



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**“PROCESOS TÉCNICOS Y EQUIPAMIENTO PARA LA HOMOLOGACIÓN DE
DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN EN VEHÍCULOS
AUTOMOTORES”**

AUTOR: AMAGUAÑA QUIMBIULCO WILMER ALCIBAR

DIRECTOR: ING ROSERO AÑAZCO RAMIRO ANDRÉS MSc

Ibarra, enero 2021

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DE DIRECTOR

En calidad de director del trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el trabajo de grado cuyo título es **“Procesos Técnicos y Equipamiento para la Homologación de Dispositivos de Iluminación y Señalización en Vehículos Automotores”**, realizado por el señor Amaguaña Quimbiulco Wilmer Alcibar con cédula de identidad N.º 1003644497, que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 21 de enero del 2021.

Atentamente;

**RAMIRO ANDRES
ROSERO ANAZCO**

Firmado digitalmente por
RAMIRO ANDRES ROSERO
ANAZCO
Fecha: 2021.01.25 11:44:48
-05'00'

Ing. Ramiro Rosero Añezco MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003644497		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Amaguaña Quimbiulco Wilmer Alcibar		
DIRECCIÓN:	Ibarra, La Magdalena Av. Galo Plaza Lazo		
EMAIL:	waamaguana@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	951-548	TELÉFONO MÓVIL:	0959641888

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Procesos técnicos y equipamiento para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización en vehículos automotores”
AUTOR (ES):	Wilmer Alcibar Amaguaña Quimbiulco
FECHA:	21/01/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Rosero Añazco Ramiro Andrés MSc

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de enero del 2021

AUTOR:



Firma

Wilmer Alcibar Amaguaña Quimbiulco
C.C: 1003644497

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, por ser mi gran motivación y pilar fundamental de todos los logros de vida y mi carrera universitaria, quien gracias a su apoyo supo guiarme en el camino para lograr cumplir mis metas. e inculcar valores para ser un profesional responsable.

A mi padre quien a pesar de que ya no está con nosotros me supo enseñar el amor por el trabajo y con sus ejemplos me ayudó a ser constante en el logro de mis sueños.

A mis hermanas quienes me apoyaron siempre con el propósito de seguir adelante en mis metas personales y profesionales.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte por formar parte de una etapa de mi vida y contribuir a la formación profesional con todo su personal docente de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

De manera en especial agradezco a mi director de tesis el Ing. Ramiro Rosero MSc quien me supo guiar oportunamente en la realización de mi trabajo de grado. De igual manera al Dr. Fernando Ramírez y el Ing. Fausto Tapia por su asesoramiento que me ayudo al cumplimiento de los objetivos trazados en la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Situación actual	2
1.3. Prospectiva	3
1.4. Planteamiento del problema	4
1.5. Delimitación	5
1.6. Objetivo general	5
1.6.1. Objetivos específicos	5
1.7. Alcance	6
1.8. Justificación	6
1.9. Evaluación de la conformidad	7
1.9.1. Acreditación	7
1.9.1.1. Proceso de acreditación	8
1.9.2. Homologación	9
1.9.2.1. Homologación por etapas	9
1.9.2.2. Homologación de tipo	9
1.9.2.3. Homologación de tipo de componente	10
1.9.2.4. Proceso de homologación	10
1.9.3. Certificación	11
1.9.4. Auto certificación	11
1.10. Clasificación de vehículos	11
1.10.1. Vehículos comerciales	12
1.10.1.1. Categorización vehicular	12
1.11. Lámparas de uso automotriz	13
1.11.1. Términos y definiciones de iluminación	13

1.11.2. Tipos de lámparas	15
1.11.2.1. Lámparas incandescentes	15
1.11.2.2. Lámparas halógenas	16
1.11.2.3. Lámparas de xenón	16
1.11.2.4. Lámparas led	16
1.11.3. Faros automotrices	17
1.11.3.1. Tipos de sistema de faros	17
1.12. Dispositivos de iluminación y señalización del vehículo	21
1.12.1. Iluminación frontal del vehículo	21
1.12.2. Iluminación lateral	22
1.12.3. Iluminación trasera del vehículo	23
1.12.4. Dispositivos de señalización del vehículo	24
1.12.4.1. Catadióptricos	24
1.12.4.2. Marcado de alta visibilidad	25
1.12.5. Geometría para la instalación de dispositivos	25
1.12.5.1. Planos de referencia	26
1.12.5.2. Borde exterior extremo	27
1.12.5.3. Ángulos geométricos	27
1.12.5.4. Eje de referencia	28
1.13. Normativas y reglamentos de homologación	29
1.13.1. Reglamento técnico ecuatoriano	30
1.13.2. Directivas y reglamentación europea	31
1.13.3. Normativa norteamericana	33
CAPÍTULO II	35
2. MATERIALES Y MÉTODOS	35
2.1. Propósito de la investigación	35
2.2. Proceso metodológico	35
2.2.1. Clasificación vehicular	37
2.2.2. Ubicación de dispositivos de iluminación y señalización	38
2.2.3. Puntos de prueba para faros de iluminación vehicular	39
2.2.4. Diagrama de cromaticidad	40
2.3. Selección de normativas para el análisis	42
2.3.1. Normativa técnica ecuatoriana 1 155:2015	43
2.3.2. Reglamentos de la comisión económica para europa (CEPE)	44
2.3.3. Estándar federal de seguridad de vehículos motorizados No. 108	44
2.4. Método de guerchet para cálculo de área requerida	44
2.5. Selección de pruebas y equipamiento	46

CAPÍTULO III	48
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
3.1. Comparativa de reglamentos FMVSS No.108 / SAE y CEPE	48
3.1.1. Comparativa de luces de carretera y cruce	48
3.1.2. Comparativa de luces de conducción diurna (DRL)	50
3.1.3. Comparativa de luces angulares o de esquina	51
3.1.4. Comparativa de luces indicadoras de dirección	52
3.1.4.1. Comparativa de luces indicadoras de dirección delanteras/traseras	52
3.1.4.2. Comparativa de luces indicadoras de dirección laterales	54
3.1.5. Comparativa de luces de posición laterales	55
3.1.6. Comparativa de luces de frenado	57
3.1.7. Comparativa de luces de posición delantera	58
3.1.8. Comparativa de luces de posición traseras	59
3.1.9. Comparativa de luces de gálibo	60
3.1.10. Comparativa de luces de estacionamiento	62
3.1.11. Comparativa de luces antiniebla delanteras	63
3.1.12. Comparativa de luces antiniebla traseras	64
3.1.13. Comparativa de dispositivos catadióptricos	64
3.1.13.1. Catadióptricos traseros no triangulares	65
3.1.13.2. Catadióptricos delanteros no triangulares	65
3.1.13.3. Catadióptricos laterales no triangulares	66
3.1.14. Comparativa de lámparas de marcha atrás	67
3.1.15. Comparativa de luz de matrícula trasera	68
3.1.16. Comparativa de marcado de visibilidad	69
3.2. Requisitos técnicos para los dispositivos de iluminación y señalización	72
3.3. Especificación de la superficie requerida para equipos y pruebas	72
3.3.1. Especificación de área de prueba máxima requerida	73
3.3.2. Distribución del área requerida	75
3.3.3. Equipamiento para pruebas de homologación	76
3.3.3.1. Equipo para análisis fotométrico	76
3.3.3.2. Equipo para análisis de color	77
3.3.3.3. Equipo para pruebas de resistencia a la temperatura	78
3.3.3.4. Equipo para pruebas de resistencia a detergentes e hidrocarburos	78
3.3.3.5. Equipo para pruebas de inmersión en el agua	79
3.3.3.6. Equipo para pruebas de rociado de agua	80
3.3.3.7. Equipo para pruebas de exposición al polvo	81
3.3.3.8. Equipo para pruebas de resistencia a la corrosión	82
3.3.3.9. Equipo para prueba de resistencia al impacto	82
3.3.3.10. Equipo para prueba de vibración	83
3.4. Proceso técnico propuesto para la homologación nacional	84

3.4.1. Introducción	84
3.4.1.1. Participantes	85
3.4.1.2. Requisitos iniciales	85
3.4.1.3. Fases del proceso de homologación	86
3.4.1.4. Documentación	87
3.4.2. Pruebas para la homologación	90
3.4.2.1. Ensayo para pruebas fotométricas	93
3.4.2.2. Ensayo para prueba de color de luz emitida	93
3.4.2.3. Ensayo de estabilidad de rendimiento fotométrico	94
3.4.2.4. Ensayo de resistencia a los cambios de temperatura y humedad	95
3.4.2.5. Ensayo de resistencia a agentes atmosféricos y químicos	97
3.4.2.6. Ensayo de resistencia a los detergentes e hidrocarburos	98
3.4.2.7. Ensayo de resistencia al deterioro mecánico	99
3.4.2.8. Ensayo de resistencia a la adherencia y revestimientos	99
3.4.2.9. Ensayo de inmersión en agua y humedad	101
3.4.2.10. Ensayo de exposición al polvo	102
3.4.2.11. Ensayo de resistencia a la corrosión	103
3.4.2.12. Ensayo de resistencia a los combustibles y aceites lubricantes	104
3.4.2.13. Ensayo de resistencia al impacto	105
3.4.2.14. Ensayo de resistencia a la erosión	106
3.4.2.15. Ensayo de resistencia a la limpieza	107
3.4.2.16. Ensayo de flexibilidad	108
3.5. Pruebas de constatación de dispositivos iluminación y señalización	109
3.5.1. Dispositivos de iluminación y señalización frontal	111
3.5.1.1. Luces de carretera	112
3.5.1.2. Luces de cruce	113
3.5.1.3. Indicadores de dirección	114
3.5.1.4. Luces antiniebla	115
3.5.1.5. Luces de volumen	116
3.5.1.6. Marcado de visibilidad	117
3.5.2. Dispositivos de iluminación y señalización posterior	118
3.5.2.1. Luces de freno	120
3.5.2.2. Indicadores de dirección	121
3.5.2.3. Luces de marcha atrás	122
3.5.2.4. Luces de volumen	123
3.5.2.5. Catadióptrico no triangular	124
3.5.2.6. Marcado de visibilidad posterior	125
3.5.3. Dispositivos de iluminación y señalización lateral	126
3.5.3.1. Indicadores de dirección	127
3.5.3.2. Luces de posición lateral	128
3.5.3.3. Catadióptrico lateral	129
3.5.3.4. Marcado de visibilidad	129

