

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**

**TESIS**

**Grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir  
niveles de servicio tramo Huancavelica - Lircay**

**Para optar : El Grado Académico de Maestro en  
Ingeniería Civil, Mención Ingeniería de  
Transportes.**

**Autor : Bach. Eduardo Arturo Rojas Hidalgo**

**Asesor : Mg. Alcides Luis Fabian Brañez**

**Línea de investigación : Transporte y Urbanismo**

**Inicio y culminación : 21/01/2022 – 22/04/2022**

**Huancayo - Perú**

**2023**

## JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Dr. Aguedo Alvario Bejar Mormontoy  
Presidente



Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Miembro



Mg. Jeannelle Sofia Herrera Montes  
Miembro



Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Miembro



Dr. Manuel Silva Infantes  
Secretario Académico

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi familia, maestros y  
a mí.

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la vida.*



## UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES Escuela de Posgrado

# CONSTANCIA

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO Y TURNITIN

La Dirección de la Escuela de Posgrado, hace constar por la presente, que la tesis titulada:

**Grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir niveles de servicio  
tramo Huancavelica - Lircay**

**Cuyo autor : BACH. EDUARDO ARTURO ROJAS HIDALGO**

**Asesor : Mg. Alcides Luis Fabian Brañez**

Que fue presentado con fecha 16.06.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 23.06.2023 con la siguiente configuración del software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía
- Excluye citas
- Excluye cadenas menores a 15 palabras
- Otro criterio (se excluyeron fuentes)

Dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 13%**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecido en el artículo N° 11 del Reglamento de uso de software de prevención del plagio, el cual indica que no se debe superar el 25%. Se declara, que el trabajo de investigación: Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 23 de junio de 2023



*Dr. Aguedo Albino Rojas Mormontoy*  
Director de la Escuela de Posgrado

964256181 - 064232776

direccion\_ep@upla.edu.pe

Av. Giraldez N° 741  
Huancayo - Junín



## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
CONTENIDO .....	v
CONTENIDO DE TABLAS .....	ix
CONTENIDO DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2. Delimitación del problema.....	18
1.2.1. Delimitación espacial .....	18
1.2.2. Delimitación temporal .....	18
1.2.3. Delimitación temática.....	18
1.3. Formulación de problema .....	19
1.3.1. Problema general .....	19
1.3.2. Problemas específicos.....	19
1.4. Justificación .....	19
1.4.1. Social .....	19
1.4.2. Teórica .....	20
1.4.3. Metodológica.....	20
1.5. Objetivos .....	20
1.5.1. Objetivo general .....	20

1.5.2. Objetivos específicos .....	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes .....	22
2.2. Bases teóricas o científicas .....	26
2.3. Marco conceptual (de las variables y dimensiones).....	41
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS .....	45
3.1. Hipótesis general.....	45
3.2. Hipótesis específicas .....	45
3.3. Variables (definición conceptual y operacional) .....	45
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA .....	48
4.1. Método de investigación .....	48
4.2. Tipo de investigación .....	48
4.3. Nivel de investigación.....	48
4.4. Diseño de la investigación .....	48
4.5. Población y muestra .....	49
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	59
4.8. Aspectos éticos de la investigación.....	59
CAPÍTULO V. RESULTADOS .....	61
5.1. Descripción de resultados .....	61
5.2. Contrastación de hipótesis .....	65
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	71
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES .....	76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS .....	81
Anexo 01. Matriz de consistencia .....	81
Anexo 02. Matriz de operacionalización de las variables.....	82
Anexo 03. Matriz de operacionalización del instrumento .....	83
Anexo 04. Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....	84
Anexo 05. Confiabilidad y validez del instrumento .....	85
Anexo 06. La data de procesamiento de datos.....	86
Anexo 07. Consentimiento / asentimiento informado.....	123
Anexo 08. Fotos de la aplicación del instrumento .....	124



## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones sobre reflectividad, de acuerdo al ángulo de iluminación y observación .....	28
Tabla 2. Retrorreflectividad mínima horizontal.....	29
Tabla 3. Especificación de retrorreflectividad, en Chile.....	29
Tabla 4. Requisitos de retrorreflectividad inicial en Costa Rica.....	30
Tabla 5. Requisitos mínimos iniciales de retrorreflectividad.....	30
Tabla 6. Niveles de servicio luego de la conservación .....	31
Tabla 7. Especificaciones Técnicas de retroreflectómetro horizontal de mano Marca ZEHNTNER, Modelo ZRM6006 .....	32
Tabla 8. Materiales aconsejables para demarcación horizontal en los pavimentos de mezcla asfáltica en función al TPD.....	37
Tabla 9. Niveles de retrorreflección para pinturas.....	40
Tabla 10. Operacionalización de variables .....	47
Tabla 11. Velocidad directriz.....	52
Tabla 12. Estructuras del pavimento.....	53
Tabla 13. Especificaciones técnicas de las pinturas.....	54
Tabla 14. Propiedades técnicas en la pintura TT 115F Tipo II.....	55
Tabla 15. Requisitos para microesferas .....	56
Tabla 16. Microesferas Reflex Aashto tipo I – 80% de redondez .....	57
Tabla 17. Niveles de servicio .....	58
Tabla 18. Niveles de servicio .....	61
Tabla 19. Granulometría: Las microesferas AASHTO M247 TIPO I, cumplen con todas las exigencias establecidas en la norma ASTM D 1214.....	62

Tabla 20. La variable independiente, retrorreflectividad promedio y el espesor de pintura de los ejes laterales izquierdo y derecho.....	63
Tabla 21. Variable dependiente, niveles de servicio Tramo Huancavelica - Lircay .....	65

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Área de influencia temática Tramo: Huancavelica – Lircay .....	18
Figura 2. Carretera Huancavelica – Lircay sin Demarcación Vial Horizontal .....	21
Figura 3. Ángulo de reflectividad y observación .....	26
Figura 4. Configuración de Ángulos utilizados en la reflexión de la luz .....	27
Figura 5. Rango de Coeficiente de luminancia retroreflejada con y sin microesferas .....	28
Figura 6. Retrorreflectómetro manual horizontal Modelo ZRM 6006 .....	32
Figura 7. Componentes que intervienen en una medición de retrorreflectividad .	33
Figura 8. Componente de la Pintura de Tráfico para demarcación vial.....	33
Figura 9. Fenómeno de secado de la película de pintura por coalescencia.....	34
Figura 10. Grado de anclaje de la Microesferas en la película de pintura. ....	34
Figura 11. Operacionabilidad de la Demarcación Vial en condiciones adversas. ....	35
Figura 12. Espesores de pintura para Demarcación Vial .....	36
Figura 13. Ilustración del posicionamiento de las microesferas en la pintura. ....	38
Figura 14. Posicionamiento de la microesfera dentro de la pintura tráfico. ....	38
Figura 15. Densidad de microesferas dentro de la demarcación vial.....	39
Figura 16. Vista sobre demarcación vial.....	41
Figura 17. Vista Demarcación vial sobre carpeta asfáltica. ....	43
Figura 18. Esquema de la retrorreflectividad en una demarcación vial. ....	44

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como motivo determinar la influencia del grado de desempeño en la demarcación vial para efectuar los niveles de servicio del tramo Huancavelica - Lircay. Para la observación se empleó el método científico, modelamiento de investigación aplicada, de grado explicativo, cuya traza fue no experimental transversal del tipo correlacional – causales; la población se halló conformado por la carretera Huancavelica – Lircay – Ruta PE 3S (Huallapampa – La Mejorada – Puente Alcomachay) tramo III Lircay – Huancavelica Km 0+000 al Km 75+000, la muestra fue 420 puntos con 03 repeticiones en cada punto repartidos del lado izquierdo, centro y derecho de la vía, y para el muestreo de pintura seca incluido micro esferas de vidrio un total de 140 puntos, puntos a lo largo; se empleó la observación como técnica y como instrumento se utilizó el retrorreflectómetro y medidor digital de marcas. Los resultados, la demarcación vial lateral (ejes izquierdo y derecho) correspondiente a la pintura blanca, se observa que el porcentaje es del 15 % de cumplimiento de servicio como promedio y la pintura amarilla del eje central el porcentaje de cumplimiento de servicio es del 82 %, respecto a los espesores de pintura para los ejes laterales el porcentaje de cumplimiento de servicio es de 30 % y para el eje central es de 77 %. En conclusión, el grado de ejecución de la demarcación vial influye en incumplimiento de los niveles de servicio del tramo Huancavelica – Lircay.

**Palabras clave:** grado de desempeño, demarcación vial, niveles de servicio.

## ABSTRACT

The purpose of this investigation was to determine the influence of the degree of performance in the road demarcation to effect the levels of service of the Huancavelica - Lircay section. For the observation, the scientific method was used, modeling of applied research, of explanatory degree, whose trace was non-experimental transversal of the correlational - causal type; The population was made up of the Huancavelica - Lircay - PE 3S Route (Huallapampa - La Mejorada - Puente Alcomachay) section III Lircay - Huancavelica Km 0+000 to Km 75+000, the sample was 420 points with 03 repetitions at each point distributed on the left, center and right side of the road, and for the sampling of dry paint including glass microspheres a total of 140 points, points along; Observation was used as a technique and as an instrument the retroreflectometer and digital meter of marks were used. The results, the lateral road demarcation (left and right axes) corresponding to the white paint, it is observed that the percentage is 15% of service compliance on average and the yellow paint of the central axis the percentage of service compliance is 82 %, regarding the paint thicknesses for the lateral axes, the percentage of service compliance is 30% and for the central axis it is 77%. In conclusion, the degree of execution of the road demarcation influences non-compliance with the service levels of the Huancavelica - Lircay section.

**Keyword:** degree of performance, road demarcation, service levels.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación: Grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir niveles de servicio tramo Huancavelica – Lircay, tiene como finalidad evaluar el Grado de desempeño de la demarcación vial para el cumplimiento del nivel de servicio; para esto se realizó un acopio de información técnica del plan Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Huancavelica – Lircay, lectura del muestreo de demarcación vial del tramo indicado a fin de determinar cómo influye el coeficiente de reflectividad, la densidad de pintura, la gradación de microesferas, en el nivel de servicio, y aportar mejoras a fin de superar estas deficiencias.

Para un mejor entendimiento de lo indicado, la investigación está desagregada por 5 capítulos los cuales son:

Capítulo I: Se expone el planteamiento del problema, la demarcación del problema en el plano espacial, temporal, y temático, la formulación del problema, justificación y los objetivos.

Capítulo II: Dentro de este capítulo se extiende la referencia del estudio nacional e internacional, bases teóricas, marco conceptual que definen las variables y dimensiones.

Capítulo III: Se fija la Hipótesis general, específica en virtud a las variables y operacional de las variables.

Capítulo IV: Se expone la metodología, tipo, nivel diseño, población, muestra, las técnicas de acopio de datos, encausamiento de datos y aspectos éticos de la investigación.

Capítulo V: Se precisa los efectos obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Finalmente, menciona la observación y discusión de los resultados, conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Al crearse carreteras asfaltadas, que se dio a fines del siglo XIX y auge del siglo XX, surgieron problemas en torno a estas, como: la señalización vial, para ello, se van implementando diversas soluciones utilizando tecnología y nuevos inventos.

En la actualidad no hay aprobación a nivel internacional sobre los apropiados estándares de retrorreflectividad que debe tener la demarcación vial, cada país ha generado estudios y ensayos concluyendo en especificaciones que aportan para el área de seguridad vial de su País, pero no hay normas que se conduzcan a nivel internacional.

Según la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (2017) de Costa Rica, precisa que la demarcación vial debe ser transparente e informar a los conductores en sus diversas operaciones; es sabido que la demarcación vial está supeditada a muchas condiciones como: climáticas, tráfico, topográficas y otras, que demandan vías adecuadamente demarcadas y uso de materiales de alta calidad y durabilidad.

La situación del sector transporte Peruano, según el “manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras (2007)”, indica que al margen de un crecimiento incipiente en Infraestructura, no puede ser considerado como un sistema unificado y competente en su operación que compense los requerimientos de capacidad, niveles de servicio, costos, confiabilidad y seguridad, la realidad muestra poca innovación tecnológica, debilidad institucional poca protección del medio ambiente y salud de las personas.



Lo indicado tiene asidero en el tema de investigación que nos ocupa, donde el problema transita por la falta de especificaciones acorde a la realidad que nos circunda a esto se suma la falta de una evaluación integral técnico – económico sobre el grado de desempeño de la demarcación vial; trayendo como consecuencia la infracción de los niveles de servicio en el tiempo.

Para el presente trabajo de investigación se hará uso de la Normatividad vigente regida por el MTC las que han sido aprobadas a través de RDs exponiendo manuales y especificaciones técnicas aplicables a nuestro entorno, donde se detalla:

- . RD N° 851-98-MTC/15.17, 14.12.1998), sobre “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales”.
- . RD N° 018-2016-MTC/14 (03.06.2016), “Manual de ensayos de materiales”.
- . RD N° 016-2016-MTC/14 (31.05.2016), “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras”.
- . RD N° 22-2013-MTC/14 (07.08.2013), “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013)”.
- . RD N° 05-2016-MTC/14 (25.02.2016), “Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial Parte IV”.
- . Términos de Referencia del “Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Huancavelica – Lircay (2012)”.

Al margen de los manuales y especificaciones del MTC se tomará en cuenta aportes técnicos internacionales con la finalidad de exponer las deficiencias y dar aporte científico para obtener mejores niveles de servicio en la demarcación vial.

## 1.2. Delimitación del problema

### 1.2.1. Delimitación espacial

El estudio está circunscrito dentro del corredor vial: Huancavelica – Lircay – Emp. PE-3S (Huallapampa) tramo: Huancavelica – Lircay comprendido entre las progresivas 0+000 al 75+000, en una longitud 75.000 km.

### 1.2.2. Delimitación temporal

El presente estudio se realizó en el periodo de enero a abril 2022.

### 1.2.3. Delimitación temática

El límite de la investigación corresponde al área dentro de la infraestructura vial del tramo vial: Huancavelica – Lircay – Emp. PE-3S (Huallapampa), en el tramo: Huancavelica - Lircay comprendido entre las progresivas 0+000 al 75+000, en una longitud de 75.000 km, el que corresponde al:

- Departamento : Huancavelica
- Provincias : Angaraes –Huancavelica

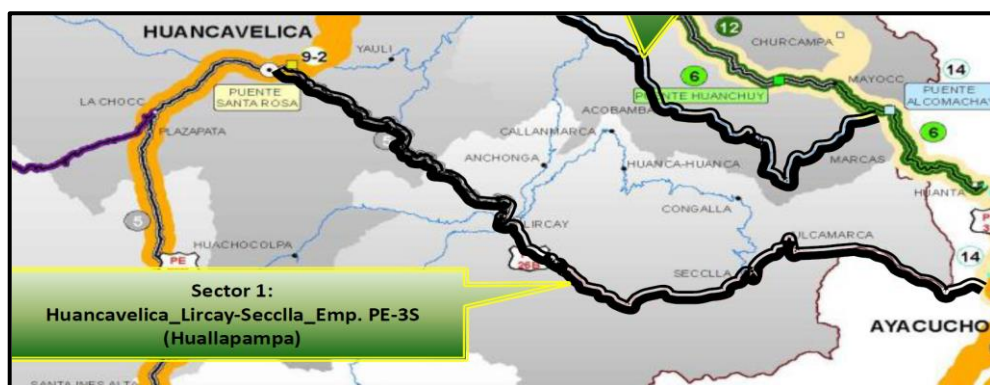


Figura 1. Área de influencia temática Tramo: Huancavelica – Lircay

### **1.3. Formulación de problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la influencia del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera influye del coeficiente de reflectividad, en el grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los niveles de servicio, en el tramo Huancavelica -Lircay?
- ¿En qué medida influye el espesor de la pintura, dentro del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los niveles de servicio, en el tramo Huancavelica -Lircay?
- ¿En qué medida influye la gradación de las microesferas, dentro del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los niveles de servicio, en el tramo Huancavelica - Lircay?

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Social**

La infraestructura vial, genera una importancia significativa en el desarrollo económico y social de un país, por ello la presente investigación tiene la necesidad de aumentar las condiciones socio económicas, esto se logrará por medio de carreteras que sean seguras y presten un mejor nivel de servicio para el usuario, uno de ellos mediante la influencia del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los estándares de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.

### **1.4.2. Teórica**

De la investigación que se realizará, obtendremos aporte de gran importancia, en lo relacionado a su aporte científico, aplicadas para; empresas privadas, entidades públicas, institutos de investigación y universidades, las que están orientadas dentro de la ingeniería en transportes, realizándose mediante el estudio del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los estándares de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.

### **1.4.3. Metodológica**

La investigación del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los estándares de servicio en el tramo Huancavelica Lircay, tendrá como base el método no-experimental, el que usa manipulación y observación de las variables en ejercicio a otras, por ser generador de estudio en causa - efecto, concretizando la hipótesis la que servirá para venideras investigaciones.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Decretar la influencia del grado desempeño de la demarcación vial para efectuar los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Analizar la influencia del coeficiente de reflectividad en el grado de desempeño de la demarcación vial para efectuar los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.
- Determinar la influencia del espesor de pintura dentro del grado de desempeño de la demarcación vial para efectuar los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.

- Verificar la gradación de las microesferas dentro del grado de desempeño de la demarcación vial horizontal para efectuar los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay.



Figura 2. Carretera Huancavelica – Lircay sin Demarcación Vial Horizontal.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### A nivel nacional

**Salvatierra Rodríguez, (2017)** en su estudio titulada *“Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú”* para optar el grado académico de maestro en transportes y conservación vial, en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo– Perú, propone planteamientos óptimos para la conservación y desarrollo vial relacionadas con los Niveles de Servicio, pavimentos asfálticos en carreteras en Perú. Esto incluye la aceptación y ejecución de decisiones para preservar los caminos en buen estado. Buenas condiciones de circulación y seguridad.

**Simón Rojas, (2019)** en su investigación titulada *“Modelo de gestión de conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento en la carretera Dv. Rio Seco – Oyón, Año-2019”*, para adquirir el grado académico de maestro en ingeniería vial mención en carreteras, puentes y túneles, en la Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú, al final de la investigación los costos de mantenimiento (actuales y recurrentes) podrían reducirse a menos de 5 veces, lo que significa viajes por carretera menos frecuentes en buenas condiciones, con labores oportunas y completos a través de la atención de la Gestión de Conservación Vial, en la sección Dv. El río se seca - Oyon.

**Arroyo Huamán (2017)** en su investigación titulada *“Control de calidad de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito Los Héroe – Huancayo – Junín, 2017”* para optar el grado

académico de ingeniero civil, en la Universidad César Vallejo, Lima – Perú, menciona que las pruebas de calidad de la pintura, tanto en el laboratorio como en el campo, son de suma importancia para fortalecer la longevidad de la pintura en la carretera y alargar su periodo de vida frente a los elementos del clima y efectos nocivos del personal en contacto con la señal horizontal. Por lo tanto, la metodología aprovechada en el control de calidad de la pintura utilizada en las señales horizontales es de investigación cuantitativa, ya que conlleva al medio natural, como una especie de estudio aplicado, ya que lleva a dar solución a problemas existentes.

**Cáceres Dueñas (2020)** en su tesis titulada *“Retrorreflectividad de la demarcación de la carretera Panamericana Sur PE-1S”*, a fin de obtener el grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Geotecnia y Vías Terrestres, en su trabajo de investigación realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; que establece, el grado de influencia del tiempo, en el coeficiente de reflectividad de la demarcación vial, el cual tomo un muestreo de 600 puntos, lo que permitió evidenciar la evolución de la curva de degradación de retrorreflección en la marca de pavimento en función al tipo de pavimento, evidenciando el pavimento MAC como el más favorable en comparación al TSB, recomendando realizar repintados de las marcas de pavimento a los 5 meses en el eje central y de 6 meses para los ejes laterales, además se tiene que el tiempo influye sustancialmente en el coeficiente de reflectividad en la delimitación superficial.

**Cabello Rivadeneyra y Limonchi Tamamoto (2015)** en su tesis titulada *“Análisis e implementación del “CCVNS” para el proyecto: Corredor Vial Huancavelica – Lircay – Emp. PE-3S (Huallapampa) y Emp. PE-3S (La Mejorada)*

– Acobamba – Emp. PE- 3S (Puente Allcomachay)”, a fin de optar el Título grado de Ingeniero Civil, en su trabajo de investigación realizada en la Universidad Nacional Ricardo Palma; se busca indicar las repercusiones que originan la implementación de niveles de servicio en los contratos de conservación vial, analizando la evolución de este tipo de implementación y el aporte a la Conservación Vial.

### **A nivel internacional**

**Coves Campos (2019)** en su investigación “*Análisis de la durabilidad de la señalización vial horizontal atendiendo a su composición y posicionamiento en la calzada de carreteras secundarias en climas semiáridos cálidos*”, para lograr el grado de doctor internacional, en su trabajo de investigación realizada en la Universidad de Alicante de España; menciona sobre la transformación de las marcas horizontales como: visibilidad diurna, visión nocturna y resistencia al deslizamiento, así mismo estableció la vida útil de una marca vial en función a sus características básicas y el tipo de superficie de calzada que contiene la marca vial.

