "*High Intensity Prismatic*" y "*Diamond Grade Cubed*". (Shannon-Baum Signs & Graphics Blog, 2013)

En lo que respecta a la pintura para señalamiento horizontal, sea generado una guerra comercial por presentar el producto con mejores características para dar mayor reflectividad, durabilidad y economía, sin embargo, principalmente se tienen tres grupos, las pinturas base solvente, pinturas base agua y las termoplásticas, cada una con características propias y que deben de tomarse en cuenta para determinar el lugar en donde se emplearán. (Tino Ramos, 2004)

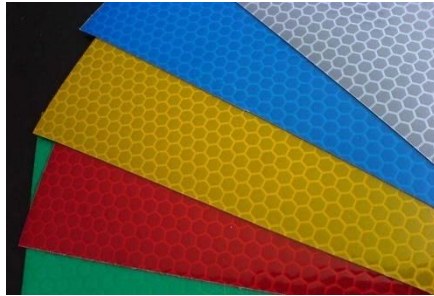


Figura 15. Laminado prismático de alta intensidad  
 Fuente: Shannon-Baum Signs & Graphics Blog. (3 de 06 de 2013). *La diferencia entre el grado de ingeniería, el prisma de alta intensidad y el laminado reflectante de grado diamante.* Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Shannon-Baum Signs & Graphics Blog: <https://shannonbaumsigns.wordpress.com/>

Conjuntamente con el mejoramiento de las pinturas en el señalamiento horizontal, se ha desarrollado equipos que la apliquen con mayor precisión, mejorando el rendimiento.



Figura 16. Equipo especializado para aplicar señalamiento horizontal  
 Fuente: Tecmapro. (2015). *Camión demarcación vial Hofmann H35.* Recuperado el 30 de 03 de 2018, de Tecmapro: <https://www.tecmapro.com/maquinas-pintabandas-hofmann-roadmarking/camion-demarcacion-vial-hofmann-h35.html#.Wz98hNizbIU>

Las microesferas de vidrio es un producto usado en la señalización vial de cara a mejorar la visibilidad en las carreteras cuando las condiciones de luminosidad no son suficientes. Las microesferas reflejan la luz en la dirección de la que proviene dando mejor visibilidad a la carretera. (Signo Vial, 2016)

El señalamiento horizontal se ha vuelto un lenguaje que sea desarrollado en otras áreas como es el área de transporte, industrial, escolar, edificios, hospitales, oficinas entre otros.



Figura 17. Efecto de retroreflexión en la microesfera  
 Fuente: Signo Vial. (10 de febrero de 2016). *Marcando el camino: Pinturas de tráfico y otras marcas viales*. Recuperado el 02 de 04 de 2018, de Signo Vial: <http://signovial.pe/blog/category/senalizacion-2/page/2/>

Se tiene en proceso nuevos materiales y nuevas técnicas que seguirán evolucionando el señalamiento horizontal. Como, por ejemplo, en el 2014 se realizó la aplicación de una pintura luminiscente para señalar las autopistas holandesas. El proyecto de iluminar un tramo de 500 metros de autopista en Oss, una población a unos 100 kilómetros al sureste de Amsterdam, había fracasado por incompatibilidades de la pintura con la lluvia. El caso es que Daan Roosegaarde y el equipo tras ‘Smart Highway’ han seguido trabajando desde entonces y han conseguido finalmente su propósito. (Smart Highway, 2014)

Esto queda como un ejemplo del desarrollo que se están preparando en diferentes partes del mundo, como las nuevas tecnologías en el señalamiento horizontal.



Figura 18. Señalamiento horizontal

Nota: 110 Construcciones S.A. de C.V. (s.f.). *Servicios*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de 110 Construcciones S.A. de C.V.: <http://110construcciones.com/>

## I.2. Aparición del Automóvil

El 23 de octubre de 1769, **Nicholas-Joseph Cugnot** realiza la primera prueba subida en un carronato, por las calles de París, al que luego llamaría *Fardier*. Se trataba de una especie de triciclo provisto de una máquina de vapor compuesta de una caldera y un motor de dos cilindros verticales. La rueda delantera era la tractora y, a su vez, directriz para poder moverse gracias al desplazamiento de 50 litros de agua repartidos en los cilindros. (Flores Corso, 2014)

Desde esa fecha hasta nuestros días, **la evolución del automóvil** ha sido constante en velocidad, carga, comodidad, seguridad, economía y silenciosos, pero este gran paso, gracias a *Cugnot*, podríamos decir que supuso la revolución industrial trasladada al automóvil al pasar directamente de los carruajes a los vehículos movidos por vapor con motor capaces de arrastrar 4.500 kilos a una velocidad de 4 km/h. (Wikipedia, 2017)



Figura 19. Carro a vapor Cugnot's fardier 1771, Museo de arte París  
Nota: Wikipedia. (19 de 11 de 2017). *Historia del automóvil*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_autom%C3%B3vil](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_autom%C3%B3vil)

La historia del automóvil empieza con los vehículos autopropulsados por vapor del siglo XVIII. En 1885 se crea el primer vehículo automóvil por motor de combustión interna con gasolina (Wikipedia, 2017).

El automóvil recorre las tres fases de los grandes medios de propulsión: vapor, electricidad y gasolina.

En 1900, la producción masiva de automóviles ya había empezado en Francia y Estados Unidos. Las primeras compañías creadas para fabricar automóviles fueron las francesas Panhard et Levassor (1889), y Peugeot (1891). En 1908, Henry Ford comenzó a producir automóviles en cadena de montaje, sistema totalmente innovador que le permitió alcanzar cifras de fabricación hasta entonces impensables. (Wikipedia, 2017)

### **I.3. El Semáforo**

El primer antecedente del semáforo viene inspirado de las señales luminosas que usaban en la red ferroviaria, tiene lugar en 1868, cuando se instala un semáforo en el exterior del parlamento

británico de Westminster obra del ingeniero J. P. Knight, tenía el aspecto de una señal de ferrocarril y tenía lámparas de gas rojas y verdes que se encendían por la noche. Tuvo un corto período de funcionamiento porque explotó matando a un policía. El accidente desalentó la continuación de otros experimentos hasta la aparición del automóvil, y su multiplicación en las calles de la ciudad hizo imprescindible retomar el tema. (Enciclográfica, 2012)

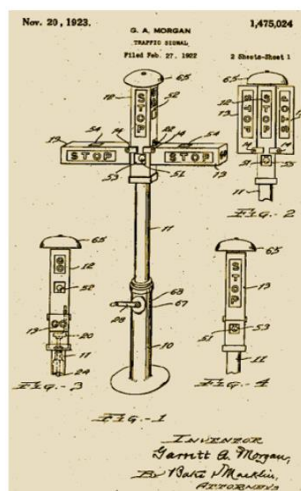


Figura 20. Diseño del Mecanismo del primer semáforo, Garret Morgan, 1923  
 Fuente: Enciclográfica. (2012). *Historia y origen de las Señales de Tráfico*. Recuperado el 16 de 03 de 2018, de Enciclográfica: [http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffics\\_sign\\_history.html](http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffics_sign_history.html)

Es Garrett Morgan, inventor afroamericano, el que inventa los automatismos del semáforo. En 1922 se le concedió la patente para el dispositivo y el mecanismo utilizado para hacer girar las banderas. Vendió sus derechos después de General Electric por \$40.000 dólares.

William Potts del Departamento de Policía de Detroit, es reconocido como el creador de la señal de "rojo-amarillo-verde" de tráfico, su señal direccional se instaló por primera vez en octubre de 1920 en la intersección de la avenida de Woodward y Fort St. Aunque el logro de Potts no fue reconocido en su momento, una decisión de la Corte Suprema en 1928 estableció que era, de hecho,

el inventor de la primera señal de tres colores. (Recuenco, Historia del semáforo, 2015)

La señal se mantuvo en servicio durante cuatro años. Cuando Potts instituyó la interconexión eléctrica de las señales de tráfico instalando en Detroit 15 torres para que puedan ser controladas por un oficial de policía desde una única ubicación.

#### **I.4. Desarrollo en México**

Hablar de señalamiento, es hablar de caminos, carreteras y vías de comunicación, para nuestro México, lo podemos remontar desde que las siete tribus Nahuatlacas iniciaron su peregrinar buscando la Señal que les indicaría donde establecerse, Tenochtitlán. (Monografías Plus, s.f.)

Durante la época Prehispánica, por necesidad los primeros caminos fueron de tipo peatonal, posteriormente cuando estos grupos se volvieron sedentarios los caminos tuvieron distintas finalidades, comerciales, religiosas y de conquista. Por las calzadas, hechas de tierra dura como enladrillado, circulaban miles de paseantes, recordemos que Tenochtitlán, era una de las ciudades con mayor población en el mundo, -traficantes comerciantes o tamemes- estos eran los cargadores de las mercancías que llevaban sobre la espalda, todo iba a lomo de indio. (Brayan, s.f.)

Con la conquista en 1519 Hernán Cortés trae consigo dieciséis caballos y algunas mulas, además de su tripulación y artillería. La introducción de caballos y mulas para el transporte de mercancías impulsó el trazo de nuevos caminos. (SCRIBD, s.f.)

Al año de 1533, cuando la Reina de España emitió en Madrid la Cédula Real que ordenó la

construcción de caminos en la Nueva España. En nuestro país, Juan Bautista Antonelli, ingeniero militar italiano, trazó la primera vía transitable que iba de México a Veracruz, vía Orizaba, por mandato del Virrey Luis de Velasco (hijo), en 1590. (S.C.T., 2015)

Al triunfo de los Liberales en 1867 los caminos que existían en México se originaban en su mayoría, en el trazo prehispánico y cuando mucho en el camino real de los virreyes. (S.C.T., 2015)

El Gobierno del presidente Benito Juárez crea la primera dependencia federal con el encargo de construir caminos, lo cual en el año de 1891 se convierte en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP). (S.C.T., 2015)

El Porfiriato, en este período se construyen más de 19 mil km de carreteras, en este periodo se trazaron únicamente los tramos de Oaxaca, Tehuacán, Puerto Ángel, Tula y ciudad Victoria. Las creaciones de tantas vías férreas eran para servir exclusivamente a la exportación de los productos mineros, agrícolas y ganaderos que producía el país, para llevarlo a Estados Unidos. (SCRIBD, s.f.)

En 1898, la secretaría S.C.O.P., hace el primer intento de controlar las anárquicas concesiones ferrocarrileras y poner atención a los caminos. Además, se dicta una ley que encargaba a los estados la reparación y conservación de los caminos.

No se tiene fecha exacta, pero ocurrió en una noche de enero de 1895, el primer automóvil que circuló en las calles de México hizo un recorrido histórico junto a los carruajes tirados por caballos. (Pérez, 2017)

El coche, que compartió las calles con carruajes, ante la mirada de quienes transitaban por las calles de la “*Ciudad de los Palacios*”, llegó desde Toulón, Francia. Había sido construido a mano e importado por la Agencia de Ingenieros Basave, Robles Gil y Zoraya.

Era un Delaunay Belleville, fabricado por la empresa “*S.A. des Automobiles Delaunay-Belleville*” fundada ochenta años antes de su llegada a México, en 1903. Contaba con un motor 6 OHV (Válvulas Sobre la Cabeza) y una potencia de 21 hp. (Atracción 360, 2016)



Figura 21. Primer automóvil en México

Fuente: Atracción 360. (23 de 05 de 2016). *Este fue el primer automóvil que hubo en México*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de R.S.V.P.: <http://www.rsvponline.mx/must/este-fue-el-primer-automovil-que-hubo-en-mexico>

Su orgulloso dueño, Don Fernando de Teresa rompió el viento a una velocidad de 16 km/h. Esa noche, al menos como anécdota, el parque vehicular, no sólo de la Ciudad de México, de todo el país era de 1 auto.

Sin saberlo, Fernando de Teresa estaba rompiendo el límite de velocidad que sería impuesto en el primer Reglamento de Tránsito unos años después, que era de 10 km/h en calles estrechas y hasta 40 km/h en las demás. Ese reglamento fue impuesto por el entonces presidente Porfirio Díaz,

quien años antes había tomado protesta como presidente por cuarta ocasión. (Atracción 360, 2016)



Figura 22. Anuncio publicitario del Delaunay Belleville  
 Nota. Atracción 360. (23 de 05 de 2016). *Este fue el primer  
 automóvil que hubo en México*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de  
 R.S.V.P.: [http://www.rsvponline.mx/must/este-fue-el-primer-  
 automovil-que-hubo-en-mexico](http://www.rsvponline.mx/must/este-fue-el-primer-automovil-que-hubo-en-mexico)

En 1903, los primeros automóviles llegaron a la Ciudad de México, totalizando un parque vehicular de 136 en aquel año, creciendo hasta los 800 automóviles tres años después. Esto encaminó al presidente Porfirio Díaz (de 1884 a 1910), para crear el primer Reglamento de Tránsito en el país. Sin embargo, él creó un impuesto para los propietarios de vehículos que fue abolido en 1911 con la victoria de Francisco I. Madero sobre Díaz. (S.C.T., 2015)

A partir de este momento, el crecimiento del parque vehicular ha sido ascendente, también se ha generado una necesidad constante en el desarrollo de la red de carreteras del país, teniendo que establecer leyes, reglamentos y manuales para el ordenamiento del tránsito local y nacional en el país, actualmente en las zonas urbanas es responsables los gobiernos locales como los municipios y los gobiernos estatales, y en la red federal de carreteras, la responsable es la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.



Figura 23. Logotipo de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte  
Nota: S.C.T. (09 de 12 de 2015). *Semblanza de la DGCC*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/antecedentes/>

Finalmente, esta reseña histórica de la evolución del señalamiento y sus actores nos trae al momento actual, considerando que continúa desarrollándose y tendremos que aprender de lo pasado, para un mejor señalamiento horizontal y su aplicación en el futuro.

## **II. Condiciones del Estado de Puebla**

En este capítulo se realiza una recopilación de datos generales del estado de Puebla, en donde se establecerá su participación en diversas áreas, como son comercio, población, turismo, clima entre otros, para comparar con otros estados a nivel nacional. Estableciendo un parámetro de actividad que genere el nivel de servicio que maneja el estado en su red federal de carreteras.

### **II.1. Condiciones Generales del Estado**

#### **II.1.a Origen de la palabra Puebla**

Etimología. pueblo, que dio el apellido y topónimo. El estado mexicano de Puebla viene de la primera ciudad fundada por españoles en 1531, la cual llamaron Puebla de los Ángeles (Etimología, s.f.)

El origen de la palabra Puebla, ha sido siempre controvertido, se le adjudica a la palabra pueblo en latín, ésta no coincide. Muchos han tratado también de adjudicarlo al náhuatl pero tampoco parece haber una correspondencia.

El primer registro de la denominación Puebla de Ángeles para la antigua ciudad prehispánica llamada Cuertlaxcoapan, provino del ensayo escrito por el fray Toribio de Benavente. (Wikipedia, 2018)

Fue Benito Juárez quien en 1862 decidió cambiar el nombre de la ciudad a Puebla, en referencia a su primera denominación por el fray Benavente, y a Zaragoza, en tributo al general Ignacio Zaragoza, quien luchó contra la invasión francesa en 1862. (Wikipedia, 2018)

## II.2. Territorio

El estado de Puebla ocupa el lugar 21 en área territorial, teniendo un área de 33,902 km<sup>2</sup>, que corresponde el 1.75% del territorio nacional. (SRE, 2016)

**Tabla 1**  
**Comparativa Extensión del Territorio de Puebla**

<i>No.</i>	<i>Estado</i>	<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Porcentaje</i>
	<i>México</i>	<i>1 959,248</i>	<i>100.00%</i>
<i>1</i>	<i>Chihuahua</i>	<i>247,938</i>	<i>12.60%</i>
<i>21</i>	<i>Puebla</i>	<i>34,286</i>	<i>1.75%</i>

Fuente: INEGI. (2015). Superficie. *Obtenido de Cuentame...de México:*  
<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio>

### II.2.a Colindancia

El Estado de Puebla se localiza en el centro oriente del País, en un valle de cuatro volcanes y está a una altura su capital (Puebla) de 2160 m sobre el nivel del mar. Colinda al este con el estado de Veracruz; al poniente con los estados Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala y Morelos; al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero. (BUAP, 2018)

Las coordenadas extremas del estado son: al norte 20° 50'24", al sur 17° 52'39" de latitud norte, al este 96° 43'29", al oeste 99° 04'14" de longitud oeste. (INEGI, 2017)



**Figura 24. Colindancia del estado de Puebla.**

Fuente: BUAP. (28 de 03 de 2018). *Información General*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Dirección General de Desarrollo Internacional: <http://www.relacionesinternacionales.buap.mx/dgdi-puebla.php>

### II.3. División Política

El estado de Puebla está dividido en 217 Municipios, en la República Mexicana está conformada por 2,457 municipios, siendo el estado de Oaxaca con más municipios con 570 y los estados con menos municipios son Baja California y Baja California Sur con 5. (INEGI, 2015)

**Tabla 2**  
*Comparativa de Municipios por estado*

Lugar que ocupa	Estado	No. de Municipios	Porcentaje
	Rep. Mexicana	2,457	100.00%
1	Oaxaca	570	23.19%
2	Puebla	217	8.83%
31	Baja California	5	0.20%
32	Baja California Sur	5	0.20%

Fuente: INEGI. (2015). Superficie. *Obtenido de Cuentame...de México:* <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio>

El estado de Puebla para su administración está dividido en 7 zonas económicas, las cuales se describen a continuación:

Región I .- Sierra Norte.- parte occidental de la Sierra Norte de Puebla. Los principales municipios de la región son Huachinango y Zacatlán. (Carrasco Hernández, 2017)

Región II. Sierra Nororiental.- parte oriental de la Sierra Norte de Puebla. El principal municipio de la región es Teziutlán. (Carrasco Hernández, 2017)

Región III. Serdán y Valles centrales.- parte oriental del estado. Principal municipio Libres. (Carrasco Hernández, 2017)

Región IV. Angelópolis.- incluye la capital del estado. Posee poco más de la mitad de las actividades de industria y comercio de la entidad. (Carrasco Hernández, 2017)

Región V. Valle de Atlixco y Matamoros.- valles de Atlixco y de Matamoros. Sus principales municipios son Atlixco e Izúcar de Matamoros. (Carrasco Hernández, 2017)

Región VI. Mixteca.- mixteca poblana. (Carrasco Hernández, 2017)

Región VII. Tehuacán y Sierra Negra.- alrededor de la Sierra Negra de Puebla. El principal municipio de la región es Tehuacán. (Carrasco Hernández, 2017)

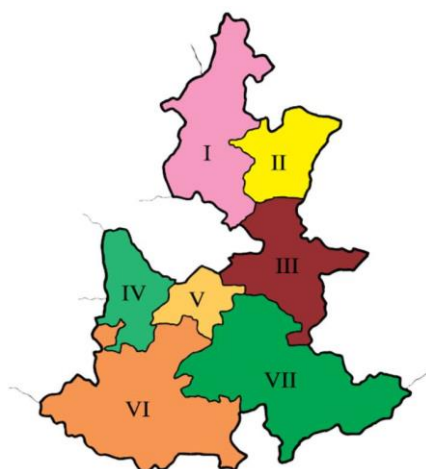


Figura 25. Zonas socioeconómicas en el estado de Puebla

Fuente: Carrasco Hernández, J. (18 de 09 de 2017). *Regiones de Puebla*. Recuperado el 07 de 04 de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Regiones\\_de\\_Puebla#cite\\_note-:0-2](https://es.wikipedia.org/wiki/Regiones_de_Puebla#cite_note-:0-2)

#### II.4. Población

De acuerdo con el censo llevado a cabo por INEGI, en el 2015, México tiene una población de 119 millones 530 mil 753 habitantes, la décimo primera población más grande del mundo.