CAPÍTULO IV	131
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
4.1. Conclusiones	131
4.2. Recomendaciones	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	135
ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	PÁGINA
1.1. Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 656:2016	12
1.2. Términos y definiciones de iluminación	13
1.3. Normativas nacionales de iluminación y señalización	31
1.4. Regulaciones de la UE de dispositivos de iluminación y señalización	32
1.5. Normativa de regulación de los elementos de iluminación y señalización	34
2.1. Clasificación vehicular según NTE INEN 2 656: 2016	36
2.2. Coordenadas cromáticas de color	42
2.3. Valores de k establecidos para el cálculo según la industria	45
3.1. Comparativa de luces de carretera	49
3.2. Comparativa de luces de cruce	49
3.3. Comparativa de luces DRL	51
3.4. Comparativa de luces angulares	52
3.5. Comparativa de luces indicadoras de dirección delanteras	53
3.6. Comparativa de luces indicadoras de dirección traseras	54
3.7. Comparativa de luces indicadoras de dirección laterales	55
3.8. Comparativa de luces de posición lateral	56
3.9. Comparativa de luces de frenado	57
3.10. Comparativa de tercera luz de freno	58
3.11. Comparativa de luces de posición delantera	59
3.12. Comparativa de luces de posición traseras	60
3.13. Comparativa de luces de gálibo	61
3.14. Comparativa de luces de estacionamiento	62
3.15. Comparativa de luces antiniebla delanteras	63
3.16. Comparativa de luces antiniebla traseras	64
3.17. Comparativa de catadióptricos traseros no triangulares	65
3.18. Comparativa de catadióptricos delanteros no triangulares	66

3.19.	Comparativa de catadióptricos laterales no triangulares	67
3.20.	Comparativa de luces de marcha atrás	68
3.21.	Comparativa de luz de matrícula trasera	68
3.22.	Comparativa de marcado de visibilidad	69
3.23.	Especificación del área requerida/equipos	73
3.24.	Especificación de área de prueba requerida	74
3.25.	Descripción técnica de Gonio fotómetro	76
3.26.	Descripción técnica de colorímetro	77
3.27.	Descripción técnica de cámara climática	78
3.28.	Descripción técnica de cámara climática	79
3.29.	Descripción técnica de equipo de prueba de inmersión en agua	80
3.30.	Descripción técnica de equipo de rociado de agua	80
3.31.	Descripción técnica de cámara de polvo	81
3.32.	Descripción técnica de cámara de corrosión	82
3.33.	Descripción técnica de equipo para pruebas de impacto	83
3.34.	Descripción técnica de equipo de vibración	84
3.35.	Resumen de pruebas para la homologación de dispositivos	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	PÁGINA
1.1. Organismos de acreditación	8
1.2. Proceso de homologación	10
1.3. Características de lámparas	15
1.4. Elementos de conformación de un faro	17
1.5. Tipos de haz de luz de faros parabólicos	18
1.6. Reflector de geometría libre FF	19
1.7. Reflector elipsoidal	19
1.8. Reflector poli-elipsoidal PES	20
1.9. Iluminación frontal del vehículo	22
1.10. Iluminación lateral del vehículo	23
1.11. Iluminación trasera del vehículo	24
1.12. Marcado de alta visibilidad y catadióptricos	25
1.13. Planos de referencia del vehículo	26
1.14. Ángulos de visibilidad geométricos	28
1.15. Ejes de referencia para comprobación fotométrica	29
1.16. Reglamentación vehicular a nivel mundial	30
2.1. Proceso metodológico de la investigación	36
2.2. Instalación de iluminación en el vehículo y sus remolques	38
2.3. Puntos de prueba para faros europeos	39
2.4. Puntos de prueba para faros en los EE. UU.	40
2.5. Diagrama de cromaticidad CIE	41
2.6. Regulaciones de dispositivos de iluminación y señalización de vehículos.	43
2.7. Diagrama de selección de pruebas	46
3.1. Plano de distribución de área de pruebas	75
3.2. Proceso de homologación	85
3.3. Diagrama de proceso de ensayo de fotométrico	93

3.4.	Diagrama de proceso de ensayo de color de luz emitida	94
3.5.	Diagrama de proceso de estabilidad del rendimiento fotométrico	95
3.6.	Diagrama de proceso de prueba de resistencia a los cambios de temperatura	95
3.7.	Diagrama de proceso de resistencia al calor	96
3.8.	Diagrama del proceso de resistencia térmica	96
3.9.	Diagrama de proceso de resistencia a agentes atmosféricos y químicos	97
3.10.	Diagrama de proceso de resistencia a los agentes detergentes e hidrocarburos	98
3.11.	Diagrama de proceso de resistencia al deterioro mecánico	99
3.12.	Diagrama de proceso de resistencia a la adherencia de revestimientos	100
3.13.	Diagrama del proceso de adherencia con cinta adhesiva.	100
3.14.	Diagrama de proceso de prueba de inmersión en agua	101
3.15.	Diagrama de proceso de prueba de humedad	102
3.16.	Diagrama del proceso de exposición al polvo	103
3.17.	Diagrama del proceso de resistencia a la corrosión	104
3.18.	Diagrama del proceso de resistencia a los combustibles	104
3.19.	Diagrama del proceso de resistencia a los aceites lubricantes	105
3.20.	Diagrama del proceso de resistencia al impacto	106
3.21.	Diagrama del proceso de resistencia a la erosión	107
3.22.	Diagrama del proceso de resistencia a la limpieza	108
3.23.	Diagrama del proceso de flexibilidad	109
3.24.	Descripción general del vehículo (Volkswagen 9150 OD)	110
3.25.	Disposición de dispositivos de iluminación y señalización	111
3.26.	Cotas de instalación frontal de dispositivos de iluminación y señalización	111
3.27.	Visibilidad geométrica de las luces de carretera	112
3.28.	Visibilidad geométrica de las luces de carretera	113
3.29.	Visibilidad geométrica de las luces indicadoras de dirección	114
3.30.	Visibilidad geométrica de las luces antiniebla	115
3.31.	Visibilidad geométrica de las luces de volumen	116
3.32.	Marcado de visibilidad frontal	117
3.33.	Disposición de dispositivos de iluminación y señalización posterior	118

3.34.	Cotas de instalación trasera de dispositivos de iluminación y señalización	119
3.35.	Visibilidad geométrica de las luces de frenado	120
3.36.	Visibilidad geométrica de las luces indicadoras de dirección	121
3.37.	Visibilidad geométrica de las luces de marcha atrás	122
3.38.	Visibilidad geométrica de las luces de volumen	123
3.39.	Visibilidad geométrica de catadióptricos traseros no triangulares	124
3.40.	Marcado de visibilidad posterior	125
3.41.	Disposición de dispositivos de iluminación y señalización lateral	126
3.42.	Cotas de instalación lateral de dispositivos de iluminación y señalización	126
3.43.	Visibilidad geométrica de las luces indicadoras de dirección	127
3.44.	Visibilidad geométrica de las luces de posición	128
3.45.	Visibilidad geométrica de catadióptricos laterales	129
3.46.	Marcado de visibilidad lateral	129

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM.	PÁGINA
2.1. Ecuación de superficie de gravitación	45
2.2. Ecuación de superficie de evolución	45

RESUMEN

El presente trabajo de titulación define los procesos técnicos y equipamiento para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización de vehículos automotores. En el primer capítulo se abarcó de manera teórica los aspectos para la homologación con base a procesos nacionales e internacionales. En el segundo capítulo se estableció la categorización vehicular comprendida para el estudio mediante la norma NTE INEN 2656: 2016, especificaciones de color de los dispositivos de iluminación y señalización se definieron según la CIE (Comisión Internacional sobre la Iluminación) a los que se hace referencia en las normativas y puntos de referencia para la evaluación fotométrica a nivel americano y europeo. Además, para el análisis de la norma: NTE INEN 1155:2015, el Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados FMVSS No.108 y reglamentos de la UE, se consideraron aspectos técnicos como: color, posición, ubicación y propiedades fotométricas. Por último, se usó la metodología de Guerchet para establecer el área requerida para las ejecución de pruebas y ubicación del equipamiento mínimo requerido para evaluación de los dispositivos de estudio. En el tercer capítulo se realizó una comparativa en base al análisis de los datos obtenidos de las normativas y se concluyó con un resumen de las principales diferencias. Se especificó el espacio físico necesario para la evaluación de los dispositivos de iluminación y señalización mediante un plano de distribución de área de pruebas fotométricas y desgaste. Se definió el equipamiento con especificaciones mínimas que deben cumplir con base a los requerimientos de pruebas establecidos por regulaciones de los EE. UU. y de la UE. Se finalizó con la descripción de un proceso administrativo y pruebas mínimas, donde se elaboró un procedimiento de pruebas con los requerimientos que deben cumplir cada dispositivo y unidad técnica independiente. Finalmente se estableció las características fotométricas correspondientes a los ángulos de visibilidad geométricos con base a las regulaciones de la UE con un análisis respecto a la normativa nacional.