**Porras Álvarez (2018)** en su investigación titulada “*Investigación de la retroreflexión en el señalamiento horizontal de la red federal de carreteras del estado de Puebla*” para optar el grado de Maestro en Ingeniería, en su trabajo de investigación realizada en la Universidad Autónoma de Puebla, explica que los procesos de atención y supervisión en el señalamiento horizontal deben ser ejecutados en los plazos de acuerdo a los tiempos estipulados en la aplicación del señalamiento.

**Montufar Urresta & Pazmiño Riera (2020)** en su investigación titulada “*Medición de retroreflectividad de señales verticales y horizontales en vías.*” para



adquirir el Título de Ingeniero Civil, en su investigación realizada en la Universidad Católica del Ecuador; sustenta la comprensión de los conceptos de retrorreflectividad de las señales verticales y horizontales y el aporte en comprobar el cumplimiento del desempeño de la vía por el indicador de retrorreflecion.

**Rivadeneira Yépez & Cevallos Trujillo (2021)** en su investigación titulada *“Análisis comparativo en la implementación de tres tipos de pintura de señalización horizontal mediante la prueba de retrorreflectividad a diferentes días para un nuevo pavimento flexible mezcla en caliente”* para optar el Título de Ingeniero Civil, en su investigación realizada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador; expone que se enfocó en estandarizar los periodos de tiempo bajo la norma INEN la capa de pintura sobre pavimento flexible de mezcla en caliente nuevo, para ello analizo el uso de tres tipos de pintura de tráfico aplicado en el pavimento flexible de mezcla en caliente, donde se evaluó la retrorreflectividad en un periodo de 7 días luego de ser pintadas, producto de ello logro definir el tiempo perfecto de aplicación en la señalización horizontal para un pavimento flexible de condición nuevo.

**Acuña Molina (2018)** en su investigación titulada *“Evaluación de los factores clima y tránsito en el desempeño de la demarcación vial horizontal en Costa Rica mediante el parámetro de retrorreflectividad”* para adquirir el grado Licenciatura en Ingeniería Civil, en su investigación realizada en la Universidad de Costa Rica; observo la repercusión de los componentes clima y tránsito en el ejercicio de la demarcación vial horizontal, con el propósito de producir información sobre desgaste y durabilidad, para el mejor uso de los fondos públicos. Para ello evaluó 14 tramos tomando en consideración el tipo de pintura (base

solvente y material termoplástico), al final concluyo que las variables clima y transito influyen en la retrorreflectividad de la demarcación vial, es decir a mayor precipitación y transito el desgaste de la demarcación vial es más rápida, la temperatura no influye de manera significativa en la pintura, la precipitación pluvial no afecta al material termoplástico, la exposición vehicular si afecta a ambas pinturas tomadas en consideración, el desgaste de la pintura blanca es más rápida que la del color amarillo y por último el desgaste de la demarcación vial es más rápida en lugares donde la precipitación pluvial es muy intensa.

## 2.2. Bases teóricas o científicas

### 2.2.1. Coeficiente de reflectividad o retrorreflección

La medida de rendimiento más apropiada del sistema de señalización vial es la reflectancia o retrorreflectividad, que es una medida de la cantidad de luz reflejada de regreso a los ojos del conductor en el momento en que los faros del vehículo proyectan las marcas de línea.

Hay un ángulo en el que el vehículo ilumina la señalización vial y el ángulo de visión corresponde a la línea de visión del ocupante.

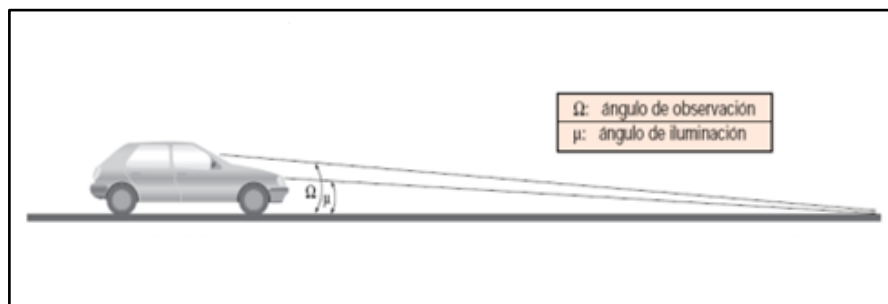


Figura 3. Ángulo de reflectividad y observación

En función del ángulo iluminación de visión se fundan valores mínimos de reflectancia, que debe realizar la línea horizontal, para ser notable de manera nocturna, en función al tipo de demarcación.

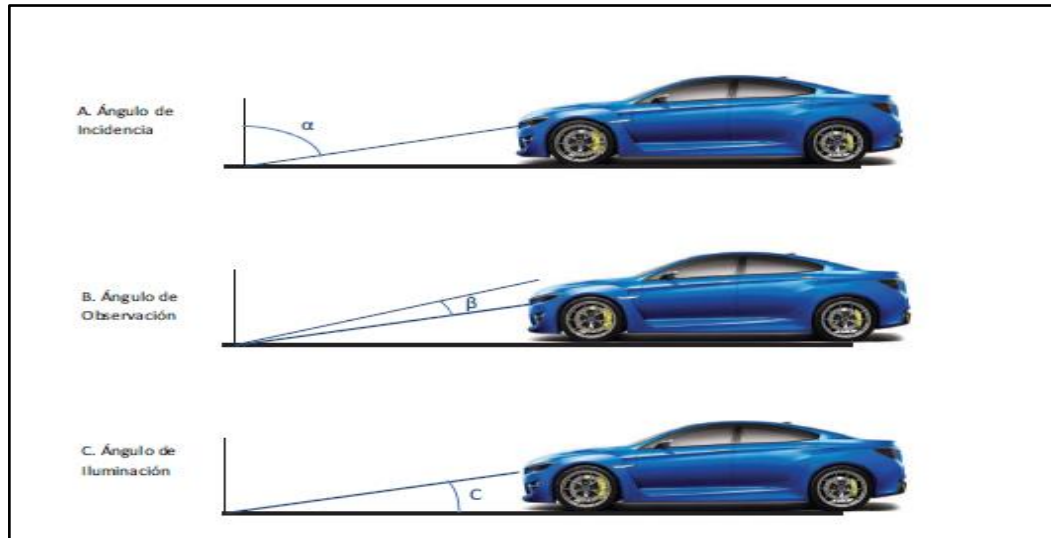


Figura 4. Configuración de Ángulos utilizados en la reflexión de la luz.

Según la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (2017), manifiesta que: no hay consenso a nivel internacional sobre los grados convenientes de retrorreflectividad, que debe tener una marca vial, se han desarrollado especificaciones acordes a su realidad no llegando a uniformizarlos debido a la realidad de cada zona y a la intervención de muchas variables en la concepción.

Según la “Guía para Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización horizontal (2012)”, elaborada por el Ministerio de Fomento del Gobierno Español, en el numeral 2.3.2.1.1 Factores fundamentales de influencia indica que: las marcas viales blancas fijadas sobre pavimentos que no incluyan microesferas vidrio indica que su coeficiente de luminancia retroreflejada se encuentra dentro del siguiente rango:

$$20 \text{ mcd-m}^2\text{lx} \leq R_l \leq 80 \text{ mcd-m}^2\text{lx}$$

El aporte de microesferas vidrio en seco, al coeficiente de luminancia retroreflejada, otorga valores dentro de los siguientes límites:

$$100 \text{ mcd-m}^2\text{lx} \leq R_l \leq 600 \text{ mcd-m}^2\text{lx}$$

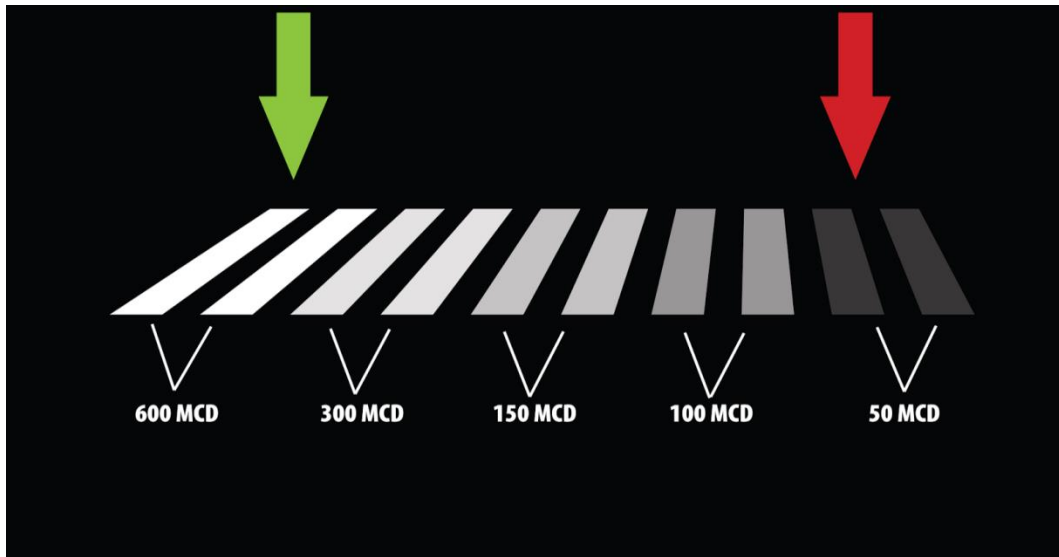


Figura 5. Rango de Coeficiente de luminancia retroreflejada con y sin microesferas

Valores referenciales de retrorreflecion para colores blanco y amarillo en el inicio de demarcación y a los 6 meses, según Florida Department of Transportation (FDOT, 2010) y la Asociación Española de Normalización / Comité Técnico de Normalización AAEN/CTN 135 (2007).

Tabla 1. Especificaciones sobre reflectividad, de acuerdo al ángulo de iluminación y observación

	<b>Blanca</b> (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	<b>Amarilla</b> (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	<b>Fuente</b>
<b>Inicial</b>	300	250	FDOT, 2010
<b>06 meses</b>	150	150	
<b>Inicial</b>	300	150	AAEN/CTN 135, 2007
<b>06 meses</b>	200	150	

Fuente: Unidad de Seguridad Vial y transporte (2017)

Según manual de la Sieca (2014) presenta valores de retrorreflectividad mínima de inicio con muestreo a los 180 días de colocado y la retrorreflección que debe tener por la vida del proyecto, como se muestra en el cuadro adjunto:

Tabla 2. Retrorreflectividad mínima horizontal

Color	mcd/lux/m <sup>2</sup>					
	Pintura base solvente y base agua			Pintura termoplástica		
	Periodo		live del proyecto	Periodo		live del proyecto
Inicial	A los 180 días	Inicial		A los 180 días		
Blanco	250	150	100	300	250	150
Amarillo	200	150	50	250	175	100

Fuente: Tomado de Sieca (2014)

Según Manual Chileno de Señalización Vial (MTT, 2001), que son más favorables que valores del Estado de Florida y (AEN)/CTN 135, 2007) de España.

Tabla 3. Especificación retrorreflectividad, en Chile.

Niveles mínimos de retrorreflección (mcd/m <sup>2</sup> /lx)				
Ángulos		Colores		Fuente: Manual de señalización de tránsito: Demarcaciones (MTT 2001)
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo	
3.5°	4.5°	120	95	
1.24°	2.29°	90	70	

Fuente: Manual Señalización de Tránsito: Demarcaciones (MTT, 2001)

INTECO, a través del comité CTN11 Pinturas, publicó entre el 2012 y 2013 las siguientes normas para Costa Rica:

- INTE 110201:2012 Parte I: Pinturas al agua para líneas horizontales.
- INTE 110201:2012 Parte II: Pintura al solvente para señalización vial
- INTE 110201: 2012 Parte III: Materiales termoplásticos (sólidos) blancos y amarillos.
- INTE 110202: 2012: Microesferas de vidrio utilizadas en revestimientos viales.

- INTE 110203: 2013: Guía buenas prácticas para la demarcación horizontal de carreteras
- La INTE 110203:2013 especifica las condiciones de retrorreflectividad inicial para pinturas a base agua y a base solvente, tanto amarillas como blancas.

Corresponden a valores de  $R_1$ ; es decir, índice de retrorreflección por la noche y en superficies secas.

Tabla 4. Condiciones de retrorreflectividad inicial en Costa Rica

Tipo de pintura para demarcación vial	Color	
	Blanca (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Amarillo (mcd/m <sup>2</sup> /lx)
Base agua	200	150
Base solvent	200	150

Fuente: Tomado de INTECO, (2013)

Así mismo el año 2017 el Instituto Tecnológico de Costa Rica (INTECO) establece valores mínimos iniciales de reflectividad para demarcación vial, diferentes tipos de materiales (pinturas) en función a los colores blanco y amarillo, como se muestra en el cuadro adjunto:

Tabla 5. Condiciones mínimas iniciales de retrorreflectividad

Tipo demarcación	Color	
	Blanca <sup>A</sup> mcd/lux/m <sup>2</sup>	Amarilla <sup>A</sup> mcd/lux/m <sup>2</sup>
Base agua	250	200
Base solvente	250	200
Termoplástico	300	250

<sup>A</sup> Estos datos corresponden valores a  $R_1$  (condición nocturna), simulada por el equipo y sobre superficie seca.

Fuente: Tomado de INTE Q45 (2017)

Para el caso Peruano desde la década del 90 emite especificaciones técnicas, Manuales de Carretera, a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, quien proporciona la normatividad a utilizar, en todas ellas indican los procedimientos a cumplir pero lo que no se encuentra definido para el caso de demarcación vial horizontal son los parámetros de comprobación de retrorreflectividad, en torno a esto hay varios procedimientos especificaciones técnicas y normas a cumplir pero no se define la tolerancia de comprobación, como lo expone otros países como Costa Rica, España, EE.UU, Europa, para el caso peruano esta tolerancia solo se halló en la lectura de Niveles de Servicio para la Conservación de Carreteras y el Manual para la Conservación de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de tránsito, donde para la variable señalización en el indicador de señalización horizontal se define que los índices de retrorreflección de 150 mcd/m<sup>2</sup>/lx para color blanco y de 120 mcd/m<sup>2</sup>/lx para color amarillo, la forma de medición se realiza mediante el uso de un retrorreflectometro horizontal, a continuación se expone la tabla indicada:

Tabla 6. Grado de servicio en la Conservación

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Forma de Medición</b>	<b>Tolerancia</b>
<b>Señalización</b>	Horizontal	Retrorreflectometro horizontal	Blanco: 150mcd/lux*m <sup>2</sup> ;
			Amarillo: 120mcd/lux*m <sup>2</sup> . <sup>e</sup> Equipo proporcionado por el Contratista

Fuente: TdR: Servicio Conservación por Grados de Servicio Huancavelica – Lircay (2012)

Para medir reflectividad, hay varios dispositivos que simulan las condiciones bajo las cuales los conductores ven las marcas viales nocturna, para el presente trabajo de investigación se hizo uso de un retrorreflectometro Horizontal de Marca Zehntner modelo ZRM6006, del cual se expone sus bondades en la tabla N° 7.



Figura 6. Retrorreflectometro manual horizontal Modelo ZRM 6006

Tabla 7. Especificaciones Técnicas de retrorreflectometro horizontal de mano Marca ZEHNTNER, Modelo ZRM6006

Norma	Ángulos		Geometría CEN	Incidencia	Rango de medición		
	iluminación C	Observación $\beta$			M.	$\alpha$	$R_l$ (mcd/m <sup>2</sup> /lx)
EN 1436	$R_l$ y Qd	1.24°	2.29°	30	88.76°		
ASTM E1710	$R_l$	88.76°	1.05°	30	1.24°	0 - 4000	0 - 400

Fuente: ZEHNTNER Testing Instruments (2011)



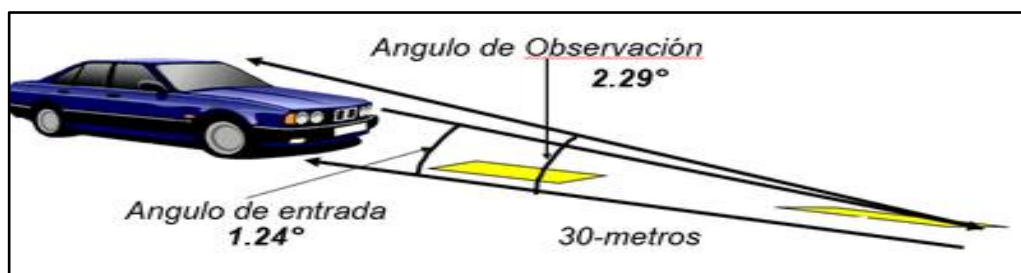


Figura 7. Componentes que intervienen en una medición de retroreflectividad

Cuando tratamos temas de señalización horizontal el objetivo más valioso es asegurar la durabilidad de la demarcación y su efectividad de reflectividad en el tiempo.

## 2.2.2. Materiales de demarcación vial

### 2.2.2.1. Pinturas

Las Pinturas de Trafico son artículos que se utilizan para la demarcación vial, son diseñados para resistir la abrasión y el tráfico vehicular; están conformadas por pigmentos o partículas de polvo de diferentes orígenes, cuyo grosor es menor a una micra, su función es suministrar color y poseer propiedades anticorrosivas, aportando estabilidad a las diferentes condiciones ambientales, resistencia al envejecimiento, plastificantes que mejoran la elasticidad de la pintura y agentes químicos.

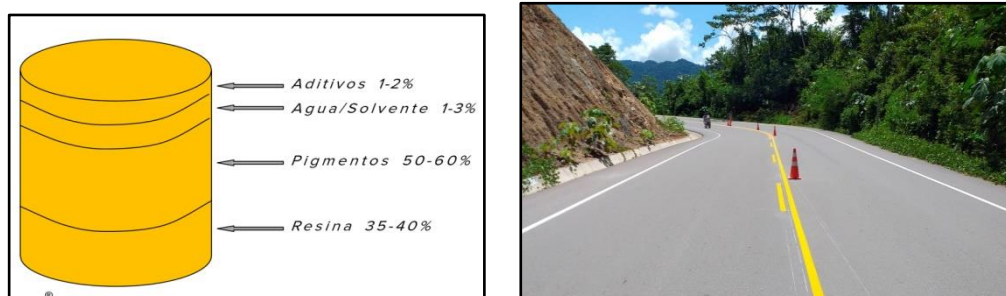


Figura 8. Componente de la Pintura de Trafico para demarcación vial

La pintura de tráfico se debe caracterizar por ser una mixtura homogénea sin polución y resistencia adecuada, no debe contener metales pesados en su estructura, para que conserve sus propiedades en los tiempos expuestos en sus especificaciones técnicas ofertadas, como solidez al desgaste, adherencia y notoriedad tanto de día como de noche.

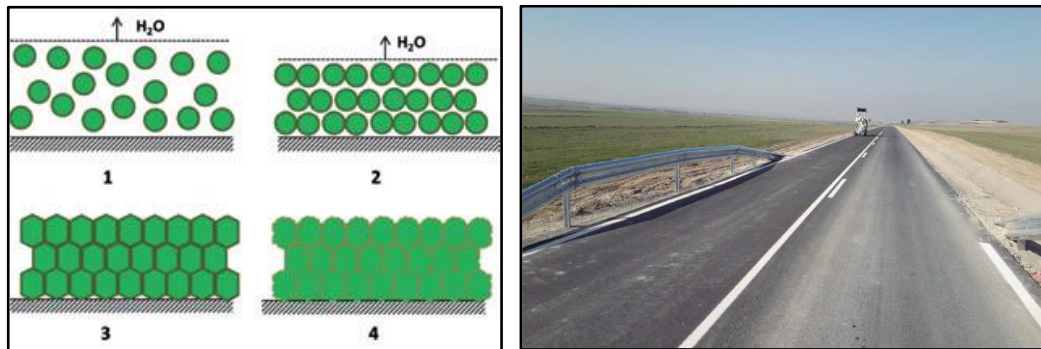


Figura 9. Fenómeno de secado de la película de pintura por coalescencia

Otra característica importante es que sea compatible y permita la fijación de las microesferas de vidrio para mejorar la visibilidad de preferencia por las noches en lugares de poca iluminación o visibilidad borrosa (lluvia, neblina), por último, que los tiempos de almacenamiento sean los indicados en las especificaciones del producto, donde llegan como limite a por lo menos los 06 meses de almacenamiento desde la fecha de producido.

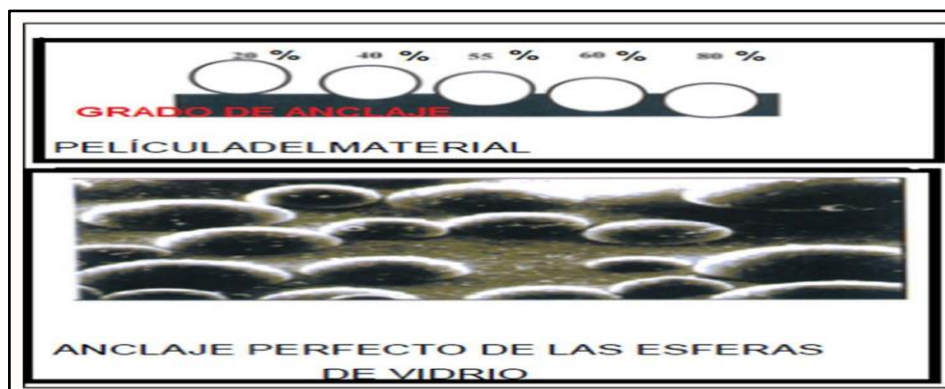


Figura 10. Grado de anclaje de la Microesferas en la película de pintura.