El estado de Puebla tiene una población 6 millones 168 mil 883 habitantes, lo cual corresponde al 5.2% de la población total del país. (INEGI, 2015)

Los Municipios más poblados son: Puebla capital (1,576,259 Hab.), Tehuacán (319,375 Hab.), San Marín Texmelucan (152,051 Hab.). (INEGI, 2015)

El estado de Puebla es el 7º lugar en densidad habitacional a nivel nacional, siendo de 180 hab/km². La densidad habitacional Nacional es de 61 hab/km². (INEGI, 2015)

**Tabla 3**  
**Población por estado**

Lugar	Estado	No. de habitantes	Porcentaje
	Rep. Mexicana	119,530,753	100.00%
1	Edo. de México	16,187,608	13.50%
2	Cd. de México	8,918,653	7.50%
5	Puebla	6,168,883	5.20%
32	Colima	711,253	0.60%

Fuente: INEGI. (2015). Superficie. *Obtenido de Cuentame...de México:*  
<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio>

## II.5. Economía

La actividad de mayor en el estado es el comercio, y la aportación del estado de Puebla al producto interno bruto (PIB) es del 3.2%. (INEGI, 2015)

En el estado de Puebla se tiene una participación en importantes actividades e industrias; sin embargo, cuando es evaluada por ramas o especialidades por INEGI, tenemos la siguiente conformación en el estado. (INEGI, 2015)

**Tabla 4**  
**Conformación del PIB en el estado de Puebla**

Sector de actividad económica	% de aportación al PIB estatal
Actividades primarias	4
Actividades secundarias	33
Actividades terciarias	63
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: INEGI. (2015). *Cuentame de...Puebla.* Recuperado el 07 de 04 de 2018, de INEGI:  
[http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div\\_municipal.aspx?tema=me&e=21](http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=21)

## **II.6. Turismo**

El estado de Puebla es dueño de un patrimonio histórico y cultural en sus 217 municipios, cuenta con una cantidad de iglesias, edificios, casonas, conventos y haciendas cuya belleza arquitectónica ha posesionado a la entidad como uno de los principales destinos turísticos a nivel nacional e internacional. (Secretaría de Cultura y Turismo de Puebla, 2018)

El informe de la secretaria de Cultura y Turismo del estado de Puebla 2017, reporta que en la capital del estado se localizan el 28% de los hoteles del estado, de un total de 970, con una capacidad de 25,877 habitaciones disponibles en todo el estado.

Por lo que se refiere a ciudades del interior, el municipio de Puebla fue líder en el país con respecto al número de cuartos ocupados por noche en promedio, con 2 millones 116 mil 682, que representa 6.16% más que el mismo periodo del año 2016. (Secretaría de Cultura y Turismo de Puebla, 2018)

La ciudad de Puebla es una de las diez ciudades en el país que cuenta con declaratoria de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura, (UNESCO) de ser Ciudad Patrimonio Cultural de la Humanidad

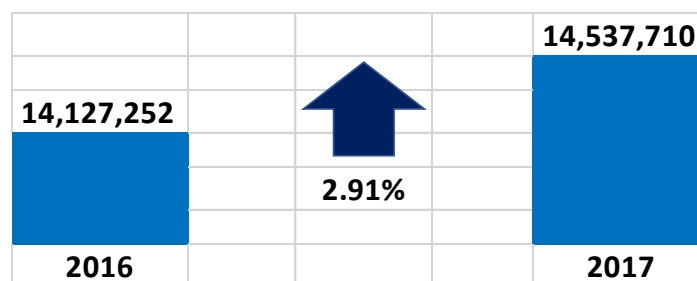


Figura 26. Afluencia de visitantes en el estado de Puebla en 2017  
Fuente: Secretaria de Cultura y Turismo de Puebla. (20 de 01 de 2018).  
*Estadísticas Culturales*. Recuperado el 08 de 04 de 2018, de Secretaria de  
Cultura y Turismo de Puebla:  
<http://culturayturismo.puebla.gob.mx/estadisticas/estadisticas-culturales>

Como consecuencia de los nombramientos de pueblos mágicos, se incrementó el turismo en el estado y complementándolo con las vías de comunicación (carreteras), esto lo refleja la Secretaria de Cultura y Turismo en los siguientes indicadores en su informe 2017. (Secretaria de Cultura y Turismo de Puebla, 2018)

Es necesario resaltar en este punto, el crecimiento que sea tenido en la materia de turismo, pero también en el cultural, la Secretaria de Cultura y Turismo del estado de Puebla en su informe 2017, reporta una fluencia o asistencia de 3 millones 533 mil 751 espectadores. (Secretaria de Cultura y Turismo de Puebla, 2018)

## II.7. Clima

En el estado de Puebla encontramos una diversidad de climas de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se conforma de la siguiente forma el 35% con clima templado subhúmedo con lluvias en verano y se presenta en la región central y sureste, 25% clima cálido

subhúmedo en la región norte y sureste, el 19% presenta clima seco y semiseco hacia el sur y centro oeste, el 14% clima cálido húmedo y se localiza en el norte y sureste, el 7% presenta clima templado húmedo en la región norte y una pequeña área hacia el sureste, también encontramos un pequeño porcentaje (0.2) de clima frío en la cumbre de los volcanes. (INEGI, 2015)

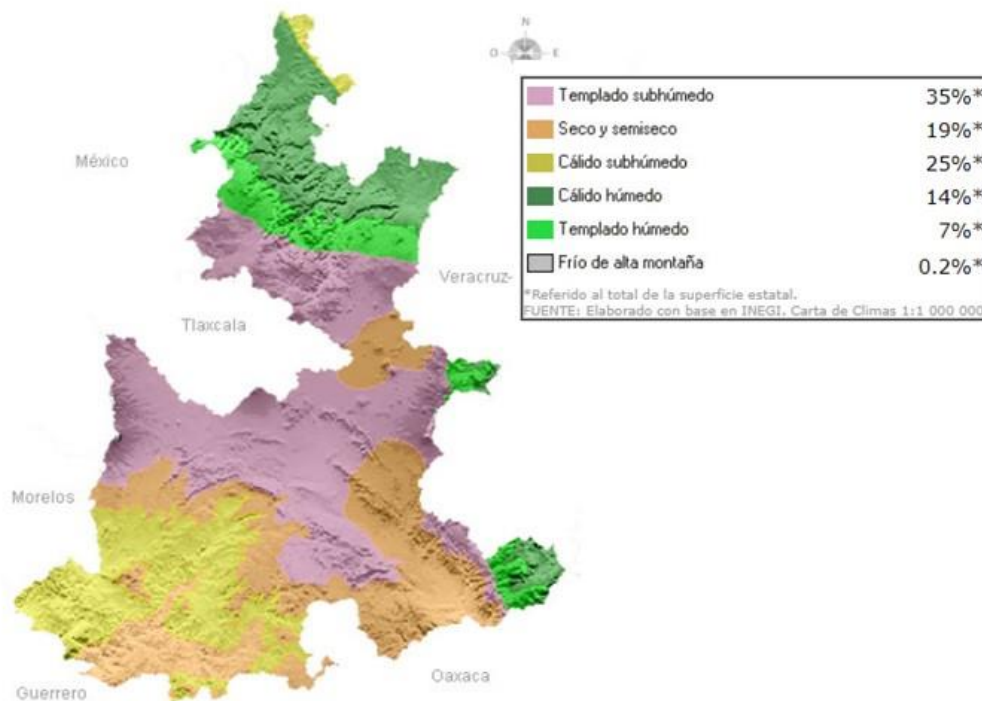


Figura 27. Climas predominantes en el estado de Puebla

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

## II.7.a Temperatura

Datos que se obtienen de estaciones meteorológicas, podemos contar con registros de temperaturas en el estado de Puebla y tener registros de máximas temperaturas y mínimas por región.

Estos datos son muy importantes para diversos estudios, ya que nos permiten valorar cuantitativamente el efecto que puede tener la temperatura en las diversas actividades que se programen para mayor eficacia.

**Tabla 5**  
***Histórico de temperaturas en el estado de Puebla***

<b>Estación</b>	<b>Periodo</b>	<b>Temperatura promedio</b>	<b>Temperatura del año más frío</b>	<b>Temperatura del año más caluroso</b>
Huauchinango	De 2001 a 2016	18.1	17.4	19.0
Huaquechula	De 2001 a 2016	21.2	20.3	22.7
Piactla	De 2001 a 2016	23.8	22.4	25.0
Echeverría	De 2001 a 2016	16.0	14.9	18.0
Oyameles	De 2001 a 2016	10.8	6.8	13.7
Ciudad Serdán	De 2001 a 2016	15.2	14.0	17.3

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

Así también, se tiene el registro por año, de temperaturas promedio, máximas y mínimas.

## **II.7.b Precipitación**

Las estaciones meteorológicas, también nos proporcionan datos de precipitación en el estado de Puebla, con los datos registrados la CNA e INEGI desarrollaron el siguiente mapa de distribución de la precipitación en el estado. (INEGI, 2017)

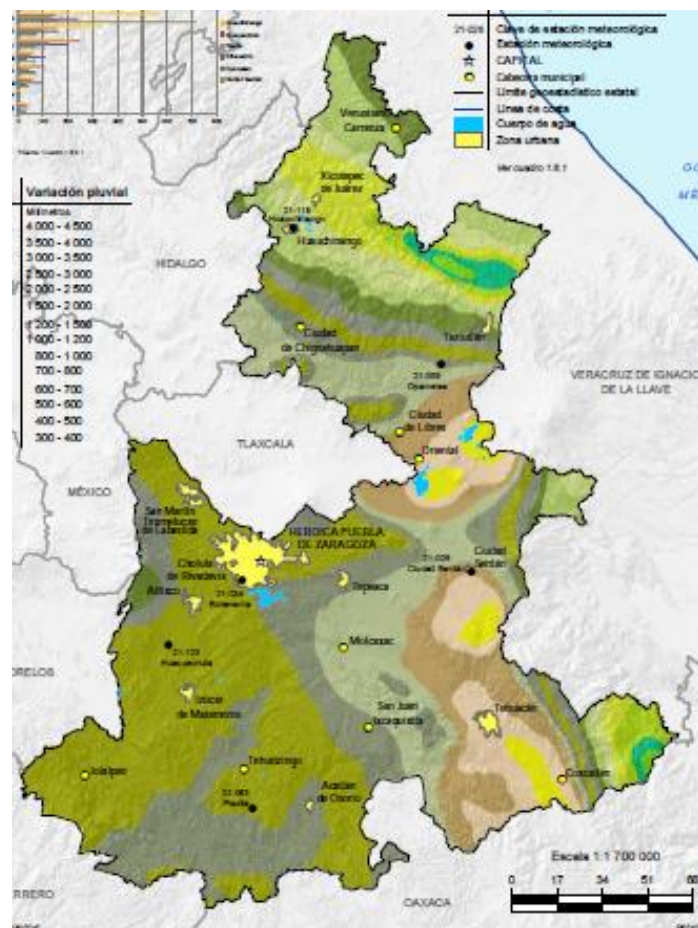


Figura 28. Distribución de la precipitación

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

### **III. Red de Carreteras**

#### **III.1. Desarrollo Carretero**

En 1903, la construcción de la carretera México – Nuevo Laredo que unió a la Ciudad de México con la frontera de los Estados Unidos a lo largo de sus 1,174 kilómetros. A partir de 1925, ingenieros mexicanos elaboraron el trazo de esta importante carretera y 11 años después fue entregada por el presidente Lázaro Cárdenas

También le correspondió a la SCOP construir las primeras carreteras México-Pachuca, México-Acapulco y México-Guadalajara, las cuales fueron inauguradas entre 1927 y 1929 por los presidentes Plutarco Elías Calles y Emilio Portes Gil. (S.C.T., 2015)

En 1950 es el presidente Miguel Alemán Valdez quien inaugura la carretera Panamericana, con 3,446 km de Ciudad Juárez, Chihuahua a Ocotlán, Chiapas. (S.C.T., 2015)

A partir de 1959, siendo presidente el Licenciado Adolfo López Mateos, se instituye la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con lo que inicia una era de mayor modernidad en la construcción de los caminos de México. (S.C.T., 2015)

Le corresponde a esta nueva etapa de la Secretaría la construcción de importantes autopistas, entre las que destacan: la México-Puebla (1962), la Querétaro-Irapuato, inauguradas ambas por el presidente Adolfo López Mateos. (S.C.T., 2015)

La Monterrey-Nuevo Laredo, la Guadalajara-Colima, la México-La Marquesa, la Mérida-Cancún, la Autopista del Sol, el Arco Norte, la Mazatlán-Durango, y la México-Tuxpan (2015), éstas dos últimas inauguradas por el presidente Enrique Peña Nieto. (S.C.T., 2015)

En resumen, para finales del año 2000, la red carretera nacional tenía una longitud total de 333 mil 247.1 kilómetros, de los que 106 mil 571.5 corresponden a carreteras libres, 5 mil 933.1 a autopistas de cuota, 160 mil 185.1 a caminos rurales y alimentadores y 60 mil 557.4 a brechas. De las carreteras libres, 41 mil 865.8 kilómetros pertenecen a la red federal, mientras que 64 mil 705.7 están distribuidos entre las 31 redes estatales. (S.C.T., 2015)

Por lo que se refiere a las autopistas de cuota, la red operada por Capufe, tiene una longitud de 4 mil 714.7 kilómetros, las concesionadas a particulares cuentan con 786 kilómetros y 432.4 son concesiones estatales de cuota. Los caminos rurales en su gran mayoría se han transferido a los gobiernos de los estados, por lo que la SCT sólo mantiene la jurisdicción directa de 4 mil 596.9 kilómetros. (S.C.T., 2015)

El total de caminos rurales a cargo de los estados suma 108 mil 530.2 kilómetros, mientras que el total que es responsabilidad de municipios y otras dependencias es de 47 mil 58 kilómetros. Las brechas se reparten en todo el país y suman 60 mil 557.4 kilómetros (S.C.T., 2017)

Actualmente la Secretaria de Comunicaciones y Transportes tienen a su cargo en la red federal carretera del país para su conservación 40 mil 680.45 km. (S.C.T., 2017)

**Tabla 6**  
**Montos asignados para la conservación de la red federal**

Año	Asignación Total	Asignación señalamiento horizontal	Longitud de atención	Costo por km
2016	14,086,743,406.84	900,009,355.21	44,284.35	20,323.41
2017	7,536,378,900.00	624,505,741.00	42,874.74	14,565.82

Fuente: S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>

### III.2. Normatividad de Señalamiento Horizontal

La SCT, establece la regulación del señalamiento horizontal en el país con una normatividad de acuerdo con las etapas de diseño, construcción y/o conservación.

**Tabla 7**  
**Normativa que regula el Señalamiento Horizontal**

Área	Instrumento Normativo	Numero o clave
Manual	Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad 2014	Manual 2014
Proyecto	Diseño de Señalamiento Horizontal	N·PRY·CAR·10·01·002/13
	Presentación del Proyecto	N·PRY·CAR·10·01·009/13
	Rampas de frenado de emergencia	N·PRY·CAR·10·04·007/13
Construcción	Marcas en el Pavimento	N·CTR·CAR·1·07·001/00
	Señalamiento y Dispositivos de seguridad	N·CTR·CAR·1·07·016/00
Conservación (rutinaria)	Marcas en el pavimento	N·CSV·CAR·2·05·001/01
Control de Calidad	Ejecución del control de calidad	M·CAL·1·02/01
	Análisis Estadístico	M·CAL·1·03/03
Características de los materiales	Pinturas para señalamiento horizontal	N·CMT·5·01·001/13
	Muestreo para pinturas de señalamiento horizontal	M·MMP·5·01·001/01
	Finura pinturas para señalamiento horizontal	M·MMP·5·01·002/01
	Contenido de Pigmento para pinturas de señalamiento horizontal	M·MMP·5·01·003/01
	Sólidos Totales para Señalamiento horizontal	M·MMP·5·01·004/01
	Flexibilidad de pinturas para señalamiento horizontal	M·MMP·5·01·005/01

Fuente: Normativa SCT. (26 de 03 de 2018). *Carreteras*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de IMT-SCT: <https://normas.imt.mx>

La Normatividad regula el señalamiento en el país; en segundo lugar, da conocimiento al usuario y finalmente da orden, por lo cual es importante su empleo.

### **III.3. Longitud de carreteras en el estado de Puebla**

En el estado de Puebla, la red de carreteras se divide de acuerdo con su administración en caminos federales, estatales, municipales y de cuota.

De acuerdo con el anuario estadístico geográfico del estado de Puebla 2017 (INEGI, 2017), se tienen 12,079 km de carreteras en total, de las cuales 642 km son de cuota, 1005.96 km pertenecen a la red federal de carreteras (S.C.T., 2017), el resto son estatales; el mismo INEGI, explica en su anuario que los totales puede variar de acuerdo con las consideraciones que se realizan por la administración de cada tramo o camino. (INEGI, 2017)

En esta longitud a cargo de la SCT, de 1005.96 km, será nuestro campo de investigación para determinar la retrorreflexión en el señalamiento horizontal. La medición de la retrorreflexión es un punto cuantitativo en campo. También mencionado como coeficiente de reflexión.

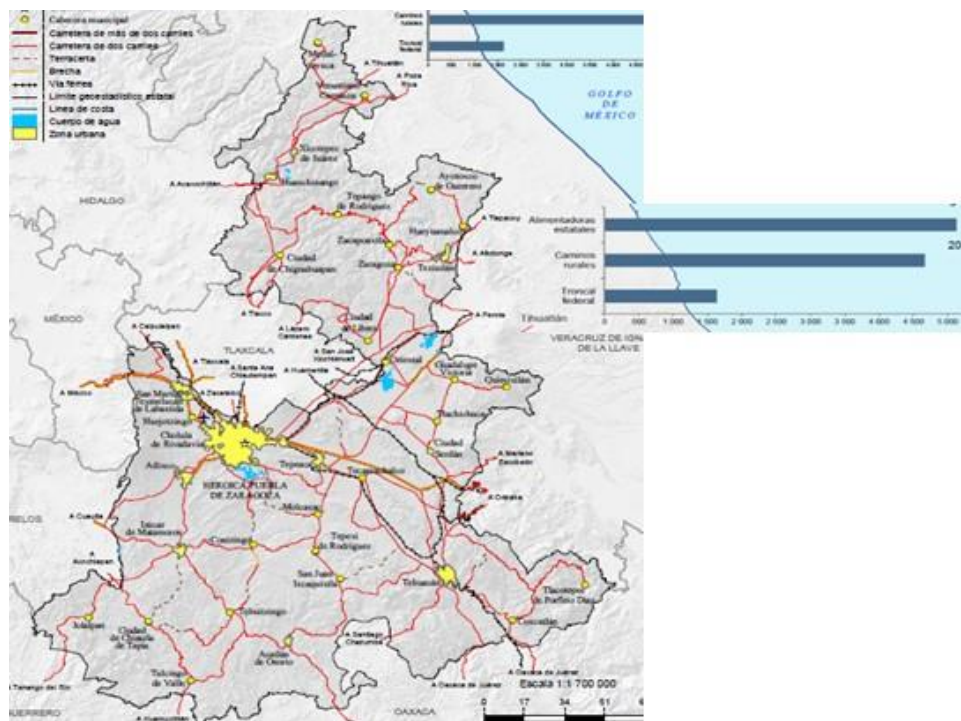


Figura 29. Red de carreteras en el estado de Puebla

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

### III.4. Parque vehicular

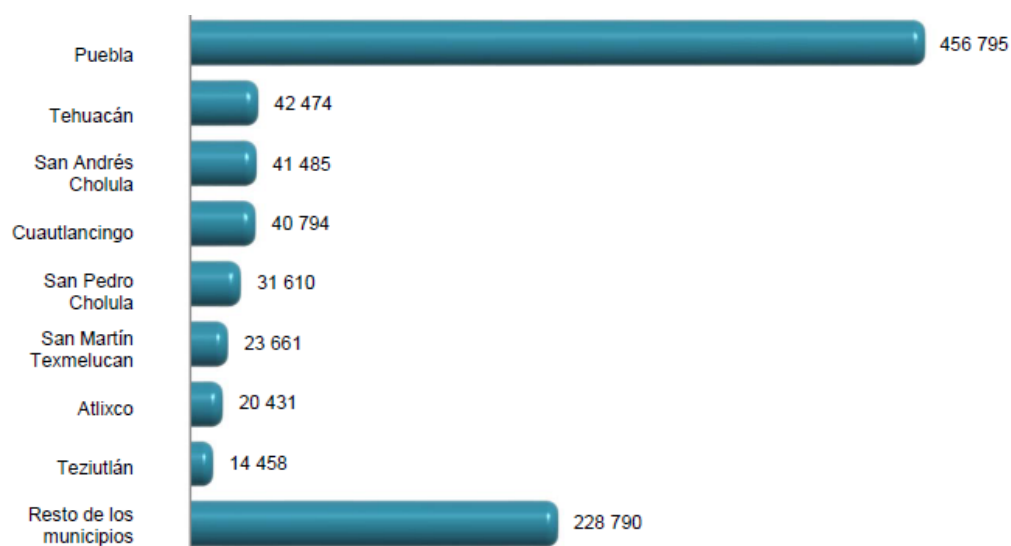
En el estado de Puebla se tiene un registro de un parque vehicular para el año 2016 de 1 millón 419 mil 604 vehículos, en los cuales se tuvo un aumento del 2.9% con respecto al año anterior. (INEGI, 2017)

En 1980, Puebla se tenía un registro de 196 mil 445 vehículos, para el año 2000 su registro era de 523 mil 127 vehículos y para el año 2016 es de 1 millón 419 mil 604 vehículos. (INEGI, 2017)

**Tabla 8**  
***Histórico del parque vehicular en el estado de Puebla***

Estado	Año	No. de vehículos
	1980	196,445
Puebla	2000	523,127
	2016	1,419,604

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)



**Figura 30. Parque vehicular por municipio del estado de Puebla**

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

### **III.5. Densidad vehicular**

Como complemento a esta información, debemos de considerar los vehículos que cruzan el estado, tanto por la red federal de carreteras y carreteras de cuota; por lo que es necesario, considerar los flujos vehiculares por carretera.