ABSTRACT

The present degree project describes the technical processes and equipment for the homologation of lighting and signaling devices of motor vehicles. The first chapter describes the fundamental aspects for the homologation process based on national and international regulations. On the second chapter, the vehicle categorization was defined according to the NTE INEN 2656:2016 standard; the color specifications of the lighting and signaling devices was defined according to the CIE (International Commission on Illumination), required as reference for the photometric evaluation at the American and European level; the analysis of the NTE INEN 1155:2015 standard, the Federal Motor Vehicle Safety Standard FMVSS No.108 and EU regulations, technical aspects such as: color, position, location and photometric properties were considered. Finally, Guerchet's methodology was used to establish the area required for the development of tests and the definition of the minimum equipment required for the evaluation of the lighting and signaling devices of motor vehicles. On the third chapter, a comparison was made based on the analysis of the data obtained from the national and international regulations, concluding with a summary of the fundamental differences between regulations. The physical space necessary for the evaluation of the lighting and signaling devices was specified by a plant distribution of the photometric and wear test areas. The testing equipment was defined with the minimum specifications based on the testing requirements established in the US and EU regulations. A description of the administrative process and tests were defined by test flow diagrams complemented with the specific requirements that each device an independent technical unit must fulfill. Finally, the photometric characteristics corresponding to the geometric visibility angles were established based on EU regulations with an analysis regarding to national regulations.

INTRODUCCIÓN

La evolución de los sistemas de iluminación en el vehículo ha llevado a convertir a los dispositivos de iluminación y señalización en elementos primordiales del sistema de seguridad activa del vehículo. Estos dispositivos cumplen el propósito principal de satisfacer la función de “ver y ser vistos”. (Doblado & Ros, 2016, pág. 126). Contribuyendo a disminuir el índice de accidentes de tránsito causado por una deficiente iluminación en los vehículos automotores.

Las normativas y reglamentos que regulan la correcta instalación y funcionamiento de los dispositivos de iluminación y señalización alrededor del mundo son varias, entre las que más se destacan se encuentran los reglamentos europeos y estándares de los EE. UU. Los reglamentos europeos establecen la homologación de los dispositivos de iluminación y señalización para la instalación de estos dispositivos en el vehículo, exigiendo pruebas especialmente designadas a comprobar las características fotométricas y pruebas físicas con el fin de verificar la estabilidad de la iluminación en condiciones adversas. Al igual que los reglamentos europeos, en los EE. UU. el estándar FMVSS No. 108 establece características de instalación y funcionamiento con un proceso diferenciado del europeo que consiste en una auto certificación.

En el país la normativa vigente que regula la instalación de los dispositivos de iluminación es la NTE INEN 1155: 2015 que establece requisitos en cuanto a la instalación y presencia de estos. Sin embargo, el cumplimiento de estos requisitos es deficiente en la fabricación de carrocerías a nivel nacional. En consecuencia, presenta sistemas que no cumplen con las exigencias y finalidad de los dispositivos de iluminación y señalización. Debido a esto se requiere de un análisis de las especificaciones técnicas vigentes en la normativa y una propuesta para la homologación de los dispositivos de iluminación y señalización a nivel nacional. Garantizando que se cumpla con requerimientos de pruebas, requisitos técnicos y equipamiento para la homologación de esta clase de dispositivos.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ANTECEDENTES

Los dispositivos de iluminación y señalización en el vehículo son un grupo de unidades lumínicas montados o instalados en la parte frontal, lateral o trasera de un vehículo. Su propósito es proveer de iluminación al conductor del automóvil en condiciones de baja visibilidad (López & Dávila, 2011, pág. 25), satisfaciendo debidamente la función de "ver y ser vistos" (Doblado & Ros, 2016, pág. 126). De esta manera se consigue aumentar la claridad del vehículo, ofreciendo a los demás usuarios de la vía información sobre la presencia, posición, tamaño, velocidad o dirección del vehículo y sobre las intenciones del conductor (López & Dávila, 2011, pág. 25).

La importancia de una buena iluminación y señalización en el vehículo queda de manifiesto por el hecho, científicamente contrastado de que el 90 por ciento de todos los datos que precisa un conductor se perciben a través de la vista, mientras que el 10 por ciento restante se perciben por el oído y el sentido del equilibrio (Ralló & Torrents, 2017, pág. 3). Esto se refleja en la proporción de accidentes mortales acontecidos durante la noche. La causa es debido a la reducción de la agudeza visual en un 70 por ciento respecto a la conducción diurna, y el sentido de profundidad menor, es decir que se reduce nuestra capacidad para detectar objetos y su distancia (Comisariado Europeo del Automóvil (CEA), 2017, pág. 16). Adicionalmente, el sentido visual del conductor es propenso a sufrir una distracción, bajo factores de sensibilidad al contraste, así como la habilidad para percibir distancias bajo un campo de visión menor (Ortiz Toapanta, 2017, pág. 26).

Según datos del INEC respecto a las estadísticas de transporte: “se registraron 2 237 264 vehículos matriculados en Ecuador, con un incremento anual de 9,5 por ciento” (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), 2017, pág. 14). Las provincias donde se evidencia una mayor concentración son: Guayas y Pichincha, respecto a las demás provincias del país,

donde el incremento ha sido menor (Comunidad Andina, 2017, pág. 3). Por otro lado, el INEC registra información sobre accidentes de tránsito, con un índice de 19 460 víctimas mortales en los últimos diez años (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), 2017, pág. 42), siendo la noche el periodo del día más peligroso a pesar de la baja intensidad de tráfico (Comisariado Europeo del Automóvil (CEA), 2017, pág. 5). Este dato revela que a pesar de ser menor el número de vehículos que circulan por las vías en horas de la noche, tienen una mayor probabilidad de verse implicados en un siniestro con consecuencias fatales o graves.

En Europa los dispositivos de iluminación y señalización son los componentes del automóvil a los que más reglamentos de homologación se les dedican, debido fundamentalmente al elevado número de dispositivos existentes. Las pruebas a las que son sometidos los dispositivos de alumbrado y señalización antes de su homologación son muy numerosas y diversas. Las más importantes son las destinadas a verificar las propiedades lumínicas de los dispositivos. Pero también se realizan pruebas destinadas a comprobar la estabilidad de la iluminación en condiciones adversas de suciedad, calor, resistencia a fluidos y largos periodos de funcionamiento.

Siendo la iluminación y señalización uno de los sistemas de seguridad más importantes del vehículo, es quizás uno de los conjuntos a los que menos atención se les presta en cuanto a mantenimiento y control se refiere en los centros de revisión vehicular en el país. En gran parte es consecuencia a la deficiencia de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155:2015, donde hay factores que no se toman en cuenta para la evaluación correcta de los dispositivos de iluminación y señalización. Del mismo modo al tener una Normativa deficiente, el control que se proporciona respecto al cumplimiento de estándares de seguridad mínimos requeridos en la fabricación de carrocerías de autobuses y unidades de carga en el país es recíproco.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155:2015, establece los dispositivos mínimos de alumbrado, espejos retrovisores y señalización luminosa que deben tener incorporados los vehículos automotores. Con el propósito de garantizar la máxima

visibilidad del conductor y advertir de la presencia y movimientos del vehículo a los peatones y otros conductores que circulan en el área. Aplica a los vehículos automotores clasificados de acuerdo con la NTE INEN 2656: 2016 vigente y a toda clase de vehículos que circulen por las vías públicas según lo dispone la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV). La regulación anterior establece que los dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa estarán instalados y ubicados de tal modo que; en condiciones normales de uso y a pesar de vibraciones a las que pudieran estar sometidos, se asegure su buen funcionamiento. Además, se define el color, ubicación y número para los faros delanteros, luces indicadoras (delanteras, laterales y posteriores), catadióptricos y luces de niebla (delanteras y traseras).

En el país la evaluación de los dispositivos de iluminación y señalización luminosa se realiza mediante la Revisión Técnica Vehicular. La misma que tiene como objetivo: dar cumplimiento con las disposiciones establecidas, mejorar la calidad de vida y seguridad ciudadana, reducir el índice de accidentabilidad y contribuir a la mejora del medioambiente. Las pruebas que se realizan en el proceso de revisión vehicular se dividen en dos etapas. Una primera destinada a la inspección visual documentada; la cual consiste en revisar el estado y/o existencia de cada dispositivo de iluminación y señalización, una segunda donde se realiza la verificación del funcionamiento; intensidad y alineación de las luces del vehículo.