Sergio Reynafarge – SG (2017), sostiene que: para establecer el producto a usar en obra, se deberá tener en cuenta los factores de: lugar de trabajo, las temperaturas de pavimento, ambiente, rocío, el tiempo de apertura del tránsito en la vía, la humedad y otros como el estado de la marca vial, textura superficial del pavimento, ancho calzada, tipo de vía, IMD, etc. Todos los indicados son los mínimos exigibles en tal sentido está descartado hacer uso de productos con límites mínimos que podrían repercutir en la calidad ante los factores indicados.

El material (pintura) no es reflectante; es decir, no se puede ver en condiciones nocturnas y, por otro lado, las microesferas de vidrio necesitan una forma de adherirse y poder reflejar la luz incidiendo en la dirección deseada.

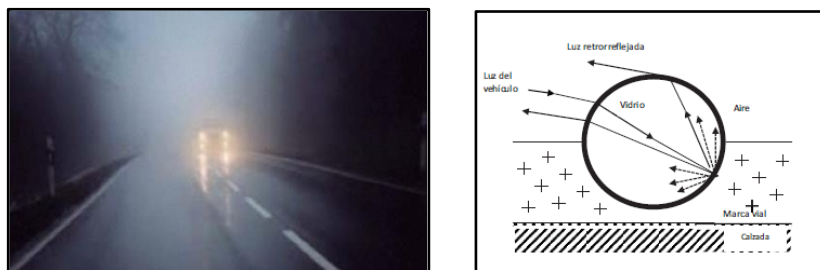


Figura 11. Operacionabilidad de la Demarcación Vial en condiciones adversas.

Las pinturas para demarcación más usadas están las: i) Acrílicas base de agua, donde destacan las acrílicas muy amigable de secado rápido, con espesores de 15 mils y para ser aplicada con micro esferas; las Acrílicas a base de agua de alto espesor y de alta durabilidad, mayor retrorreflectividad y espesores de hasta 30 mils; ii) Base de agua para climas fríos, secado rápido en climas fríos, con espesores de 15 mils y a temperatura desde 1.7 °C; iii) Acrílicas base solvente, donde el rango de temperatura para aplicación se da desde los 10°C hasta los 52°C; iv) la

termoplástica son productos especiales como indica Mechura, Delbono (2019), donde indica que al hablar de termoplástico en el ámbito de “señalización vial” tiene un significado diferente al contexto que se estudia en la química de los polímeros, en el caso de la demarcación vial el producto hace referencia a que requiere energía térmica para su procesamiento.



Figura 12. Espesores de pintura para Demarcación Vial

La durabilidad de la marca va estar ligado al espesor del material a utilizar, y la efectividad de la reflectividad se debe en gran parte al aporte de las microesferas las que garantizaran la reflectividad, ambos están concatenados al tipo de tránsito y al clima.

Si los espesores son los correctos aseguran la estabilidad de las microesferas los que aportaran la reflexión correcta asegurando un periodo de vida prolongado, por ende, esto se traducirá en buen aporte a la seguridad vial.

El Informe de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte (2017) de Costa Rica, indica que: el tráfico vehicular y paso de vehículos pesados influye en el tipo de material a usar en la demarcación vial, donde al incremento de Tránsito

Promedio Diario (TPD) y mayor porcentaje de vehículos pesados la durabilidad de la demarcación vial será menor que en una vía con poco tránsito. En otros países se ha implementado guías para homogenizar ciertos materiales bajo condiciones particulares del tránsito, a lo indicado se expone tabla de materiales aconsejables para demarcación horizontal en pavimentos de mezcla asfáltica en función al TPD, que pertenece a “Pavement Marking Handbook” Texas DOT, EE.UU., 2004.

Tabla 8. Productos recomendados para demarcación horizontal en pavimentos de mezcla asfáltica en función al TPD

<b>Características del transito</b>	<b>Años de servicio que le quedan al pavimento</b>		
	<b>0 – 2 años.</b>	<b>2 – 4 años.</b>	<b>Más de 4 años</b>
TPD < 1000	Termoplástica	Termoplástica	Termoplástica
	Pintura base agua	Pintura base agua	Resinas epoxicas
TPD < 1000 < 10000	Termoplástica	Termoplástica	Termoplástica
	Pintura base agua	Resinas epoxicas	Resinas epoxicas
TPD > 10000	Termoplástica	Termoplástica	Termoplástica
	Ressinas epoxicas	Ressinas epoxicas	Ressina epoxicas
Tráfico Pesado	Termoplástica	Termoplástica	Termoplástica
	Ressinas epoxicas	Ressinas epoxicas	Ressinas epoxica

Fuente: “Pavement Marking Handbook”, Texas DOT, EE.UU., 2004.

#### 2.2.2.2. Microesferas

Aliado importante de la pintura de tráfico, que aporta mejoras a la reflectividad (reflección), son las microesferas de vidrio que adheridas a la pintura de tráfico mejoran sustancialmente la refracción, su intensidad está supeditada a la

correcta aplicación y de acuerdo a las características técnicas proporcionadas por el proveedor que deben estar relacionadas con la granulometría, esfericidad, índice de refracción, resistencia a los agentes químicos, apariencia y defectos; claro está que si se tiene espesores de pintura de tráfico muy delgados la adherencia de las micro esferas se desprenderán y no cumplirán con los objetivos deseados y aun es mayor si se desea reflectividad efectiva en visión nocturna en lugares de poca iluminación o presencia de neblina.

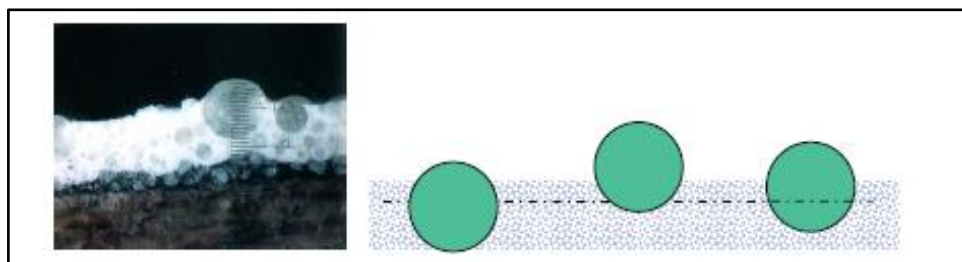


Figura 13. Ilustración del posicionamiento de las microesferas en la pintura.

La Guía del Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal (2012), elaborado por el Ministerio de Fomento del Gobierno Español indica que, la granulometría seleccionada debe ser adecuada al grosor de la película de pintura, si son demasiadas gruesas estas serán arrancadas de la superficie de la Vía por las ruedas de los vehículos, y si son demasiadas finas se sumergirán en la película de pintura, en ambos casos no se tendrán efecto de visibilidad.

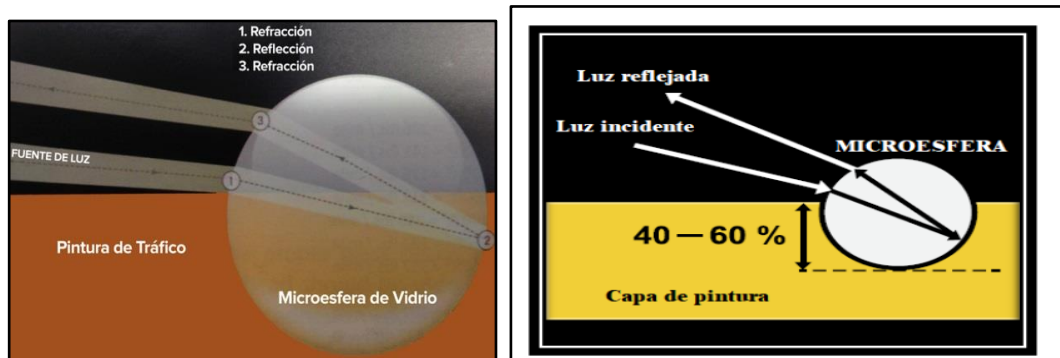


Figura 14. Posicionamiento de la microesfera dentro de la pintura tráfico.

Dentro de las características que debe cumplir las microesferas el Manual de Carreteras del Paraguay (2011), manifiesta que estas deberán ser transparentes e incoloras, dentro de su composición deberá implicar un mínimo de 65% de sílice, estar libre de plomo, y el índice de refracción mínimo será de 1.50, esto se consigue de acuerdo con la norma MELC 12.31, donde la densidad deberá estar en el rango de 2.3 a 2.6 g/cm<sup>3</sup>.

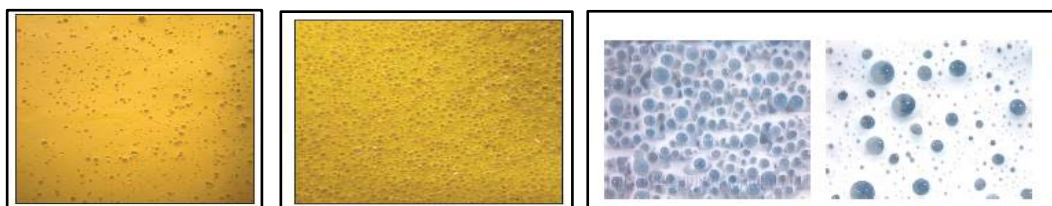


Figura 15. Densidad de microesferas dentro de la demarcación vial

Además, el Manual de Carreteras de Paraguay (2011), precisa que una fina película de agua (humedad) sobre la marca basta para disminuir considerablemente su poder de retrorreflección, ya que quedan cubiertas las microesferas de vidrio. Los estudios de laboratorio demuestran que, basta que la superficie está húmeda, para que la retrorreflección pueda disminuir entre un 15% a un 40%, en relación al estado seco.

### 2.2.3. Mantenimiento de la demarcación vial

Según Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC (2000), precisa que las marcas del pavimento deben mantenerse en buen estado, y que la frecuencia de repintado está sujeto al modelo de superficie de rodadura, clima, volumen vehicular, composición y espesor de pintura.

Para que una demarcación vial se mantenga en buen estado y cumpla con visibilidad máxima de día como de noche, ante cualquier situación (Clima, tráfico)

ese debe cumplir con los requisitos que indica las Especificaciones Técnicas de Pinturas para obras Viales del MTC (2013), estas son: retrorreflectancia para repintado, color, factor de luminancia, opacidad.

En conclusión, para asegurar un periodo de vida máximo a una demarcación vial está sujeto a su mantenimiento al margen de la conservación rutinaria y los aspectos técnicos de puesta en operacionabilidad.

Los periodos de existencia de las marcas viales permanentes, deben ser tan extensas como sea posible, debe proyectarse para que sea de uno o más ciclos climáticos enteros.

La unidad de Seguridad Vial y Transporte de Costa Rica (2017), señala la clasificación de retrorreflecion ofertada para fines de análisis y resultados, considerando las normas de INTECO y los niveles establecidos en otros países.

Tabla 9. Grado de retrorreflección para pinturas

<b>Material</b>	<b>Pintura base agua y solvente</b>		<b>Material termoplástico</b>	
	<b>(Valores en mcd/lux/m<sup>2</sup>)</b>		<b>(Valores en mcd/lux/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>Clasificación</b>	<b>Blancas</b>	<b>Amarillas</b>	<b>Blancas</b>	<b>Amarillas</b>
Very good	> 250	> 200	> 300	> 250
Good	150 - 250	150 - 200	250 - 300	175 - 250
Regular	100 - 150	50 -150	100 - 250	100 - 175
Mala <sup>A</sup>	< 100	< 50	< 100	< 100

<sup>A</sup> El valor de 100 mcd/m<sup>2</sup>/lx representa el valor mínimo, menor a este valor se recomienda volver a demarcar la vía.

Fuente: Unidad de Seguridad Vial y Transporte – Costa Rica (2017)



Se observa el nivel de servicio de la pintura en base a la retroreflectividad, clasificándola desde muy buena hasta mala, donde valores por debajo de 100 mcd/m<sup>2</sup>/lx se recomienda volver a demarcar la vía.

### 2.3. Marco conceptual (de las variables y dimensiones)

**Infraestructura vial:** Según el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial del MTC (2006), es una estructura que está constituida sobre el terreno denominada vía vehicular, que está destinada al paso de vehículos motorizados y no motorizados que transitan de un lugar a otro, pudiendo ser Urbana o Rural, tienen como finalidad generar polos de desarrollo económico y social importantes en la zona que interconecta dicha vía.

**Demarcación vial o señalización horizontal:** Según Decreto 78 que Aprueba “Manual de Señalización de Tránsito de Chile” (2015), indica en su Título III (Demarcaciones) en el Artículo 9, que son demarcaciones, los indicadores horizontales o marcas efectuadas sobre la superficie de la vía, tales como líneas, símbolos, letras, que se utilizan para ordenar la circulación, prevenir o guiar a los usuarios de la vía, estableciendo un elemento esencial para la seguridad y la administración del tránsito.



Figura 16. Vista sobre demarcación vial.

Comentario de Signo Vial (2015), en su artículo Marcando el Camino indica que: cuando comentamos de señalización horizontal o demarcación vial existen distintos tipos de materiales, como: pintura tráfico, material termoplástico, plástico en frío, recubrimientos epóxicos y otros.

Cuando tratamos temas de señalización horizontal el objetivo más valioso es asegurar la durabilidad de la demarcación y su efectividad de reflectividad en el tiempo.

**Clasificación de las Señales horizontales:** Al margen que puedan ser blancas o amarillas, el Decreto 78 del Manual de señalización de Transito de Chile (2012), indica en su artículo 11 que: “las demarcaciones se clasifican en: i) Líneas Longitudinales, que pueden ser líneas de eje central, líneas de pista, líneas de borde; ii) Líneas Transversales; iii) símbolos y leyendas”.

**Causas que influyentes en la demarcación vial horizontal:** Hay muchas causas que afectan estado de las marcas viales; (Factor Humano) que están relacionados con el proceso de trazado en sí, y (Factores Externos), que afectan igualmente. El desarrollo de demarcación está influenciado por el patrón y la calidad del material que se utilizará, el acondicionamiento de la superficie antes de la aplicación, la maquinaria y el equipo utilizado, supervisión y control de calidad en la colocación de la señalización horizontal. Los factores externos incluyen: condición del pavimento, tipo y volumen de tráfico, sección transversal, condiciones ambientales y climáticas.

**Carpeta Asfáltica:** Ocupa la parte superior de una estructura de pavimento, mezcla asfáltica que puede ser en caliente o frío, el método más conocido y usado

es el del Método de Marshall, el que fue definido como ASTM 1559 especificado en la norma AASHTO T 245.

Es sobre la carpeta asfáltica que se depositara la demarcación vial, que está constituida de una pintura para tráfico y complementada dependiendo de factores propios de la zona de micro esferas reflectantes, esta carpeta asfáltica debe tener condiciones específicas para recepcionar la marca vial, como el tiempo para su aplicación según, Rivadeneira y Cevallos (2021), no sugiere aplicar pintura de tráfico en un pavimento flexible dentro de los 7 días, debido a los materiales derivados del petróleo como el asfalto que dejan una cantidad de residuos negros en la exudación de la mezcla del asfalto ocasionando trazos poco definidos que pueden afectar el color de la pintura.



Figura 17. Vista Demarcación vial sobre carpeta asfáltica.

**Tachas reflectivas:** También conocidos como ojos de gato, dispositivos que forman parte de la señalización horizontal, según Manual de Carreteras de Paraguay (2011), deben ser de tipo reflector prismático, la base debe ser plana y el molde de material policarbonato, soportar pesos menores a los 2727 kg. Sin quebrarse, la resistencia al desprendimiento de estar en el orden superior a los 500 Psi, el Angulo entre la cara de la marca y la base debe ser menor o igual a 45 grados.

**Clima y tránsito:** El clima son los comportamientos atmosféricos, y el transito es fenómeno causado por el flujo vehicular en una vía vehicular.

Según Porras (2018), observo que en las zonas con menor humedad (precipitación) y mayor temperatura (clima) la retroreflección, hubo mejores parámetros a lo que establece la norma de secretaria de Comunicaciones y Transporte (S.T.C.) (vida de Proyecto).

Así mismo Acuña (2018), concluye e indicar que de los datos obtenidos para el clima y transito estas afectan de forma inversa la retroreflectividad de la demarcación. Es así que a mayor precipitación y tránsito vehicular, se acelera la degradación de la demarcación vial por abrasión.

El transito tiene incidencia sustancial en el desgaste de la demarcación vial ya que está asociado al tráfico vehicular, cuanto mayor es el transito mayor será el desgaste de la demarcación vial, por el paso de las ruedas de los vehículos por la marca vial la que produce desgaste.

**Retroreflectancia:** se encuentra en el inicial y de repintado correspondientes a valores bajo mediciones en milicandelas por lux por metro cuadrado (mcd.lx-1.m<sup>2</sup>).

**Color:** dentro de ello las coordenadas cromáticas deberán enmarcarse dentro de la tabla CIE del polígono de color.

**Factor de luminancia ( $\beta$ ):** para las marcas en el pavimento horizontal de los colores blanco y amarillo, los resultados del factor de luminancia deberán tener mayor o igual a 0.4 y 0.2 correspondientemente.

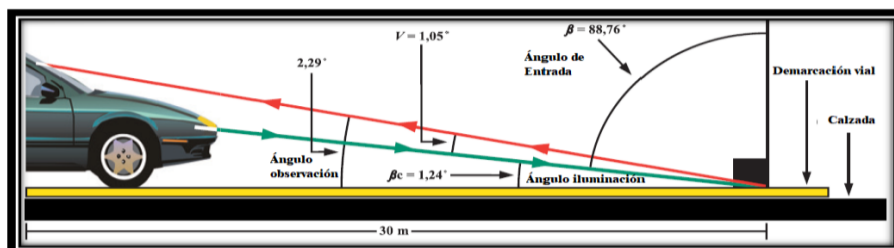


Figura 18. Esquema de la retroreflektividad en una demarcación vial.

## **CAPÍTULO III. HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis general**

El grado de desempeño de la demarcación vial influye en el cumplimiento de los niveles de servicio del tramo Huancavelica - Lircay.

### **3.2. Hipótesis específicas**

- El coeficiente de reflectividad influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica – Lircay
- El espesor de pintura influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.
- La gradación de la microesfera influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica – Lircay.

### **3.3. Variables (definición conceptual y operacional)**

#### **3.3.1. Definición conceptual de las variables**

##### **Grado de desempeño de la demarcación vial**

Esta sección introduce el sistema de marcado, entre sus integrantes donde el principal parámetro de desempeño es la reflectancia. Existen elementos inherentes al delineamiento que afectan el desempeño y durabilidad, como la calidad del material y el trabajo realizado, como la preparación de la superficie de vía, técnicas de operación y equipos técnicos para aplicación de materiales, tiempo de secado, entre otros. También se presentará la teoría en torno a los principales

factores externos que influyen en las prácticas de demarcación de carreteras, como el clima, el tráfico y las condiciones del pavimento.

### **Niveles de servicio tramo Huancavelica – Lircay**

Es una medida cuantitativa que describe el grado de servicio de la demarcación vial, será regulado en las zonas donde se ejecutó la variable (señalización) e indicador (Horizontal), define la forma de medición (Retroreflectómetro horizontal), describiendo las tolerancias comprendidas para el presente nivel de servicio del tramo Huancavelica - Lircay.

La medición del mismo estará basada bajo los manuales del MTC y los TdR para el Servicio de Gestión y Conservación Vial por niveles de servicio del corredor vial Huancavelica – Lircay.

### 3.3.2. Operacionalización de las variables:

Tabla 10. Operacionalización de variables.

Tipo de variable	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Instrumento de medición
Variable independiente	Grado de desempeño de la demarcación vial	Coefficiente de reflectividad	Promedio de la Retrorreflección	mcd/m <sup>2</sup> /lx	Retrorreflectometro Manual Horizontal
		Espesor de pintura	Espesor de Pintura seca incluido microesferas	Mils	Medidor Digital de Marcas
Variable dependiente	Niveles de servicio Tramo Huancavelica - Lircay	Tolerancia mínima de la retrorreflectividad en los ejes laterales de la vía.	Pintura Blanca.	mcd/m <sup>2</sup> /lx	Retrorreflectometro manual horizontal
		Tolerancia mínima de la retrorreflectividad en el eje central de la vía.	Pintura Amarilla.	mcd/m <sup>2</sup> /lx	
		Tolerancia mínima del espesor de pintura seca incluido microesferas en los ejes de la vía.	Espesor de Pintura seca incluido microesferas de vidrio	Mils	Medidor digital de marcas

Fuentes: elaboración propia

## **CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Método de investigación**

La investigación se desarrolla por el método científico, el cual tiene sistema de prácticas que debemos regirnos para obtener conocimiento a través de los problemas científicos y así formular hipótesis, los cuales serán corroborados a su posterioridad mediante evidencia concreta.

### **4.2. Tipo de investigación**

La investigación es del tipo aplicada, ya que expresa la aplicación de los conocimientos científicos obtenidos mediante manuales, investigaciones, ensayos, etc., en conocimientos utilizables.