Para el caso de nuestra investigación se tomarán en cuenta los aforos obtenidos por la SCT en

su red federal de carreteras, para tener un parámetro del servicio que se tienen en sus tramos asignados. La cual es la base de nuestra investigación. (S.C.T., 2017)

A continuación, presentamos una comparativa de datos, entre el estado de Puebla y el estado de México, con la idea de generar un panorama de los contenidos de cada uno.

**Tabla 9**  
***Histórico del parque vehicular en el estado de Puebla***

Concepto	Estado de Puebla	Estado de México
Población	6,168,883	16,187,608
Territorio	34,286	22,335
Km de carretas en el Estado	12,079	15,067
No. de vehículos	1,419,604	6,549,299
Km de carreteras a cargo de la SCT *	1005.96	635

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

Nota: S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>

Con los datos anteriores presentamos algunas relaciones entre los conceptos que se han presentado, que nos proporcionan parámetros del nivel de actividad que hay en las carreteras del estado de acuerdo con su área.

**Tabla 10**  
*Coefficientes comparativos con otras entidades*

Estado	No. Habitantes por km <sup>2</sup>	No. Vehículos por km <sup>2</sup>	No. de Vehículos por km	No. Habitantes por km	No. de habitantes por vehículo
Puebla	180.00	41.4	117.52	510.71	4.34
Edo. de México	724.00	293.2	434.67	1074.37	2.47

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

Nota: S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>

### III.6. Tramos Carreteros por Evaluar

En nuestra investigación de retrorreflexión en el señalamiento horizontal, se basa exclusivamente en la red federal de carreteras del estado de Puebla.

La red federal del estado tiene una longitud de 1,005.96 km a cargo de la Dirección de Conservación de Carreteras. Esta longitud es el 2.47% del país. (S.C.T., 2017)

Esta Dirección mantiene un programa anual, para el señalamiento horizontal.

Los siguientes mapas, se refleja la diferencia entre las carreteras a cargo del estado y red a cargo de la SCT.

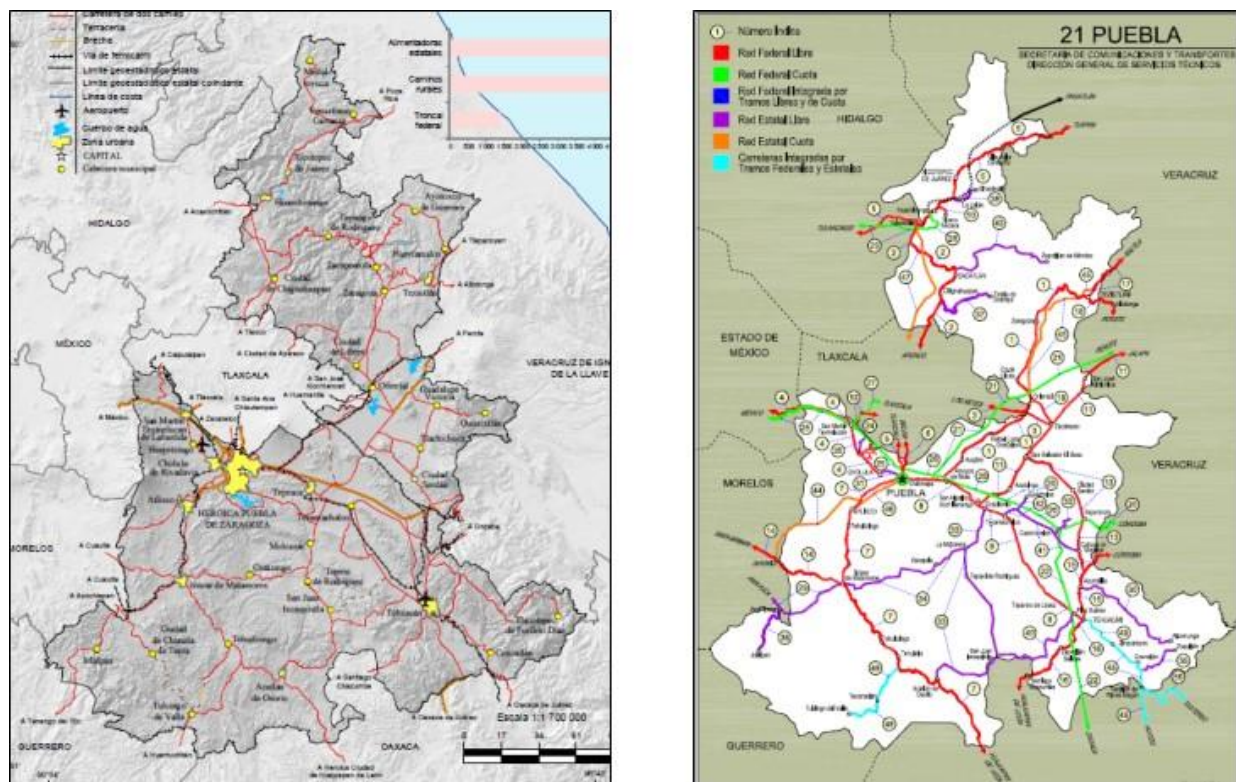


Figura 31. Mapa izquierdo red del estado, mapa derecho red federal a cargo de la SCT (línea roja)  
 Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)  
 Fuente: S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>

### III.6.a Administración de la Red

La red federal de carreteras del estado de Puebla, que está a cargo de la Dirección de conservación de carreteras(DGCC); la cual, delega la responsabilidad de la atención, conservación y administración a la Residencia General de Conservación de Carreteras (RGCC), la cual tiene sus oficinas en el estado de Puebla.

Esta RGCC, realiza la planeación, la atención y administración, de la red federal en el estado y para su mejor control, la divide en carreteras que a continuación se desglosan.

**Tabla 11**  
**División de la Red Federal de Carreteras en el estado de Puebla**

Num.	Carretera	Tramo	Longitud (km)
01	Acatlán Tulcingo	Lim. Edos. Gro./Pue. - Tulcingo	5.20
		Tecomatlán -Tulcingo	19.18
02	San Martín Texmelucan - Tlaxcala	San Martín Tex. – Lím. Edos. Pue./Tlax.	-----
03	San Martín Texmelucan - Apizaco	San Martín Texmelucan - Ocotoxco	0.80
05	Puebla - Tlaxcala	Puebla – Lim. Edos. Pue./Tlax.	9.30
05	Apizaco - Tejocotal	Lim. Edos. Pue./Tlax. – Lim. Edos. Pue./Hgo.	68.58
06	Puebla – Santa Ana Chiautempan	T. Autopista – Lim. Edos. Pue./Tlax.	3.50
		Ramal Puebla – Santa Ana Chiautempan	1.30
07	Tehuacán – Huajuapán de León	Tehuacán – Lim. Edos. Pue./Oax.	49.30
08	Puebla - Teziutlán	Amozoc - Teziutlán	143.60
09	Teziutlán- Nautla	Teziutlán – Lim. Edos. Pue./Ver.	16.20
10	Pachuca - Tuxpan	Lim. Edos. Hgo./Pue. – Lim. Edos. Pue./Ver.	100.50
11	Teziutlán - Perote	Teziutlán – Lim. Edos. Pue./Ver.	5.54
12	Los Reyes - Zacatepec	Lim. Edos. Tlax./Pue. - Zacatepec	10.00
13	Puebla - Jalapa	San Hipólito – Zacatepec	55.00
		Zacatepec – Lim. Edos. Pue./Ver.	28.30
14	San Salvador el Seco - Tehuacán	San Salvador el seco - Azumbilla	71.60
15	Puebla -Tehuacán	Puebla – Entr. San Hipólito	12.20
		Entr. San Hipólito - Tehuacán	61.50
16	Tehuacán - Córdoba	Tehuacán - Lim. Edos. Pue./Ver.	26.60
17	Cuautla – Izúcar de Matamoros	Lim. Edos. Mor./Pue. – Entr. Cuatro caminos	31.50
18	México - Puebla	Lim. Edos. Mex./Pue. - Puebla	24.58
		Puebla – Atlixco	23.48
19	Puebla – Huajuapán de León	Atlixco - Izúcar de Matamoros	33.52
		Izúcar de Matamoros – Lim. Edos. Pue./Oax.	133.16
<b>Total</b>			<b>934.44</b>

Fuente: S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>

### III.7. Selección de tramos a evaluar

La red Federal de carreteras del estado de Puebla está conformada por 19 carreteras que constituyen la red básica del estado, con una longitud de 934.44 km, los corredores y otros tramos constituyen una longitud de 71.52 km, para totalizar los 1,005.96 km.

(S.C.T., 2017)

Para llevar a cabo la evaluación en el señalamiento horizontal, se eligieron tramos con variaciones en aforo, clima, ubicación y relieve, generando una muestra que refleje las condiciones generales del estado y a los cambios que está sometido en su funcionamiento el señalamiento horizontal. Los tramos evaluados son los siguientes:

Tabla 12  
*Tramos carreteros para ser evaluados*

<b>Num.</b>	<b>Carretera</b>	<b>Longitud (km)</b>
05	Apizaco – Tejocotal	68.58
08	Puebla - Teziutlán	143.60
10	Pachuca – Tuxpan	100.50
13	Puebla - Jalapa	55.00
14	San Salvador el Seco - Tehuacán	71.60
15	Puebla – Tehuacán	73.70
17	Cuatla – Izúcar de Matamoros	31.50
19	Puebla – Huajuapán de León	190.14
<b>Total:</b>		<b>734.62</b>

Fuente: Algunos kilometrajes no concuerdan con la tabla inicial, debido a que existen entronque o continuación de tramos, que para el caso de la investigación se creyó conveniente tomarlos, debido principalmente a condiciones de flujo vehicular.

### **III.8. Método de Evaluación**

El objetivo principal de esta investigación es verificar la eficiencia del señalamiento horizontal a través de la prueba de retrorreflexión; como resultado que se obtiene, se plantea su análisis, comparándolos con la normatividad que lo regula. (Normativa SCT, 2018)

En este punto, es importante señalar que el manual de Señalización Vial y Dispositivos de seguridad de la SCT, procede del año 2014; en el cual cambió de nombre de

retroreflexión a coeficiente de reflexión, el trabajo de investigación fue realizado en 2016, se realizó con el nombre de retroreflexión (debido a la divulgación del manual); señalando, que solo fue el cambio de nombre, no presentando cambio en los parámetros de calidad.

La investigación tomo muestras en 8 de los 19 tramos carreteros, conteniendo 734.62 km de los 1,005.96 km que consta la red, con un porcentaje del 73.02% del total.

Los trabajos de investigación del señalamiento horizontal se llevaron a cabo, en el periodo de abril a agosto del 2016.

La SCT, en su normativa señala que la verificación o intensidad de muestreo sea el 10% de la longitud total de las rayas pintadas o del número de leyendas o símbolos; y que se elijan los elementos a ser verificar por el método de números aleatorios (M.CAL.1.02), esto se establece en su apartado H.4. Retroreflexión, N.CTR.CAR.10.01.002/00 (Señalamientos y Dispositivos de Seguridad, marcas en el pavimento). (S.C.T., 2017)

Por otro lado la Normatividad de la SCT, nos indica tiempos para determinar la retroreflexión en el señalamiento horizontal, siendo como se ilustran a continuación Tabla 13).

Los parámetros que marca la especificación de la SCT indican que la verificación de la retroreflexión se debe obtener en forma inicial; a los 180 días, de su aplicación y

posteriormente se tomará el parámetro de Vida de Proyecto.

La norma SCT, N.CMT.01.001/13, establece parámetros de aceptación de la retrorreflexión de acuerdo para cada color de pintura, principalmente para los colores blanco, amarillo, rojo y verde. (Normativa SCT, 2018)

Tabla 13

*Coefficientes mínimos de reflexión de las pinturas para señalamiento horizontal*

Color	Coeficiente mínimo de reflexión (mcd / lx) / m <sup>2</sup>					
	Pintura base agua			Pintura termoplástica		
	Inicial	A 180 días	Vida de proyecto	Inicial	A 180 días	Vida de proyecto
Blanco	250	150	100	300	250	150
Amarillo	200	150	50	250	175	100
Rojo	35	24	11	51	39	23
Verde	24	16	8	37	28	17

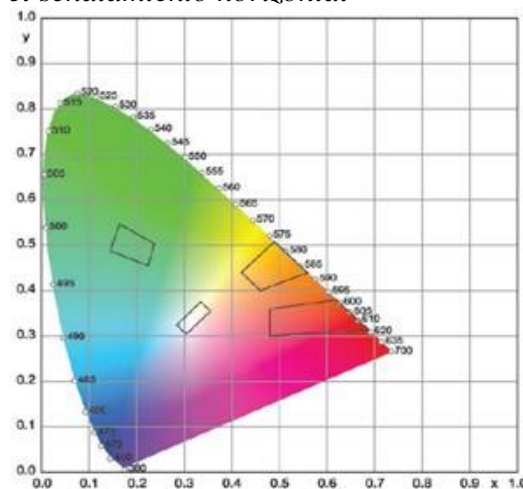
Fuente: Normativa SCT. (26 de 03 de 2018). *Carreteras*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de IMT-SCT: <https://normas.imt.mx/>

En la tabla 14, se indican las áreas cromáticas dentro de las cuales deben ubicarse cada uno de los colores que se utilizan en la señalización horizontal. Se incluyen los factores de luminancia y los coeficientes de reflexión mínimos.

Tabla 14

*Coordenadas Cromáticas de los colores a emplear en el señalamiento horizontal*

Color	Punto N°	Coordenadas cromáticas <sup>(1)</sup>		Coeficientes de reflexión mínimos <sup>(2)</sup> (mcd/lux)/m <sup>2</sup>					
		x	y	Pinturas base solvente y base agua			Pintura termoplástica		
				Inicial	A 180 días	Vida útil	Inicial	A 180 días	Vida útil
Blanco	1	0.355	0.355						
	2	0.305	0.305	250	150	100	300	250	150
	3	0.285	0.325						
	4	0.335	0.375						
1	0.560	0.440	200						
2	0.490	0.510							
3	0.420	0.440							
4	0.460	0.400							
Verde	1	0.164	0.537	24	16	8	37	28	17
	2	0.239	0.501						
	3	0.223	0.454						
	4	0.145	0.488						
Rojo	1	0.480	0.300	35	24	11	51	39	23
	2	0.690	0.315						
	3	0.620	0.380						
	4	0.480	0.360						



Fuente: Normativa SCT. (26 de 03 de 2018). *Carreteras*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de IMT-SCT: <https://normas.imt.mx/>

### III.9. Criterios de la SCT

Requisitos Técnicos. - El manual de Señalización Vial y Dispositivos de seguridad nos indica en sus requisitos técnicos que... “toda la señalización debe cumplir con un nivel de reflexión para que, durante los periodos de baja visibilidad, pueda ser claramente observada...” (S.C.T., 2014, p. 5)

Consideraciones de Proyecto. - El mismo manual, nos indica en sus consideraciones de proyecto que... “La señalización en carreteras y vialidades urbanas debe cumplir con ciertas características en cuanto a diseño, colores, dimensiones, pictogramas, símbolos y de reflexión, por lo que se recomienda seguir una normalización de las mismas para unificar su criterio de elaboración y tener un sistema homogéneo de las diferentes señales del sistema vial.” (S.C.T., 2014, p. 5)

Conservación. - A su vez en el área de conservación señala... “habrá que tomar en cuenta que el nivel de reflexión requerido para las señales depende fundamentalmente de su localización y que dicha reflexión se verá afectada por el polvo que se adhiere a ellas, por lo que para mantener los niveles y estándares de calidad especificados se requiere invariablemente de un programa de limpieza acorde con las características climáticas de cada zona en particular.” (S.C.T., 2014, p. 6)

Conservación Rutinaria. - El Manual el programa donde se atenderá el señalamiento... “Todas las actividades que se realicen de manera habitual tales como limpieza, pintado, lavado y lo que resulte oportuno para retirar todo tipo de material que se acumule en los elementos de señalamiento, con el propósito de restituir su visibilidad y capacidad de reflexión, constituirán un programa de conservación rutinaria.” (S.C.T., 2014, p. 7)

Código de Colores. - El código de colores mostrado en la figura tabla 15 establece de manera general el uso de los mismos y su aplicación para los distintos elementos que componen al sistema de señalización vial. (S.C.T., 2014, p. 9)

Reflexión. - Criterio de la SCT, referente a la reflexión... “Todos los elementos reflejantes integrantes del señalamiento deben cumplir con los niveles requeridos de reflexión durante su vida útil...”. (S.C.T., 2014, p. 10)

Tabla 15  
Código de colores para el señalamiento en México

Color	Uso
Amarillo	Prevención
Azul	Servicios e información turística
Blanco	Restricción, información general y de recomendación
Naranja	Zona de obras
Rojo	Alto y Prohibición
Verde	Información de destino
Verde limón fluorescente	Cruce de escolares

Nota: S.C.T. (10 de 2014). *Manual de Señalización y Dispositivos de Seguridad*. (S.C.T., Ed.) Recuperado el 15 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

**Instalación.** - Las señales y dispositivos de seguridad se instalan conforme a las características y criterios establecidos en el Manual, utilizando materiales adecuados que garanticen su desempeño operativo y funcional considerando su durabilidad, resistencia, reflexión, visibilidad. (S.C.T., 2014, p. 16)

**Reposición o reparación.** - Cualquier señal o dispositivo de seguridad vial se repondrá o reparará cuando su estado físico sea inadecuado o cuando sus niveles de reflexión se encuentren por debajo de los límites establecidos en el presente Manual. (S.C.T., 2014, p. 16)

### III.9. Definición del método Exploratorio

El método exploratorio se determinó conforme a los parámetros de la normatividad, para que se

evalué conforme a lo que se establece y posteriormente se utilicen los datos, para realizar diversas expectativas de mejoras.

Como ya se estableció, se tiene determinado, la longitud de la red carretera, las carreteras a evaluar, se definieron los parámetros de la normatividad (coeficiente de reflexión), los colores, su localización en el cronograma; así como los criterios de la SCT; todo esto, sobre el efecto de la retrorreflexión en el señalamiento horizontal. Llevando la investigación en el siguiente proceso: (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

### **III.10. Proceso de exploración**

1. Teniendo las carreteras a evaluar, se defino la longitud patrón, acordando que este subtramo tuviera una longitud de 2km.
2. En cada Subtramo de 2 km, se medirá el ancho de calzada. Tomando tres lecturas.
3. Se clasificó el tipo de línea, de acuerdo con la clasificación que da la SCT, por km.
4. Se obtenía el ancho de la línea de señalamiento, realizando la medición cada km.
5. Se tomaban las coordenadas geodésicas de los puntos explorados.
6. La prueba de retrorreflexión, se realizaron 5 tomas por km sobre una línea, al kilómetro siguiente se realizaban nuevamente 5 tomas, en otra línea y así

sucesivamente (tresbolillo).