1.3. PROSPECTIVA

La iluminación y señalización deben responder a diferentes condiciones luminosas y de refracción, no solo en el día, sino también en túneles y en condiciones atmosféricas diferentes, incluidas lluvia, niebla o nieve. También demandan una mejor iluminación en las curvas y en los laterales de la carretera. Debido a esto, se han desarrollado dispositivos que ayudan a mejorar estas condiciones.

El Sistema Avanzado de iluminación Frontal (AFS) consiste en un sistema luminoso dinámico que proporciona la mejor iluminación posible de la calzada, teniendo en cuenta la velocidad y fuerza aplicada al ángulo de dirección. Con los faros con sistema AFS se pueden crear diversas

distribuciones predefinidas de la luz. El ajuste de la distribución de la luz se realiza dependiendo de la velocidad del vehículo, del tipo de calzada y de las condiciones meteorológicas. Representando una enorme mejora con respecto a la tecnología convencional de iluminación para automóviles (Doblado & Ros, 2016, pág. 160).

Otro sistema que se ha desarrollado en la última década es la luz para curvas con un sistema dinámico o estático. Con luces estáticas para curvas, se enciende un faro a un lado y/o se aumenta su brillo. Una luz dinámica para curvas se consigue girando el haz de luz total, según el radio de la curva. Esta puede ser a ambos lados del coche o con el faro interno a la curva. Se controla girando el volante o mediante una aceleración lateral y puede iluminar áreas adicionales al lateral del vehículo. Esta es una función de iluminación para usarse a bajas velocidades, en curvas cerradas y para entradas estrechas. La gran ventaja de este tipo de luces es evitar el deslumbramiento de los conductores en sentido contrario (Llanos López, 2017, pág. 227).

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los dispositivos de iluminación y señalización constituyen en conjunto de elementos esenciales para garantizar la seguridad del vehículo. Tiene el objetivo de proporcionar al conductor y su entorno la iluminación necesaria para “ver y ser vistos” (Doblado & Ros, 2016, pág. 126).

La problemática surge entorno a la evaluación de los dispositivos de iluminación y señalización que se realizan en el país. Si bien, las personas y/o empresas destinadas a la fabricación de carrocerías de autobuses y unidades de carga deben cumplir con la normativa NTE INEN 1155:2015, se puede evidenciar la presencia y funcionalidad desatinada de estos dispositivos. Gran parte del problema quizás no es responsabilidad de los fabricantes, sino más bien de instalaciones artesanales que se realizan posteriormente sin ningún criterio.

El control de los requisitos mínimos se realiza mediante la revisión técnica vehicular RTV, la cual consiste en una comprobación documentada de la presencia de estos dispositivos y una evaluación, donde se prueba la alineación de los faros principales. Sin embargo, en la normativa misma no se define un método de evaluación concreto para la comprobación de estos dispositivos con relación a normativas similares de otros países. Limitando su control a

requisitos técnico que no garantizan la eficiencia de la iluminación instalada y puedan ayudar para la homologación de este tipo de dispositivos en el país.

1.5. DELIMITACIÓN

El presente proyecto se realizó desde el mes de febrero del 2019 hasta octubre del 2020

1.6. OBJETIVO GENERAL

Definir los procesos técnicos y equipos para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización en vehículos automotores.

1.6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la normativa nacional e internacional referente a dispositivos para mantener y mejorar la visibilidad en vehículos automotores.
- Definir los requisitos técnicos mínimos para los sistemas de iluminación y señalización en vehículos automotores.
- Especificar la infraestructura y equipamiento necesario para la evaluación de dispositivos de iluminación y señalización en vehículos automotores.
- Determinar los ensayos necesarios para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización en vehículos automotores.

1.7. ALCANCE

La presente investigación propone definir un proceso técnico para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización luminosa. Se especificarán requerimientos básicos de infraestructura, y equipamiento para la realización de pruebas en los distintos dispositivos de iluminación.

El tipo de vehículo a ser evaluado para la homologación serán autobuses y unidades de carga incluyendo a remolques y semirremolques, especialmente a unidades de fabricación nacional que no cuenten con una homologación internacional. Se revisarán requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155:2015 y regulaciones internacionales referentes a dispositivos para mantener y mejorar la visibilidad del vehículo, donde involucren procesos de homologación que serán la base para el funcionamiento del centro de homologación en el país. En el estudio no se llegará a concretar con la implementación del centro de homologación, únicamente se definirá los procesos técnicos y equipamiento para ejecutar este proceso a nivel nacional.

1.8. JUSTIFICACIÓN

Debido a la falta de control y evaluación que se realiza a autobuses y unidades de carga como remolques y semirremolques, con respecto al uso e instalación de dispositivos de iluminación y señalización luminosa, es necesario un análisis de los requerimientos que establece la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155:2015 y su repercusión en la seguridad vial y ciudadana. En comparación con otros países dentro y fuera de la región se puede evaluar la efectividad del proceso técnico que se lleva a cabo en el país.

El proyecto de investigación está inmerso dentro de los lineamientos propuestos en El Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Cumpliendo con uno de los objetivos que trata de: “Incentivar una sociedad participativa...” y menciona en su apartado 7.6 que es “Mejorar la calidad de las regulaciones y simplificación de trámites para aumentar su efectividad en el

bienestar económico, político social y cultural.”, resaltando un punto importante para el proceso de evaluación vehicular (Senplades, 2017, pág. 100).

Otro objetivo inmerso es el de “Impulsar la productividad y competitividad...” mediante la política de “Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades”, ayudando a cumplir con el propósito de proporcionar información relacionada a problemas de interés público y aún más con la seguridad ciudadana (Senplades, 2017, pág. 80). De igual manera con un enfoque de los lineamientos para el cambio de la Matriz Productiva y Energética del Ecuador, con una evaluación del uso de recursos para beneficio de la ciudadanía.

La información que se presenta servirá para el mejoramiento de los procesos de evaluación técnicos vehiculares que se realicen dentro del país. Asegurando que cuenten con garantías internacionales respecto a la homologación de dispositivos de iluminación y señalización luminosa en autobuses y vehículos de carga.

1.9. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La evaluación de la conformidad consiste en la comprobación del cumplimiento de todos los requisitos de algún sistema, organismo o producto. Contempla ensayos, inspecciones, certificaciones y la acreditación de los organismos que tienen como misión la evaluación de la conformidad a nivel nacional e internacional.

1.9.1. ACREDITACIÓN

La acreditación consiste en una serie de evaluaciones donde se determina la competencia técnica, imparcialidad y transparencia de los Organismos Evaluadores de la Conformidad (OEC). Dentro de los organismos se encuentran laboratorios y entidades de inspección o de certificación. De acuerdo con normas internacionales se verifica que un producto, proceso,

sistema, persona u organismo cumpla con una serie de requisitos para garantizar la calidad y generar confianza (Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), 2020, pág. 2).



Figura 1.1 Organismos de acreditación
(Escuela Técnica Superior de Cataluña, 2014, pág. 25)

En la Figura 1.1 se ilustra un organigrama de los organismos de acreditación involucrados en el proceso de certificación de productos, sistemas de calidad, sistemas de gestión medio ambiental y personal. De acuerdo con normativas internacionales como la ISO 9001 y sistemas particulares de certificación.

1.9.1.1. Proceso de acreditación

El proceso de acreditación se realiza en función de la Norma ISO/IEC 17025. La norma establece requisitos para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración. En el país el organismo oficial de acreditación es el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE). El proceso se ejecuta de forma imparcial y confidencial (Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), 2020, pág. 1).

1.9.2. HOMOLOGACIÓN

La homologación es el procedimiento mediante el cual una autoridad certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las disposiciones administrativas y los requisitos técnicos (Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, 2018, pág. 11). En particular, la homologación de dispositivos debe estar bien definida por un símbolo, el mismo que es otorgado tras la aprobación de construcción y funcionamiento. El organismo destacado para la ejecución del proceso es la Comisión Económica para Europa (ECE). En el Ecuador el organismo que desempeña la función de regular y controlar procesos es el Servicio Ecuatoriano de Acreditación (SAE), conjuntamente con las disposiciones de homologación vehicular a cargo de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) (Reglamento ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, Modificación 2016, págs. 27-28).

1.9.2.1. Homologación por etapas

La homologación por etapas consiste en obtener por fases el conjunto completo de certificados de homologación de tipo UE o certificados de homologación de tipo. Las partes que involucran a esta clase de proceso son: sistemas, componentes y unidades técnicas independientes del vehículo. Como fase final resulta en la homologación de tipo de vehículo entero (Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, 2018, pág. 29).

1.9.2.2. Homologación de tipo

La homologación de tipo es el procedimiento mediante el cual un estado miembro de la Comisión Económica para Europa (ECE) certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos pertinentes (Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, 2018, pág. 30).

1.9.2.3. Homologación de tipo de componente

Este tipo de homologación se caracteriza por ser un proceso independiente. Una autoridad se encarga de certificar que un componente del vehículo cumple con las disposiciones administrativas y los requisitos técnicos mínimos para su homologación (Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, 2018, pág. 31).