### **4.3. Nivel de investigación**

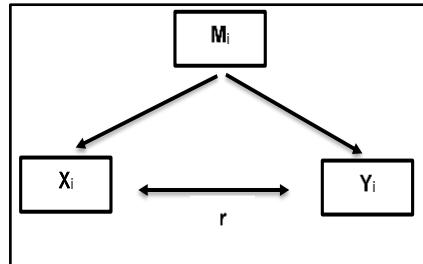
La investigación se desarrolla a un nivel de investigación del tipo explicativo, el mismo que dispuso un comportamiento de las variables en función a las otras, por ser estudio de causa - efecto.

### **4.4. Diseño de la investigación**

El estudio se realizó bajo diseño no experimental transversal del tipo correlacional - causales, ya que una o diversas variables se centran en analizar cuál es el nivel o estadio en relación entre otras, recolectando datos en un solo momento y tiempo.



Al esquematizar este diseño de investigación obtenemos el siguiente diagrama:



$M_i$  = Muestra/Observación

$X_i$  = Observación de la variable 1

$Y_i$  = Observación de la variable 2

$r$  = Relación entre las variables.

## 4.5. Población y muestra

### 4.5.1. Población

Carretera Huancavelica – Lircay – Ruta PE 3S (Huallapampa – La Mejorada – Puente Alcomachay) tramo III Lircay – Huancavelica Km 0+000 al Km 75+000.

### 4.5.2. Muestra

La modelo se consiguió conforme al método no probabilístico, dependerá de las causas relacionadas con las características de la investigación, se contó con una muestra para retrorreflectividad de 420 puntos con 03 repeticiones en cada punto repartidos en el lado izquierdo, centro y el derecho de la vía, y para el muestreo de pintura seca incluido microesferas de vidrio un total de 140 puntos, puntos a lo largo del tramo Huancavelica – Lircay que consta de 75 km.

## **4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos**

### **4.6.1. Técnicas de recopilación de datos**

#### **Reconocimiento no experimental**

Estuvo comprendida por el de generar data relativamente mediante controles, el mismo que estuvo en función a la manipulación de variables, en toda la etapa de planificación de la investigación final, asimismo tendrá por obtener una la influencia del grado de desempeño de la demarcación vial para satisfacer los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay.

#### **Análisis de documentos**

Está basada a lo largo de todo el proceso de investigación, orientado en generalidades del grado desempeño de la demarcación vial, para desempeñar los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay, coeficiente de reflectividad, clima y transito según el grado de observación e influencia de la gradación de la microesfera, información física y digital que se halla en los manuales y disposiciones emitidas por el MTC, los estudios definitivos de ingeniería de la carretera Huancavelica – Lircay, Términos de Referencia para la Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Huancavelica – Lircay, Repositorios de Investigación de universidades, Revistas Científicas de entorno Nacional e Internacional.

#### **Datos del proyecto de la carretera Huancavelica Lircay**

Al respecto según el Estudio Definitivo de Ingeniería de la Carretera Huancavelica – Lircay informa que, el tramo está ubicado en la sierra central, donde el Clima existente en el tramo de carretera Huancavelica – Lircay es del tipo frígido

lluvioso con extensión térmica moderada, la temperatura media anual máxima y mínima es de 16°C y 2°C, la precipitación media acumulada anual para cada periodo es de 551.2 mm. La Altitud en el tramo indicado varía desde los 3255 msnm hasta los 4400 msnm.

### **Diseño Geométrico:**

La clasificación vial, está en Función, a la demanda y condiciones Orográficas:

➤ **Según su Función:** El tramo de Carretera corresponde a la Ruta PE 26B de la Red Vial Primaria del Sistema Nacional, por estar conformado por vías que unen las principales ciudades de la Nación.

➤ **Según su Demanda:**

**Tráfico:** El estudio de Trafico del tramo de Carretera Huancavelica – Lircay, posee un IMDA en el rango de 350 – 4000 vehículos /día, con vehículos mayor de 18 Ton en un porcentaje menor del 25% lo que la clasifica como una carretera con un Trafico Tipo D.

Considerando los valores del IMD el Tramo Huancavelica – Lircay, la vía se considera como carretera de 2da y 3ra Clase.

➤ **Según su orografía:** El tramo Huancavelica – Lircay discurre dentro de un área con características cambiantes a lo largo del trazo de la vía, el que discurre a través de zonas accidentadas a muy accidentadas, respecto al relieve del área involucrada su orografía se considera del Tipo 4, donde los estudios de

Topografía, precisan que la combinación de alineamientos horizontal y vertical obligan a los vehículos pesados a ejecutar menores velocidades.

**Velocidad Directriz:**

Según los Manual de Diseño Geométrico del MTC, que relaciona los volúmenes de tránsito, la configuración del terreno, además de las consideraciones de Seguridad Vial, la velocidad Directriz queda definida según lo expuesto en el siguiente cuadro consolidado:

Tabla 11. Velocidad directriz

N°	Sector		Demanda	Orografía	Velocidad directriz	Ancho plataforma (m)
	Inicio (Km)	FIN (Km)				
1	1+550	10+300	2da. Clase	Tipo 4	30 Km/h	6.60
2	10+300	28+430	2da. Clase	Tipo 4	30 Km/h	6.60
3	28+400	65+470	3ra. Clase	Tipo 4	30 Km/h	6.60
4	65+470	73+340	2da. Clase	Tipo 4	30 Km/h	6.60

Fuente: TdR Conservación por niveles servicio Huancavelica – Lircay.

**Estudio de Pavimento:**

Para el diseño del pavimento se empleó la metodología AASHTO, en función al tráfico, para un periodo de 20 años, quedando definida la estructura del pavimento de la siguiente manera:

Tabla 12. Estructuras de pavimento

Sector	Progresivas	CA (cm.)	B (cm.)	SB (cm.)	SN real	Refuerzo MAC a los 10 años (cm.)
Sector 1:	Km. 1+550-km.6+275	7.5	15.0	15.0	2.83	2.5
Sector 2:	Km. 6+275-km. 20+510	7.5	15.0	17.5	2.95	6.0
Sector 3:	Km. 20+510-Km. 28+500	7.5	15.0	15.0	2.83	2.5
Sector 4:	Km. 28+500-Km. 46+300	7.5	15.0	15.0	2.83	2.5
Sector 5:	Km. 46+300-Km. 60+338	7.5	15.0	15.0	2.83	2.5
Sector 6:	Km. 60+338-Km. 65+770	7.5	15.0	15.0	2.83	2.5
Sector 7:	Km. 65+770-Km.73+591	7.5	15.0	15.0	2.83	5.5

Fuente: TdR Proyecto de Conservación por niveles de servicio Huancavelica – Lircay (2012).

Como esta zona del proyecto se desarrolla a una altura entre los 2835 msnm a 3632 msnm esto repercute en el diseño de la carpeta asfáltica por factores meteorológicos debido a estaciones muy marcadas como la lluviosa o verano y la de frío o invierno, produciendo temperaturas muy bajas, para lo cual se debe tener diseños especiales para la carpeta asfáltica las que alteran las propiedades reológicas del asfalto y por ende las características físicas de la mezcla originado agrietamiento por disminución térmica y/o incremento de la rigidez por la actuación combinada del tráfico pesado.

Respecto a marcas de pavimento el proyecto define que los colores para el caso de la línea central serán de pintura de color amarillo y la de borde de color blanco, en ambos casos el ancho de la marca de pavimento es de 0.10 cm.

#### **Estudio de pintura:**

La pintura propuesta en el Estudio del Proyecto a utilizar fue de tipo base solvente TT-P-115F del tipo II, que es una pintura que está compuesta por sólidos de resina de caucho clorado – alquílico, el cual se detalla las principales características en la siguiente Tabla:

Tabla 13. Principales características técnicas de pintura propuesta Proyecto

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PINTURAS</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>TIPO I</b>	<b>TIPO II</b>
<b>Pigmentos</b>			
blancos	%	54 mín.	57 mín.
amarillo	%	54 mín.	57 mín.
Vehículos no volátiles del total del vehículo	%	31 mín.	41 mín.
Humedad	%	1.0 máx.	1.0 máx.
Arenilla y piel	%	1.0 máx.	1.0 máx.
Viscosidad	Ku	70-80	70-80
Seco "no pick up"	minuto	30 máx.	5 máx.
Sangrado		0.90 mín.	0.90 mín.
Grado de fineza	hegman	2 mín.	2 mín.
Reflectancia Direccional Blanco	%	85 mín.	85 mín.
<b>Cubrimiento</b>			
blanco		0.96 mín.	0.96 mín.
Amarillo		0.96 mín.	0.96 mín.
<b>Resistencia a la abrasión (secado al horno)(litros/arena)</b>			
Blanco		35 mín.	35 mín.
Amarillo		30 mín.	30 mín.
<b>Resistencia a la abrasión (secado a la intemperie) (litros/arena)</b>			
Blanco		26 mín.	26 mín.
Amarillo		23 mín.	23 mín.
Color			
Blanco	Standard para Carretera 595		
amarillo	Standard N° 33538		

Fuente: Estudio Proyecto definitivo Carretera Huancavelica – Lircay (2013).

Según las especificaciones técnicas del fabricante INTER PAINTS (agosto 2014), indica que el producto a utilizar pintura TT 115 F Tipo II, cumple con las exigencias solicitadas para el tramo Huancavelica – Lircay, donde a continuación se expresa alguno de los detalles más importantes del producto:

Tabla 14. Características técnicas de Inter Paints - pintura TT 115F Tipo II

**DESCRIPCIÓN**

La pintura de tráfico TT-115 F tipo II, es un producto de base solvente, fabricado con resinas especiales, que entrega alta visibilidad, gran resistencia a la abrasión y larga duración. Cumple con los requisitos de la especificación federal TIP 115 F TIPO II y con las del MTC para el proyecto de la carretera Huancavelica Lircay.

**MODO DE UTILIZACION**

**PRODUCTO**

Sobre todo tipo de pavimentos, secos y fraguados, incluyen asfalto, concreto, ladrillo o piedra.

**PROPIEDADES TIPICAS**

Sólidos en Volumen	56%+/-2
Sólidos en peso	75%+/-2
Contenido en volátiles (VOC)	Para color puro, sin reducción: 370 gr/lt
Contenido de pigmento en peso	57%+/-2
Contenido de vehículo no volátil	41%+/-2
Composición química del vehículo volátil	Mezcla de solventes, aromáticos y alifáticos
Viscosidad a 25°C (Ku)	70-80
Peso por galón a 25° C	Mínimo 12.0 lb./gln
Presentación	Envases de un (1) galón, cinco (5) galones y cincuenta (50) galones
Fineza (escala Hegmann)	2 mínimo
Colores	Blanco: STD
	Amarillo: Según chip N° 33538, Federal Standard 595
Flexibilidad (Mandril cónico 1/4")	No presenta fisuras, desprendimiento, ni pérdida de adhesión
Resistencia al agua (lamina sumergida por 18 horas)	No presenta señales de cuarteo, ampollas o pérdida de adhesión, ablandamiento ni cambio de color
Resistencia a la abrasión seca, película horneada	>=35 litros de arena/mil, color blanco >=30 litros de arena/mil, color amarillo
Resistencia a la abrasión seca, película secada al ambiente	>=26 litros de arena/mil, color blanco >=23 litros de arena/mil, color amarillo
Estabilidad a la dilución	No se presenta separación o precipitación cuando se reduce en una proporción de 8:1 en volumen
Reflectancia direccional	85% mínimo para el color blanco
Espesor seco recomendado	6 a 7 mils. De 11 a 13 mils. Húmedos
Rendimiento practico	100-110 metros lineales en una franja de 10 cms. De ancho, a un espesor húmedo de 14 mils. Sin

**Fuente:** Especificaciones técnicas del Fabricante Inter Paints (2014).

Respecto a los espesores de la pintura el Estudio del Proyecto indica que deberán contener un grosor húmedo de 13 mils o 0.38 mm. sin aplicación de microesferas de vidrio, y espesor en seco de 6 a7 mils ósea de 0.17 a 0.20 mm.

### Estudio de microesferas:

Así mismo el Estudio del Proyecto adiciona que para obtener retrorreflectividad de la pintura y mejorar la visibilidad se adicione microesferas de vidrio a la pintura, la elección del tipo de microesferas está comprendidas en el Manual de las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales emitida por el MTC mediante la RD 02-2013-MTC-14, donde expone los requisitos que debe cumplir, se adjunta la tabla correspondiente:

Tabla 15. Requisitos para microesferas

REQUISITOS PARA MICROESFERAS						
CARACTERISTICAS TECNICAS EVALUADAS		ESPECIFICACIONES				
1	% Granulometría (material que pasa)	I	II	III	IV	V
REQUISITOS PARA MICROESFERAS DE VIDRIO	Tamiz N° 8					100
	Tamiz N° 10				100	95-100
	Tamiz N° 12			100	95-100	80-95
	Tamiz N° 14			95-100	80-95	10-40
	Tamiz N° 16			80-95	10-40	0-5
	Tamiz N° 18			10-40	0-5	0-2
	Tamiz N° 20	100		0-5	0-2	
	Tamiz N° 30	75-95	100	0-2		
	Tamiz N° 40		90-100			
	Tamiz N° 50	15-35	50-75			
	Tamiz N° 80		0-5			
	Tamiz N° 100	0-5				
2	% Flotación			90mín.		
3	Índice de Refracción			1.50 - 1.55		
4	Resistencia a la Abrasión (lbs) (Ret. Malía N° 40)			30 mín.		
5	Redondez (%)			70 mín.		

Fuente: Estudio Definitivo Carretera Huancavelica – Lircay (2013).

El Estudio del proyecto contempla la utilización de microesferas de Tipo I, donde para obtener la retrorreflectividad deseada las microesferas deben estar embebidos un 60 % en el material (pintura), se adjunta la ficha técnica extendida por el proveedor:



Tabla 16. Microesferas Réflex Aashto tipo I – 80% de redondez

<b>Microesferas réflex aashto tipo I - 80% de redondez</b>		
Las microesferas de vidrio son elementos esenciales en las pinturas para pavimentos. La duración y propiedades de retro-reflectividad, claramente dependerá del uso de materiales con una óptica correcta (índice de refracción) redondez, tamaño, distribución y recubrimiento de las microesferas de vidrio, entre otros factores.		
<b>Granulometría:</b> Las microesferas AASHTO M247 TIPO I, cumplen con todos los exigencias establecidos en la norma ASTM D 1214.		
<b>U.S Mesh (Tamiz)</b>	<b>Micras</b>	<b>% Paso</b>
16	1180	100
20	850	95-100
30	600	75-95
50	300	15-35
100	150	0-5
<b>Redondez:</b> Como mínimo el 80% de las microesferas presentan redondez total, siguiendo el método de pruebas ASTM D 1155		
<b>Color/Claridad:</b> Las microesferas son incoloras, transparentes y libres de residuos en carbón.		
<b>Índice de refracción:</b> Mínimo 1.51 utilizando el método de inmersión en aceite.		
<b>Inclusiones de aire:</b> <5% por conteo visual.		
<b>Electricidad estática:</b> No existen evidencias objetables de electricidad estática cuando se aplica con equipos regulares de aplicación de microesferas.		
<b>Humedad:</b> Menos del 0.25% del peso.		
<b>Peso específico:</b> Entre 2.3 - 2.5		
<b>Metales pesados:</b> Puede contener <200 ppm de Plomo y <75 de Arsénico.		
<b>Recubrimiento:</b> De acuerdo a los requerimientos del cliente, puede tener recubrimientos para: resistencia de la humedad, mejor adherencia, mejor flotación o recubrimiento dual.		
Las microesferas AASTHO Tipo I de alta redondez - 80%, presentan un desempeño superior frente a microesferas estándar en todo tipo de pinturas, incluyendo termoplásticas con base alquídica e hidrocarbano, así como en pintura base agua, base solvente, epóxicas y metilmetacrilato.		

Fuente: Especificaciones técnicas SWARCO REFLEX INC.

#### **Niveles de servicio:**

Los controles de Calidad y dimensión de los niveles de servicio, para el presente Proyecto están regidos por el MTC quienes definen las tolerancias mínimas que debe cumplir para medir los rangos de servicio, así mismo la manera

de medición, se adjunta cuadro donde se expone las tolerancias permitidas para la medición de las marcas de pavimento:

Tabla 17. Etapas de servicio

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Señalización	Horizontal	Retroreflectometro horizontal	Blanco: 150mcd/lux*m2; Amarillo: 120mcd/lux*m2.º Equipo proporcionado por el Contratista

Fuente: TdR: Servicio conservación por niveles de servicio Huancavelica – Lircay (2012)

#### **Trabajo en campo**

Para la investigación se obtendrá la recolección de los datos dentro del tramo vial tramo vial Huancavelica – Lircay – Emp. PE-3S (Huallapampa) tramo: Huancavelica – Lircay comprendido en las progresivas Km 0+000 al Km 75+000, con una longitud de 75.000 km.; para se formará equipos de labor y definir fechas para el muestreo.

Para ello se obtendrá una planificación de etapas como, verificación del estudio de tráfico, topografía, trazo y diseño vial, pavimentos, seguridad vial, de la carretera, estado y muestreo de la demarcación vial actual, recolección de datos sobre la demarcación vial a través del tiempo.

#### **4.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

- Estudios de ingeniería (topografía, trazo y diseño vial, tráfico, pavimentos, señalización vial)
- Verificación de datos mediante equipo de retroreflectometro horizontal.

- Verificación de espesor de pintura seca de manera digital.

#### **4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Dentro de la investigación estuvo separado bajo diferentes etapas:

- **Etapas de pre campo:** Se realizó reconocimiento visual, para planificar y generar posteriormente la recolección de datos de campo.

Se adquirió información bibliográfica en físico y digital, para desarrollar una metodología adecuada y con ello la compilación de información.

- **Etapas de campo:** Se efectuó la verificación de los estudios básicos en ingeniería como el de tránsito, topográfico, diseño vial, seguridad vial y recojo de muestreo de la demarcación vial.

- **Etapas de gabinete:** Se procesó la data e información recolectada *in situ*.

Para el procesamiento y análisis de la data recopilada *In situ*, se realizará bajo software de ingeniería como, AutoCAD Civil 3D, Microsoft Excel, Microsoft Word con el objeto de obtener resultados como gráficos y cuadros; software SPSS en el procesamiento de estadística descriptiva e inferencial, mediante el enfoque cuantitativo y cualitativo.

#### **4.8. Aspectos éticos de la investigación**

La presente investigación se desarrolló en conformidad con buenas prácticas, el cual obtendrá como evidencia la racionalidad, naturaleza sistemática, solidez, oportunidad y justificación, asimismo basándose en enfoque ético y axiológico, en esencia extensión moral y valórica, el cual se estará constituida en:

- Un compromiso con la humanidad.

- Entendimiento emancipatorio.
- Compromiso integro por parte del investigador.
- Códice ético y axiológico.

## CAPÍTULO V. RESULTADOS

### 5.1. Descripción de resultados

Para el presente trabajo de investigación se toma como parámetro de retrorreflectividad lo indicado en los Términos de Referencia del Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Huancavelica – Lircay – Emp. PE-3S (Huallapampa) y Emp. PE 3S (La Mejorada) – Acobamba – Emp. PE – 3S (Puente Allcomachay) del 2012, donde para verificar las escalas de Servicio en la Demarcación Vial Horizontal se debe realizar bajo los siguientes límites mínimos de Tolerancia indicados a continuación:

De las especificaciones técnicas impartidas por el MTC para Conservación de Carreteras, esta especifica por escalas de servicio para la variable señalización en el indicador horizontal que el rango de tolerancia mínima de reflectividad en los ejes laterales (izquierdo y derecho) de la vía, el color blanco es de 150 mcd/m<sup>2</sup>/lx y del eje central de la vía, para el color amarillo es de 120 mcd/m<sup>2</sup>/lx, estos indicadores son los referenciados haciendo uso de un equipo de retrorreflectómetro manual horizontal.

Tabla 18. Grados de servicio

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Forma de Medición</b>	<b>Tolerancia</b>
<b>Señalización</b>	Horizontal	Retrorreflectómetro horizontal	Blanco: 150mcd/lux*m <sup>2</sup> ; Amarillo: 120mcd/lux*m <sup>2</sup> . <sup>e</sup> Equipo proporcionado por el Contratista

Fuente: TdR Conservación de la Carretera Huancavelica - Lircay

Respecto a los espesores de pintura el proyecto define el tipo de pintura TT 115F Tipo II, que corresponde a una composición por solidos de resina de caucho clorado – alquílico, (pintura base solvente) donde según especificaciones técnicas el espesor debe estar en el orden de 13 mils en estado húmedo y en seco de 6 a 7 mils.

Respecto al uso de las microesferas de vidrio según proyecto de investigación define el uso de microesferas de vidrio del Tipo I, que se caracteriza por tener 80% de redondez, según bandeja de tamices en la malla 30 pasa entre el 95% a 75% del material con diámetros de 600 micras y en la malla 50 pasa del 15% al 35% del material conteniendo diámetro de 300 micras las que son óptimas para su uso.

Tabla 19. Granulometría: Las microesferas AASHTO M247 TIPO I, cumplen con las exigencias establecidas en la norma ASTM D 1214.