7. Se tomo evidencia fotográfica de cada punto evaluado.
8. Se realizaban registros de campo por cada subtramo evaluado.
9. Organización de los datos y su clasificación.
10. Captura de datos y elaboración de formatos de informe.

Con esta metodología se llevó a cabo la exploración, obtención de datos, concentrado, captura, resultados, análisis y evaluación de cada subtramo. (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se plantea al final o como resultado de la investigación un universo de resultados de la prueba de retrorreflexión que nos permita determinar el nivel de calidad por tramo, por carretera y a nivel estado considerando la variación el color de la pintura aplicada.

Esta tesis planteará la conformación de una matriz que conlleve la calidad de la retrorreflexión, interactuando con elementos de clima y nivel de servicio (TDPA), con lo cual en su desarrollo y conclusiones.

## IV. Datos Obtenidos en Campo

### IV.1. Tipo de Equipos de retrorreflexión horizontal

En el mercado existen una variedad de equipos para medir la retrorreflexión, tanto para señalamiento vertical y señalamiento horizontal; estos, cabe aclarar son diferentes debido a sus especificaciones y características del propio señalamiento.



Figura 32. Equipo para medir la retrorreflexión horizontal  
Fuente: Road Vista. (2018). *StripeMaster Touch Series Retroreflectometers*.  
Recuperado el 16 de 04 de 2018, de Road Vista:  
<http://www.roadvista.com/stripemaster-2-touch-retroreflectometer>

En lo que corresponde al señalamiento horizontal, encontramos equipos portátiles que obtienen resultados de forma puntual en el camino y son operados directamente por personal técnico. También se tienen equipos portátiles que se adaptan a un vehículo y directamente a una computadora en donde se descarga toda la información obtenida.

Existen aparatos que están integrados al vehículo, automatizados y además tienen la capacidad en su software de obtener datos adicionales de la carretera.

De los datos adicionales que pueden proporcionar los equipos de retroreflexión son entre otros, ubicación (GPS), Temperatura, ubicación de la carretera (km), video, grafica, resultados, y esto dependerá de la capacidad del equipo, modelo y costo.



Figura 33. Equipo adicional en el equipo de retroreflexión (según modelo)

Fuente: Road Vista. (2018). *StripeMaster Touch Series Retroreflectometers*. Recuperado el 16 de 04 de 2018, de Road Vista: <http://www.roadvista.com/stripemaster-2-touch-retroreflector>

El avance tecnológico reside en que la captura de datos de ensayo, se obtienen en forma instantánea y ordenada. Estos sistemas están instalados en vehículos que circulan a la velocidad normal de carretera. Se pueden obtener datos válidos circulando a velocidades de 120 km/h. Los sistemas proporcionan imágenes panorámicas mediante sistemas estereoscópicos de cámaras digitales de alta resolución; el uso de un sistema de iluminación infrarrojo durante la toma de las imágenes permite mejorar la obtención de los resultados.

## IV.2. Equipo y su funcionamiento

En nuestra investigación de la evaluación del señalamiento horizontal, se empleó, un equipo portátil modelo RoadVista StripMaster 2touch (SM2T). este equipo es portátil y cuenta con los siguientes alcances. (Road Vista, 2018)



Figura 34. Equipo de retroreflexión (RoadVista StripMaster 2touch)  
Fuente: Road Vista. (2018). *StripeMaster Touch Series Retroreflectometers*. Recuperado el 16 de 04 de 2018, de Road Vista: <http://www.roadvista.com/stripemaster-2-touch-retroreflectometer>

El equipo RoadVista StripMaster 2 Touch (SM2T), mide el coeficiente de retroreflexión de las marcas en el pavimento según ASTM E1710 y EN 1436. Además, la StripMaster 2 Touch permite al usuario grabar información detallada sobre la banda y su ubicación en el camino para sistemas completos de administración de inventario.

El instrumento con precisión mide todos los colores de línea sin la necesidad de calcular los factores de corrección.

Las lecturas se toman localmente o de forma remota usando una tableta o computadora portátil. Mantiene todas las lecturas en memoria interna y puede registrar lecturas individuales o un promedio de múltiples lecturas.

El equipo, también registra los siguientes elementos, coordenadas del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Fecha y hora actual, Temperatura y humedad, Ubicación en la carretera, Color de línea, Ancho de línea, aceptación/rechazo de la prueba, comentarios del usuario.

La memoria interna tiene la capacidad de almacenar lecturas y datos de acompañamiento para 25,000 mediciones (500 registros por archivo, con 50 archivos en total).

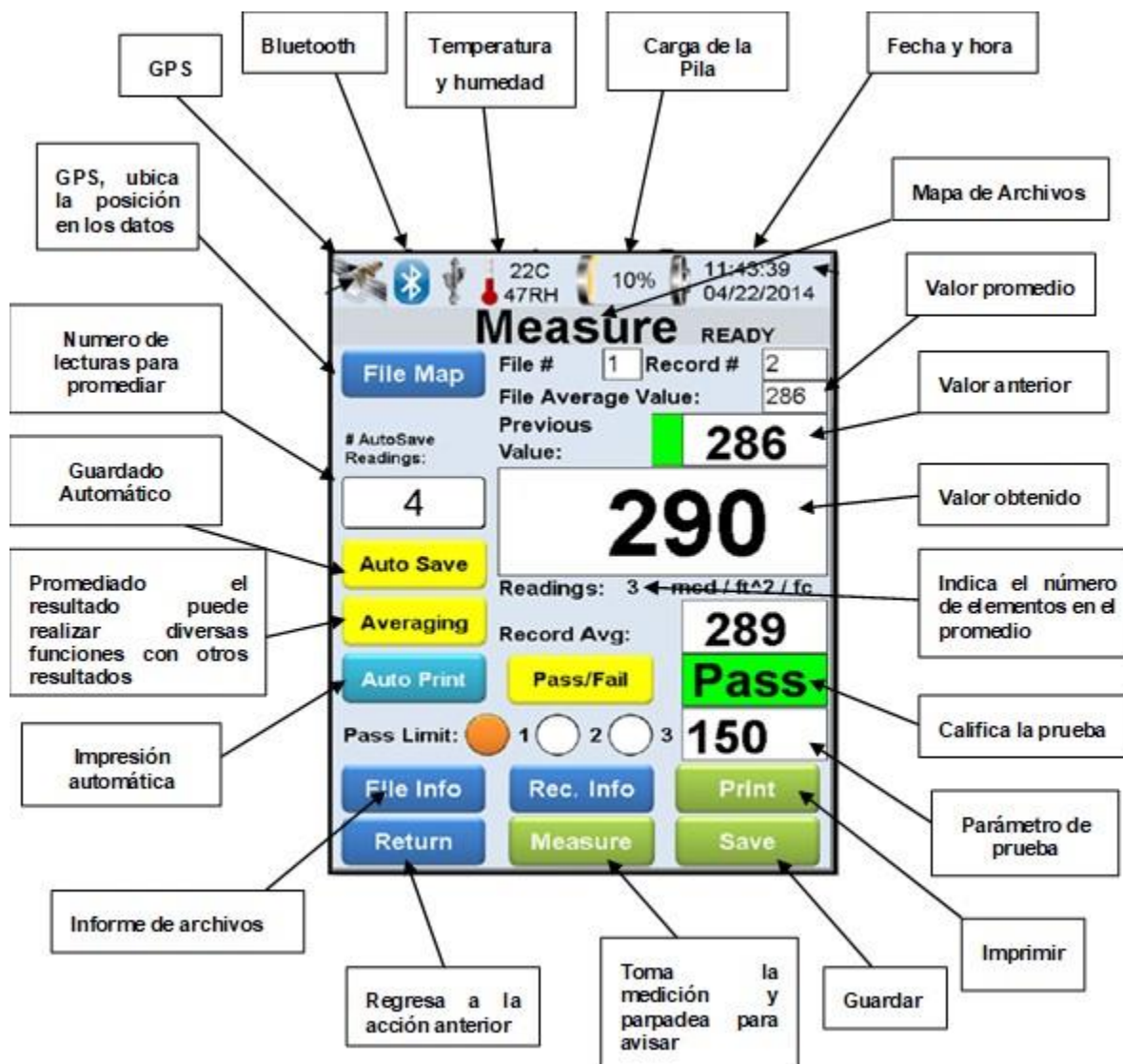


Figura 35. Esquema de la caratula del equipo (RoadVista StripMaster 2touch)

Nota: Road Vista. (2018). *StripeMaster Touch Series Retroreflectometers*. Recuperado el 16 de 04 de 2018, de Road Vista: <http://www.roadvista.com/stripemaster-2-touch-retroreflectometer>

El reloj de fecha y hora está configurado para Tiempo Universal Coordinado (UTC), pero puede configurarse para hora local. Se puede habilitar un transceptor Bluetooth interno para permitir las comunicaciones con otros Dispositivos Bluetooth a través del protocolo de puerto serie estándar (SSP).

Los datos pueden cargarse en una computadora con Windows utilizando la interfaz gráfica de

usuario (GUI) que viene con el equipo. La carga se realiza a través de una interfaz USB, y almacenados en formato delimitado por ASCII.

Para la obtención de datos obtenidos en el tramo se tienen en archivos de hoja de cálculo.

Tabla 16

*Registro de datos de campo en hoja de cálculo (RoadVista StripMaster 2touch)*

Model		STRIPMASTER 2 TOUCH		Valor Estd. de Calib.	User JUAN CARLOS							
Seria#		GF1099		Localización Amozoc -Tec								
Fecha	localización		ancho carretera			lado	ancho de línea	Resultado	Aceptación	parametro	Ubicación y comentario	
2016-05-23 02:33:35 p. m.	18 36'42.39N	98 29'40.09W	7.9	Lane	1	Right	15	321	PASS	150	KM 132+800 M-3.1	
2016-05-23 02:35:22 p. m.	18 36'44.62N	98 29'45.32W	7.1	Lane	2		15	176	PASS	150	KM 132+600 M-2.3	
2016-05-23 02:36:40 p. m.	18 36'47.34N	98 29'51.97W	5.9	Lane	3	Left	15	213	PASS	150	KM 132+400 M-3.3	
2016-05-23 02:38:19 p. m.	18 36'50.55N	98 29'58.99W	5	Lane	3	Left	15	156	PASS	150	KM 132+200 M-3.3	
2016-05-23 02:40:18 p. m.	18 36'53.27N	98 30' 5.61W	8.4	Lane	2		15	102	FAIL	150	KM 132+000 M-2.3	
2016-05-23 02:42:41 p. m.	18 36'54.55N	98 30' 9.07W	5.5	Lane	1	Right	15	360	PASS	150	KM 131+900 M-3.1	
2016-05-23 02:44:31 p. m.	18 36'57.11N	98 30'14.78W	7.3	Lane	2		15	145	FAIL	150	KM 131+700 M-2.3	

Figura 4.5.- Registro de datos de campo en hoja de cálculo (RoadVista StripMaster 2touch)

Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

En el registro de hoja de cálculo se tienen datos como el tipo de equipo, el operador, carretera, fecha y hora, localización, resultado, aceptación/rechazo, parámetro comparativo y resultado de la prueba; además, se le puede adicionar campos para otro tipo de información, como ancho de la carretera, lado de línea, kilómetro de la carretera, clasificación de la línea y otros más que pueden adicionarse según sea el caso.



Figura 36. Obtención de resultados impresos en campo (RoadVista StripMaster 2touch)  
*Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V*

La hoja de registro en hoja de cálculo se puede obtener por medio de una memoria externa (USB), también este equipo imprime los datos y los va otorgando en el instante.

Sin embargo, otra forma de visualizar los resultados es conforme a su software, el definido por el fabricante como formato delimitado por ASCII.

Este tipo de archivo se descarga en el software otorgado por el fabricante y lo transforma el archivo, otorgándole nuevos atributos; el cual, al ser trasladado o empleado en a través del programa Google Earth, proporciona una versión de visualización de resultados muy ágil y de gran precisión.

Este programa Google Earth, tiene herramientas de visualización, las cuales son utilizadas por el programa del equipo de retrorreflexión, mejora su visualización de datos, ubicación, referencias de los resultados obtenidos en campo, en tiempo y forma.

La ubicación en forma de microlocalización de observar los puntos evaluados por nuestro equipo RoadVista StripMaster 2 Touch.

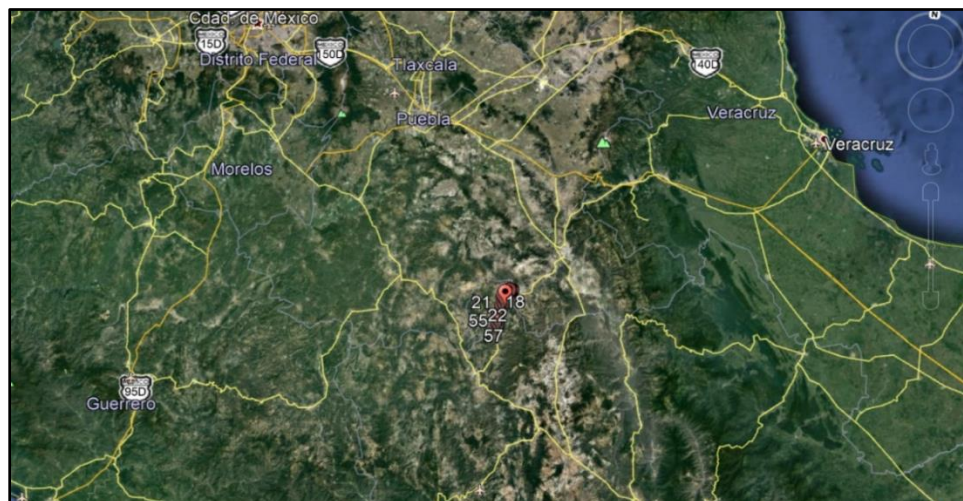


Figura 37. Microlocalización de puntos evaluados (RoadVista StripMaster 2touch)  
Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

En el empleo de esta herramienta de apoyo como es Google Heart, podemos obtener diferentes acercamientos de nuestro punto de exploración.

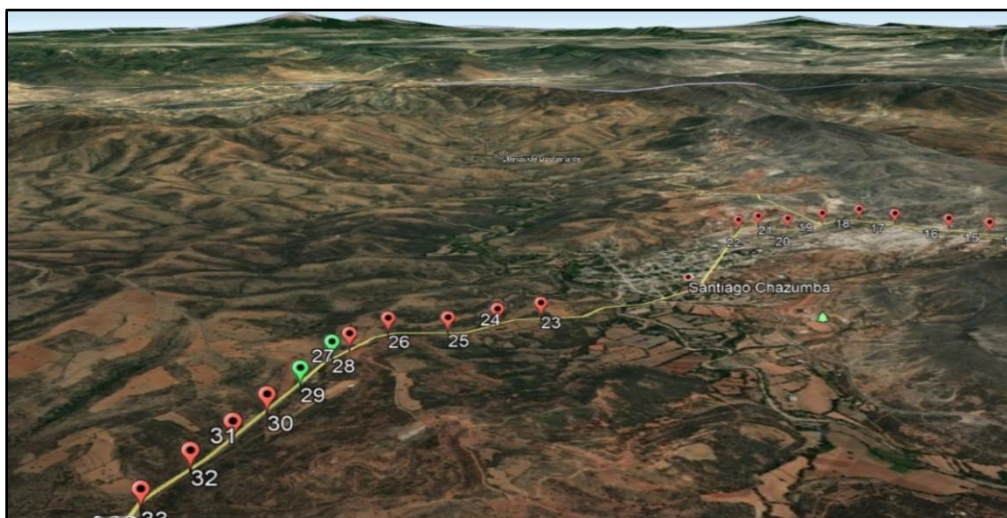


Figura 38. Macrolocalización de puntos evaluados Tehuacán – Huajuapán de León  
Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Pero, además de tener una ubicación de los puntos evaluados, se obtienen los datos de la prueba entre otros.

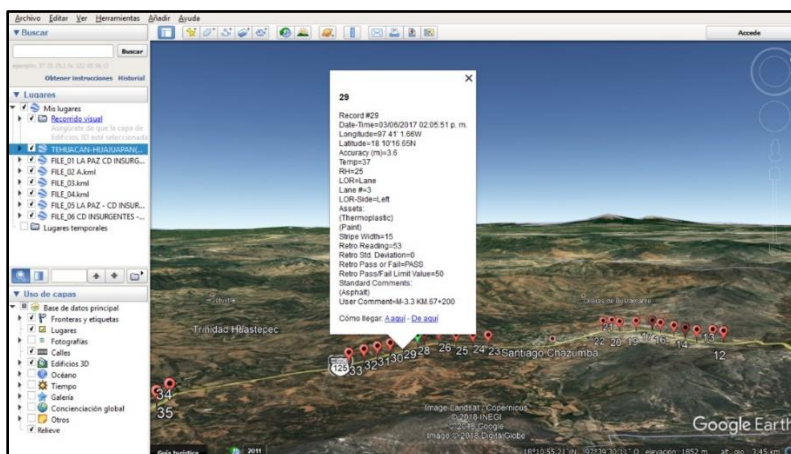


Figura 39. Datos de la prueba realizada en campo carretera Tehuacán – Huajuapán de León  
 Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

El programa señala con color verde la viñeta que tuvo un resultado aceptable y con color rojo la prueba que estuvo por abajo del parámetro especificado.

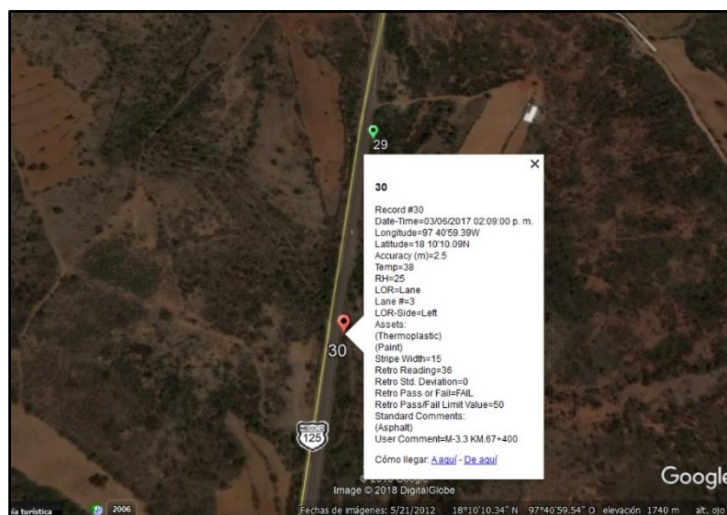


Figura 40. Resultado de aceptación o rechazo según el color de la viñeta  
 Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Con esta parte, se confirma la capacidad del equipo, dando una base sólida a nuestra investigación, este equipo demuestra que su capacidad de trabajo es suficientemente efectiva para evaluar el señalamiento horizontal en la red federal de carreteras del estado de Puebla.

### **IV.3. Selección de los Trabajos de Campo**

Como se estableció en el capítulo III, en red federal de carreteras del estado de Puebla tiene una longitud de 1,005.96 km entre la red básica y corredores, en los cuales se tienen divididos principalmente en 19 tramos carreteros.

Las carreteras por evaluar corresponden a la red básica, la cual tiene una longitud de 934.44 km, en 19 tramos carreteros, de los cuales se eligieron para su evaluación, que tuvieran las condiciones prevalecientes de la zona o región, como topografía, clima, aforo vehicular, entre otras características, por lo que los tramos elegidos fueron.

Carreteras como muestra representativa de la red federal del estado que se eligieron para determinar subtramos y realizar su evaluación correspondiente.