1.9.2.4. Proceso de homologación

El procedimiento para la homologación se basa en comprobación de las características técnicas que debe cumplir cada vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente. Estos requisitos deben basarse en una reglamentación nacional o internacional para su validación. En el país se debe cumplir con la reglamentación de requisitos mínimos de seguridad establecidas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034:2015 (4R).



Figura 1.2 Proceso de homologación
(Escuela Técnica Superior de Cataluña, 2014, pág. 25)

En la Figura 1.2 se muestra los actores involucrados, requisitos del sistema de calidad, fases del proceso y la documentación respectiva que certifica el cumplimiento de todos los requisitos necesarios para la concesión de la homologación.

1.9.3. CERTIFICACIÓN

Según la definición de la norma UNE-EN 45020, la certificación es el proceso mediante el cual una tercera parte da garantía escrita de que un producto, proceso o servicio cumple con requisitos específicos de una norma. Este proceso es llevado a cabo por una entidad reconocida como independiente debidamente identificada por la Norma ISO 17025. Esta norma determina la competencia técnica del personal y la validez técnica de las operaciones de la entidad (Asociación Española Para la Calidad (AEQ), 2019, pág. 3).

1.9.4. AUTO CERTIFICACIÓN

Es la declaración escrita por parte del fabricante de que un vehículo o componente cumple de manera individual los requerimientos definidos por una determinada reglamentación. El proceso es reconocido por tener mayor flexibilidad con el fabricante y un menor control administrativo. La desventaja de este tipo de proceso se presenta al tener un coste más alto para el estado en el control de mercado (Escuela Técnica Superior de Cataluña, 2014, pág. 55). Los países que cuentan con este tipo de proceso son: Australia, Canadá, Centro América (Costa Rica Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua), Corea del Sur, Estados Unidos, Hong Kong, México, Panamá, Singapur, Nueva Zelanda, y Brunei Darussalam (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI), 2020, págs. 12-13).

1.10. CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS

El Reglamento a Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (LTTTSV) establece regulaciones para los automotores y vehículos de tracción humana, animal y mecánica que

circulen, transiten o utilicen las carreteras y vías públicas en el país. Su cumplimiento se regula mediante disposiciones generales y específicas aplicadas a cada tipo de vehículo, garantizando que se cumplan con las condiciones idóneas para la circulación y seguridad dentro del territorio (Reglamento ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, Modificación 2016, pág. 91).

1.10.1. VEHÍCULOS COMERCIALES

Los vehículos comerciales se caracterizan por el grado de eficiencia económica al tener una relación entre el espacio aprovechable al volumen promedio del vehículo y de la carga útil al peso bruto del vehículo. Se puede diferenciar dos clases: los vehículos con capó que disponen del motor más adelantado que la cabina y los de cabina adelantada con motor debajo de la cabina (BOSCH Robert, 2014, pág. 1022).

1.10.1.1. Categorización vehicular

La categorización vehicular consiste en clasificar cada vehículo en las categorías y subcategorías pertenecientes. La determinación de la categoría se realiza en función del propósito, diseño, número de plazas y Peso Bruto Vehicular (PBV). En la Tabla 1.1 se detalla el objeto y aplicación de la norma NTE INEN 2 656:2016, la cual establece requisitos que los vehículos deben cumplir con relación a la categorización vehicular (Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), Primera Revisión 2016, pág. 1).

Tabla 1.1 Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 656:2016

Normativa ecuatoriana para la clasificación vehicular	
	Objeto y campo de aplicación
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2656: 2016 CLASIFICACIÓN VEHICULAR	-Esta norma establece la clasificación de los vehículos motorizados y no motorizados, identificados mediante características generales de diseño y uso. -Esta norma se aplica a todos los vehículos diseñados para circulación terrestre (vehículos motorizados y unidades de carga). Se incluye además maquinaria agrícola y para silvicultura, no incluye maquinaria industrial ni equipo caminero

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), Primera Revisión 2016, pág. 1)

1.11. LÁMPARAS DE USO AUTOMOTRIZ

La tecnología de la iluminación enfocada a la industria automotriz presenta un gran avance en los últimos tiempos. Principalmente en la creación de bombillas usadas en distintas aplicaciones para el vehículo. Las más conocidas son las bombillas incandescentes, halógenas, xenón y LED.

1.11.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE ILUMINACIÓN

Los términos básicos usados para la medición de luminarias son aquellos destinados a la comprobación de factores luminosos. Las mediciones permiten evaluar las propiedades de las lámparas, pilotos y faros instalados en el vehículo, con el propósito de garantizar su funcionamiento de acuerdo con los requerimientos establecidos de fabricación y homologación para su libre circulación (HELLA GmbH & Co. KGaA, 2016, pág. 4).

La Tabla 1.2 contiene los términos más comunes dentro del campo de aplicación de la iluminación. Se presenta su magnitud, símbolo y unidad de medida correspondiente. Su uso tiene el propósito de evaluar magnitudes físicas de faros, lámparas y dispositivos de señalización del vehículo.

Tabla 1.2 Términos y definiciones de iluminación

Términos y definiciones de iluminación			
Magnitud	Símbolo	Definición	Unidad
Cantidad de luz (caudal luminoso)	Q	Producto de flujo luminoso por su duración.	Lumen \times segundo
Intensidad luminosa	I	Cociente del flujo luminoso que abandona una superficie y que se propaga en un elemento de ángulo sólido contenido en la dirección dada.	Candela (Cd)
Ángulo sólido	Ω	Espacio limitado en una esfera por una zona superficie y que se propaga en un elemento de ángulo sólido contenido en la dirección dada.	Estereorradián (srt)
Transmitancia	T	Relación entre el flujo transmitido por un cuerpo y el flujo recibido.	%

Tabla 1.2 Términos y definiciones de iluminación (**Continuación...**)

Términos y definiciones de iluminación			
Magnitud	Símbolo	Definición	Unidad
Nivel de iluminación	E	Coefficiente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de superficie, por el área de este elemento	Lux (lx)
Eficiencia luminosa (eficacia luminosa o rendimiento)	ε	Relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente luminosa y la potencia eléctrica absorbida	Lumen/vatio (lm/W)
Coefficiente de utilización	η	Relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente luminosa y el flujo emitido por la fuente luminosa.	%
Luminancia (brillo)	L	Intensidad luminosa de una superficie emitida en una dirección dada, por unidad del área proyectada de la superficie.	Nit (n)
Reflectancia	P	Relación entre el flujo luminoso reflejado por un cuerpo (con o sin difusión) y el flujo recibido.	%
Absortancia	A	Relación entre el flujo luminoso absorbido por un cuerpo y el flujo recibido.	%
Flujo luminoso	Φ	Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en una unidad de tiempo. Luz de radiación visible	Lumen (lm)
Deslumbramiento		Intensidad luminosa de 1 lx a una distancia de 25 metros, de frente a la luz inclinada de un faro delantero a la altura del centro de luz, de donde la luz no destella o deslumbra	cm/m %
Índice de rendimiento cromático	IRC	Capacidad de una fuente luminosa de reproducir los colores con mayor o menor fidelidad, depende de la distribución espectral de la propia fuente de luz.	%

Fuente: (García Trasancos, 2016, pág. 296), (Gil Hernández, 2018, pág. 273) (Ochoa, Crespo, Morales, & Veselinova, 2017, pág. 133), (Roldán Viloria, 2017, pág. 269), (Denton, 2016, pág. 423).

1.11.2. TIPOS DE LÁMPARAS

En el mercado existen diversos tipos de lámparas de uso automotriz. Entre las más conocidas se encuentran las lámparas incandescentes, xenón, halógenas y led. Se clasifican de acuerdo con su eficiencia energética, intensidad luminosa y temperatura de funcionamiento (Doblado & Ros, 2016, pág. 127).



Figura 1.3 Características de lámparas
 (García Trasancos, 2016, pág. 296)

En la Figura 1.3 se muestra una comparación de las características técnicas de las lámparas incandescentes, halógenas, xenón y led usadas en los faros de los vehículos. Propiedades que son consideradas importantes para evaluar el rendimiento luminoso de estos dispositivos.

1.11.2.1. Lámparas incandescentes

Su funcionamiento se basa en pasar una corriente eléctrica por un filamento de wolframio (tungsteno), hasta alcanzar una temperatura tan alta que emita una radiación visible. El filamento se encuentra en una ampolla al vacío o está rodeado de gas inerte como el kriptón (Cantos Serrano & Pérez Llorens, 2018, pág. 81).

1.11.2.2. Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas son un tipo de lámpara incandescente formada por un filamento de tungsteno. El filamento se encuentra dentro de un gas inerte con una pequeña cantidad de halógeno (bromo o yodo). El principio de funcionamiento es similar a una lámpara incandescente, la diferencia radica por tener un filamento más duradero, despidiendo mayor cantidad de luz y es más blanca. La temperatura de funcionamiento es mayor, en consecuencia, la ampolla que tradicionalmente es de vidrio de arena de sílice (vidrio normal), es remplazada por vidrio de cuarzo (Doblado & Ros, 2016, pág. 60).