<b>U.S Mesh (Tamiz)</b>	<b>Micras</b>	<b>% Paso</b>
16	1180	100
20	850	95-100
30	600	75-95
50	300	15-35
100	150	0-5

Fuente: elaboración propia

Según especificaciones internacionales las microesferas de vidrio deben estar en estado de flotación el 60% del diámetro de la esfera y un 40% debe estar para recepcionar y transmitir la retroreflectividad correspondiente, para el caso que nos ocupa si las microesferas de vidrio tiene diámetros entre 300 a 600 micras, el 40% que debe estar expuesto representa entre 120 a 240 micras, que transformado a mils es entre 4.72 a 9.44 mils, lo que concluye que el espesor de pintura seca

incluido microesferas de vidrio está en el rango entre 10.72 a 16.44 mils, sacando un promedio se tiene que el espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio es de 13.50 mil con un grado de tolerancia de  $\pm 2.5$  mils.

Al contrastar el coeficiente de reflectividad tomada en campo mediante el retrorreflectometro horizontal manual con el parámetro de tolerancia proporcionado por el MTC se tiene el grado de desempeño de la demarcación vial para los ejes laterales (izquierdo y derecho), con pintura blanca y eje central haciendo uso de pintura amarilla.

La variable independiente está representada por el grado de desempeño de la Demarcación Vial para la operacionabilidad se utilizaron dimensiones de reflectividad y espesor de pintura seca las que está incluido las microesferas de vidrio, del cual se obtuvo los promedios de un total de 140 puntos muestreados obteniéndose la retrorreflectividad promedio y el espesor de pintura de los ejes laterales izquierdo y derecho, del mismo que se expone en el siguiente cuadro:

Tabla 20. La variable independiente, retrorreflectividad promedio y el espesor de pintura de los ejes laterales izquierdo y derecho

<b>Dimensión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra cantidad de puntos</b>	<b>Indicadores</b>		
			<b>Muestra promedios</b>		
			<b>Eje izquierdo</b>	<b>Eje derecho</b>	<b>Eje central</b>
Coeficiente reflectividad	mcd/m <sup>2</sup> /lx	140.00	108.90	102.57	144.31
Espesor de pintura	Mils	140.00	8.29	9.44	14.16

Fuente: elaboración propia

Del cuadro se observa que la retrorreflectividad para los ejes laterales izquierdo y derecho se obtiene un promedio de 105.74 mcd/m<sup>2</sup>/lx y para el eje central de 144.31 mcd/m<sup>2</sup>/lx, y para el caso del espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio 8.87 mils.

Para la variable dependiente que está representada por los niveles de Servicio del tramo Huancavelica – Lircay, la operacionabilidad de variable está representada por las dimensiones de reflectividad y espesor de pintura seca donde está incluido las microesferas de vidrio, evidenciando los niveles de servicio en función a las tolerancias mínimas permitidas para la reflectividad y espesores de pintura seca incluido microesferas de vidrio, del mismo que se expone en el siguiente cuadro:



Tabla 21. Variable dependiente, niveles de servicio Tramo Huancavelica - Lircay

Dimensión	Colores	Unidad	Tolerancia	Promedios	Niveles de servicio
Reflectividad eje lateral derecho	Blanca	mcd/m <sup>2</sup> /lx	150.00	108.90	No cumple
Reflectividad eje lateral izquierdo				102.57	No cumple
Reflectividad eje central	Amarilla		120.00	144.31	Cumple
Espesor pintura seca incluido microesferas de vidrio eje lateral derecho				8.29	No cumple
Espesor pintura seca incluido microesferas de vidrio eje lateral izquierdo	Transparente	Mils	13.50	9.44	No cumple
Espesor pintura seca incluido microesferas de vidrio eje central				14.16	Cumple

Fuente: elaboración propia

## 5.2. Contrastación de hipótesis

### 5.2.1. Hipótesis específicas

- El coeficiente de reflectividad influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.

Como es sabido la reflectividad tiene la facultad de poder reflejar la luz, y el grado de percepción de la marca sobre el pavimento, a la distancia, que nos indica a tomar una acción, este coeficiente de reflectividad influye en el grado de desempeño de la demarcación vial, si no ofrece esta reflectividad el desempeño de la demarcación vial se vería afectada e inservible al no cumplir con los propósitos para el cual fue concebido y para que esto se cumpla el coeficiente de reflectividad está sujeta a dos componentes que son la pintura de tráfico, que por si tienen poca reflectividad y las microesferas de vidrio que aportan la mayor cantidad de reflectividad con mayor incidencia en zonas oscuras o ambientes adversos a la visibilidad (neblina, lluvia, etc), sobre estos dos componentes ya se dió en párrafos que anteceden a la presente y se demostró su influencia, por lo expuesto el coeficiente de reflectividad es la mejor manera de saber si los componentes que intervienen en la demarcación vial asegura su operacionabilidad y permanencia en el tiempo, ofreciendo información importantísima sobre las acciones a tomar en torno a la demarcación vial.

- El espesor de pintura influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para desempeñar los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.

Para esto partamos del muestreo realizado donde al igual que para las microesferas se tiene valores de espesores de pintura por debajo de las tolerancias permitidas que están definidas para el presente proyecto, el espesor de pintura húmeda sin adición de microesferas debe estar en el orden de 13 mils o 0.38 mm., y espesor seco de 6 a 7 mils o sea de 0.17 a 0.20 mm., la incorporación de microesferas elevan el espesor de pintura seca en 4.72 a 9.44 mils, lo que concluye que el espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio está en el rango entre

10.72 a 16.44 mils, sacando un promedio se tiene que el espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio es de 13.50 mil con un grado de tolerancia de  $\pm 2.5$  mils.

Para nuestro caso del muestreo realizado en los puntos donde la retroreflección está por debajo de la tolerancia permitida y en el mismo punto el espesor de pintura seca incluido microesferas es menor a la tolerancia permitida, esta configura que hay espesor de pintura por debajo de lo requerido, para esto tomaremos un ejemplo de un punto muestreado.

Tomemos la progresiva 6+000 eje izquierdo de la vía demarcada, la retroreflección promedio es de 98 mcd/m<sup>2</sup>/lx y el espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio es de 8 mils, en este punto no se cumple con la retroreflección ni con la tolerancia mínima de espesor de pintura seca, para demostrar indicaremos que el diámetro de una microesfera está en el orden de 11.8 a 23.6 mils, las especificaciones técnicas de microesferas indica que para obtener una reflexión idónea esta debe estar embebida en la pintura fresca un 60 % y está expuesta sobre la superficie de la pintura fresca 40 %, esto quiere decir que si la pintura fresca está en el orden de 13 a 15 mils y el espesor de la microesfera es de 11.8 a 23.6 mils indica que la microesfera aterriza en el fondo del espesor de la pintura inicialmente obteniendo microesferas del orden de 11.8 mils total o parcialmente enterradas mientras que las microesferas de diámetro 23.8 mils logran estar sobre la superficie de la pintura fresca un promedio de 10 mils, con el transcurrir de los minutos la pintura fresca ocupa el estado de pintura seca con espesores entre 6 a 7 mils, en este punto las microesferas ocupan un lugar definitivo dentro de la demarcación vial para el caso de las microesferas con diámetros de

11.8 mils logran sobresalir sobre la superficie de la pintura seca un promedio de 4 a 5 mils, mientras que para las microesferas con diámetro de 23.6 mils sobresalen sobre superficie un promedio entre 15 a 17 mils. Para el caso de las microesferas de diámetro 11.8 mils logran posesionarse bien ya que el 60 % (de 6 a 7 mils) del su diámetro esta embebido en la pintura seca y expuesto un promedio del 40 % (de 4 a 5 mils), para el caso de las microesferas con diámetro de 23.60 mils en pintura seca el porcentaje de embebido es de un promedio de 30 % y expuesto sobre la superficie de la pintura 70 % el cual no es saludable en su permanencia en el tiempo por las acciones de operatividad del elemento.

Ante lo expuesto queda demostrado que el espesor de pintura influye en el ejercicio de la demarcación vial si es menor a lo especificado no asegura la permanencia de las microesferas que guardan relación con lo solicitado por el proyecto y si el espesor es mayor a lo especificado las microesferas quedaran sumergidas sin ofrecer su función a la cual está destinada, todo lo expuesto se expone cuando se realiza la medición de retrorreflectividad.

- La gradación de la microesfera influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para obtener los niveles de servicio del tramo Huancavelica – Lircay.

En el presente trabajo de investigación se puede precisar que si hay influencia de la gradación de microesferas en el desempeño de la demarcación vial, para poder entender cómo se da hay que indicar que las microesferas de vidrio es un material que forma parte de la pintura la unión de ambos ofrecen la demarcación vial y que producen reflectividad, que es medido mediante un retrorreflectometro, la cuota de participación de las microesferas está en función a las propiedades y

especificaciones técnicas que ofrece el producto con características específicas al proyecto donde se va aplicar, en el muestreo de campo realizado se observa que hay progresivas donde la retroreflección promedio es menor a las tolerancias solicitadas por el proyecto, estos incumplimientos se debe a la baja gradación de las microesferas ante la pérdida de microesferas dentro del área de demarcación, es decir la densidad que debe tener por cada metro cuadrado que indica las especificaciones técnicas del producto es menor a lo solicitado y esto se traduce en la reflectancia, las causales de esta deficiencia se deben a factores humanos y externos.

### **5.2.2. Hipótesis general**

- El grado de desempeño de la demarcación vial influye en el cumplimiento de los niveles de servicio del tramo Huancavelica - Lircay.

Por último, al contrastar la hipótesis general indicar que como producto de la sustentación de las hipótesis específicas indicar que la hipótesis general es una consecuencia de estas al indicar que el grado de desempeño de la demarcación vial influye en los niveles de servicio del tramo que nos ocupa, esto debido a que al no desarrollar la imprimación de la demarcación vial acorde a las especificaciones, normas y manuales tendremos resultados que influyen en los periodos de vida de la demarcación vial, el cual se evidencia en el proyecto de investigación que nos ocupa donde del muestreo de campo realizado se evidencia una serie de deficiencias ante los resultados obtenidos y que demuestran que el desempeño de la demarcación vial no es la mejor e influye en los niveles de servicio que debe ofrecer como es el caso de la demarcación vial lateral que corresponde a la pintura blanca donde el porcentaje es del 15 % de cumplimiento de servicio para el caso de la pintura

amarilla del eje central el porcentaje de cumplimiento de servicio es del 82 %, respecto a los espesores de pintura para el caso de los ejes laterales el porcentaje de cumplimiento de servicio es de 30 % y para el eje central es de 77 %, lo que concluye que el grado de trabajo de la demarcación vial influye en el incumplimiento de los niveles de servicio del tramo Huancavelica – Lircay.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### **Análisis:**

Al analizar el presente trabajo de investigación en primer lugar destaca que el MTC al margen de tener varios manuales y especificaciones sobre demarcación vial no consolide y no tenga rangos de tolerancia definidos para nuestra realidad, se observa mayores avances a nivel mundial como Europa, EE.UU y de manera más cercana en Costa Rica, Paraguay, México, que vienen desarrollando mayores trabajos de investigación y consolidando parámetros para la realidad de sus poblaciones, cosa que en Perú estamos en modo incipiente, es una de las razones que no haya exigencia que debe tener nos regimos a parámetros de otros países y no definimos de manera frontal los parámetros de tolerancia para reflectividad mediante el uso de equipos como el retrorreflectómetro ya sea manual o dinámico, se tiene un rango de tolerancia usado para conservación de carreteras muy tenue y no demostrativo que se usa para evaluar los niveles de servicio.

Analizando el trabajo de investigación en el tramo Huancavelica – Lircay se observa al margen de estar ubicada en una zona andina de clima frío y precipitaciones importantes, topografía abrupta y vía de gran importancia en la región donde el tránsito es fuerte, los niveles de seguridad no van acorde al proyecto con respecto al tema que nos ocupa donde luego del muestreo realizado a la demarcación vial se observa deficiencias teniendo como resultado tolerancias de operabilidad por debajo de los mínimos admisibles, que traen como consecuencia que los niveles de servicio sean deficientes y esté presente la inseguridad vial en todo momento.

## **Discusión de resultados:**

Los resultados obtenidos como producto del muestreo realizado nos ofrecen incumplimiento de los niveles de servicio debido al grado de servicio que ofrece la demarcación vial.

Se realizó un muestreo de 140 puntos a lo largo del tramo de carretera Huancavelica – Lircay sobre la base de tres líneas de la vía dos en las zonas laterales de la vía donde se tiene colocada la pintura blanca y la tercera en la zona central de la vía donde está colocada la pintura amarilla, precisar que simultáneamente a la medición de la retrorreflectividad realizada mediante un retroreflectómetro manual se tomó en el mismo punto la muestra de espesor de pintura haciendo uso de un medidor digital de marcas.

Para el caso de las líneas de demarcación vial laterales (ejes izquierdo y derecho) con pintura blanca la retrorreflección en el eje izquierdo es de 108.90 mcd/m<sup>2</sup>/lx, el eje derecho de 102.57 mcd/m<sup>2</sup>/lx, a lo que indica las normas de INTECO que valores por debajo de 100 mcd/m<sup>2</sup>/lx se debe realizar el repintado correspondiente, para el caso del eje central con pintura amarilla la retrorreflección es de 144.31 mcd/m<sup>2</sup>/lx, el que se encuentra dentro de los parámetros del proyecto.

Para el caso de la pintura seca que va incluido las microesferas de vidrio del muestro realizado en las zonas laterales de la Vía (eje izquierdo y derecho) con pintura blanca el espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio es de 8.29 mils, el eje derecho de 9.44 mils, para ambos casos estos se encuentran por debajo de los parámetros de tolerancia expuestos por las especificaciones técnicas de los productos. Para el caso del eje central donde se halla la pintura amarilla el espesor



de pintura seca incluida las microesferas de vidrio es de 14.16 mils que se encuentra dentro de los parámetros permisibles solicitados para el proyecto que nos ocupa (según la tabla N° 20).

Por último, evaluando el nivel de servicio de manera general (retroreflección, pintura más microesferas) al tramo que nos ocupa se indica en el caso de los ejes laterales de la vía estos no cumplen con los niveles de servicio, para el caso del eje central si se encuentran dentro de los parámetros solicitados, en conclusión, de manera global el tramo Huancavelica – Lircay no cumple con los niveles de servicios ofertados (según la tabla N° 21).

## CONCLUSIONES

- No hay información técnica sólida por parte de MTC respecto a demarcación vial, se evidencian manuales, especificaciones técnicas, con conceptos muy generales. De información reportada por el MTC (Manuales y Especificaciones técnicas) sobre demarcación vial, aunado al aporte de estudios de investigación realizada a nivel mundial como España, EE.UU, México, Costa Rica, Paraguay, Chile se consolidan parámetros de retrorreflectancia horizontal y de espesores de pintura seca incluido microesferas de vidrio, donde se uniformiza que retrorreflectividad menor a 100 mcd/m<sup>2</sup>/lx se debe realizar el repintado correspondiente y para el proyecto que nos ocupa define márgenes de tolerancia para retrorreflectividad de 150 mcd/m<sup>2</sup>/lx para pintura blanca para los ejes laterales (izquierda y derecha) y de 120 mcd/m<sup>2</sup>/lx para pintura amarilla de eje central; evaluado la muestra en función a los parámetros indicados los coeficientes de retrorreflectividad muestreados en gran mayoría no llegan a los parámetros mínimos indicados para el proyecto, consolidándose que el coeficiente de reflectividad influye en la demarcación vial.
- Esta influencia del coeficiente de reflectividad encuentra sustento en el espesor de pintura seca, la misma que está compuesta por el material primario (Pintura) y la adición de microesferas de vidrio, la unión de ambos otorga el espesor de pintura seca, para el trabajo de investigación se analiza ambos por separado los mismos que forman parte de la hipótesis específica a demostrar, del mismo se concluyó que ambos (espesor de pintura y gradación de microesferas) influyen

en el grado de desempeño, como resultado de la retrorreflección y espesor de pintura tomada en el muestreo de campo.

- Por último, la suma de las hipótesis específicas que demuestra la influencia del coeficiente de reflectividad, espesor de pintura y gradación de microsferas trae como resultado el grado de desempeño de la demarcación vial en el tramo de Huancavelica – Lircay.
- Asimismo, al haberse demostrado que hay influencia del grado de desempeño de la demarcación vial en el tramo estudiado, automáticamente repercute en el cumplimiento de los niveles de servicio, para esto se tomó los parámetros de tolerancia ofrecidos (retrorreflectividad) del proyecto y otro deducido de las especificaciones técnicas de los productos utilizados para la demarcación vial, donde al término del mismo los porcentajes de incumplimiento de nivel de servicio supera el 50 %, lo que configura afectación del nivel de servicio en cuanto a demarcación vial.

## RECOMENDACIONES

- Respecto a la gradación de microesferas hacer uso correcto de las especificaciones técnicas del producto y cumplir con la densidad y espesor donde se alojará el producto.
- Respecto al espesor de pintura cumplir con las especificaciones técnicas del producto evitar los factores Humanos y externos para obtener los mejores resultados de operacionabilidad del producto en el tiempo y cumplir con los niveles de servicio,
- Respecto al coeficiente de reflectividad indicar si se tiene valores por debajo o igual a 100 mcd/m<sup>2</sup>/lx, realizar los repintados correspondientes para el caso que nos ocupa se halla dentro de este rango.
- Del mismo modo, se recomienda realizar mayores trabajos de investigación a fin de obtener manuales y especificaciones técnicas acordes a nuestra realidad y que el grado de desempeño de la demarcación vial cumpla con los niveles de servicio y la prestación de servicio sea a lo indicado en estas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Molina, F. (2018). Evaluación de los factores clima y tránsito en el desempeño de la demarcación vial horizontal en Costa Rica mediante el parámetro de retrorreflectividad.
- Andrés, C. (2019). *Análisis de la durabilidad de la señalización vial horizontal atendiendo a su composición y posicionamiento en la calzada de carreteras secundarias en climas semiáridos cálidos*. Universidad de Alicante España.
- Arroyo Huamán, M. (2017). Control de calidad de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito Los Héroes–Huancayo–Junín, 2017.
- Asociación Española de la Carretera (AEC) (2020). Guía de buenas prácticas para la señalización horizontal de carreteras locales (Madrid - España, 112p).
- Asociación Paraguaya de Carretera (APC) (2019). Manual de Carreteras de Paraguay (Paraguay – 08 unidades).
- Barrantes-Quirós, S., Solórzano-Murillo, S., Aguiar-Moya, J. P., Zamora-Rojas, J., & Jiménez-Romero, D. (2017). *Desempeño y durabilidad de la demarcación vial horizontal en Costa Rica*. Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
- Cabello Rivadeneyra, S. M., & Limonchi Tamamoto, D. (2015). Análisis e implementación del “CCVNS” para el proyecto: corredor vial Huancavelica-Lircay-EMP. PE-3S (Huallapampa) y EMP PE-3S (La Mejorada)-Acobamba-EMP. PE 3S (Puente Alcomachay).

- Caceres Dueñas, S. (2020). Retroreflectividad de la demarcación de la carretera Panamericana Sur PE-1S.
- Cevallos Trujillo, J. D., & Rivadeneira Yépez, B. P. (2021). *Análisis comparativo en la implementación de tres tipos de pintura de señalización horizontal mediante la prueba de retroreflectividad a diferentes días para un nuevo pavimento flexible mezcla en caliente* (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- Coves-Campos, A. (2019). Análisis de la Durabilidad de la Señalización Vial Horizontal Atendiendo a su Composición y Posicionamiento en la Calzada de Carreteras Secundarias en Climas Semiáridos Cálidos.
- Dirección General de Carreteras (2012). Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal (Madrid - España, 112p).
- Felix Delgado, T. G. (2017). *Control de calidad de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito Los Héroes – Huancayo – Junín, 2017*. Universidad César Vallejo.
- Gálvez, H. (2015). *Los dispositivos de control de tránsito y su incidencia en la accidentalidad de la red vial Tungurahua*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Hugo Paredes, F. G. (2014). *Los dispositivos de control de tránsito y su incidencia en la accidentalidad de la red vial Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Mechura, V. V., Delbono, H. L. (2019). Evaluación de un sistema de demarcación vial (LEMaC; Argentina).

- Montúfar Urresta, P. Á., & Pazmiño Riera, J. R. (2020). *Medición de retroreflectividad de señales verticales y horizontales en vías. Caso de estudio: Av. Shyris y Av. 10 de agosto* (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- MTC. (2013). *Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf)
- MTC. (2016). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2016-11214. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf)
- Obando W. Conservación por niveles de servicio (Lima – Perú, 08p).
- Palma Álvarez, R. I. (2006). *Ampliación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2,000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles* (Doctoral dissertation, Tesis Ing. Guatemala, USCG. 77p).
- Porras Álvarez, E. (2018). *Investigación de la retrorreflexión en el señalamiento horizontal de la Red Federal de Carreteras del Estado de Puebla* (Master's thesis).
- Ronderos, L. (2021). *Viabilidad técnica de utilizar la Pintura plástica en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda*. Universidad Antonio Nariño, Colombia.

Salvatierra Rodríguez, V. R. (2017). Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú.

Salvatierra, V. (2017). *Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú*. Universidad privada Antenor Orrego.

Simón Rojas, L. M. (2019). Modelo de gestión de conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento en la carretera Dv. Rio Seco–Oyón, Año-2019.

Simón, L. (2019). *Modelo de gestión de conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento en la carretera Dv. Rio Seco – Oyón, Año-2019*. Universidad Ricardo Palma.

Zamora, J. (2017). *Desempeño y durabilidad de la demarcación vial horizontal en Costa Rica*.



## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO		HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	Antecedentes		HIPÓTESIS GENERAL		
¿Cuál es la influencia del grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay?	Determinar la influencia del grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay	<b>A nivel nacional</b> · Salvatierra Rodríguez (2017) en su investigación titulada "Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú" a fin de adquirir el grado académico de maestro en transportes y conservación vial, en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo- Perú.	<b>A nivel Internacional</b> · Covés Campos (2019) en su investigación titulada "Análisis de la durabilidad de la señalización vial horizontal atendiendo a su composición y posicionamiento en la calzada de carreteras secundarias en climas semiáridos cálidos", a fin de adquirir el grado de doctor internacional, en su trabajo de investigación realizada en la Universidad de Alicante de España.	El grado de desempeño de la demarcación vial influye para cumplir los niveles de servicio del tramo Huancavelica - Lircay	Identificación de Variables: <b>a. Variable independiente:</b> Grado de desempeño de la demarcación vial <b>Dimensiones</b>	Método: Científico - Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: No Experimental - Transversal - Correlacionales Causales.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		
¿De qué manera influye el coeficiente de reflectividad en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay?	Analizar la influencia del coeficiente de reflectividad en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay	· Simón Rojas (2019) en su investigación titulada "Modelo de gestión de conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento en la carretera Dv. Río Seco - Oyón, Año-2019", a fin de adquirir el grado académico de maestro en ingeniería vial mención en carreteras, puentes y túneles, en la Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.	· Porras Alvarez (2018) en su investigación titulada "Los dispositivos de control de tránsito y su incidencia en la Investigación de la retroreflexión en el señalamiento horizontal de la red federal de carreteras del estado de Puebla" a fin de adquirir el grado de Maestro en Ingeniería, en su trabajo de investigación realizada en la Universidad Autónoma de Puebla.	El coeficiente de reflectividad influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay	· Coeficiente de Reflectividad · Espesor de Pintura. <b>Indicadores</b> · Promedio de la Retroreflección · Espesor de pintura seca incluido microesferas	<b>Población</b> Carretera Huancavelica - Lircay - ruta PE 3S (Huallapampa - La Mejorada - Puente Alcomachay) tramo III Lircay - Huancavelica Km 0+000 al Km 75+000. <b>Muestra:</b>
¿En qué medida influye el espesor de la pintura, dentro del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los niveles de servicio, en el tramo Huancavelica - Lircay?	Determinar la influencia del espesor de la pintura dentro del grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay.	· Arroyo Huamán (2017) en su investigación titulada "Control de calidad de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito Los Héroes - Huancayo - Junín, 2017" a fin de adquirir el grado académico de ingeniero civil, en la Universidad César Vallejo, Lima - Perú.	· Montufar Urresta & Pazmiño Riera (2020) en su investigación titulada "Medición de retroreflectividad de señales verticales y horizontales en Vías" a fin de adquirir el grado de maestro en ingeniería vial, en su investigación realizada en la Universidad Católica del Ecuador	El espesor de pintura influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay.	<b>b. Variable dependiente:</b> Niveles de Servicio Tramo Huancavelica - Lircay <b>Dimensiones</b>	420 puntos por de muestreo Retroreflectometría 140 puntos por de muestreo espesor de pintura. <b>Técnicas e Instrumentos:</b> <b>Técnicas:</b>
¿En qué medida influye la gradación de la microesfera, dentro del grado de desempeño de la demarcación vial, para cumplir los niveles de servicio, en el tramo Huancavelica - Lircay?	Verificar la gradación de la microesfera dentro del grado de desempeño de la demarcación vial horizontal para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica Lircay.		· Rivadeneira Yepez & Cevallos Trujillo (2021) en su investigación titulada "Análisis comparativo en la implementación de tres tipos de pintura de señalización horizontal mediante la prueba de retroreflectividad a diferentes días para un nuevo pavimento flexible mezcla en caliente" a fin de adquirir el Título de Ingeniero Civil, en su investigación realizada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.	La gradación de la microesfera influye en el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir los niveles de servicio en el tramo Huancavelica - Lircay	· Tolerancia mínima de la Retroreflectividad en los ejes laterales de la Vía. · Tolerancia mínima de la Retroreflectividad en el eje central de la Vía.	· Observación: fichas de observación directa e indirecta. <b>Instrumentos:</b> · Equipo de retroreflectometría · Medidor Digital de Marcas
		· Caceres Dueñas (2020) en su investigación titulada "Retroreflectividad de la demarcación de la carretera Panamericana Sur PE-1S", a fin de optar el grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Geotecnia y Vías Terrestres, en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.	· Acuña Molina (2018) en su investigación titulada "Evaluación de los factores clima y tránsito en el desarrollo de la demarcación vial horizontal en Costa Rica mediante el parámetro de retroreflectividad" a fin de adquirir el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, en la Universidad de Costa Rica.		· Tolerancia mínima del espesor de pintura seca incluido microesferas en los ejes de la Vía. <b>Indicadores</b> · Pintura Blanca · Pintura Amarilla · Espesor pintura seca incluido microesferas de vidrio	<b>Técnicas Estadísticas y Procesamiento de Datos:</b> · Estadística descriptiva · Office Profesional · AutoCAD Civil 3D <b>Datos</b> · Coeficiente de reflectividad · Espesor de Pintura seca incluido microesferas de vidrio.
		<b>Marco Teórico Referencial</b> Manuales de carreteras del MTC y otros. Tesis de repositorios vinculados al Tema Especificaciones Técnicas				

Fuente: elaboración propia

**Anexo 02.** Matriz de operacionalización de las variables

Tipo de variable	Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente	Grado de desempeño de la demarcación vial	Coeficiente de reflectividad  Espesor de pintura	Promedio de la Retrorreflección  Espesor de Pintura seca incluido microesferas
Variable dependiente	Niveles de servicio Tramo Huancavelica - Lircay	Tolerancia mínima de la retrorreflectividad en los ejes laterales de la vía.  Tolerancia mínima de la retrorreflectividad en el eje central de la vía.  Tolerancia mínima del espesor de pintura seca incluido microesferas en los ejes de la vía.	Pintura Blanca.  Pintura Amarilla.  Espesor de Pintura seca incluido microesferas de vidrio

Fuente: elaboración propia


**Anexo 03.** Matriz de operacionalización del instrumento

<b>Tipo de variable</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>	<b>Instrumento de medición</b>
Variable independiente	Grado de desempeño de la demarcación vial	Coefficiente de reflectividad	Promedio de la Retroreflección	mcd/m <sup>2</sup> /lx	Retroreflectometro Manual Horizontal
		Espesor de pintura	Espesor de Pintura seca incluido microesferas	Mils	Medidor Digital de Marcas
Variable dependiente	Niveles de servicio Tramo Huancavelica - Lircay	Tolerancia mínima de la retrorreflectividad en los ejes laterales de la vía.	Pintura Blanca.	mcd/m <sup>2</sup> /lx	Retroreflectometro manual horizontal
		Tolerancia mínima de la retrorreflectividad en el eje central de la vía.	Pintura Amarilla.	mcd/m <sup>2</sup> /lx	
		Tolerancia mínima del espesor de pintura seca incluido microesferas en los ejes de la vía.	Espesor de Pintura seca incluido microesferas de vidrio	Mils	Medidor digital de marcas

Fuente: elaboración propia

## Anexo 04. Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

### Retroreflectómetro manual horizontal:




**ZRM 6006**

#### Retroreflectómetro $R_L/Q_d$

- ▶ El modelo más asequible para determinar la visibilidad nocturna ( $R_L$ ) y la visibilidad diurna ( $Q_d$ ) de las marcas viales y la temperatura ambiental ( $^{\circ}C/^{\circ}F$ ) y la humedad relativa (%RH) combinado en un solo dispositivo compacto.
- ▶ Centrándose en las funciones clave que hacen que sea una unidad sencilla y de bajo coste.
- ▶ Mediciones casi inmediatas; mide en aprox. 2 segundos.
- ▶ Para todo tipo de marcas viales.
- ▶ Calibración de fábrica trazable al instituto de acreditación METAS, Suiza.
- ▶ Corresponde a EN 1436 ( $R_L/Q_d$ ), ASTM E 1710 ( $R_L$ ), ASTM E 2302 ( $Q_d$ ), ASTM E 2177 ( $R_L$  mojado).
- ▶ Comprobado de la asociación acreditado StrAus-Zert, Alemania (certificado N° 0913-2011-03).

Distancia de medición equivalente	30 m, según geometría CEN
Ángulo de observación	EN 1436: 2.29°, ASTM E 1710: 1.05°
Ángulo de iluminación	$R_L$ : EN 1436: 1.24°, $R_L$ : ASTM E 1710: 88.76°, $Q_d$ : difusa
Área de medición (AxA)	52 mm x 218 mm (2.05" x 8.6")
Sensor de medición	adaptado a $V(\lambda)$
Margen de medición	$R_L$ : 0 - 4'000 $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ , $Q_d$ : 0 - 400 $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$ , marcas perfiladas: hasta 5 mm; hasta 12 mm con instrucciones
Duración de medición	aprox. 2 s para $R_L$ y $Q_d$
Memoria	no
Pantalla	pantalla gráfica transreflectiva con retroiluminación
Acumulador	Li-Ion-Mn 14,8 V / 6,3 Ah
Condiciones ambientales	humedad no condensada, temperatura de operación: -10°C a +50°C (14°F a 122°F), almacenaje: -20°C a +60°C (-4°F a 140°F)
Dimensiones (AxAxF)	560 mm x 190 mm x 280 mm (22" x 7.5" x 11")
Peso	6.4 kg (14.1 lbs)
Normas	EN 1436 (para $R_L$ y $Q_d$ ), ASTM E 1710 ( $R_L$ ), ASTM E 2302 ( $Q_d$ ), ASTM E 2177 ( $R_L$ mojado)

## Medidor digital de marcas:



**ZMM 5000**

The image shows a red digital marking gauge (ZMM 5000) with a digital display and a red handle. A person's hands are shown using the device to measure a white marking on a dark asphalt surface.

### Medidor digital de marcas

- ▶ Instrumento de precisión único para la determinación rápida del espesor en seco de marcas viales o recubrimientos similares.
- ▶ Indicación digital con resultados precisos e instantáneos.
- ▶ Mediciones relativas a la superficie de la carretera o la marca.
- ▶ Como opción, se puede suministrar un puente, para realizar mediciones representativas del ancho total de la marca realizando un corte transversal.
- ▶ Material: aluminio anodizado en rojo.

Margen de medición	-12.5 mm a +12.5 mm, opcional: -0.5" a +0.5"
Resolución	10 µm (0.4 mil)
Superficie de contacto	min. 50 mm x 80 mm (2" x 3.2")
Pantalla	digital
Dimensiones (AxAxF)	180 mm x 70 mm x 76 mm (7.1" x 2.8" x 3.0")
Peso	880 g (1.9 lbs)
Normas	EN 13197
Garantía	2 años, contador: 1 año

### Anexo 05. Confiabilidad y validez del instrumento

Para la confiabilidad de la muestra en el caso de la retrorreflección se realizó la toma de muestra por tres veces en el punto designado a fin de optimizar el coeficiente de reflectividad al margen que el equipo está calibrado y es de última generación.

Para el caso del medidor de digital de marca se tomó una muestra debido a la confiabilidad del equipo y no cometer error humano de tomar una muestra distinta a la primigenia.

**Anexo 06.** La data de procesamiento de datos

Promedio de retrorreflección de los ejes laterales izquierdo y derecho con pintura blanca.

Ítem	Progresiva	Eje izquierdo pintura blanca				Eje derecho pintura blanca			
		M1	M2	M3	Promedio reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	M1	M2	M3	Promedio reflectividad (Mcd/M <sup>2</sup> /Lx)
1	0+000	24	23	22	23	24	20	22	22
2	0+500	78	77	76	77	71	67	69	69
3	1+000	128	127	126	127	108	104	106	106
4	1+500	122	121	120	121	100	96	98	98
5	2+000	69	68	67	68	86	82	84	84
6	2+500	74	73	72	73	127	123	125	125
7	3+000	99	97	95	97	112	114	110	112
8	3+500	149	148	147	148	150	146	148	148
9	4+000	131	130	129	130	132	128	130	130
10	4+500	98	97	96	97	99	95	97	97
11	5+000	98	97	96	97	99	95	97	97
12	5+500	108	106	104	106	148	150	146	148
13	6+000	99	98	97	98	100	96	98	98
14	6+500	92	91	90	91	93	89	91	91
15	7+000	68	67	66	67	69	65	67	67
16	7+500	81	80	79	80	82	78	80	80
17	8+500	104	102	100	102	188	190	186	188
18	9+000	120	119	118	119	102	98	100	100
19	10+000	44	43	42	43	27	23	25	25

20	10+500	80	79	78	79	36	32	34	34
21	11+500	81	80	79	80	41	37	39	39
22	12+000	69	68	67	68	63	59	61	61
23	12+500	42	41	40	41	68	64	66	66
24	13+000	127	125	123	125	227	229	225	227
25	13+500	186	185	184	185	123	119	121	121
26	14+000	159	158	157	158	102	98	100	100
27	14+500	148	147	146	147	148	144	146	146
28	15+000	189	188	187	188	175	171	173	173
29	15+500	164	163	162	163	124	120	122	122
30	16+000	221	220	219	220	141	137	139	139
31	16+500	184	183	182	183	128	124	126	126
32	17+000	143	142	141	142	171	167	169	169
33	17+500	148	147	146	147	145	141	143	143
34	18+000	224	223	222	223	144	140	142	142
35	18+500	177	176	175	176	169	165	167	167
36	19+500	174	173	172	173	154	150	152	152
37	20+000	194	193	192	193	175	171	173	173
38	20+500	162	161	160	161	151	147	149	149
39	21+000	192	191	190	191	153	149	151	151
40	21+500	150	149	148	149	143	139	141	141
41	22+000	166	165	164	165	146	142	144	144
42	22+500	201	200	199	200	116	112	114	114
43	23+000	74	73	72	73	112	108	110	110
44	23+500	42	41	40	41	117	113	115	115
45	24+000	36	35	34	35	106	102	104	104
46	24+500	47	46	45	46	108	104	106	106
47	25+000	53	52	51	52	120	116	118	118
48	25+500	90	89	88	89	96	92	94	94
49	26+000	80	79	78	79	94	90	92	92
50	26+500	45	44	43	44	96	92	94	94

51	27+000	64	63	62	63	65	61	63	63
52	27+500	158	157	156	157	103	99	101	101
53	28+000	86	85	84	85	107	103	105	105
54	28+500	116	115	114	115	82	78	80	80
55	29+000	51	50	49	50	53	49	51	51
56	29+500	68	67	66	67	115	111	113	113
57	30+000	57	55	53	55	119	121	117	119
58	30+500	102	101	100	101	116	112	114	114
59	31+000	127	126	125	126	110	106	108	108
60	31+500	132	131	130	131	106	102	104	104
61	32+000	107	106	105	106	88	84	86	86
62	32+500	110	109	108	109	59	55	57	57
63	33+000	96	95	94	95	64	60	62	62
64	33+500	84	83	82	83	84	80	82	82
65	34+000	80	79	78	79	96	92	94	94
66	34+500	82	81	80	81	123	119	121	121
67	35+000	116	115	114	115	106	102	104	104
68	35+500	118	117	116	117	138	134	136	136
69	36+000	96	95	94	95	103	99	101	101
70	36+500	85	84	83	84	117	113	115	115
71	37+000	72	71	70	71	102	98	100	100
72	37+500	89	88	87	88	96	92	94	94
73	38+000	89	87	85	87	109	111	107	109
74	38+500	68	67	66	67	85	81	83	83
75	39+000	21	20	19	20	66	62	64	64
76	39+500	67	66	65	66	24	20	22	22
77	40+000	54	53	52	53	79	75	77	77
78	40+500	74	73	72	73	46	42	44	44
79	41+000	73	72	71	72	67	63	65	65
80	41+500	46	45	44	45	75	71	73	73
81	42+000	83	82	81	82	60	56	58	58



82	42+500	74	73	72	73	75	71	73	73
83	43+000	36	35	34	35	48	44	46	46
84	43+500	55	54	53	54	59	55	57	57
85	44+000	129	127	125	127	121	123	119	121
86	44+500	81	79	77	79	124	126	122	124
87	45+000	100	98	96	98	107	109	105	107
88	45+500	106	104	102	104	64	66	62	64
89	46+000	100	98	96	98	68	70	66	68
90	46+500	97	95	93	95	92	94	90	92
91	47+000	92	90	88	90	115	117	113	115
92	47+500	133	131	129	131	58	60	56	58
93	48+000	96	94	92	94	56	58	54	56
94	48+500	52	50	48	50	53	55	51	53
95	49+000	80	75	90	50	49	51	47	49
96	49+500	95	100	89	50	35	37	33	35
97	50+000	116	114	112	114	142	144	140	142
98	50+500	88	86	84	86	60	62	58	60
99	51+000	75	73	71	73	73	75	71	73
100	51+500	98	96	94	96	84	86	82	84
101	52+000	96	94	92	94	90	92	88	90
102	52+500	68	66	64	66	87	89	85	87
103	53+000	98	96	94	96	69	71	67	69
104	53+500	87	85	83	85	84	86	82	84
105	54+000	101	99	97	99	94	96	92	94
106	54+500	201	199	197	199	67	69	65	67
107	55+000	59	57	55	57	93	95	91	93
108	55+500	160	158	156	158	129	131	127	129
109	56+000	154	152	150	152	105	107	103	105
110	56+500	149	147	145	147	139	141	137	139
111	57+000	177	175	173	175	135	140	144	139
112	57+500	181	179	177	179	136	147	150	139

113	58+000	150	148	146	148	130	138	141	139
114	58+500	176	174	172	174	112	110	101	139
115	59+000	191	189	187	189	118	120	118	139
116	59+500	145	143	141	143	122	128	121	139
117	60+000	156	154	152	154	120	122	118	120
118	60+500	104	102	100	102	76	78	74	76
119	61+000	87	85	83	85	142	144	140	142
120	61+500	136	134	132	134	142	144	140	142
121	62+000	98	96	94	96	141	143	139	141
122	62+500	76	74	72	74	161	163	159	161
123	63+000	91	89	87	89	153	155	151	153
124	63+500	132	130	128	130	127	129	125	127
125	64+000	124	122	120	122	122	124	120	122
126	64+500	113	111	109	111	62	64	60	62
127	65+000	133	131	129	131	113	115	111	113
128	65+500	152	150	148	150	107	109	105	107
129	66+000	119	117	115	117	118	120	116	118
130	66+500	150	148	146	148	70	72	68	70
131	67+000	160	158	156	158	56	58	54	56
132	67+500	169	167	165	167	68	70	66	68
133	68+000	160	158	156	158	74	76	72	74
134	68+500	151	149	147	149	68	70	66	68
135	69+000	119	117	115	117	69	71	67	69
136	69+500	166	164	162	164	123	125	121	123
137	70+000	111	109	107	109	129	131	127	129
138	70+500	111	109	107	109	89	91	87	89
139	71+000	77	75	73	75	130	132	128	130
140	71+500	111	109	107	109	209	211	207	209

Fuente: elaboración propia

Promedio de Retrorreflección del eje central con pintura amarilla.