Tabla 17  
*Tramos carreteros para ser evaluados*

Num.	Carretera	Longitud (km)
05	Apizaco – Tejocotal	68.58
08	Puebla - Teziutlán	143.60
10	Pachuca – Tuxpan	100.50
13	Puebla - Jalapa	55.00
14	San Salvador el Seco - Tehuacán	71.60
15	Puebla – Tehuacán	73.70
17	Cuatla – Izúcar de Matamoros	31.50
19	Puebla – Huajuapán de León	190.14
<b>Total:</b>		<b>734.62</b>

Nota: Algunos kilometrajes no concuerdan con la tabla inicial, debido a que existen entronque o continuación de tramos, que para el caso de la investigación se creyó conveniente tomarlos, debido principalmente a condiciones de flujo vehicular.

Como nos indica nuestro método de muestreo, se eligieron subtramos o segmentos de una longitud de 2 km; en el cual, se dispusieron formatos de campo para el registro de datos, para el proceso de captura, análisis y ubicación.

Tabla 18  
*Puntos evaluados por carretera*

No.	Carretera	Longitud (km)	Tramos evaluados	Km evaluados
05	Apizaco – Tejocotal	68.58	19	38
08	Puebla - Teziutlán	143.60	14	28
10	Pachuca – Tuxpan	100.50	9	18
13	Puebla - Jalapa	55.00	12	24
14	San Salvador el Seco - Tehuacán	71.60	20	40
15	Puebla – Tehuacán	73.70	12	24
17	Cuatla – Izúcar de Matamoros	31.50	5	10
19	Puebla – Huajuapán de León	190.14	9	18
<b>Total:</b>		<b>734.62</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Con los puntos que se evaluaron por cada tramo carretero, se tienen las características que predominan en cada carretera y en la zona del estado, también se consideró flujo vehicular (TDPA) de acuerdo con los mismos datos proporcionados por la SCT, que más adelante se mencionaran con mayor precisión.

Para tener mayor precisión y en forma cuantitativa por evaluar que cantidad de puntos evaluados se conforma nuestro universo, se tienen los siguientes porcentajes, tanto por carretera y en forma general con respecto a la red federal de carreteras del estado de Puebla.

Tabla 19  
*Porcentaje de tramos evaluados*

No.	Carretera	Longitud de cada carretera (km)	Km Evaluados (km)	Porcentaje de evaluación realizada por carretera (%)	Porcentaje de Evaluación con respecto a la red (%)
05	Apizaco – Tejocotal	68.58	38	55.40	3.78
08	Puebla - Teziutlán	143.60	28	19.49	2.78
10	Pachuca – Tuxpan	100.50	18	17.91	1.79
13	Puebla - Jalapa	55.00	24	43.63	2.39
14	San Salvador el Seco - Tehuacán	71.60	40	55.86	3.98
15	Puebla – Tehuacán	73.70	24	32.56	2.39
17	Cuatla – Izúcar de Matamoros	31.50	10	31.74	0.98
19	Puebla – Huajuapán de León	190.14	18	9.46	1.79
<b>Longitud total de la red federal de carreteras del estado de Puebla</b>		<b>1005.96</b>	<b>200</b>	<b>-----</b>	<b>19.88</b>

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

En la tabla 19, se observa que los puntos a evaluar corresponden al 19.88% de la red federal del estado de Puebla, lo que es un porcentaje adecuado para conocer y calificar su nivel de eficiencia de la retrorreflexión en el señalamiento horizontal.

Por otra parte, a su vez, se observa en la tabla 19, los porcentajes de evaluación por carretera se encuentran entre el 9.46% al 55.86%, teniendo un promedio de evaluación del 33.25%; el cual, siendo un rango óptimo para calificar el señalamiento horizontal en cada una de ellas.

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Apizaco – Tejocotal**, donde se determinó realizar la evaluación de 19 puntos (38 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Puebla - Teziutlán**, donde se determinó realizar la evaluación de 14 puntos (28 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Pachuca - Tuxpan**, donde se determinó realizar la evaluación de 9 puntos (18 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Puebla - Jalapa**, donde se determinó realizar la evaluación de 12 puntos (24 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **San Salvador el Seco - Tehuacán**, donde se determinó realizar la evaluación de 20 puntos (40 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Puebla - Tehuacán**, donde se determinó realizar

la evaluación de 12 puntos (24 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Cuautla – Izúcar de Matamoros**, donde se determinó realizar la evaluación de 5 puntos (10 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Se definen los tramos a evaluar en la carretera **Puebla – Huajuapán de León**, donde se determinó realizar la evaluación de 9 puntos (18 km). (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)

Con la ubicación de las carreteras y la definición de cada punto a evaluar, nuestro universo de pruebas abarca la amplitud de la red en el estado. En la imagen se muestra los lugares de evaluación del Señalamiento Horizontal, en el estado de Puebla.

Se menciona que se realizaron 103 puntos evaluados; sin embargo, durante el proceso de trabajo se cancelaron 3 puntos (06, 07 y el 81); siendo en total 100, como se establece en la tabla 18 de este capítulo. (Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., 2016)



Figura 41. Ubicación de las carreteras y puntos evaluados

Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

#### IV.4. Obtención de Datos

Se presentan a continuación, un concentrado de datos generales de cada carretera, de datos obtenidos en campo.

Tabla 20  
Datos de la carretera Apizaco - Tejocotal

RELACIÓN DE TRAMOS EN ESTUDIO																			
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES	
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO		
55	Apizaco - Tejocotal	Lim.Edos.Tlax./Pue. - Lim.Edos.Pue./Hgo.	58+000	60+500	B	X			100	7.20	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
56			34+000	36+000	B	X			100	6.92	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
57			36+000	38+000	B	X			100	7.35	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
58			38+000	40+000	B	X			100	7.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
59			40+000	42+000	B	X			100	7.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
60			42+000	44+000	B	X			100	7.20	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
61			44+000	46+000	B	X			100	7.25	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
62			46+000	48+000	B	X			100	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
63			48+000	50+000	B	X			100	7.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
64			50+000	52+000	B	X			100	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
65			52+000	54+000	B	X			100	7.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
66			54+000	55+000	B	X			100	7.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
82			75+000	77+000	A			X		80	6.17	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
83			78+000	80+000	A			X		80	6.60	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
84			81+000	83+000	A			X		80	7.25	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
85			84+000	86+000	A			X		80	7.20	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
86			87+000	89+000	A			X		80	7.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
87			90+000	92+000	A			X		80	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
88			93+000	95+000	A			X		80	7.20	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 21  
Datos de la carretera Puebla – Teziutlán

RELACIÓN DE TRAMOS EN ESTUDIO																		
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO	
8	Puebla – Teziutlan	Amozoc – Teziutlan	0+000	2+000	B	X			80	7.40	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
9			9+000	11+000	B	X			80	7.80	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
10			16+000	18+000	B	X			80	7.60	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
11			29+000	31+000	B	X			80	7.40	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
12			35+000	37+000	B	X			80	8.00	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
13			39+000	41+000	B	X			80	7.00	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
14			47+000	49+000	B	X			80	7.40	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
15			56+000	57+000	B	X			80	6.70	Carpeta Asf.		X			X		EVALUADO
98			57+000	58+000	A	X			80	6.60	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
99			59+000	60+000	A	X			80	6.90	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
100			61+000	62+000	A	X			80	6.40	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
101			70+000	71+000	A	X			80	7.40	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
102			72+000	73+000	A	X			80	7.50	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
103			74+000	75+000	A	X			80	7.50	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 22  
Datos de la carretera Pachuca – Tuxpan

RELACIÓN DE TRAMOS EN ESTUDIO																		
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO	
89	Pachuca – Tuxpan	Lim.Edos.Hgo./Pue. - Lim.Edos.Pue./Ver.	85+000	83+000	A	X			80	7.20	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
90			88+000	86+000	A	X			80	8.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
91			91+000	89+000	A	X			80	8.25	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
92			94+000	92+000	A	X			80	7.80	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
93			110+000	108+000	A	X			80	8.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
94			107+000	105+000	A	X			80	6.50	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
95			104+000	102+000	A	X			80	6.90	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
96			101+000	99+000	A	X			80	7.10	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA
97			96+000	98+000	A	X			80	6.90	Carp. Asf.		X			X		EVALUACIÓN REALIZADA

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 23  
 Datos de la carretera Puebla – Jalapa

RELACIÓN DE TRAMOS EN ESTUDIO																			
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES	
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO		
5	Puebla – Jalapa	San Hipolito – Zacatepec	35+000	37+000	B	X			80	7.00	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
18			3+000	5+000	B	X			80	21.30	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
19			7+000	9+000	B	X			80	21.50	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
20			11+000	13+000	B	X			80	21.30	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
21			15+000	17+000	B	X			80	6.85	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
22			19+000	21+000	B	X			80	6.75	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
23			23+000	25+000	B	X			80	7.60	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
24			26+000	28+000	B	X			80	7.20	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
25			30+000	32+000	B	X			80	6.90	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
26			38+000	40+000	B	X			80	7.80	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
27			47+000	49+000	B	X			80	7.10	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
28			53+000	55+000	B	X			80	7.10	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.

Tabla 24  
 Datos de la carretera San Salvador el Seco - Tehuacán

RELACIÓN DE TRAMOS EN ESTUDIO																			
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES	
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO		
1	San Salvador El Seco – Tehuacan	San Salvador El Seco – Azumbilla	73+500	75+500	B	X			80	8.50	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
2			25+000	27+000	B	X			80	9.50	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
3			57+000	59+000	B	X			80	9.60	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
4			186+000	188+000	B	X			80	9.60	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
16			3+000	5+000	B		X		80	9.80	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
17			10+000	12+000	B		X		80	9.60	Carpeta Asf.		X			X			EVALUADO
67			14+000	16+000	A	X			80	9.80	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
68			18+000	20+000	A	X			80	9.75	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
69			21+000	23+000	A	X			80	9.40	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
70			25+000	27+000	A	X			80	9.86	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
71			33+000	35+000	A	X			80	9.78	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
72			37+000	39+000	A	X			80	9.83	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
73			41+000	43+000	A	X			80	12.05	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
74			45+000	47+000	A	X			80	9.90	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
75			49+000	51+000	A	X			80	10.35	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
76			53+000	55+000	A	X			80	8.43	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
77			57+000	59+000	A	X			80	8.35	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
78			61+000	63+000	A	X			80	8.60	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
79			65+000	67+000	A	X			80	8.50	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
80			69+000	71+000	A	X			80	8.15	Carp. Asf.		X			X			EVALUADO
81					73+500	75+500	A	X			80	8.05	Carp. Asf.		X			X	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.

Tabla 25  
Datos de la carretera Puebla – Tehuacán

RELACION DE TRAMOS EN ESTUDIO																		
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO	
29	Puebla – Tehuacán	Puebla – Tehuacán	19+000	21+000	A2	X			100	22.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
30			23+000	25+000	A2	X			100	21.50	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
31			27+000	29+000	A2	X			100	22.46	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
32			30+000	32+000	A2	X			100	22.20	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
33			37+000	39+000	A2	X			100	20.70	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
34			40+000	42+000	A2	X			100	13.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
35			43+000	45+000	A2	X			100	10.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
36			46+000	48+000	A2	X			100	15.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
37			49+000	51+000	A2	X			100	10.30	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
38			52+000	54+000	A2	X			100	10.50	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
39			60+000	62+000	A2	X			100	7.10	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
40			64+000	66+000	A2	X			100	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.

Tabla 26  
Datos de la carretera Cuautla – I. de Matamoros

RELACION DE TRAMOS EN ESTUDIO																		
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES
						PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO	
50	Cuautla – I. de Matamoros	Lim. Edos. Mor./Pue. - Entr. Cuatro Caminos	133+000	131+000	B		X		100	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
51			130+000	128+000	B		X		80	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
52			127+000	125+000	B		X		80	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
53			124+000	122+000	B		X		100	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
54			121+000	119+000	B	X			100	7.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.

Tabla 27  
 Datos de la carretera Puebla – Huajuapán de León

RELACIÓN DE TRAMOS EN ESTUDIO																			
No.	CARRETERA	TRAMO	KM INICIAL	KM FINAL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO			VELOCIDAD DE PROYECTO	ANCHO DE CALZADA	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO HOR.			CONDICIONES DEL SEÑALAMIENTO VERT.			OBSERVACIONES	
						PLANO	LUMERIO	MONTAÑOSO				BUENO	REG	MALO	BUENO	REG	MALO		
41	Puebla – Huajuapán de León	Atlixco – I. de Matamoros	35+000	37+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
42			38+000	40+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
43			41+000	43+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
44			44+000	46+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
45			47+000	49+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
46			50+000	52+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
47			53+000	55+000	A2	X			100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO	
48			56+000	58+000	A2			X		100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO
49			59+000	61+000	A2			X		100	11.00	Carp. Asf.		X			X		EVALUADO

Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Los resultados de retrorreflexión para su análisis y evaluación, se concentraron de dos formas, la primera es para obtener el porcentaje de resultados que son aceptables, por color y carretera. La segunda forma de presentar los resultados es en forma cuantitativa por cada carretera comparandolos con los parametros que establece la norma.

#### IV.4.a Concentrado por porcentaje de resultados aceptables (1ª Método)

Tablas de pruebas de retrorreflexión por carretera, donde se reflejan las pruebas realizadas por color, indicando en las mismas cuantas son aceptables y cuantas están por de bajo del nivel solicitado por la norma.

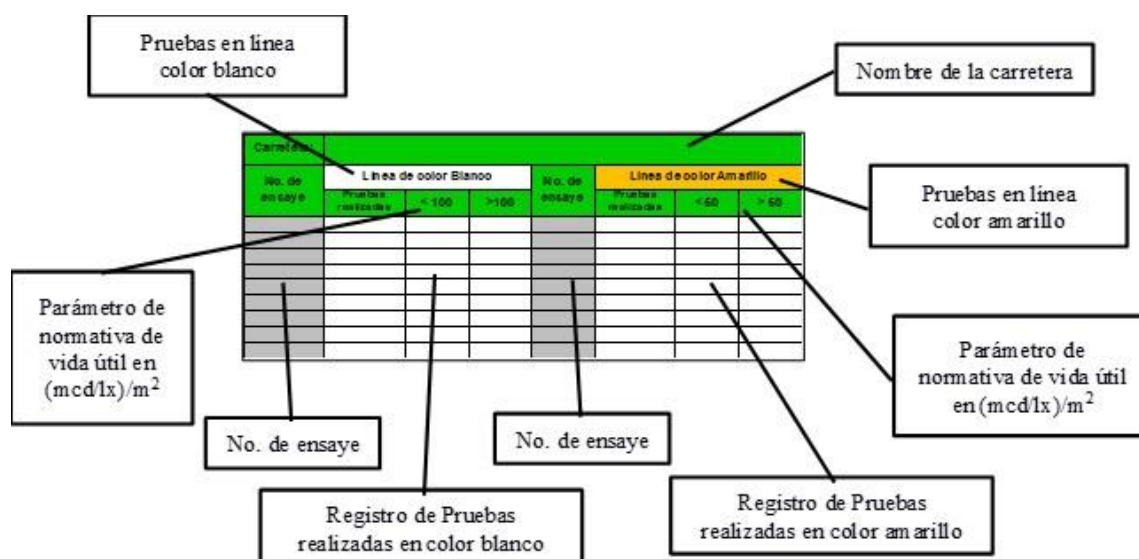


Figura 42. Descripción de los componentes del registro para número de pruebas

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.

Tabla 28

*Pruebas de retroreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal*

Carretera: Apizaco - Tejocotal							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
55	5		5	55	5	1	4
56	5		5	56	5		5
57	5		5	57	5		5
58	5		5	58	5		5
59	5		5	59	5		5
60	10		10	60			
61	5		5	61	5	1	4
62	5		5	62	5	2	3
63	5		5	63	5	2	3
64	10		10	64			
65	5		5	65	5		5
66				66	5		5
82	5		5	82	5		5
83	10	1	9	83			
84	5		5	84	5	3	2
85	5	1	4	85	5	4	1
86	10	2	8	86			
87	5		5	87	5	1	4
88	5		5	88	5	5	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.

Tabla 29

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Teziutlán*

Carretera: Puebla - Teziutlan							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
8	10	1	9	8			
9	5	1	4	9	5	4	1
10				10	10	7	3
11	10	2	8	11			
12	5		5	12	5		5
13	5		5	13	5	2	3
14	10	4	6	14			
15	5		5	15			
98	5		5	98			
99				99	5		5
100				100	5		5
101	5	4	1	101			
102	5	2	3	102			
103				103	5	5	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 30

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera Pachuca – Tuxpan*

Carretera: Pachuca - Tuxpan							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
89	10	7	3	89			
90				90	10	1	9
91	10	3	7	91			
92	10		10	92			
93	10	1	9	93			
94				94	10	4	6
95	10		10	95			
96	10	3	7	96			
97				97	10	1	9

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 31

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Jalapa*

Carretera: Puebla - Jalapa							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
5	5		5	5	5	4	1
18	5	2	3	18	5	5	
19	10		10	19			
20	5		5	20	5	2	3
21	10	4	6	21			
22	5	3	2	22	5	5	
23	5	2	3	23	5	5	
24	5	2	3	24	5	3	2
25				25	10	7	3
26	5	2	3	26	5	5	
27	10	4	6	27			
28	10	7	3	28			

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 32

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera San Salvador el Seco – Tehuacán*

Carretera: San Salvador el Seco – Tehuacán							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
1	10		10	1			
2	5		5	2	5	1	4
3	5		5	3	5		5
4	5		5	4	5		5
16	10	4	6	16			
17				17	10	10	
67	5		5	67	5	1	4
68	5		5	68	5		5
69	10		10	69			
70				70			
71	5		5	71	5	3	2
72	10		10	72			
73				73	10	4	6
74	5		5	74	5		5
75	5		5	75	5	3	2
76	10		10	76			
77	5		5	77	5		5
78	5		5	78	5		5
79	5		5	79	5	3	2
80	5		5	80	5	4	1
81				81			

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 33

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Tehuacán*

Carretera: Puebla - Tehuacán							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
29	10		10	29			
30	5		5	30	5		5
31				31	10		10
32	10		10	32			
33	10	5	5	33			
34				34	10	10	
35	10	7	3	35			
36	10	8	2	36			
37	10	8	2	37			
38	10	7	3	38			
39	10	9	1	39			
40	5	4	1	40	5	5	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 34

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera Cuautla – I. de Matamoros*

Carretera: Cuautla - Izucar de Matamoros							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
50	10	9	1	50			
51				51	10	10	
52				52	10	10	
53	10	6	4	53			
54	10	9	1	54			

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 35

*Pruebas de retrorreflexión de la carretera Puebla – Huajuapán de León*

Carretera: Puebla - Huajuapán de León							
No.	Línea de color Blanco			No.	Línea de color Amarillo		
	Pruebas realizadas	>100	< 100		Pruebas realizadas	> 50	< 50
41	10	7	3	41			
42	10	9	1	42			
43	10	8	2	43			
44	10	7	3	44			
45	5	4	1	45	5	5	
46	5	4	1	46	5	3	2
47	10	9	1	47			
48	5	2	3	48	5	3	2
49				49	10	5	5

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

#### IV.4.b Resultados de retrorreflexión en forma cuantitativa (2ª Método)

A continuación, se anexan los valores obtenidos en cada prueba de retrorreflexión, valor cuantitativo, se agrupan por carretera y color; además, se presenta la nomenclatura del tipo de línea que se muestreo de acuerdo con la normatividad para señalamiento horizontal (Manual de Señalización y Dispositivos de Seguridad 2014).

Los resultados se presentan como ejemplo de lo realizado en cada carretera.