1.11.2.3. Lámparas de xenón

Las lámparas de descarga de gas sustituyen el filamento de las lámparas de incandescencia por dos electrodos. Su funcionamiento se basa en generar un arco voltaico en presencia de un gas (xenón) y sales metales halogenizadas, contenidas en una ampolla de cuarzo en forma de bulbo. La gran cantidad de luz que emite es de tonalidad blanca y ligeramente azulada. La ventaja que presentan con relación a las lámparas halógenas es un menor consumo (Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018, pág. 68)

1.11.2.4. Lámparas led

Las lámparas LED se caracterizan por contar con un sistema compuesto por diodos emisores de luz. El sistema cuenta con un material semiconductor encapsulado en una diminuta lente de plástico. El principio de funcionamiento se basa en el fenómeno de fosforescencia, generada al hacer pasar corriente eléctrica a baja tensión a través del LED. Su ventaja en comparación a otros sistemas es la generación de mayor iluminación y de un menor consumo (García, Loaiza, & Granada, 2014, pág. 22).

1.11.3 FAROS AUTOMOTRICES

Los faros son equipos luminotécnicos proyectores de luz. Estos dispositivos se equipan en la parte delantera de los vehículos con el fin de alumbrar la calzada y ser vistos por otros conductores (García, Loaiza, & Granada, 2014, pág. 22).

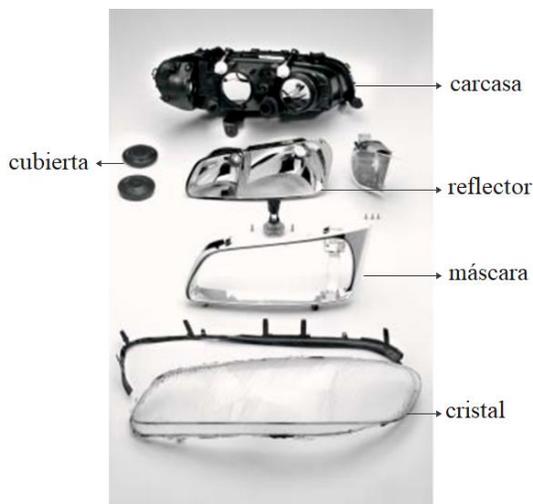


Figura 1.4 Elementos de conformación de un faro
(HELLA GmbH & Co. KGaA, 2016, pág. 17)

En la Figura 1.4 se muestra la estructura básica de un faro delantero de un automóvil. Está formado por un cuerpo o estructura a modo de carcasa sobre la cual se monta el reflector (simple o doble), módulos de proyección y dispersores. Adicionalmente se tiene tornillos de fijación a la carrocería y cableado.

1.11.3.1. Tipos de sistema de faros

Los sistemas usados en los faros se basan en la disposición del reflector. Este tiene la función de capturar la mayor parte posible del flujo luminoso emitido por la lámpara y dirigirlo en dirección hacia la carretera. Existen distintos sistemas que dan forma a estos requisitos de la manera más eficaz posible (HELLA GmbH & Co. KGaA, 2016, pág. 23).

a. Reflector parabólico

El reflector de este tipo posee una superficie parabólica. Su diseño permite que la luz emitida hacia arriba por la lámpara se vea reflejada hacia abajo por el reflector a través del eje óptico y sobre la calzada (Gómez Morales, Martín Navarro, & Gracia, 2017, pág. 420).

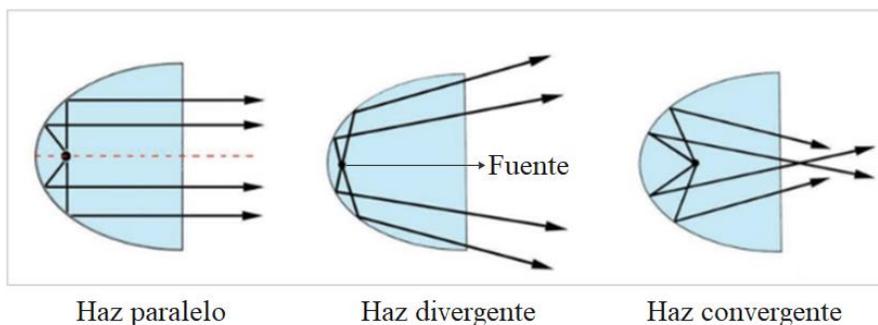


Figura 1.5 Tipos de haz de luz de faros parabólicos
(Denton, 2016, pág. 433)

Como se muestra en la Figura 1.5, los tipos de reflector parabólico varían entorno a la posición entre el foco y la fuente de luz. Entre los tipos de reflector con esta configuración se encuentran los de haz paralelo, haz convergente y haz divergente.

b. Reflector de geometría libre (F.F.)

Este tipo de reflectores se caracterizan por tener una configuración libre que solo puede calcularse y optimizarse con la ayuda de un ordenador. La configuración de este tipo permite que la luz de todos los segmentos del reflector se refleje hacia abajo sobre la calzada sin producir deslumbramientos (Dominguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2014). La mayor ventaja del reflector de geometría libre se logra al poder aprovechar prácticamente toda la superficie del reflector y toda la luz proyectada por la lámpara. Adicionalmente se puede tener diversas y variadas distribuciones de luz sobre la calzada (Llanos López, 2017, pág. 192).

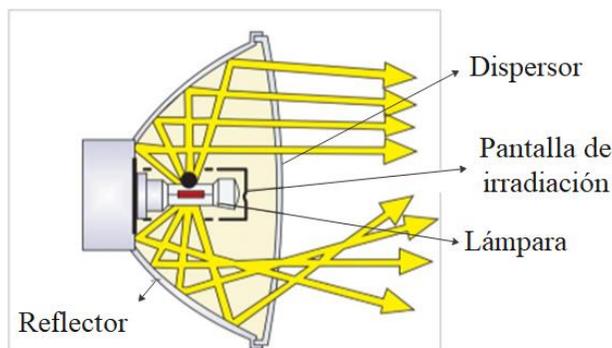


Figura 1.6 Reflector de geometría libre FF
(Llanos López, 2017, pág. 193)

En la Figura 1.6 se muestra la estructura y funcionamiento de un sistema de faro con reflector de geometría libre. Se puede observar el desvío y dispersión de la luz producida directamente por la superficie del reflector.

c. Reflector elipsoidal

Este sistema hace posible tener faros muy compactos y con gran potencia luminosa. Su construcción permite que la luz reflejada por el reflector se concentre en un foco situado entre el panel y la lente, permitiendo la distribución de la luz sobre la calzada a la vez que la amplifica. Un inconveniente de este tipo de reflectores es que también amplifica la suciedad, creando sombras que afectan la visibilidad (Llanos López, 2017, pág. 192).

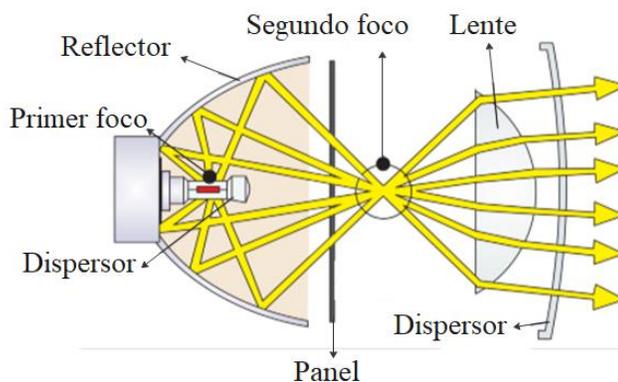


Figura 1.7 Reflector elipsoidal
(Llanos López, 2017, pág. 192)

En la Figura 1.7 se observa las partes de un faro con reflector elipsoidal. Se muestra como el haz luminoso de un primer foco se refleja desde el reflector hasta un segundo foco antes de su proyección a la carretera.

d. Reflector poli-elipsoidal (PES)

Los reflectores con sistema poli-elipsoidal permiten que la luz producida pueda ser tan buena, o en algunos casos mejor que las luces convencionales, a pesar de tener un área de apertura de luz menor. Esto se logra mediante el uso de un reflector elíptico diseñado con una óptica de proyección. Se utiliza un escudo para garantizar un patrón de luz adecuado con una clara línea de corte o incluso una falta intencional de nitidez. Su uso implica bombillas de un solo filamento y forman parte de un sistema de cuatro faros, ideal para vehículos de gran tamaño (Denton , Automobile Electrical and Electronic Systems, 2019, pág. 434).

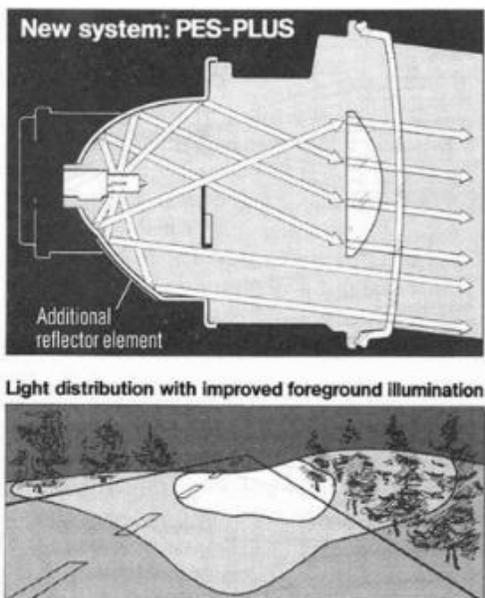


Figura 1.8 Reflector poli-elipsoidal PES
(Denton , Automobile Electrical and Electronic Systems, 2019, pág. 435)

En la Figura 1.8 se muestra la estructura de un sistema de faros con reflector poli-elipsoidal. Se puede apreciar la disposición del haz luminoso del faro y la proyección de luz con iluminación de primer plano en la carretera.