Ítem	progresiva	Eje central			
		M1	M2	M3	Promedio reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)
1	0+000	149	151	153	151
2	0+500	146	148	150	148
3	1+000	150	148	146	148
4	1+500	162	164	166	164
5	2+000	166	168	170	168
6	2+500	166	168	170	168
7	3+000	144	146	148	146
8	3+500	160	162	164	162
9	4+000	148	146	144	146
10	4+500	140	142	144	142
11	5+000	152	154	156	154
12	5+500	152	154	156	154
13	6+000	150	152	154	152
14	6+500	137	139	141	139
15	7+000	128	130	132	130
16	7+500	151	149	147	149
17	8+500	182	184	186	184
18	9+000	189	191	193	191
19	10+000	177	179	181	179
20	10+500	186	188	190	188
21	11+500	157	159	161	159
22	12+000	164	166	168	166
23	12+500	137	135	133	135
24	13+000	121	123	125	123
25	13+500	128	130	132	130
26	14+000	157	159	161	159
27	14+500	191	193	195	193

28	15+000	194	196	198	196
29	15+500	168	170	172	170
30	16+000	149	146	143	146
31	16+500	118	120	122	120
32	17+000	107	109	111	109
33	17+500	106	108	110	108
34	18+000	123	125	127	125
35	18+500	117	119	121	119
36	19+500	101	103	105	103
37	20+000	70	72	74	72
38	20+500	66	68	70	68
39	21+000	59	61	63	61
40	21+500	59	61	63	61
41	22+000	56	58	60	58
42	22+500	59	61	63	61
43	23+000	146	148	150	148
44	23+500	144	146	148	146
45	24+000	147	149	151	149
46	24+500	133	135	137	135
47	25+000	149	151	153	151
48	25+500	146	148	150	148
49	26+000	165	162	159	162
50	26+500	162	164	166	164
51	27+000	166	168	170	168
52	27+500	166	168	170	168
53	28+000	144	146	148	146
54	28+500	160	162	164	162
55	29+000	155	152	149	152
56	29+500	140	142	144	142
57	30+000	152	154	156	154
58	30+500	152	154	156	154

59	31+000	150	152	154	152
60	31+500	137	139	141	139
61	32+000	128	130	132	130
62	32+500	145	142	139	142
63	33+000	182	184	186	184
64	33+500	189	191	193	191
65	34+000	177	179	181	179
66	34+500	186	188	190	188
67	35+000	157	159	161	159
68	35+500	164	166	168	166
69	36+000	157	154	151	154
70	36+500	121	123	125	123
71	37+000	128	130	132	130
72	37+500	157	159	161	159
73	38+000	191	193	195	193
74	38+500	194	196	198	196
75	39+000	168	170	172	170
76	39+500	157	154	151	154
77	40+000	118	120	122	120
78	40+500	107	109	111	109
79	41+000	106	108	110	108
80	41+500	123	125	127	125
81	42+000	117	119	121	119
82	42+500	101	103	105	103
83	43+000	106	108	110	108
84	43+500	123	125	127	125
85	44+000	181	179	177	179
86	44+500	190	188	186	188
87	45+000	161	159	157	159
88	45+500	168	166	164	166
89	46+000	142	139	136	139

90	46+500	125	123	121	123
91	47+000	132	130	128	130
92	47+500	161	159	157	159
93	48+000	195	193	191	193
94	48+500	198	196	194	196
95	49+000	172	170	168	170
96	49+500	133	130	127	130
97	50+000	122	120	118	120
98	50+500	111	109	107	109
99	51+000	110	108	106	108
100	51+500	127	125	123	125
101	52+000	121	119	117	119
102	52+500	105	103	101	103
103	53+000	166	164	162	164
104	53+500	74	72	70	72
105	54+000	70	68	66	68
106	54+500	63	61	59	61
107	55+000	63	61	59	61
108	55+500	60	58	56	58
109	56+000	63	61	59	61
110	56+500	191	188	185	188
111	57+000	150	148	146	148
112	57+500	148	146	144	146
113	58+000	151	149	147	149
114	58+500	137	135	133	135
115	59+000	153	151	149	151
116	59+500	150	148	146	148
117	60+000	187	184	181	184
118	60+500	166	164	162	164
119	61+000	170	168	166	168
120	61+500	170	168	166	168

121	62+000	148	146	144	146
122	62+500	164	162	160	162
123	63+000	194	191	188	191
124	63+500	144	142	140	142
125	64+000	156	154	152	154
126	64+500	156	154	152	154
127	65+000	154	152	150	152
128	65+500	141	139	137	139
129	66+000	132	130	128	130
130	66+500	186	184	182	184
131	67+000	193	191	189	191
132	67+500	181	179	177	179
133	68+000	190	188	186	188
134	68+500	161	159	157	159
135	69+000	168	166	164	166
136	69+500	182	179	176	179
137	70+000	125	123	121	123
138	70+500	132	130	128	130
139	71+000	161	159	157	159
140	71+500	195	193	191	193

Fuente: elaboración propia

Espesor de pintura seca de los ejes laterales izquierdo y derecho con pintura blanca y eje central con pintura amarilla, en todos los casos el espesor de pintura está incluido las microesferas de vidrio.

Ítem	Progresiva	Eje izquierdo pintura blanca incluido microesferas	Eje derecho pintura blanca incluido microesferas	Eje central pintura amarilla incluido microesferas
		Espesor pintura seca (Mils)	Espesor pintura seca (Mils)	Espesor pintura seca (Mils)
1	0+000	2	2	15
2	0+500	3	7	15
3	1+000	5	9	15
4	1+500	4	9	16
5	2+000	3	8	16
6	2+500	3	11	16
7	3+000	4	11	14
8	3+500	9	13	16
9	4+000	9	12	14
10	4+500	8	9	14
11	5+000	8	9	15
12	5+500	9	13	15
13	6+000	8	9	15
14	6+500	8	9	13
15	7+000	7	5	13
16	7+500	8	8	14
17	8+500	8	15	18
18	9+000	9	10	19
19	10+000	3	2	17
20	10+500	4	3	18
21	11+500	4	4	15
22	12+000	4	6	17
23	12+500	3	6	13
24	13+000	5	18	12
25	13+500	12	12	13
26	14+000	11	11	15
27	14+500	10	13	19



28	15+000	13	15	19
29	15+500	12	12	17
30	16+000	16	12	14
31	16+500	15	11	12
32	17+000	14	14	10
33	17+500	14	12	10
34	18+000	18	12	12
35	18+500	17	14	11
36	19+500	17	13	10
37	20+000	18	15	7
38	20+500	16	13	7
39	21+000	17	13	6
40	21+500	13	13	6
41	22+000	12	13	6
42	22+500	16	12	6
43	23+000	4	11	15
44	23+500	3	11	14
45	24+000	2	10	15
46	24+500	3	10	13
47	25+000	3	11	15
48	25+500	4	9	15
49	26+000	4	9	16
50	26+500	3	9	16
51	27+000	4	6	16
52	27+500	12	10	16
53	28+000	5	10	14
54	28+500	7	8	16
55	29+000	4	5	15
56	29+500	5	11	14
57	30+000	4	11	15
58	30+500	6	11	15
59	31+000	7	10	15
60	31+500	8	10	14
61	32+000	7	8	13
62	32+500	7	5	14
63	33+000	6	6	18
64	33+500	6	8	19
65	34+000	6	9	18
66	34+500	6	12	19
67	35+000	7	10	16
68	35+500	7	13	16
69	36+000	6	10	15
70	36+500	6	11	12

71	37+000	5	10	13
72	37+500	6	9	16
73	38+000	6	10	19
74	38+500	4	8	19
75	39+000	2	6	17
76	39+500	4	2	15
77	40+000	3	7	12
78	40+500	4	4	10
79	41+000	4	6	10
80	41+500	3	7	12
81	42+000	5	5	11
82	42+500	5	7	10
83	43+000	3	4	10
84	43+500	4	5	12
85	44+000	6	12	18
86	44+500	5	12	19
87	45+000	6	10	16
88	45+500	6	6	17
89	46+000	6	6	14
90	46+500	6	9	12
91	47+000	6	11	13
92	47+500	7	6	16
93	48+000	6	6	19
94	48+500	4	5	19
95	49+000	4	5	17
96	49+500	4	3	13
97	50+000	10	12	12
98	50+500	9	6	10
99	51+000	7	7	10
100	51+500	9	8	13
101	52+000	9	9	11
102	52+500	6	9	10
103	53+000	9	7	17
104	53+500	8	8	7
105	54+000	9	9	7
106	54+500	15	6	6
107	55+000	5	9	6
108	55+500	13	11	6
109	56+000	13	10	6
110	56+500	12	12	18
111	57+000	14	12	15
112	57+500	14	12	14
113	58+000	13	12	15

114	58+500	15	12	13
115	59+000	16	12	15
116	59+500	13	12	15
117	60+000	13	11	18
118	60+500	11	7	16
119	61+000	8	13	16
120	61+500	12	13	16
121	62+000	9	13	14
122	62+500	7	14	16
123	63+000	8	13	19
124	63+500	11	12	14
125	64+000	12	12	15
126	64+500	11	6	15
127	65+000	12	11	15
128	65+500	15	10	13
129	66+000	11	11	13
130	66+500	12	7	18
131	67+000	12	5	19
132	67+500	13	6	18
133	68+000	13	7	18
134	68+500	12	6	16
135	69+000	11	6	17
136	69+500	14	12	18
137	70+000	11	12	12
138	70+500	11	8	13
139	71+000	7	12	16
140	71+500	10	16	19

Fuente: elaboración propia

Nivel de Cumplimiento de la Tolerancia de retrorreflectividad del eje izquierdo con pintura blanca.

Ítem	Progresiva	Tolerancia retrorreflección según norma peruana - pintura blanca	Eje izquierdo	Diferencia	
		(mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Promedio reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Eje izquierdo	
				Reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Condición
1	0+000	150	23	-127	NO CUMPLE
2	0+500	150	77	-73	NO CUMPLE
3	1+000	150	127	-23	NO CUMPLE
4	1+500	150	121	-29	NO CUMPLE
5	2+000	150	68	-82	NO CUMPLE
6	2+500	150	73	-77	NO CUMPLE
7	3+000	150	97	-53	NO CUMPLE
8	3+500	150	148	-2	NO CUMPLE
9	4+000	150	130	-20	NO CUMPLE
10	4+500	150	97	-53	NO CUMPLE
11	5+000	150	97	-53	NO CUMPLE
12	5+500	150	106	-44	NO CUMPLE
13	6+000	150	98	-52	NO CUMPLE
14	6+500	150	91	-59	NO CUMPLE
15	7+000	150	67	-83	NO CUMPLE
16	7+500	150	80	-70	NO CUMPLE
17	8+500	150	102	-48	NO CUMPLE
18	9+000	150	119	-31	NO CUMPLE
19	10+000	150	43	-107	NO CUMPLE
20	10+500	150	79	-71	NO CUMPLE
21	11+500	150	80	-70	NO CUMPLE
22	12+000	150	68	-82	NO CUMPLE
23	12+500	150	41	-109	NO CUMPLE
24	13+000	150	125	-25	NO CUMPLE
25	13+500	150	185	35	CUMPLE
26	14+000	150	158	8	CUMPLE
27	14+500	150	147	-3	NO CUMPLE
28	15+000	150	188	38	CUMPLE
29	15+500	150	163	13	CUMPLE

30	16+000	150	220	70	CUMPLE
31	16+500	150	183	33	CUMPLE
32	17+000	150	142	-8	NO CUMPLE
33	17+500	150	147	-3	NO CUMPLE
34	18+000	150	223	73	CUMPLE
35	18+500	150	176	26	CUMPLE
36	19+500	150	173	23	CUMPLE
37	20+000	150	193	43	CUMPLE
38	20+500	150	161	11	CUMPLE
39	21+000	150	191	41	CUMPLE
40	21+500	150	149	-1	NO CUMPLE
41	22+000	150	165	15	CUMPLE
42	22+500	150	200	50	CUMPLE
43	23+000	150	73	-77	NO CUMPLE
44	23+500	150	41	-109	NO CUMPLE
45	24+000	150	35	-115	NO CUMPLE
46	24+500	150	46	-104	NO CUMPLE
47	25+000	150	52	-98	NO CUMPLE
48	25+500	150	89	-61	NO CUMPLE
49	26+000	150	79	-71	NO CUMPLE
50	26+500	150	44	-106	NO CUMPLE
51	27+000	150	63	-87	NO CUMPLE
52	27+500	150	157	7	CUMPLE
53	28+000	150	85	-65	NO CUMPLE
54	28+500	150	115	-35	NO CUMPLE
55	29+000	150	50	-100	NO CUMPLE
56	29+500	150	67	-83	NO CUMPLE
57	30+000	150	55	-95	NO CUMPLE
58	30+500	150	101	-49	NO CUMPLE
59	31+000	150	126	-24	NO CUMPLE
60	31+500	150	131	-19	NO CUMPLE
61	32+000	150	106	-44	NO CUMPLE
62	32+500	150	109	-41	NO CUMPLE
63	33+000	150	95	-55	NO CUMPLE
64	33+500	150	83	-67	NO CUMPLE
65	34+000	150	79	-71	NO CUMPLE
66	34+500	150	81	-69	NO CUMPLE
67	35+000	150	115	-35	NO CUMPLE
68	35+500	150	117	-33	NO CUMPLE
69	36+000	150	95	-55	NO CUMPLE
70	36+500	150	84	-66	NO CUMPLE
71	37+000	150	71	-79	NO CUMPLE
72	37+500	150	88	-62	NO CUMPLE

73	38+000	150	87	-63	NO CUMPLE
74	38+500	150	67	-83	NO CUMPLE
75	39+000	150	20	-130	NO CUMPLE
76	39+500	150	66	-84	NO CUMPLE
77	40+000	150	53	-97	NO CUMPLE
78	40+500	150	73	-77	NO CUMPLE
79	41+000	150	72	-78	NO CUMPLE
80	41+500	150	45	-105	NO CUMPLE
81	42+000	150	82	-68	NO CUMPLE
82	42+500	150	73	-77	NO CUMPLE
83	43+000	150	35	-115	NO CUMPLE
84	43+500	150	54	-96	NO CUMPLE
85	44+000	150	127	-23	NO CUMPLE
86	44+500	150	79	-71	NO CUMPLE
87	45+000	150	98	-52	NO CUMPLE
88	45+500	150	104	-46	NO CUMPLE
89	46+000	150	98	-52	NO CUMPLE
90	46+500	150	95	-55	NO CUMPLE
91	47+000	150	90	-60	NO CUMPLE
92	47+500	150	131	-19	NO CUMPLE
93	48+000	150	94	-56	NO CUMPLE
94	48+500	150	50	-100	NO CUMPLE
95	49+000	150	50	-100	NO CUMPLE
96	49+500	150	50	-100	NO CUMPLE
97	50+000	150	114	-36	NO CUMPLE
98	50+500	150	86	-64	NO CUMPLE
99	51+000	150	73	-77	NO CUMPLE
100	51+500	150	96	-54	NO CUMPLE
101	52+000	150	94	-56	NO CUMPLE
102	52+500	150	66	-84	NO CUMPLE
103	53+000	150	96	-54	NO CUMPLE
104	53+500	150	85	-65	NO CUMPLE
105	54+000	150	99	-51	NO CUMPLE
106	54+500	150	199	49	CUMPLE
107	55+000	150	57	-93	NO CUMPLE
108	55+500	150	158	8	CUMPLE
109	56+000	150	152	2	CUMPLE
110	56+500	150	147	-3	NO CUMPLE
111	57+000	150	175	25	CUMPLE
112	57+500	150	179	29	CUMPLE
113	58+000	150	148	-2	NO CUMPLE
114	58+500	150	174	24	CUMPLE
115	59+000	150	189	39	CUMPLE

116	59+500	150	143	-7	NO CUMPLE
117	60+000	150	154	4	CUMPLE
118	60+500	150	102	-48	NO CUMPLE
119	61+000	150	85	-65	NO CUMPLE
120	61+500	150	134	-16	NO CUMPLE
121	62+000	150	96	-54	NO CUMPLE
122	62+500	150	74	-76	NO CUMPLE
123	63+000	150	89	-61	NO CUMPLE
124	63+500	150	130	-20	NO CUMPLE
125	64+000	150	122	-28	NO CUMPLE
126	64+500	150	111	-39	NO CUMPLE
127	65+000	150	131	-19	NO CUMPLE
128	65+500	150	150	0	CUMPLE
129	66+000	150	117	-33	NO CUMPLE
130	66+500	150	148	-2	NO CUMPLE
131	67+000	150	158	8	CUMPLE
132	67+500	150	167	17	CUMPLE
133	68+000	150	158	8	CUMPLE
134	68+500	150	149	-1	NO CUMPLE
135	69+000	150	117	-33	NO CUMPLE
136	69+500	150	164	14	CUMPLE
137	70+000	150	109	-41	NO CUMPLE
138	70+500	150	109	-41	NO CUMPLE
139	71+000	150	75	-75	NO CUMPLE
140	71+500	150	109	-41	NO CUMPLE

Fuente: elaboración propia

Nivel de Cumplimiento de la Tolerancia de retrorreflectividad del eje derecho con pintura blanca.

Ítem	Progresiva	Tolerancia retrorreflecion según norma peruana - pintura blanca	Eje derecho	Diferencia	
		(mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Promedio reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Eje derecho	
				Reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Condición
1	0+000	150	22	-128	NO CUMPLE
2	0+500	150	69	-81	NO CUMPLE
3	1+000	150	106	-44	NO CUMPLE
4	1+500	150	98	-52	NO CUMPLE
5	2+000	150	84	-66	NO CUMPLE
6	2+500	150	125	-25	NO CUMPLE
7	3+000	150	112	-38	NO CUMPLE
8	3+500	150	148	-2	NO CUMPLE
9	4+000	150	130	-20	NO CUMPLE
10	4+500	150	97	-53	NO CUMPLE
11	5+000	150	97	-53	NO CUMPLE
12	5+500	150	148	-2	NO CUMPLE
13	6+000	150	98	-52	NO CUMPLE
14	6+500	150	91	-59	NO CUMPLE
15	7+000	150	67	-83	NO CUMPLE
16	7+500	150	80	-70	NO CUMPLE
17	8+500	150	188	38	CUMPLE
18	9+000	150	100	-50	NO CUMPLE
19	10+000	150	25	-125	NO CUMPLE
20	10+500	150	34	-116	NO CUMPLE
21	11+500	150	39	-111	NO CUMPLE
22	12+000	150	61	-89	NO CUMPLE
23	12+500	150	66	-84	NO CUMPLE
24	13+000	150	227	77	CUMPLE
25	13+500	150	121	-29	NO CUMPLE
26	14+000	150	100	-50	NO CUMPLE
27	14+500	150	146	-4	NO CUMPLE
28	15+000	150	173	23	CUMPLE
29	15+500	150	122	-28	NO CUMPLE



30	16+000	150	139	-11	NO CUMPLE
31	16+500	150	126	-24	NO CUMPLE
32	17+000	150	169	19	CUMPLE
33	17+500	150	143	-7	NO CUMPLE
34	18+000	150	142	-8	NO CUMPLE
35	18+500	150	167	17	CUMPLE
36	19+500	150	152	2	CUMPLE
37	20+000	150	173	23	CUMPLE
38	20+500	150	149	-1	NO CUMPLE
39	21+000	150	151	1	CUMPLE
40	21+500	150	141	-9	NO CUMPLE
41	22+000	150	144	-6	NO CUMPLE
42	22+500	150	114	-36	NO CUMPLE
43	23+000	150	110	-40	NO CUMPLE
44	23+500	150	115	-35	NO CUMPLE
45	24+000	150	104	-46	NO CUMPLE
46	24+500	150	106	-44	NO CUMPLE
47	25+000	150	118	-32	NO CUMPLE
48	25+500	150	94	-56	NO CUMPLE
49	26+000	150	92	-58	NO CUMPLE
50	26+500	150	94	-56	NO CUMPLE
51	27+000	150	63	-87	NO CUMPLE
52	27+500	150	101	-49	NO CUMPLE
53	28+000	150	105	-45	NO CUMPLE
54	28+500	150	80	-70	NO CUMPLE
55	29+000	150	51	-99	NO CUMPLE
56	29+500	150	113	-37	NO CUMPLE
57	30+000	150	119	-31	NO CUMPLE
58	30+500	150	114	-36	NO CUMPLE
59	31+000	150	108	-42	NO CUMPLE
60	31+500	150	104	-46	NO CUMPLE
61	32+000	150	86	-64	NO CUMPLE
62	32+500	150	57	-93	NO CUMPLE
63	33+000	150	62	-88	NO CUMPLE
64	33+500	150	82	-68	NO CUMPLE
65	34+000	150	94	-56	NO CUMPLE
66	34+500	150	121	-29	NO CUMPLE
67	35+000	150	104	-46	NO CUMPLE
68	35+500	150	136	-14	NO CUMPLE
69	36+000	150	101	-49	NO CUMPLE
70	36+500	150	115	-35	NO CUMPLE
71	37+000	150	100	-50	NO CUMPLE
72	37+500	150	94	-56	NO CUMPLE

73	38+000	150	109	-41	NO CUMPLE
74	38+500	150	83	-67	NO CUMPLE
75	39+000	150	64	-86	NO CUMPLE
76	39+500	150	22	-128	NO CUMPLE
77	40+000	150	77	-73	NO CUMPLE
78	40+500	150	44	-106	NO CUMPLE
79	41+000	150	65	-85	NO CUMPLE
80	41+500	150	73	-77	NO CUMPLE
81	42+000	150	58	-92	NO CUMPLE
82	42+500	150	73	-77	NO CUMPLE
83	43+000	150	46	-104	NO CUMPLE
84	43+500	150	57	-93	NO CUMPLE
85	44+000	150	121	-29	NO CUMPLE
86	44+500	150	124	-26	NO CUMPLE
87	45+000	150	107	-43	NO CUMPLE
88	45+500	150	64	-86	NO CUMPLE
89	46+000	150	68	-82	NO CUMPLE
90	46+500	150	92	-58	NO CUMPLE
91	47+000	150	115	-35	NO CUMPLE
92	47+500	150	58	-92	NO CUMPLE
93	48+000	150	56	-94	NO CUMPLE
94	48+500	150	53	-97	NO CUMPLE
95	49+000	150	49	-101	NO CUMPLE
96	49+500	150	35	-115	NO CUMPLE
97	50+000	150	142	-8	NO CUMPLE
98	50+500	150	60	-90	NO CUMPLE
99	51+000	150	73	-77	NO CUMPLE
100	51+500	150	84	-66	NO CUMPLE
101	52+000	150	90	-60	NO CUMPLE
102	52+500	150	87	-63	NO CUMPLE
103	53+000	150	69	-81	NO CUMPLE
104	53+500	150	84	-66	NO CUMPLE
105	54+000	150	94	-56	NO CUMPLE
106	54+500	150	67	-83	NO CUMPLE
107	55+000	150	93	-57	NO CUMPLE
108	55+500	150	129	-21	NO CUMPLE
109	56+000	150	105	-45	NO CUMPLE
110	56+500	150	139	-11	NO CUMPLE
111	57+000	150	139	-11	NO CUMPLE
112	57+500	150	139	-11	NO CUMPLE
113	58+000	150	139	-11	NO CUMPLE
114	58+500	150	139	-11	NO CUMPLE
115	59+000	150	139	-11	NO CUMPLE

116	59+500	150	139	-11	NO CUMPLE
117	60+000	150	120	-30	NO CUMPLE
118	60+500	150	76	-74	NO CUMPLE
119	61+000	150	142	-8	NO CUMPLE
120	61+500	150	142	-8	NO CUMPLE
121	62+000	150	141	-9	NO CUMPLE
122	62+500	150	161	11	CUMPLE
123	63+000	150	153	3	CUMPLE
124	63+500	150	127	-23	NO CUMPLE
125	64+000	150	122	-28	NO CUMPLE
126	64+500	150	62	-88	NO CUMPLE
127	65+000	150	113	-37	NO CUMPLE
128	65+500	150	107	-43	NO CUMPLE
129	66+000	150	118	-32	NO CUMPLE
130	66+500	150	70	-80	NO CUMPLE
131	67+000	150	56	-94	NO CUMPLE
132	67+500	150	68	-82	NO CUMPLE
133	68+000	150	74	-76	NO CUMPLE
134	68+500	150	68	-82	NO CUMPLE
135	69+000	150	69	-81	NO CUMPLE
136	69+500	150	123	-27	NO CUMPLE
137	70+000	150	129	-21	NO CUMPLE
138	70+500	150	89	-61	NO CUMPLE
139	71+000	150	130	-20	NO CUMPLE
140	71+500	150	209	59	CUMPLE

Fuente: elaboración propia

Nivel de Cumplimiento de la Tolerancia de espesor de pintura seca incluido microesferas del eje izquierdo.