Tabla 36

*Resultados de retrorreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal*

Carretera:		Apizaco - Tejocotal				
No.	km	km	línea	color	resultados	Promedio
55.2	59+500	60+500	M-3.2	Blanco	75	71.0
					81	
					66	
					74	
					58	
56.1	34+000	35+000	M-3.1	Blanco	73	76.0
					66	
					80	
					75	
					86	
57.1	36+000	37+000	M-3.1	Blanco	12	21.6
					26	
					20	
					19	
					31	
58.1	38+000	39+000	M-3.1	Blanco	44	34.8
					33	
					40	
					28	
					29	
59.2	41+000	42+000	M-3.3	Blanco	55	49.6
					40	
					42	
					60	
					51	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 37

*Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla -Teziutlán*

Carretera:		Puebla - Teziutlan				
No.	km	km	linea	color	resultados	Promedio
8.1	0+000	1+000	M-3.1	Blanco	103	68
					28	
					48	
					81	
					80	
8.2	1+000	2+000	M-3.1	Blanco	78	69.8
					55	
					60	
					70	
					86	
9.1	9+000	10+000	M-3.1	Blanco	84	73
					40	
					56	
					59	
					126	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 38

*Resultados de retrorreflexión de la carretera Pachuca - Tuxpan*

Carretera:		Pachuca - Tuxpan				
No.	km	km	linea	color	resultados	Promedio
89.1	83+000	84+000	M-3.3	Blanco	132	89.6
					44	
					98	
					122	
					52	
89.2	84+000	85+000	M-3.3	Blanco	154	135.6
					113	
					166	
					119	
					126	
91.1	89+000	90+000	M-3.1	Blanco	36	44.6
					48	
					41	
					13	
					85	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 39

Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla - Jalapa

Carretera:		Puebla - Jalapa				
No.	km	km	linea	color	resultados	Promedio
5.1	35+000	36+000	M-3.1	Blanco	33	29.8
					41	
					26	
					20	
					29	
18.1	3+000	4+000	M-3.2	Blanco	165	106.2
					97	
					104	
					79	
					86	
19.1	7+000	8+000	M-2.3	Blanco	77	81.4
					90	
					80	
					82	
					78	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 40

Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla – Tehuacán

Carretera:		Puebla - Tehuacán				
No.	km	km	linea	color	resultados	Promedio
29.1	19+000	20+000	M-3.2	Blanco	20	12
					7	
					10	
					15	
					8	
29.2	20+000	21+000	M-3.2	Blanco	15	9
					6	
					7	
					5	
					12	
30.1	23+000	24+000	M-3.2	Blanco	18	11.2
					9	
					10	
					6	
					13	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 41

*Resultados de retrorreflexión de la carretera San Salvador el Seco – Tehuacán*

Carretera:		San Salvador el Seco - Tehuacán				
No.	km	km	línea	color	resultados	Promedio
1.1	73+500	74+500	M-3.1	blanco	18	24.8
					28	
					33	
					25	
					20	
1.2	74+500	75+500	m-3.3	blanco	24	19.6
					18	
					22	
					15	
					19	
2.1	25+000	26+000	M-3.3	blanco	36	33.4
					20	
					27	
					45	
					39	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 42

*Resultados de retrorreflexión de la carretera Cuautla – I. de Matamoros*

Carretera:		Cuautla - Matamoros				
No.	km	km	línea	color	resultados	Promedio
50.1	132+000	133+000	M-3.1	Blanco	185	161.8
					176	
					190	
					156	
					102	
50.2	131+000	132+000	M-3.1	Blanco	236	151.2
					145	
					161	
					78	
					136	
51.1	129+000	130+000	M-3.1	Blanco	223	165
					123	
					136	
					189	
					154	

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 43

*Resultados de retrorreflexión de la carretera Puebla – Huajuapán de León*

Carretera:		Puebla - Huajuapán de León				
No.	km	km	línea	color	resultados	Promedio
41.1	35+000	36+000	M-2.3	Blanco	107	103.8
					172	
					38	
					111	
					91	
41.2	36+000	37+000	M-3.1	Blanco	118	134
					179	
					68	
					139	
					166	
42.1	38+000	39+000	M-3.1	Blanco	211	175.4
					203	
					106	
					145	
					212	

Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Con estas tablas, se tiene concentrados los datos y valores obtenidos en campo, de las 8 carreteras propuestas, divididas en 100 segmentos, que equivalen a 180 km y a 900 pruebas de retrorreflexión; todo desarrollado en el señalamiento horizontal de la Red Federal de carreteras del Estado de Puebla.

## V. Resultados y Conclusiones de la Investigación

En este capítulo, se plantea el análisis de los datos obtenidos, además la integración de los mismos con otros factores, como el tráfico, con el fin de encontrar similitudes y determinar el nivel de calidad con respecto a la prueba de retroreflexión.

El Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad, define al señalamiento horizontal como “...es el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas...” (S.C.T., 2014, p. 3)

El mismo manual define Reflexión como “...es la relación entre el haz de luz incidente y el haz de luz reflejado en una película de una determinada área específica, de acuerdo con el tipo de película y su color a ciertos ángulos de entrada y de observación; se mide en candelas por lux por metro cuadrado  $[(cd/lx)/m^2]$ ...” (S.C.T., 2014, p. 11)

Además, nos indica que “...Todos los elementos reflejantes integrantes del Señalamiento deben cumplir con los niveles requeridos de reflexión durante su vida útil, conforme lo indicado en el capítulo correspondiente, tomando en cuenta que dichos elementos están sujetos a las labores de inspección y de conservación necesarias...” (S.C.T., 2014, p. 10)

Con estas directrices establecidas, se procedió al análisis de los datos obtenidos; los cuales, conformados por carreteras, kilometraje y color, faciliten su manejo.

## V.1. Análisis General

Al tener definidas y concentrados los resultados, se procedió a realizar el primer análisis descrito en el **punto IV.4.a** el cual define el porcentaje de pruebas que cumplen o no cumplen.

## V.2. Desarrollo del Método de Análisis por pruebas

Este análisis, se realizó de acuerdo con lo que establece la norma y el manual, para un tiempo determinado como es la vida de proyecto.

La norma N·CMT·5·01·001/13 (SCT,2013); la cual se refiere, a los materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad, nos indica los parámetros que debe cumplir una pintura de acuerdo con su retrorreflexión, señalando diferentes periodos de verificación. En donde se tomará la de vida de proyecto.

Tabla 44

*Coefficientes mínimos de reflexión de las pinturas para señalamiento horizontal*

Color	Coeficiente mínimo de reflexión (mcd / lx) / m <sup>2</sup>					
	Pintura base agua			Pintura termoplástica		
	Inicial	A 180 días	Vida de proyecto	Inicial	A 180 días	Vida de proyecto
Blanco	250	150	100	300	250	150
Amarillo	200	150	50	250	175	100
Rojo	35	24	11	51	39	23
Verde	24	16	8	37	28	17

Fuente: Normativa SCT. (26 de 03 de 2018). *Carreteras*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de IMT-SCT: <https://normas.imt.mx/>

En los tramos evaluados, solo se detectó pintura base agua. Por lo que, los parámetros que se evaluara para el color blanco son de  $100 \text{ (mcd/lx)/m}^2$  y para el color amarillo de  $50 \text{ (mcd/lx)/m}^2$ .

Se presentan tablas definidas en el punto IV.4.a, en donde se concentran datos por tramo, indicando color, su aceptación o rechazo, la carretera y el número de ensaye (grafica de barras).

Se completa el registro, con graficas donde se señala el porcentaje de eficiencia por color (grafica de circular). Finalmente se presenta gráfica (barras 3D), en donde determina la eficiencia del señalamiento global; se aclara, este análisis corresponde al concepto de pruebas realizadas, que cumplen o no con la vida de proyecto (N.CMT.5.01.001/13) (Normativa SCT, 2018).

#### Carretera: Apizaco – Tejocotal

Tabla 45

*Presentación gráfica de las pruebas de retroreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal*

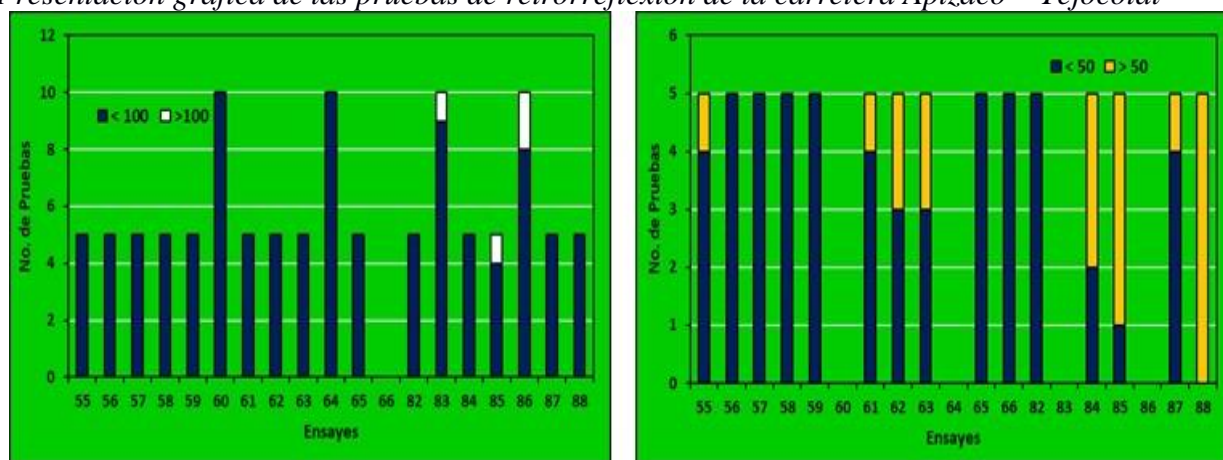


Tabla 46

Porcentaje de Pruebas de retrorreflexión de la carretera Apizaco – Tejocotal

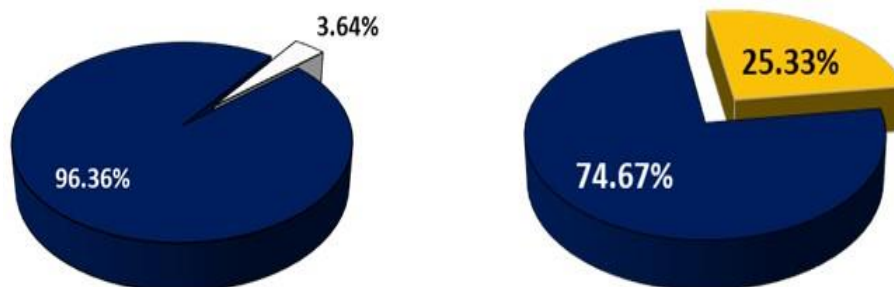
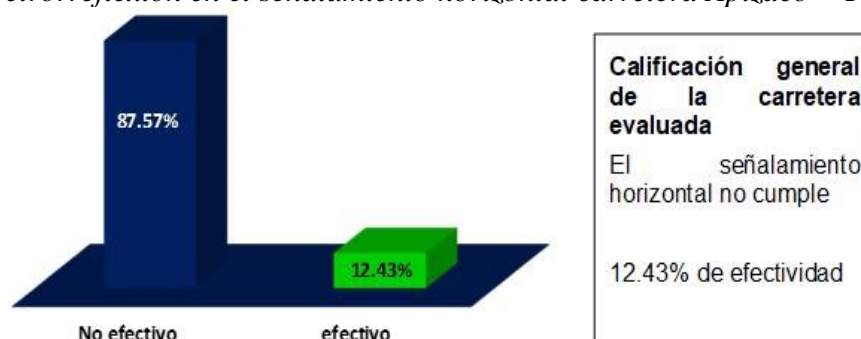


Tabla 47

Eficiencia de retrorreflexión en el señalamiento horizontal carretera Apizaco – Tejocotal



Este análisis se realizó para cada carretera evaluado y a continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 48

Resumen de los resultados que cumplen con la norma en porcentaje

No.	Carretera	Color blanco %	Color amarillo %
1	Apizaco – Tejocotal	3.64	25.33
2	Puebla – Teziutlán	21.54	45.00
3	Pachuca – Tuxpan	23.33	20.00
4	Puebla – Jalapa	34.67	80.00*
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	3.64	36.25
6	Puebla – Tehuacán	53.33	50.00*
7	Cuatla – Izúcar de Matamoros	80.00	100.00*
8	Puebla – Huajuapán de León	76.92	64.00*
<b>Parámetro Promedio</b>		<b>30.41</b>	<b>46.09</b>

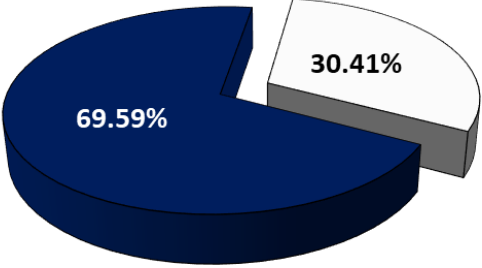
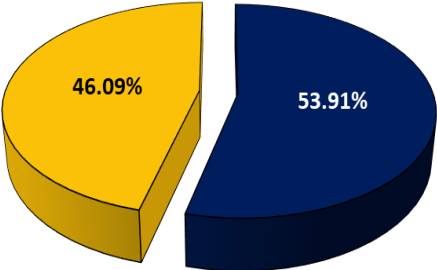
Nota. (\*) tramos que cumplen con la norma

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Con este resultado se determina que el color blanco y el color amarillo está por debajo de lo que pide la norma  $100 \text{ (mcd/lux)/m}^2$  y  $50 \text{ (mcd/lux)/m}^2$  de vida de proyecto respectivamente.

Tabla 49

*Porcentajes del número de pruebas que cumplen con la vida de proyecto.*

	<p><b>Línea color blanco</b></p> <p>Se realizaron 950 pruebas, de las cuales 605 fueron en línea color blanco.</p> <p>De las 605 pruebas realizadas solo 184 estuvieron por arriba del nivel de vida de proyecto.</p> <p>Teniendo un 30.41% de aceptación.</p>
	<p><b>Línea color amarillo</b></p> <p>Se realizaron 950 pruebas, de las cuales 345 fueron en línea color amarillo.</p> <p>De las 345 pruebas realizadas solo 159 estuvieron por arriba del nivel de vida de proyecto.</p> <p>Teniendo un 46.09% de aceptación.</p>

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Finalmente, en la suma de pruebas totales aceptables que cumplen con el parámetro de vida útil de normativa, entre el color blanco y amarillo de 950 muestras obtenidas solo 343 cumplen con el requisito, por lo que la eficiencia de reflexión en la red federal de carreteras solo tiene el 36.11% de eficiencia, lo que no cumple con el mínimo de atención al usuario para su ayuda en el transitar de la red.

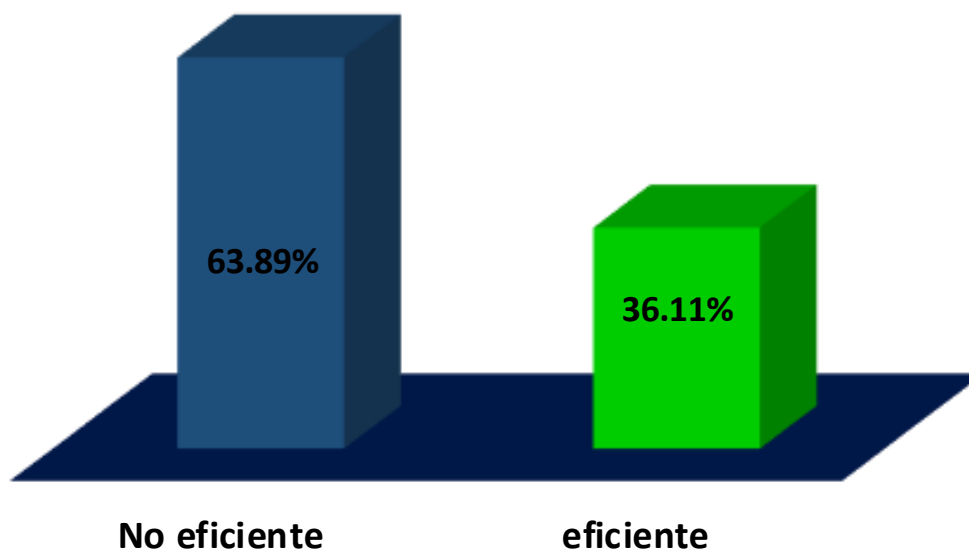


Figura 43. Eficiencia global en la red federal de carreteras en el estado de Puebla  
Nota: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Con este parámetro logramos evaluar la eficiencia de la retrorreflexión, solo con el conteo de pruebas, obteniendo un 36.11%; en dado caso, es necesario para determinar procesos de atención en los tramos carreteros y lograr una eficiencia de calidad.

### V.3. Desarrollo del Método de Análisis por resultado de prueba

En este segundo análisis previsto en el **punto IV.4.b**, presentamos graficas de cada lectura realizada en el tramo, por color; estas graficas se integran los parámetros de aceptación de la norma, dando una imagen del nivel de la retrorreflexión con los parámetros normativos.

A continuación, presentamos solo un ejemplo de lo realizado en cada carretera, presentando resultados y una gráfica general comprendiendo todos los tramos.

## Carretera: Apizaco – Tejocotal

En cada gráfica, se colocó esquemáticamente el límite superior denominado “valor Inicial”, este valor corresponde a la retrorreflexión de la pintura cuando es aplicada; se colocó, la línea del parámetro denominado “valor a 180 días”, y finalmente se colocó, la línea denominada “vida de proyecto”, que indica el valor mínimo que permite la normatividad.

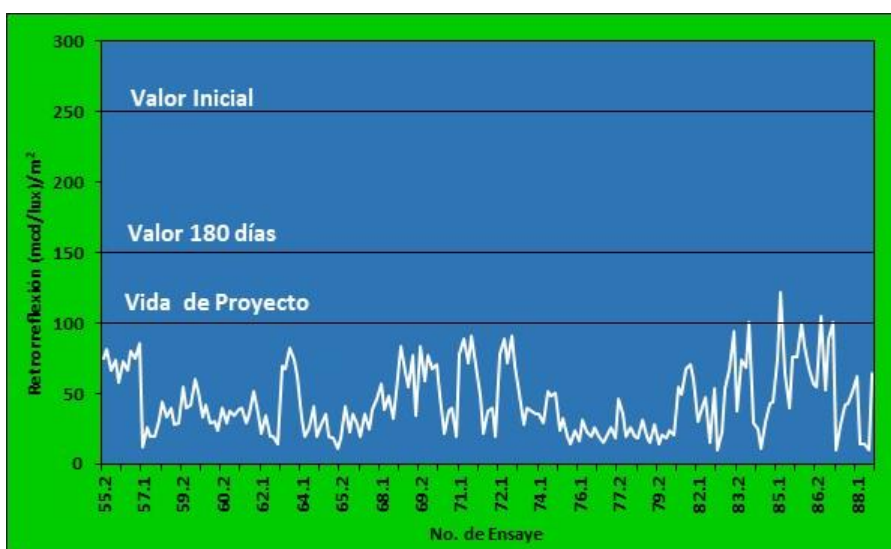


Figura 44. Carretera Apizaco – Tejocotal, Línea color blanco (resultados de retrorreflexión)

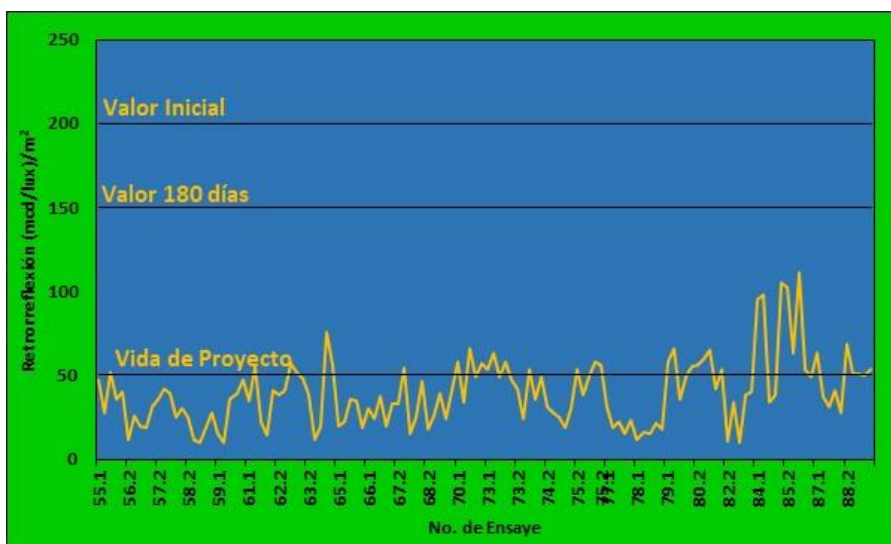


Figura 45. Carretera Apizaco – Tejocotal, Línea color amarillo (resultados de retrorreflexión)

Con estas graficas se determina donde se encuentra el señalamiento en eficiencia; a continuación, en forma cuantitativa se presentan datos promedio de cada tramo.