1.12. DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DEL VEHÍCULO

Según (Doblado & Ros) define la función de los dispositivos de iluminación y señalización como elementos para iluminar eficientemente la carretera, proporcionar visibilidad a los usuarios de la vía que circulan en la misma dirección y en sentido inverso. Estos dispositivos permiten identificar al vehículo, con el fin de proporcionar información suficiente de la presencia de este al resto de los usuarios de la vía (pág. 126).

Todos los elementos de iluminación y señalización deben estar homologados de acuerdo con reglamentaciones internacionales en cuanto a la disposición, número, color y propiedades fotométricas, con el fin de garantizar la fiabilidad de los dispositivos instalados en los vehículos. (Hernández Martín & Pérez Belló, 2015, pág. 393).

1.12.1. ILUMINACIÓN FRONTAL DEL VEHÍCULO

La iluminación frontal es parte importante de la seguridad activa del vehículo. Los principales elementos que forman parte de este grupo son los faros de corto y de largo alcance. Estos dispositivos se encuentran instalados de manera que se produzcan la iluminación necesaria frente al vehículo. Adicionalmente se tiene luces complementarias con la finalidad de iluminar en condiciones de visibilidad adversa e informar las intenciones del conductor al momento de circular por la calzada (Villafuerte, Alcívar, & Holguín, 2014, págs. 23-25).



1. Luz de circulación diurna 2. Luz antiniebla 3. Luz de cruce 4. Luz de carretera 5. Luz indicadora de dirección/estacionamiento 6. Luz de gálibo

Figura 1.9 Iluminación frontal del vehículo

<http://trucknbus.hyundai.com/global/es/products/bus/universo>

En la Figura 1.9 se identifica los dispositivos de iluminación frontal del vehículo. Se observa los principales faros con luces de cruce/carretera/direccionales y luces complementarias como las de antiniebla, circulación diurna y de gálibo.

1.12.2. ILUMINACIÓN LATERAL

La función de la iluminación lateral es proporcionar información del vehículo a los demás usuarios de la vía y su entorno. Esta información ayuda a conocer las intenciones de giro del conductor, presencia y posición del vehículo (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, pág. 5).



1. Luz indicadora de dirección/ estacionamiento 2. Luces de posición

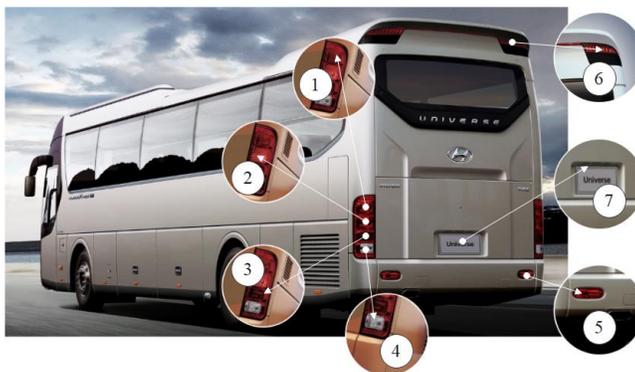
Figura 1.10 Iluminación lateral del vehículo

<http://trucknbus.hyundai.com/global/es/products/bus/universo>

En la Figura 1.10 se muestra los dispositivos que forman parte del grupo de iluminación lateral del vehículo. Estos dispositivos comprenden a las luces indicadoras de dirección/estacionamiento y luces de posición.

1.12.3. ILUMINACIÓN TRASERA DEL VEHÍCULO

La iluminación trasera del vehículo proporciona información a los usuarios de las acciones que precisa el conductor al momento de circular por la calzada. El objetivo es contar con la iluminación necesaria para mitigar accidentes que pueden ser provocados por falencias e inexistencias de estos dispositivos en el vehículo (Villafuerte, Alcívar, & Holguín, 2014, págs. 23-25).



1.Luz de frenado/estacionamiento 2. Luz indicadora de dirección 3. Luz de posición 4. Luz de marcha atrás 5. Luz antiniebla trasera 6. Luz de gálibo 7. Luz de placa de matrícula trasera

Figura 1.11 Iluminación trasera del vehículo

<http://trucknbus.hyundai.com/global/es/products/bus/universo>

En la Figura 1.11 se detalla los dispositivos de iluminación trasera del vehículo. En este grupo se tiene a las luces de frenado, indicadores de dirección, luces de posición, marchas atrás, antiniebla, gálibo y luces de placa trasera.

1.12.4. DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN DEL VEHÍCULO

Los dispositivos de señalización son aquellas unidades destinadas a brindar información suficiente para la identificación del vehículo. Se encargan de advertir a los demás usuarios de la vía sobre la presencia y dimensiones del automóvil.

1.12.4.1. Catadióptricos

Los elementos catadióptricos son dispositivos de señalización que se caracterizan por la reflexión catadióptrica. Este fenómeno es causado debido a que la luz se refleja en direcciones próximas de donde la luz procede. Esta propiedad se mantiene aun a pesar de que se produzcan variaciones importantes del ángulo de iluminación. Se clasifican según sus características fotométricas en tres categorías denominadas: clase IA o IB, clase IIIA o IIIB, y clase IVA. (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 23 de julio 2011, pág. 2).

1.12.4.2. Mercado de alta visibilidad

El mercado de visibilidad es el encargado de aumentar la visión de un vehículo visto desde la parte lateral o trasera. En caso de ser instalados en remolques su visión incluye la parte delantera. Al igual que los dispositivos catadióptricos su función es reflejar la luz procedente de una fuente luminosa independiente. La ubicación de estos dispositivos se realiza de manera parcial o total dependiendo del tipo de vehículo (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, pág. 4).



1. Mercado de visibilidad 2. Catadioptrico trasero triangular

Figura 1.12 Mercado de alta visibilidad y catadióptricos
<https://es.grote.com/markets/heavy-duty-trailer-lights/>

En la Figura 1.12 se observa la disposición del mercado de visibilidad en la parte lateral y posterior de un semirremolque. Además, se muestra un dispositivo catadióptrico de forma triangular instalado en la parte posterior de un remolque.

1.12.5. GEOMETRÍA PARA LA INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS

La ubicación de los dispositivos de iluminación y señalización en el vehículo está regulada bajo reglamentos de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) y el Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (FMVSS No. 108). Para la instalación de estos dispositivos se toman ciertos puntos de referencia del vehículo con el fin de tener simetría en todos los dispositivos instalados.

1.12.5.1. Planos de referencia

El sistema de referencia de tres dimensiones está definido por tres planos ortogonales determinados por el fabricante del vehículo. Se utiliza para determinar la relación dimensional entre las posiciones de los puntos previstas en los dibujos y su posición real en el vehículo. De esta manera ayuda al posicionamiento, comprobación y ubicación de los distintos elementos de constitución del vehículo (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), 2010, pág. 1).

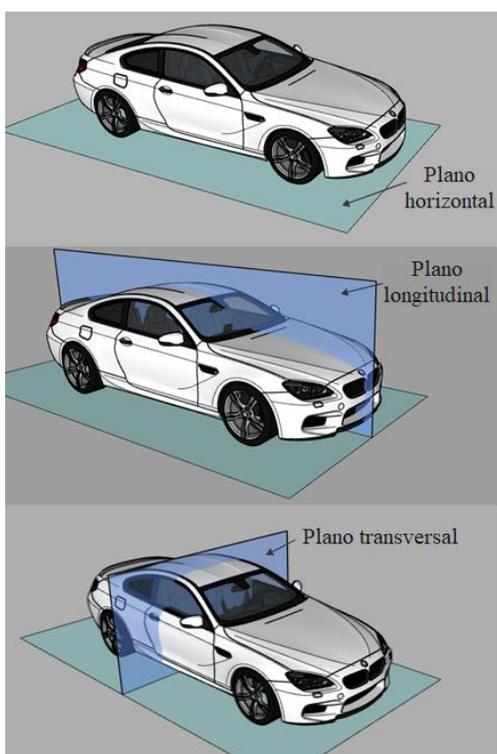


Figura 1.13 Planos de referencia del vehículo

Fuente: Autor

En la Figura 1.13 se muestra los tres planos ortogonales: horizontal, longitudinal y transversal. Estos planos son usados de referencia para la instalación de los dispositivos de iluminación y señalización en el vehículo, garantizando la simetría en el proceso.

1.12.5.2. Borde exterior extremo

Ubicado a cada lado del vehículo, es el plano paralelo al plano longitudinal medio en contacto con su borde exterior lateral. No se toman en cuenta salientes de los neumáticos, dispositivos antideslizantes montados en las ruedas y dispositivos de visión indirecta (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, pág. 7).

1.12.5.3. Ángulos geométricos

Los ángulos de visibilidad geométrica determinan el campo del ángulo sólido mínimo en el que la superficie aparente de la luz debe ser visible. Este campo viene determinado por los segmentos de la esfera cuyo centro coincide con el centro de referencia de la luz y el eje es paralelo al suelo. Son representados mediante ángulos horizontales (β) que corresponden a la longitud y los ángulos verticales (α) a la latitud (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, pág. 7).