Ítem	Progresiva	Espesor pintura seca incluido microesferas con tolerancia de $\pm 2.5$ según especificaciones MTC	Eje izquierdo	Diferencia	
		Mils	Espesor pintura (Mils)	Eje izquierdo	
				Espesor pintura (Mils)	Condición incluido tolerancia
1	0+000	13.5	2	-11.50	NO CUMPLE
2	0+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
3	1+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
4	1+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
5	2+000	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
6	2+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
7	3+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
8	3+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
9	4+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
10	4+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
11	5+000	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
12	5+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
13	6+000	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
14	6+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
15	7+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
16	7+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
17	8+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
18	9+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
19	10+000	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
20	10+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
21	11+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
22	12+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
23	12+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
24	13+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
25	13+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
26	14+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
27	14+500	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
28	15+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
29	15+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE

30	16+000	13.5	16	2.50	CUMPLE
31	16+500	13.5	15	1.50	CUMPLE
32	17+000	13.5	14	0.50	CUMPLE
33	17+500	13.5	14	0.50	CUMPLE
34	18+000	13.5	18	4.50	CUMPLE
35	18+500	13.5	17	3.50	CUMPLE
36	19+500	13.5	17	3.50	CUMPLE
37	20+000	13.5	18	4.50	CUMPLE
38	20+500	13.5	16	2.50	CUMPLE
39	21+000	13.5	17	3.50	CUMPLE
40	21+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
41	22+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
42	22+500	13.5	16	2.50	CUMPLE
43	23+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
44	23+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
45	24+000	13.5	2	-11.50	NO CUMPLE
46	24+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
47	25+000	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
48	25+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
49	26+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
50	26+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
51	27+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
52	27+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
53	28+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
54	28+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
55	29+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
56	29+500	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
57	30+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
58	30+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
59	31+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
60	31+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
61	32+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
62	32+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
63	33+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
64	33+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
65	34+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
66	34+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
67	35+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
68	35+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
69	36+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
70	36+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
71	37+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
72	37+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE

73	38+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
74	38+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
75	39+000	13.5	2	-11.50	NO CUMPLE
76	39+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
77	40+000	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
78	40+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
79	41+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
80	41+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
81	42+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
82	42+500	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
83	43+000	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
84	43+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
85	44+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
86	44+500	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
87	45+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
88	45+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
89	46+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
90	46+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
91	47+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
92	47+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
93	48+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
94	48+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
95	49+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
96	49+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
97	50+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
98	50+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
99	51+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
100	51+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
101	52+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
102	52+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
103	53+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
104	53+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
105	54+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
106	54+500	13.5	15	1.50	CUMPLE
107	55+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
108	55+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
109	56+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
110	56+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
111	57+000	13.5	14	0.50	CUMPLE
112	57+500	13.5	14	0.50	CUMPLE
113	58+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
114	58+500	13.5	15	1.50	CUMPLE
115	59+000	13.5	16	2.50	CUMPLE

116	59+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
117	60+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
118	60+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
119	61+000	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
120	61+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
121	62+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
122	62+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
123	63+000	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
124	63+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
125	64+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
126	64+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
127	65+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
128	65+500	13.5	15	1.50	CUMPLE
129	66+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
130	66+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
131	67+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
132	67+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
133	68+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
134	68+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
135	69+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
136	69+500	13.5	14	0.50	CUMPLE
137	70+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
138	70+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
139	71+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
140	71+500	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE

Fuente: elaboración propia

Nivel de Cumplimiento de la Tolerancia de espesor de pintura seca incluido microesferas del eje izquierdo.

Ítem	Progresiva	Espesor pintura seca incluido microesferas con tolerancia de $\pm 2.5$ según especificaciones MTC	Eje derecho	Diferencia	
				Eje derecho	
		MILS	Espesor pintura (Mils)	Espesor pintura (Mils)	Condición incluido tolerancia
1	0+000	13.5	2	-11.50	NO CUMPLE
2	0+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
3	1+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
4	1+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
5	2+000	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
6	2+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
7	3+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
8	3+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
9	4+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
10	4+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
11	5+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
12	5+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
13	6+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
14	6+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
15	7+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
16	7+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
17	8+500	13.5	15	1.50	CUMPLE
18	9+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
19	10+000	13.5	2	-11.50	NO CUMPLE
20	10+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
21	11+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
22	12+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
23	12+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
24	13+000	13.5	18	4.50	CUMPLE
25	13+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
26	14+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
27	14+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
28	15+000	13.5	15	1.50	CUMPLE
29	15+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE



30	16+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
31	16+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
32	17+000	13.5	14	0.50	CUMPLE
33	17+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
34	18+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
35	18+500	13.5	14	0.50	CUMPLE
36	19+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
37	20+000	13.5	15	1.50	CUMPLE
38	20+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
39	21+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
40	21+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
41	22+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
42	22+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
43	23+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
44	23+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
45	24+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
46	24+500	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
47	25+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
48	25+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
49	26+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
50	26+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
51	27+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
52	27+500	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
53	28+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
54	28+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
55	29+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
56	29+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
57	30+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
58	30+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
59	31+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
60	31+500	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
61	32+000	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
62	32+500	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
63	33+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
64	33+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
65	34+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
66	34+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
67	35+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
68	35+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
69	36+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
70	36+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
71	37+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
72	37+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE

73	38+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
74	38+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
75	39+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
76	39+500	13.5	2	-11.50	NO CUMPLE
77	40+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
78	40+500	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
79	41+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
80	41+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
81	42+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
82	42+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
83	43+000	13.5	4	-9.50	NO CUMPLE
84	43+500	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
85	44+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
86	44+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
87	45+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
88	45+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
89	46+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
90	46+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
91	47+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
92	47+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
93	48+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
94	48+500	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
95	49+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
96	49+500	13.5	3	-10.50	NO CUMPLE
97	50+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
98	50+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
99	51+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
100	51+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
101	52+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
102	52+500	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
103	53+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
104	53+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
105	54+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
106	54+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
107	55+000	13.5	9	-4.50	NO CUMPLE
108	55+500	13.5	11	-2.50	CUMPLE
109	56+000	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
110	56+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
111	57+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
112	57+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
113	58+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
114	58+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
115	59+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE

116	59+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
117	60+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
118	60+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
119	61+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
120	61+500	13.5	13	-0.50	CUMPLE
121	62+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
122	62+500	13.5	14	0.50	CUMPLE
123	63+000	13.5	13	-0.50	CUMPLE
124	63+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
125	64+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
126	64+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
127	65+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
128	65+500	13.5	10	-3.50	NO CUMPLE
129	66+000	13.5	11	-2.50	CUMPLE
130	66+500	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
131	67+000	13.5	5	-8.50	NO CUMPLE
132	67+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
133	68+000	13.5	7	-6.50	NO CUMPLE
134	68+500	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
135	69+000	13.5	6	-7.50	NO CUMPLE
136	69+500	13.5	12	-1.50	CUMPLE
137	70+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
138	70+500	13.5	8	-5.50	NO CUMPLE
139	71+000	13.5	12	-1.50	CUMPLE
140	71+500	13.5	16	2.50	CUMPLE

Fuente: elaboración propia

Nivel de Cumplimiento de la Tolerancia de retrorreflectividad del eje central para pintura amarilla.

Ítem	Progresiva	Tolerancia retrorreflección según norma peruana - pintura amarilla	Eje central	Diferencia	
		(mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Promedio reflectividad (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Reflectividad eje central (mcd/m <sup>2</sup> /lx)	Condición
1	0+000	120	151	31	CUMPLE
2	0+500	120	148	28	CUMPLE
3	1+000	120	148	28	CUMPLE
4	1+500	120	164	44	CUMPLE
5	2+000	120	168	48	CUMPLE
6	2+500	120	168	48	CUMPLE
7	3+000	120	146	26	CUMPLE
8	3+500	120	162	42	CUMPLE
9	4+000	120	146	26	CUMPLE
10	4+500	120	142	22	CUMPLE
11	5+000	120	154	34	CUMPLE
12	5+500	120	154	34	CUMPLE
13	6+000	120	152	32	CUMPLE
14	6+500	120	139	19	CUMPLE
15	7+000	120	130	10	CUMPLE
16	7+500	120	149	29	CUMPLE
17	8+500	120	184	64	CUMPLE
18	9+000	120	191	71	CUMPLE
19	10+000	120	179	59	CUMPLE
20	10+500	120	188	68	CUMPLE
21	11+500	120	159	39	CUMPLE
22	12+000	120	166	46	CUMPLE
23	12+500	120	135	15	CUMPLE
24	13+000	120	123	3	CUMPLE
25	13+500	120	130	10	CUMPLE
26	14+000	120	159	39	CUMPLE
27	14+500	120	193	73	CUMPLE
28	15+000	120	196	76	CUMPLE
29	15+500	120	170	50	CUMPLE
30	16+000	120	146	26	CUMPLE

31	16+500	120	120	0	CUMPLE
32	17+000	120	109	-11	NO CUMPLE
33	17+500	120	108	-12	NO CUMPLE
34	18+000	120	125	5	CUMPLE
35	18+500	120	119	-1	NO CUMPLE
36	19+500	120	103	-17	NO CUMPLE
37	20+000	120	72	-48	NO CUMPLE
38	20+500	120	68	-52	NO CUMPLE
39	21+000	120	61	-59	NO CUMPLE
40	21+500	120	61	-59	NO CUMPLE
41	22+000	120	58	-62	NO CUMPLE
42	22+500	120	61	-59	NO CUMPLE
43	23+000	120	148	28	CUMPLE
44	23+500	120	146	26	CUMPLE
45	24+000	120	149	29	CUMPLE
46	24+500	120	135	15	CUMPLE
47	25+000	120	151	31	CUMPLE
48	25+500	120	148	28	CUMPLE
49	26+000	120	162	42	CUMPLE
50	26+500	120	164	44	CUMPLE
51	27+000	120	168	48	CUMPLE
52	27+500	120	168	48	CUMPLE
53	28+000	120	146	26	CUMPLE
54	28+500	120	162	42	CUMPLE
55	29+000	120	152	32	CUMPLE
56	29+500	120	142	22	CUMPLE
57	30+000	120	154	34	CUMPLE
58	30+500	120	154	34	CUMPLE
59	31+000	120	152	32	CUMPLE
60	31+500	120	139	19	CUMPLE
61	32+000	120	130	10	CUMPLE
62	32+500	120	142	22	CUMPLE
63	33+000	120	184	64	CUMPLE
64	33+500	120	191	71	CUMPLE
65	34+000	120	179	59	CUMPLE
66	34+500	120	188	68	CUMPLE
67	35+000	120	159	39	CUMPLE
68	35+500	120	166	46	CUMPLE
69	36+000	120	154	34	CUMPLE
70	36+500	120	123	3	CUMPLE
71	37+000	120	130	10	CUMPLE
72	37+500	120	159	39	CUMPLE
73	38+000	120	193	73	CUMPLE

74	38+500	120	196	76	CUMPLE
75	39+000	120	170	50	CUMPLE
76	39+500	120	154	34	CUMPLE
77	40+000	120	120	0	CUMPLE
78	40+500	120	109	-11	NO CUMPLE
79	41+000	120	108	-12	NO CUMPLE
80	41+500	120	125	5	CUMPLE
81	42+000	120	119	-1	NO CUMPLE
82	42+500	120	103	-17	NO CUMPLE
83	43+000	120	108	-12	NO CUMPLE
84	43+500	120	125	5	CUMPLE
85	44+000	120	179	59	CUMPLE
86	44+500	120	188	68	CUMPLE
87	45+000	120	159	39	CUMPLE
88	45+500	120	166	46	CUMPLE
89	46+000	120	139	19	CUMPLE
90	46+500	120	123	3	CUMPLE
91	47+000	120	130	10	CUMPLE
92	47+500	120	159	39	CUMPLE
93	48+000	120	193	73	CUMPLE
94	48+500	120	196	76	CUMPLE
95	49+000	120	170	50	CUMPLE
96	49+500	120	130	10	CUMPLE
97	50+000	120	120	0	CUMPLE
98	50+500	120	109	-11	NO CUMPLE
99	51+000	120	108	-12	NO CUMPLE
100	51+500	120	125	5	CUMPLE
101	52+000	120	119	-1	NO CUMPLE
102	52+500	120	103	-17	NO CUMPLE
103	53+000	120	164	44	CUMPLE
104	53+500	120	72	-48	NO CUMPLE
105	54+000	120	68	-52	NO CUMPLE
106	54+500	120	61	-59	NO CUMPLE
107	55+000	120	61	-59	NO CUMPLE
108	55+500	120	58	-62	NO CUMPLE
109	56+000	120	61	-59	NO CUMPLE
110	56+500	120	188	68	CUMPLE
111	57+000	120	148	28	CUMPLE
112	57+500	120	146	26	CUMPLE
113	58+000	120	149	29	CUMPLE
114	58+500	120	135	15	CUMPLE
115	59+000	120	151	31	CUMPLE
116	59+500	120	148	28	CUMPLE

117	60+000	120	184	64	CUMPLE
118	60+500	120	164	44	CUMPLE
119	61+000	120	168	48	CUMPLE
120	61+500	120	168	48	CUMPLE
121	62+000	120	146	26	CUMPLE
122	62+500	120	162	42	CUMPLE
123	63+000	120	191	71	CUMPLE
124	63+500	120	142	22	CUMPLE
125	64+000	120	154	34	CUMPLE
126	64+500	120	154	34	CUMPLE
127	65+000	120	152	32	CUMPLE
128	65+500	120	139	19	CUMPLE
129	66+000	120	130	10	CUMPLE
130	66+500	120	184	64	CUMPLE
131	67+000	120	191	71	CUMPLE
132	67+500	120	179	59	CUMPLE
133	68+000	120	188	68	CUMPLE
134	68+500	120	159	39	CUMPLE
135	69+000	120	166	46	CUMPLE
136	69+500	120	179	59	CUMPLE
137	70+000	120	123	3	CUMPLE
138	70+500	120	130	10	CUMPLE
139	71+000	120	159	39	CUMPLE
140	71+500	120	193	73	CUMPLE

Fuente: elaboración propia

Nivel de Cumplimiento de la Tolerancia de espesor de pintura seca incluido microesferas de vidrio en el eje central para pintura amarilla.

Ítem	Progresiva	Esesor pintura seca incluido microesferas con tolerancia de $\pm$ 2.5 según especificaciones	Eje central	Diferencia	
		MILS	Esesor pintura (Mils)	Esesor pintura (Mils)	Condición incluido tolerancia
1	0+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
2	0+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
3	1+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
4	1+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
5	2+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
6	2+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
7	3+000	13.50	14	-0.50	CUMPLE
8	3+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
9	4+000	13.50	14	-0.50	CUMPLE
10	4+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
11	5+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
12	5+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
13	6+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
14	6+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
15	7+000	13.50	13	0.50	CUMPLE
16	7+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
17	8+500	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
18	9+000	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
19	10+000	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
20	10+500	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
21	11+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
22	12+000	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
23	12+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
24	13+000	13.50	12	1.50	CUMPLE
25	13+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
26	14+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
27	14+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
28	15+000	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
29	15+500	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
30	16+000	13.50	14	-0.50	CUMPLE



31	16+500	13.50	12	1.50	CUMPLE
32	17+000	13.50	10	3.50	CUMPLE
33	17+500	13.50	10	3.50	CUMPLE
34	18+000	13.50	12	1.50	CUMPLE
35	18+500	13.50	11	2.50	CUMPLE
36	19+500	13.50	10	3.50	CUMPLE
37	20+000	13.50	7	6.50	CUMPLE
38	20+500	13.50	7	6.50	CUMPLE
39	21+000	13.50	6	7.50	CUMPLE
40	21+500	13.50	6	7.50	CUMPLE
41	22+000	13.50	6	7.50	CUMPLE
42	22+500	13.50	6	7.50	CUMPLE
43	23+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
44	23+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
45	24+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
46	24+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
47	25+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
48	25+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
49	26+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
50	26+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
51	27+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
52	27+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
53	28+000	13.50	14	-0.50	CUMPLE
54	28+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
55	29+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
56	29+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
57	30+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
58	30+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
59	31+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
60	31+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
61	32+000	13.50	13	0.50	CUMPLE
62	32+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
63	33+000	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
64	33+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
65	34+000	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
66	34+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
67	35+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
68	35+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
69	36+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
70	36+500	13.50	12	1.50	CUMPLE
71	37+000	13.50	13	0.50	CUMPLE
72	37+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
73	38+000	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE

74	38+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
75	39+000	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
76	39+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
77	40+000	13.50	12	1.50	CUMPLE
78	40+500	13.50	10	3.50	CUMPLE
79	41+000	13.50	10	3.50	CUMPLE
80	41+500	13.50	12	1.50	CUMPLE
81	42+000	13.50	11	2.50	CUMPLE
82	42+500	13.50	10	3.50	CUMPLE
83	43+000	13.50	10	3.50	CUMPLE
84	43+500	13.50	12	1.50	CUMPLE
85	44+000	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
86	44+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
87	45+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
88	45+500	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
89	46+000	13.50	14	-0.50	CUMPLE
90	46+500	13.50	12	1.50	CUMPLE
91	47+000	13.50	13	0.50	CUMPLE
92	47+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
93	48+000	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
94	48+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
95	49+000	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
96	49+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
97	50+000	13.50	12	1.50	CUMPLE
98	50+500	13.50	10	3.50	CUMPLE
99	51+000	13.50	10	3.50	CUMPLE
100	51+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
101	52+000	13.50	11	2.50	CUMPLE
102	52+500	13.50	10	3.50	CUMPLE
103	53+000	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
104	53+500	13.50	7	6.50	CUMPLE
105	54+000	13.50	7	6.50	CUMPLE
106	54+500	13.50	6	7.50	CUMPLE
107	55+000	13.50	6	7.50	CUMPLE
108	55+500	13.50	6	7.50	CUMPLE
109	56+000	13.50	6	7.50	CUMPLE
110	56+500	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
111	57+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
112	57+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
113	58+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
114	58+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
115	59+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
116	59+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE

117	60+000	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
118	60+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
119	61+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
120	61+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
121	62+000	13.50	14	-0.50	CUMPLE
122	62+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
123	63+000	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
124	63+500	13.50	14	-0.50	CUMPLE
125	64+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
126	64+500	13.50	15	-1.50	CUMPLE
127	65+000	13.50	15	-1.50	CUMPLE
128	65+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
129	66+000	13.50	13	0.50	CUMPLE
130	66+500	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
131	67+000	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE
132	67+500	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
133	68+000	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
134	68+500	13.50	16	-2.50	CUMPLE
135	69+000	13.50	17	-3.50	NO CUMPLE
136	69+500	13.50	18	-4.50	NO CUMPLE
137	70+000	13.50	12	1.50	CUMPLE
138	70+500	13.50	13	0.50	CUMPLE
139	71+000	13.50	16	-2.50	CUMPLE
140	71+500	13.50	19	-5.50	NO CUMPLE

**Anexo 07.** Consentimiento / asentimiento informado

El consentimiento para el muestreo ejecutado fue otorgado por Provias Nacional en la Dirección de Supervisión se adjunta copia de programación realizada.

**Anexo 08.** Fotos de la aplicación del instrumento



Foto N° 1. Lectura de muestreo



Foto N° 2. Registro del tramo de investigación



Foto N° 3. Vista del tramo de investigación



Foto N° 4. Labores de demarcación vial lateral



Foto N° 5. Verificación labores de imprimación



Foto N° 6. Presencia del Tesista



Foto N° 7. Verificación de muestreo



Foto N° 8. Plancha de comprobación equipo



Foto N° 9. Estado de la demarcación lateral



Foto N° 10. Otra vista de la demarcación lateral



Foto N° 11. Toma de muestra con equipo portátil



Foto N° 12. Actividades de muestreo



Foto N° 13. Personal apoyando la toma de muestras



Foto N° 14. Vista de muestreo con equipo portátil.