Tabla 50

*Resultados promedio de retrorreflexión por carretera*

Tramo	Carretera	Tramo km	Color de Línea	Lectura Promedio	Vida de Proyecto (mcd/lux)/m <sup>2</sup>	Calificación
1	Apizaco - Tejocotal	14+000 al 95+000	blanco	44.32	100	no cumple
			amarillo	38.87	50	no cumple
2	Puebla - Teziutlán	0+000 al 75+000	blanco	70.63	100	no cumple
			amarillo	51.83	50	cumple
3	Pachuca - Tuxpan	83+000 al 107+000	blanco	61.93	100	no cumple
			amarillo	41	50	no cumple
4	Puebla - Jalapa	3+000 al 55+000	blanco	89.64	100	no cumple
			amarillo	82.11	50	cumple
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	3+000 al 188+000	blanco	42.98	100	no cumple
			amarillo	45.8	50	no cumple
6	Puebla - Tehuacán	19+000 al 66+000	blanco	122.8	100	cumple
			amarillo	78.3	50	cumple
7	Cuautla - Matamoros	119+000 al 133+000	blanco	169.43	100	cumple
			amarillo	161.8	50	cumple
8	Puebla - Huajuapán de León	35+000 al 61+000	blanco	149.83	100	cumple
			amarillo	104.32	50	cumple

El resultado obtenido después del desarrollo del método se tiene de la siguiente forma:

Para la **línea blanca**, se verificaron 8 carreteras, de las cuales 5 carreteras no cumplen y 3 se encuentran por arriba del parámetro de vida de proyecto.

Para la **línea amarilla**, se verificaron 8 carreteras, de las cuales 3 carreteras no cumplen y 5 se encuentran por arriba del parámetro de vida de proyecto.

## V.4. Cuadro General de Resultados

En este apartado, se presentan los resultados generales de los métodos de análisis realizados, una calificación del nivel alcanzado y su dictamen.

### V.4.a Método de Análisis por pruebas realizada

Como resultado del primer análisis, se tiene el siguiente cuadro de datos, con los resultados y los porcentajes por tramo, por color; además, de presentar la cuantificación total realizada en toda la red y sus porcentajes.

*Tabla 51*

*Concentrado de Datos de cuantificación de valores aceptables de acuerdo con la norma*

Carretera	tramos	pruebas realizadas	Línea color blanco				Línea color amarillo					
			realizadas	cumple	%	No cumple	%	realizadas	cumple	%	No cumple	%
Apizaco - Tejocotal	19	185	110	4	3.64%	106	96.36%	75	19	25.33%	56	74.67%
Puebla - Teziutlán	14	105	65	14	21.54%	51	78.46%	40	18	45.00%	22	55.00%
Pachuca - Tuxpan	9	90	60	14	23.33%	46	76.67%	30	6	20.00%	24	80.00%
Puebla - Jalapa	12	120	75	26	34.67%	49	65.33%	45	36	80.00%	9	20.00%
San Salvador el Seco - Tehuacán	20	190	110	4	36.40%	106	96.36%	80	29	36.25%	51	63.75%
Puebla - Tehuacán	12	120	90	48	53.33%	42	46.67%	30	15	50.00%	15	50.00%
Cuautla - I. de Matamoros	5	50	30	24	80.00%	6	20.00%	20	20	100.00%	0	0.00%
Puebla - Huajuapán de León	9	90	65	50	76.92%	15	23.08%	25	16	73.33%	9	26.67%
Totales :	100	950	605	184		421		345	159		186	
Porcentaje Total:				30.41%		69.59%			46.09%		53.91%	

En forma general la comparativa de estos resultados, se reflejan en la siguiente tabla, en donde se puede ver que la línea blanca al estar con un 30.41% se califica como no aceptable. En lo que se refiere a la línea color amarillo, al obtener un 46.09% está por debajo del 50% y se clasifica que no cumple ambos en el parámetro de vida de proyecto.

Tabla 52

*Concentrado General de eficiencia en la Red Federal de carreteras en el estado de Puebla*

<b>Carretera</b>	<b>% de eficiencia</b>	<b>Calificación</b>
Apizaco - Tejocotal	12.43	No cumple
Puebla - Teziutlán	30.48	No cumple
Pachuca - Tuxpan	22.22	No cumple
<b>Puebla - Jalapa</b>	<b>51.67</b>	<b>cumple</b>
San Salvador el Seco - Tehuacán	17.37	No cumple
<b>Puebla -Tehuacán</b>	<b>52.50</b>	<b>cumple</b>
<b>Cuautla -I. de Matamoros</b>	<b>88.00</b>	<b>cumple</b>
<b>Puebla - Huajuapán de León</b>	<b>73.33</b>	<b>cumple</b>
<b>Porcentaje Total de eficiencia:</b>	<b>36.11</b>	<b>No cumple</b>

Como se observa de 8 carreteras evaluadas, 4 están por debajo del 50% de eficiencia, 2 están ligeramente por arriba del 50% de eficiencia y solo 2 están por arriba del 70% de eficiencia; por lo que se califica toda la red con un 36.11% global de eficiencia, siendo un valor no aceptable.

#### **V.4.b Método de Análisis por resultado de prueba obtenido**

Los resultados de cada prueba de retrorreflexión, se presentan con su número de ensaye, tramo, promedio, carretera, parámetro de vida de proyecto, teniendo en cuenta que son datos que se emplearán para construir la matriz de conservación.

A continuación, se presentan los resultados promedio de cada carretera evaluada de acuerdo con el color de línea ensayado.

Tabla 53

Resultados por línea de color blanco

Tramo	Carretera:	Tramo		Lectura Promedio	vida útil	calificación
		km	km			
1	Apizaco - Tejocotal	14+000	95+000	44.32	100	no cumple
2	Puebla - Teziutlán	0+000	75+000	70.63	100	no cumple
3	Pachuca - Tuxpan	83+000	107+000	61.93	100	no cumple
4	Puebla - Jalapa	3+000	55+000	89.64	100	no cumple
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	3+000	188+000	42.98	100	no cumple
6	Puebla - Tehuacán	19+000	66+000	122.80	100	cumple
7	Cuautla - Matamoros	119+000	133+000	169.43	100	cumple
8	Puebla - Huajuapán de León	35+000	61+000	156.22	100	cumple
Promedio Total :				94.74	100	no cumple

Para la **línea color blanco**, se determina un valor de 94.74 (mcd/lx)/m<sup>2</sup>, es menor a los 100 (mcd/lx)/m<sup>2</sup>, que establece la normativa (vida de proyecto), **no cumple**.

Para la **línea color amarillo**, se determina un valor de 75.88 (mcd/lx)/m<sup>2</sup>, es menor a los 50 (mcd/lx)/m<sup>2</sup>, que establece la normativa (vida de proyecto), **si cumple**.

Tabla 54

Resultados por línea de color amarillo

Tramo	Carretera:	Tramo		Lectura Promedio	vida útil	calificación
		km	km			
1	Apizaco - Tejocotal	14+000	95+000	38.87	50	no cumple
2	Puebla - Teziutlán	0+000	75+000	51.83	50	cumple
3	Pachuca - Tuxpan	83+000	107+000	41.00	50	no cumple
4	Puebla - Jalapa	3+000	55+000	82.11	50	cumple
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	3+000	188+000	45.80	50	no cumple
6	Puebla - Tehuacán	19+000	66+000	78.30	50	cumple
7	Cuautla - Matamoros	119+000	133+000	161.80	50	cumple
8	Puebla - Huajuapán de León	35+000	61+000	107.29	50	cumple
Promedio Total :				75.88	50	cumple

## V.5. Datos Adicionales

Para diseñar nuestra matriz de conservación, se requiere fuentes afines. Estos datos adicionales corresponden a los datos viales, al clima y precipitación pluvial.

Tabla 55

*Datos viales de las carreteras evaluadas*

Tramo	Carretera:	TDPA	
		minimo	maximo
1	Apizaco - Tejocotal	5446	18055
2	Puebla - Teziutlán	3486	9443
3	Pachuca - Tuxpan	4090	16822
4	Puebla - Jalapa	3579	19075
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	4497	5819
6	Puebla - Tehuacán	5732	16871
7	Cuautla - Matamoros	2922	8034
8	Puebla - Huajuapán de León	5249	22883

Fuente: S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>

Tabla 56

*Registro de temperaturas promedio*

Tramo	Carretera:	Temperatura promedio
1	Apizaco - Tejocotal	18.1 °C
2	Puebla - Teziutlán	10.8 °C
3	Pachuca - Tuxpan	18.1 °C
4	Puebla - Jalapa	10.8 °C
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	15.2 °C
6	Puebla - Tehuacán	18.1 °C
7	Cuautla - Matamoros	23.8 °C
8	Puebla - Huajuapán de León	23.8 °C

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

Tabla 57

*Precipitación total anual (mm)*

<b>Tramo</b>	<b>Carretera:</b>	<b>Precipitación total anual</b>
1	Apizaco - Tejocotal	2051.1 mm
2	Puebla - Teziutlán	772.6 mm
3	Pachuca - Tuxpan	2051.1 mm
4	Puebla - Jalapa	772.6 mm
5	San Salvador el Seco - Tehuacán	614.1 mm
6	Puebla - Tehuacán	2051.1 mm
7	Cuautla - Matamoros	783.4 mm
8	Puebla - Huajuapán de León	783.4 mm

Fuente: INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)

Se procede al desarrollo de una matriz, para de determinar la prioridad de atención de cada carretera de acuerdo con su aforo vehicular, temperatura y clima, considerando la retrorreflexión, siendo el indicador de aplicación del señalamiento horizontal.

Los datos viales, corresponden a la Dirección de Servicios técnicos de la SCT, los cuales pertenecen al 2016, publicados en 2017. Se eligieron los TDPA considerando el tramo evaluado, ya que algunas estaciones aforadoras corresponden a ramales o entronques fuera del tramo observado. (S.C.T., 2017)

En lo referente a los datos de clima y precipitación, se obtuvieron del anuario estadístico y geográfico del INEGI, datos que pertenecen a la CNA, por lo que los datos que se plantean son los más cercanos y con mayor influencia en los tramos evaluados. (INEGI, 2017)

## V.6. Presentación de Matriz de Atención

Se han concentrado los resultados de la retrorreflexión en base a los métodos planteados, **primeramente**, por pruebas aceptadas y rechazadas; el **segundo** en base al resultado de prueba. Ambos análisis tratando de determinar la eficiencia de la retrorreflexión, presentando porcentajes que fueron comparados con la normatividad.

La Matriz de atención de conservación del señalamiento horizontal se integra con datos que tienen acción en el pavimento, como es el tráfico, temperatura, precipitación pluvial, entre otros.

A continuación, presentamos la matriz de atención con datos viales de la SCT (S.C.T., 2017), esta matriz tiene el fin de establecer prioridad de atención por tramo de acuerdo con su TDPA (transito diario promedio anual) y el porcentaje de retrorreflexión obtenido.

Es importante para su detección, observar el comportamiento de la retrorreflexión con respecto a los límites normativos y los diferentes tramos evaluados, pudiendo tener un esquema de eficiencia en forma visual.

Como se refleja en las siguientes gráficas; la cual, además de los resultados por carretera de la retrorreflexión obtenida, se integra una línea de tendencia, la cual nos señala un comportamiento estándar del señalamiento en el tramo.

Con las gráficas que se presentan a continuación, se tiene concentrados los resultados de cada prueba realizada de retrorreflexión en las 8 carreteras evaluadas, divididas en 100 segmentos; todo

esto desarrollado en el señalamiento horizontal de la Red Federal de carreteras del Estado de Puebla.

Tabla donde se especifican los tramos que se representan en las gráficas que a continuación se presentan.

<b>Tramo</b>	<b>Carretera</b>
<b>1</b>	<b>Apizaco - Tejocotal</b>
<b>2</b>	<b>Puebla - Teziutlan</b>
<b>3</b>	<b>Pachuca - Tuxpan</b>
<b>4</b>	<b>Puebla - Jalapa</b>
<b>5</b>	<b>San Salvador el Seco - Tehuacán</b>
<b>6</b>	<b>Puebla -Tehuacán</b>
<b>7</b>	<b>Cuautla - Matamoros</b>
<b>8</b>	<b>Puebla - Huajuapán de León</b>

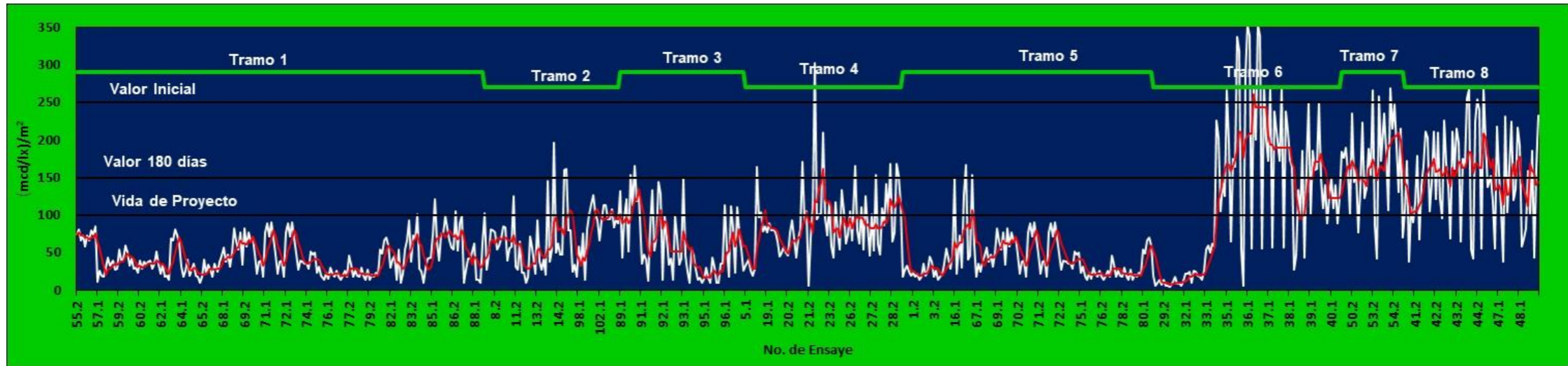


Figura 46. Grafica general de los resultados de retroreflexión de las carreteras evaluadas en el estado de Puebla, color blanco

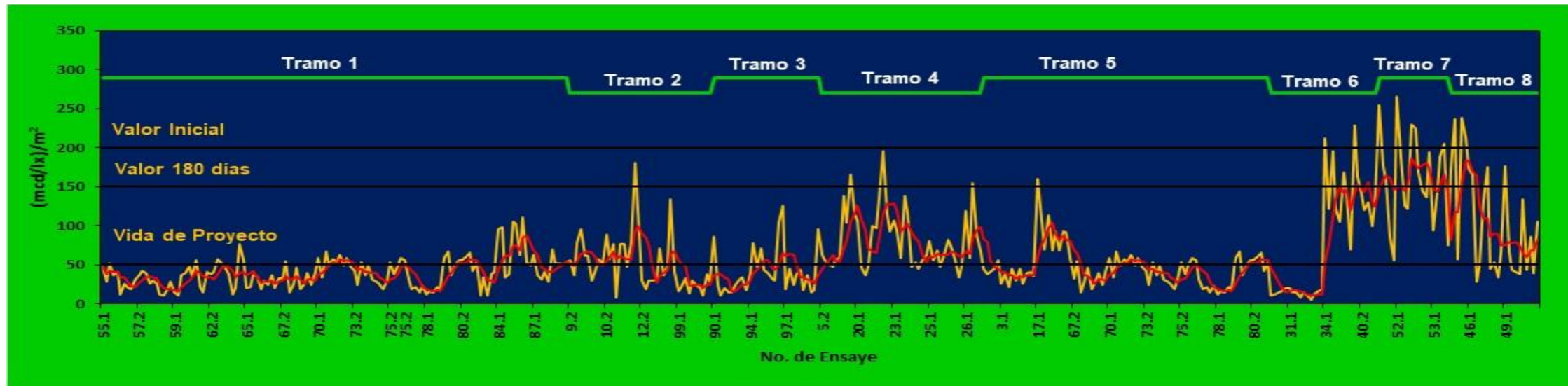


Figura 47. Grafica general de los resultados de retroreflexión de las carreteras evaluadas en el estado de Puebla, color amarillo.

## V.6.a Matriz de Atención de acuerdo con el método de número de pruebas

Tabla 58

Datos Generales del estudio de retrorreflexión en la red federal de carreteras (1er método)

<b>Evaluación de Señalamiento Horizontal del Estado de Puebla</b>					
<b>Estado:</b>	Puebla	Residencia General de Conservación de Carreteras del Estado de Puebla.			
<b>Periodo de Evaluación:</b>			abril a agosto de 2016		
<b>No. Carreteras Verificadas</b>	<b>Kilómetros verificados</b>	<b>Puntos Observados</b>	<b>% a la Red Federal del Estado</b>		
8	191	100	18.99%		
<b>Resultados de Señalamiento (retrorreflexión)</b>					
<b>Color</b>	<b>Disparos realizados</b>	<b>Satisfactorios</b>	<b>No Satisfactorios</b>	<b>% de Eficiencia</b>	<b>Observación</b>
Línea Blanca	605	184	421	30.41%	No adecuado
Línea Amarilla	335	159	186	46.09%	No adecuado
<b>Total</b>	<b>950</b>	<b>343</b>	<b>607</b>	<b>36.11%</b>	<b>No adecuado</b>
<b>Descripción de los resultados</b>					
Los tramos evaluados en retrorreflexión no cumplen con la normatividad, obteniendo menos del 50% de eficiencia. Teniendo un global de 36.11% de efectividad.					

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

Tabla 59

Matriz por porcentaje de pruebas en la red federal de carreteras, retrorreflexión (1er método)

<b>Matriz de Atención de Conservación (Datos)</b>					
<b>Carretera</b>	<b>Disparos realizados</b>	<b>Satisfactorios</b>	<b>No Satisfactorios</b>	<b>% de Eficiencia</b>	<b>Observación</b>
San Salvador el Seco – Tehuacán	190	33	157	17.37%	No adecuado
Puebla - Jalapa	120	62	58	51.67%	Adecuado
Puebla - Teziutlán	105	32	73	30.48%	No adecuado
Cuatla – Izúcar de Matamoros	50	44	6	88.00%	Adecuado
Puebla – Tehuacán	120	63	57	52.50%	Adecuado
Puebla – Huajuapán de León	90	66	24	73.33%	Adecuado
Apizaco – Tejocotal	185	23	162	12.43%	No adecuado
Pachuca – Tuxpan	90	20	70	22.22%	No adecuado

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

### **Análisis del Resultado**

Solo 4 carreteras evaluadas cumplen con la efectividad de retrorreflexión (51.67%, 88.00%, 52.50% y 73.33%) y 4 no cumplen (17.37%, 30.48%, 12.43% y 22.22%), con la de vida de proyecto que establece la normatividad N.CMT.5.01.001/13.

## Matriz de Atención de conservación de Señalamiento Horizontal

Tabla 60

Matriz de Atención de conservación de señalamiento horizontal (1er método)

Carretera	% de Eficiencia	Calificación	TDPA	Grado atención
Apizaco - Tejocotal	12.43	No cumple	5446 - 18055	1° Lugar
Puebla - Teziutlán	30.48	No cumple	3486 - 9443	3° Lugar
Pachuca - Tuxpan	22.22	No cumple	4090 - 16822	2° Lugar
Puebla - Jalapa	51.67	cumple	3579 - 19075	5° Lugar
San Salvador el Seco - Tehuacán	17.37	No cumple	4497 - 5819	4° Lugar
Puebla -Tehuacán	52.50	cumple	5732 - 16871	6° Lugar
Cuatla -I. de Matamoros	88.00	cumple	2922 - 8034	8° Lugar
Puebla - Huajuapán de León	73.33	cumple	5249 - 22883	7° Lugar
<b>Comentarios y Conclusiones</b>				
<p>En la columna de <b>grado de atención</b>, se va calificando de acuerdo con el porcentaje menor y su TDPA, siendo el de mayor pronta la atención la carretera que tenga un TDPA mayor como es la carretera Apizaco Tejocotal con un rango de 5446 a 18055 y un % de eficiencia de 12.43%.</p>				

Fuente: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V

## V.6.b Matriz de Atención de acuerdo con el método de Resultados de Prueba

Tabla 61

Datos Generales del estudio de retrorreflexión en la red federal de carreteras (2do. método)

Evaluación de Señalamiento Horizontal del Estado de Puebla					
<b>Estado:</b>	Puebla	Residencia General de Conservación de Carreteras del Estado de Puebla.			
<b>Periodo de Evaluación:</b>			abril a agosto de 2016		
<b>No. Carreteras Verificadas</b>	<b>Kilómetros verificados</b>	<b>Puntos Observados</b>	<b>% a la Red Federal del Estado</b>		
8	191	100	18.99%		
Resultados de Señalamiento (retroreflexión)					
Color	Disparos realizados		Vida útil Normativa (mcd/lx/m <sup>2</sup> )	Lectura promedio (mcd/lx/m <sup>2</sup> )	Observación
Línea Blanca	605		100	93.95	No adecuado
Línea Amarilla	335		50	75.50	Adecuado
Descripción de los resultados					
El porcentaje de eficiencia del color amarillo <b>cumple</b> con el parámetro de vida de proyecto.					
El color blanco <b>no cumple</b> con la eficiencia solicitada de 100 mcd/lx/m <sup>2</sup>					

Tabla 62

Matriz por Resultado de prueba de retrorreflexión en la red federal de carreteras (2do. Método).

<b>Matriz de Atención de Conservación (Datos)</b>					
<b>Carretera</b>	<b>Vida útil Normativa (mcd/lx/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Lectura promedio (mcd/lx/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vida útil Normativa (mcd/lx/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Lectura promedio (mcd/lx/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Observación</b>
Apizaco - Tejocotal	100	44.32	50	38.87	No adecuado
Puebla - Teziutlán		70.63		51.83	Parcial
Pachuca - Tuxpan		61.93		41.00	No adecuado
Puebla - Jalapa		89.64		82.11	Parcial
San Salvador el Seco - Tehuacán		42.98		45.80	No adecuado
Puebla - Tehuacán		122.80		78.30	Adecuado
Cautla - Matamoros		169.43		161.80	Adecuado
Puebla - Huajuapán de León		149.83		104.32	Adecuado

#### Análisis del Resultado

De las 8 carreteras evaluadas en el estado de Puebla, 3 No cumplen con la retrorreflectividad en el señalamiento horizontal (color blanco y amarillo), 2 cumplen parcialmente (del color blanco y amarillo) y 2 cumplen (ambos colores blanco y amarillo) con el parámetro de vida de proyecto que establece la normatividad N.CMT.5.01.001/13.

## Matriz de Atención de conservación de Señalamiento Horizontal

Tabla 63

Matriz de Atención de conservación de señalamiento horizontal (2do. Método)

Carretera	Color Blanco Lectura promedio (mcd/lx/m <sup>2</sup> )	Color Amarillo Lectura promedio (mcd/lx/m <sup>2</sup> )	TDPA	Grado atención
Apizaco - Tejocotal	44.32	38.87	5446 - 18055	1° Lugar
Puebla - Teziutlán	70.63	51.83	3486 - 9443	5° Lugar
Pachuca - Tuxpan	61.93	41.00	4090 - 16822	2° Lugar
Puebla - Jalapa	89.64	82.11	3579 - 19075	4° Lugar
San Salvador el Seco - Tehuacán	42.98	45.80	4497 - 5819	3° Lugar
Puebla - Tehuacán	122.80	78.30	5732 - 16871	6° Lugar
Cuatla - Matamoros	169.43	161.80	2922 - 8034	8° Lugar
Puebla - Huajuapán de León	149.83	104.32	5249 - 22883	7° Lugar
<b>Comentarios y Conclusiones</b>				
<p>En la columna de <b>grado de atención</b>, se va calificando de acuerdo con el porcentaje menor y su TDPA, siendo el de mayor pronta la atención la carretera que tenga un TDPA mayor como es la carretera Apizaco Tejocotal con un rango de 5446 a 18055 y un % de eficiencia de 44.32% y 38.87% en color blanco y amarillo respectivamente.</p>				

## V.7. Comparación de Resultados de ambos metodos

Finalmente, los resultados por ambos métodos, comparando sus prioridades de atención para cada carretera.

Tabla 64

*Resultados y nivel de atención de retroreflexión en la red federal de carreteras*

<b>1° método</b>		<b>2° método</b>		<b>Resultado</b>
<b>Conteo por Prueba</b>		<b>Resultado por Prueba</b>		
<b>Carretera</b>	<b>Prioridad de Atención</b>	<b>Carretera</b>	<b>Prioridad de Atención</b>	
Apizaco – Tejocotal	12.43%	Apizaco – Tejocotal	Ambos colores	Se confirma
Pachuca – Tuxpan	22.22%	Pachuca – Tuxpan	Ambos colores	Se confirma
Puebla - Teziutlán	30.48%	San Salvador el Seco - Tehuacán	Ambos colores	San Salvador el Seco - Tehuacán
San Salvador el Seco – Tehuacán	17.37%	Puebla - Jalapa	Un color	Puebla - Teziutlán
Puebla - Jalapa	51.67%	Puebla - Teziutlán	Un color	Puebla - Jalapa
Puebla – Tehuacán	52.50%	Puebla Tehuacán	Optimo	Se confirma
Puebla – Huajuapán de León	73.33%	Puebla – Huajuapán de León	Optimo	Se confirma
Cuatla – Izúcar de Matamoros	88.00%	Cuatla – Izúcar de Matamoros	Optimo	Se confirma

Con estos resultados se concluye la investigación, ya que hemos obtenido el nivel de retrorreflexión que tiene nuestra red de carreteras federales y se tiene la propuesta de atención de cada tramo para su conservación en lo referente al señalamiento horizontal en la red federal del estado.

## **Conclusiones**

Dentro del proceso de investigación, recopilación de datos y análisis, se generaron diferentes conclusiones, los cuales se mencionan a continuación.

- El señalamiento horizontal debe de tener más activos, ya que es un elemento importante en la movilidad de nuestro entorno.
- Es necesario estimular la investigación y desarrollo del señalamiento horizontal, para poder aplicar mejores sistemas que tengan mejor presencia y durabilidad.
- Los resultados obtenidos de retroreflexión obtenidos en la red federal de carreteras del estado de Puebla, indican que no cumplen con la norma establecida por la S.C.T. (vida útil).
- La matriz que se conformó con los datos de la investigación de cada tramo, nos indica el nivel del señalamiento horizontal que mantienen cada tramo carretero, que en su mayoría no cumple con la normatividad de la S.C.T.
- La matriz de conservación del señalamiento horizontal, se presenta para dar atención a cada tramo de acuerdo a su exigencia de servicio de cada tramo.
- La muestra obtenida para la realización del estudio, considero casi el 20% de la red federal de carreteras del estado de Puebla, siendo un porcentaje aceptable para que con estos

resultados, se realice la exponenciación de los resultados y se puedan replicar en toda la red del estado de Puebla.

- La eficiencia global del señalamiento horizontal en la red federal de carreteras del estado de Puebla es del 36.11%.
- Se observó que en zonas con menor humedad (precipitación) y mayor temperatura (clima) la retroreflexión, tuvo mejores parámetros de acuerdo con lo que establece la norma de la S.C.T. (vida de proyecto).
- El orden de atención para la conservación del señalamiento fue en referencia al TDPA, dato proporcionado por la Dirección de Servicios Técnicos de la SCT, esto debido que tanto el clima y la precipitación pluvial, no se cuenta con datos para cada tramo, ya que la CNA solo tiene 7 estaciones climatológicas en el estado.
- Es importante señalar que dentro de la investigación, se detectó que cierto porcentaje de conductores desconocen el significado de algunas líneas establecidas en el señalamiento horizontal, proponiendo de realizar programas de instrucción al respecto.
- Los programas de señalamiento que programa la SCT anualmente, conjuntamente con los de verificación, deberían de apegarse a la normativa y al cumplimiento, ya que, por lo detectado, en el mecanismo de la planeación, programación y ejecución, falta para asegurar la calidad y durabilidad del elemento.

## Comentarios

- En la elección del equipo para el desarrollo de servicio, nos dimos cuenta de que existen equipos diversos, los cuales tienen la misma función y solo el rendimiento es la diferencia.
- Hay elementos nuevos en el mercado, para mejorar el señalamiento horizontal, el cual deberían de promoverse para su uso, o facilitar una etapa de experimentar y definir su empleo o mejora.
- Con el punto de vista de sustentabilidad, se desarrollan en el mundo y en México, diversas técnicas para mejorar el señalamiento horizontal; el concepto primordial es mejorar la retrorreflectividad y la durabilidad de la pintura, lo cual debería la S.C.T., promover tramos de prueba con diversas técnicas que se desarrollan.
- Se preparan pinturas especiales para tráfico, las cuales ya cuentan con cierto grado de reflectividad y se trabaja en la durabilidad; teniendo que prestarles apoyo para demostrar su efectividad y así incorporarlas a los programas de construcción y conservación.
- Los procesos de aplicación del señalamiento horizontal, los procesos de supervisión y el proceso de verificación de calidad, deberían de llevarse a cabo con la puntualidad que merece una programación de acuerdo con los trabajos de aplicación del señalamiento horizontal.

- El señalamiento tiene gran importancia, que dentro de la programación de inversión que realiza la Secretaría de Comunicaciones y Transportes anualmente contempla un recurso para su conservación. Siendo que para el año 2016 se asignaron 900 mil millones de pesos exclusivamente para el señalamiento horizontal y para el 2017, fueron 624 mil millones de pesos, en el mismo rubro, para toda la red federal de carreteras. Esto en lugar de incrementar el presupuesto, disminuyo en el periodo siguiente lo cual impide que el señalamiento tenga una mejora o atención oportuna.
  
- Finalmente diré, que hay procesos a nivel ejecutivo y legislativo, en diferentes instancias del gobierno que inciden en la mejora y cuidado del señalamiento, con el objetivo de prestar mayor seguridad al usuario. Porque se considera una cuestión de salud de la población, ya que, al haber menos accidentes, se tiene como resultado menor atención medica por este concepto, lo cual repercute en un gasto que el estado debe asignar anualmente.

## Bibliografía

- 110 Construcciones S.A. de C.V. (s.f.). *Servicios*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de 110 Construcciones S.A. de C.V.: <http://110construcciones.com/>
- Antiguas Fotos. (2 de 10 de 2013). *Fotos Antiguas de capitales Europeas*. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Antiguas Fotos: <http://homozopiense1.blogspot.com/2013/10/roma.html>
- Atracción 360. (23 de 05 de 2016). *Este fue el primer automóvil que hubo en México*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de R.S.V.P.: <http://www.rsvponline.mx/must/este-fue-el-primer-automovil-que-hubo-en-mexico>
- Bikester. (23 de 05 de 2017). *Desarrollo de la bicicleta*. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de Bikester: <https://www.bikester.es/info/historia-bicicleta/>
- Bofill, M. (03 de 03 de 2018). *Señalización de las calzadas romanas*. Recuperado el 04 de 04 de 2018, de gladiatrix, antigua Roma: <http://gladiatrixenlaarena.blogspot.com/2018/03/senalizacion-de-las-calzadas-romanas.html>
- Brayan, A. (s.f.). *La historia de los caminos en Mexico*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Academia: [http://www.academia.edu/25414199/La\\_historia\\_de\\_los\\_caminos\\_en\\_Mexico](http://www.academia.edu/25414199/La_historia_de_los_caminos_en_Mexico)
- BUAP. (28 de 03 de 2018). *Información General*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Dirección General de Desarrollo Internacional: <http://www.relacionesinternacionales.buap.mx/dgdi-puebla.php>
- Carrasco Hernández, J. (18 de 09 de 2017). *Regiones de Puebla*. Recuperado el 07 de 04 de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Regiones\\_de\\_Puebla#cite\\_note-0-2](https://es.wikipedia.org/wiki/Regiones_de_Puebla#cite_note-0-2)
- Draisine or Laufmaschine. (18 de 07 de 2008). *Bicicleta*. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bicicleta>
- ecophon. (s.f.). *Brillo & Difusión de la Luz*. Recuperado el 02 de 02 de 2018, de Ecophon Saint-Gobain: [www.ecophon.com/es/sobre-ecophon/propiedades-tecnicas1/Aspecto-visual/gloss--light-diffusion/](http://www.ecophon.com/es/sobre-ecophon/propiedades-tecnicas1/Aspecto-visual/gloss--light-diffusion/)
- Enciclográfica. (2012). *Historia y origen de las Señales de Tráfico*. Recuperado el 16 de 03 de 2018, de Enciclográfica: [http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffics\\_sign\\_history.html](http://www.sitographics.com/conceptos/temas/historia/Traffics_sign_history.html)
- Etimología. (s.f.). *Pueblo y Puebla*. Recuperado el 12 de 04 de 2018, de Etimología: <http://etimologias.dechile.net/?pueblo>
- Flandes, J. (2004). *Isabel I la Católica*. Recuperado el 14 de 03 de 2018, de Biografías y Vidas: [https://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/isabel\\_i\\_catolica.htm](https://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/isabel_i_catolica.htm)
- Flores Corso, V. (23 de 10 de 2014). *Nicholas-Joseph Cugnot, inventor del primer automóvil*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de Circula Seguro: <http://www.circulaseguro.com/nicolas-joseph-cugnot-inventor-del-primer-automovil/>

- Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V. (2016). *Evaluación del Señalamiento Horizontal en la Red Federal de carreteras libre de peaje en el estado de Puebla*. Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V., Dirección Técnica. Puebla: Grupo L.I.C.S.A. S.A. DE C.V.
- INEGI. (2015). *Cuentame de...Puebla*. Recuperado el 07 de 04 de 2018, de INEGI: [http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div\\_municipal.aspx?tema=me&e=21](http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=21)
- INEGI. (2015). *Distribución por edad y sexo*. Recuperado el 07 de 04 de 2018, de INEGI: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=mdemo02>
- INEGI. (2015). *Superficie*. Obtenido de Cuentame...de México: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/>
- INEGI. (2017). *Aspectos Geográficos*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf)
- La voz del muro. (22 de 01 de 2016). *El curioso origen de las marcas viales: las líneas blancas de las carreteras*. Recuperado el 27 de 03 de 2018, de La voz del muro: <https://lavozdelmuro.net/el-curioso-origen-de-las-marcas-viales-las-lineas-blancas-de-las-carreteras/>
- Lucioni Maristany, M. (30 de 04 de 2017). *Amarillo cromo*. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Amarillo\\_de\\_cromo](https://es.wikipedia.org/wiki/Amarillo_de_cromo)
- Martínez, I. (28 de 09 de 2008). *Cuando 25.000 pesetas frustraron un gran invento*. Recuperado el 26 de 03 de 2018, de LA verdad 20: <http://www.laverdad.es/albacete/20080928/albacete/cuando-pesetas-frustraron-gran-20080928.html>
- Monografías Plus. (s.f.). *Tribus nahuatlacas*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de Monografías Plus: <https://www.monografias.com/docs/Tribus-nahuatlacas-PKU7MSZBZ>
- Normativa SCT. (26 de 03 de 2018). *Carreteras*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de IMT-SCT: <https://normas.imt.mx/>
- Pérez, D. (17 de 03 de 2017). *¿Cuál fue el primer automóvil en México?* Recuperado el 04 de 04 de 2018, de Atracción 360: <http://www.atraccion360.com/el-primer-auto-en-mexico>
- QUO. (09 de 07 de 2015). *¿QUIÉN INVENTÓ LAS SEÑALES DE TRÁFICO?* Recuperado el 29 de 03 de 2018, de QUO: <http://www.quo.es/ser-humano/quien-invento-las-senales-de-traffic>
- Recuenco, P. (05 de 01 de 2015). *Historia de las señales de tráfico*. Recuperado el 05 de 02 de 2018, de Autofácil: [www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/05/historia-senales-traffic/22523.html](http://www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/05/historia-senales-traffic/22523.html)
- Recuenco, P. (02 de 01 de 2015). *Historia del semáforo*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de Señales de Tráfico Más de un siglo de vida: <https://www.autofacil.es/senales-traffic/2015/01/02/historia-semaforo/22475.html>
- Reynafarje, S. (29 de 10 de 2014). *Desde Roma hasta Detroit: La Historia de las Señales de Transito*. Recuperado el 28 de 03 de 2018, de SignoVial:

- <http://signovial.pe/blog/historia-senales-transito/>
- Rights, A. (01 de 04 de 2015). *Las Calzadas Romanas*. Recuperado el 05 de 03 de 2018, de Rome and Art: <http://www.romeandart.eu/es/arte-calzadas-romanas.html>
- Road Vista. (2018). *StripeMaster Touch Series Retroreflectometers*. Recuperado el 16 de 04 de 2018, de Road Vista: <http://www.roadvista.com/stripemaster-2-touch-retroreflectometer/>
- Royo Mejía, A. (01 de mayo de 2012). *Bonifacio VIII*. Recuperado el 05 de 03 de 2018, de Temas Historia de la Iglesia: <http://www.infocatolica.com/blog/historiaiglesia.php/1205010826-bonifacio-viii-el-triste-fina-2>
- S.C.T. (10 de 2014). *Manual de Señalización y Dispositivos de Seguridad*. (S.C.T., Ed.) Recuperado el 15 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>
- S.C.T. (14 de 10 de 2015). *El Caminero en la historia*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/el-caminero-en-la-historia/>
- S.C.T. (09 de 12 de 2015). *Semblanza de la DGCC*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/antecedentes/>
- S.C.T. (Diciembre de 2017). *Longitud Red Federal de carreteras*. Recuperado el 09 de 04 de 2018, de S.C.T.: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/longitud-red-federal/>
- SCRIBD. (s.f.). *La Historia de Los Caminos en Mexico*. Recuperado el 07 de 04 de 2018, de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/357667578/La-Historia-de-Los-Caminos-en-Mexico>
- Secretaria de Cultura y Turismo de Puebla. (20 de 01 de 2018). *Estadísticas Culturales*. Recuperado el 08 de 04 de 2018, de Secretaria de Cultura y Turismo de Puebla: <http://culturayturismo.puebla.gob.mx/estadisticas/estadisticas-culturales>
- Shannon-Baum Signs & Graphics Blog. (3 de 06 de 2013). *La diferencia entre el grado de ingeniería, el prisma de alta intensidad y el laminado reflectante de grado diamante*. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de Shannon-Baum Signs & Graphics Blog: <https://shannonbaumsigns.wordpress.com/>
- Signo Vial. (10 de febrero de 2016). *Marcando el camino: Pinturas de tráfico y otras marcas viales*. Recuperado el 02 de 04 de 2018, de Signo Vial: <http://signovial.pe/blog/category/senalizacion-2/page/2/>
- Smart Highway. (24 de 10 de 2014). *Holanda estrena la primera autopista luminiscente del planeta*. Recuperado el 25 de 03 de 2018, de Omicrono: <https://omicrono.espanol.com/2014/10/holanda-estrena-la-primera-autopista-luminiscente-del-planeta/>
- SRE. (10 de 09 de 2016). *El nombre oficial de México es Estados Unidos Mexicanos*.

Recuperado el 05 de 04 de 2018, de Secretaría de Relaciones Exteriores:  
<https://embamex.sre.gob.mx/eua/index.php/es/enterate/391-acerca-de-mexico>

Tecmapro. (2015). *Camión demarcación vial Hofmann H35*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de Tecmapro: <https://www.tecmapro.com/maquinas-pintabandas-hofmann-roadmarking/camion-demarcacion-vial-hofmann-h35.html#.Wz98hNizbIU>

Tino Ramos, R. (09 de 2004). *Óptica de la Señalización*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de Revista Cimbra: <http://www.citop.es/publicaciones/pub02.php>

Wikipedia. (19 de 11 de 2017). *Historia del automóvil*. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_autom%C3%B3vil](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_autom%C3%B3vil)

Wikipedia. (19 de 04 de 2018). *Historial de «Puebla de Zaragoza»*. Recuperado el 22 de 04 de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Puebla\\_de\\_Zaragoza&action=history&year=2018&month=4&tagfilter=](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Puebla_de_Zaragoza&action=history&year=2018&month=4&tagfilter=)