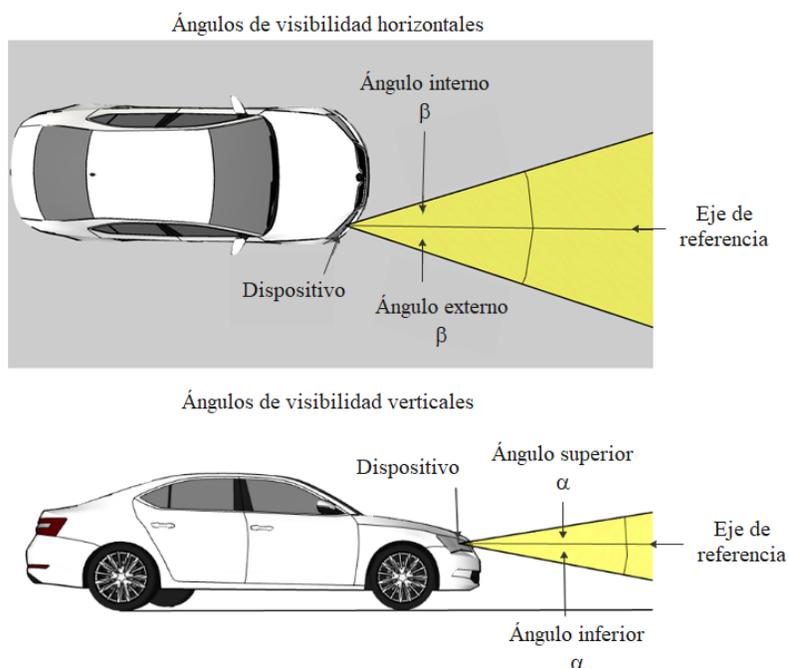


Figura 1.14 Ángulos de visibilidad geométricos
Fuente: Autor

En la Figura 1.14 se especifica los ángulos de visibilidad geométricos correspondientes a los ángulos horizontales y verticales. Estos segmentos se determinan con relación al eje de referencia del dispositivo de iluminación establecido por el fabricante.

1.12.5.4. Eje de referencia

El eje de referencia está determinado por las líneas formadas por la intersección de un plano vertical y horizontal a través de la fuente de luz del dispositivo y una pantalla de prueba, se designan como V y H respectivamente. El punto de intersección de estas dos líneas es designado como H-V. Los otros puntos en la pantalla de prueba se miden en términos de grados desde las líneas H y V (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 686).

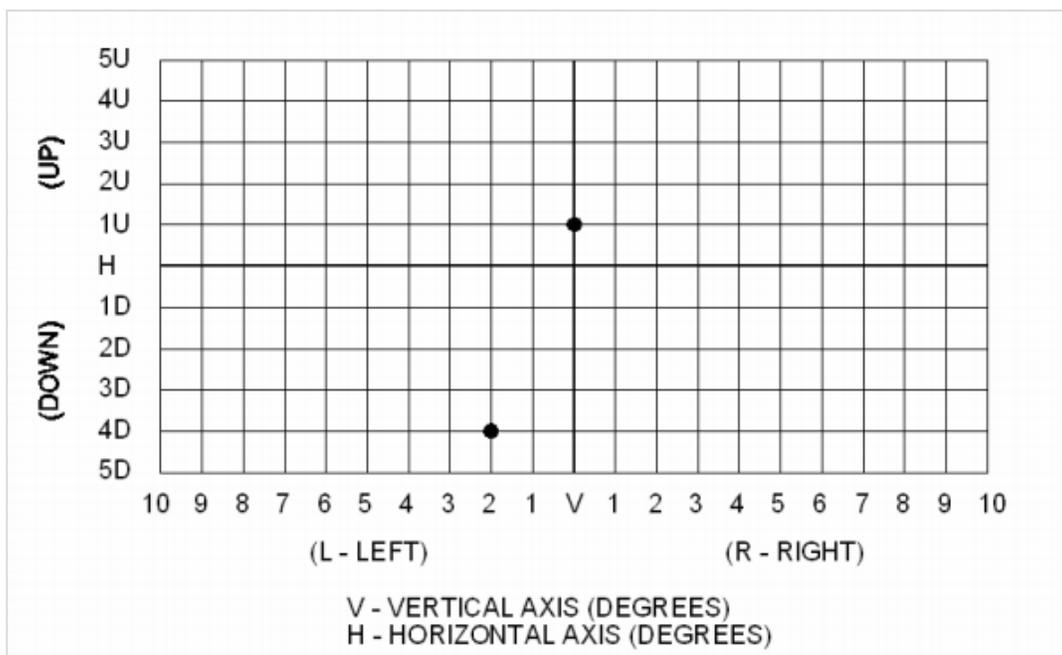


Figura 1.15 Ejes de referencia para comprobación fotométrica

(Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 686)

En la Figura 1.15 se observa el eje de referencia para la medición de ángulos fotométricos. Los ángulos se denominan R hacia a la derecha y L hacia izquierda de la línea vertical V. Del mismo modo, los ángulos respecto a la línea horizontales H hacia arriba se designan como U y los ángulos hacia abajo son designados como D.

1.13. NORMATIVAS Y REGLAMENTOS DE HOMOLOGACIÓN

A nivel nacional e internacional la homologación de dispositivos de alumbrado y señalización se ha convertido en algo necesario para mejorar la seguridad activa del vehículo. Para regular el proceso de homologación se han establecido algunas normativas a nivel mundial



Figura 1.16 Reglamentación vehicular a nivel mundial
(Laguna Gómez, 2017, pág. 3)

En la Figura 1.16 se muestran las normativas y reglamentos a nivel internacional comprendidas en el marco de análisis para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización. Entre las más importantes están: El Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados de los EE. UU. y reglamentos de la UE.

1.13.1. REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO

Las disposiciones a nivel nacional referentes a dispositivos de iluminación y señalización luminosa están comprendidas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 (4R) y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155: 2015. Estas normas definen el equipamiento mínimo de seguridad y requisitos técnicos mínimos para su instalación.

En la Tabla 1.3 se expone el alcance y aplicación concerniente al reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 034 (4R) y la NTE INEN 1 155: 2015. Estas normas son establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Tabla 1.3 Normativas nacionales de iluminación y señalización

REGLAMENTACIÓN TÉCNICA ECUATORIANA	
Normativa Nacional	Alcance y aplicación
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 (4R)	Establece los dispositivos mínimos de seguridad para vehículos automotores que circulen en territorio ecuatoriano y aplica a todo vehículo que va a ingresar al parque automotor, sean importados o fabricados en el país.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155: 2015	Establece los dispositivos mínimos de alumbrado, espejos retrovisores y señalización luminosa para los vehículos automotores, y garantizar la máxima visibilidad del conductor, y para que la presencia y movimientos del vehículo sean fácilmente advertidos por parte de los peatones y otros conductores que circulan en el área. Esta norma aplica a los vehículos automotores clasificados según la NTE INEN-ISO 3833 vigente y a toda clase de vehículos que circulen por las vías públicas.

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), Cuarta Revisión 2016, págs. 13-15), (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), Tercera revisión 2015, págs. 4-11)

1.13.2. DIRECTIVAS Y REGLAMENTACIÓN EUROPEA

En la comunidad Europea todos los países miembros cuentan con dos fuentes de normativa. Los emitidos por la Unión Europea (UE) son normas obligatorias para los países de la Unión Europea. Por otra parte, los reglamentos ECE que emite la ONU son normas de aplicación voluntaria. Los contenidos técnicos son idénticos o muy similares. La diferencia entre una y otra puede derivarse a los ritmos de publicación y adopción (Escuela Técnica Superior de Cataluña, 2014, pág. 26).

En la Tabla 1.4 se menciona los reglamentos establecidos a nivel europeo para la homologación e instalación de dispositivos de iluminación y señalización de vehículos automotores.

Tabla 1.4 Regulaciones de la UE de homologación de dispositivos de iluminación y señalización

Regulaciones europeas referentes a dispositivos de iluminación y señalización	
No. de Reglamento	Disposición
Reglamento CEPE/ONU 48	Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de vehículos con respecto a la instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.
Reglamento CEPE/ONU 112	Prescripciones uniformes sobre la homologación de los faros de los vehículos de motor que emiten un haz de luz de cruce o haz de luz de carretera asimétricos, o ambos, y están equipados con lámparas de incandescencia.
Reglamento CEPE/ONU 113	Prescripciones uniformes sobre la homologación de los faros de los vehículos de motor que emiten un haz de luz de cruce o haz de luz de carretera simétricos, o ambos, y están equipados con lámparas de incandescencia
Reglamento CEPE/ONU 3	Disposiciones uniformes sobre la aprobación de dispositivos retro reflectantes para vehículos de motor y sus remolques.
Regulación CEPE/ONU 4	Disposiciones uniformes para la homologación de los dispositivos para el alumbrado de las placas de matrícula trasera de los vehículos a motor y sus remolques
Reglamento CEPE/ONU 6	Disposiciones uniformes sobre la aprobación de indicadores de dirección para vehículos de motor y sus remolques
Reglamento CEPE/ONU 7	Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de luces de posición delanteras y traseras, luces de frenado y luces de posición final para vehículos de motor (excepto motocicletas) y sus remolques.
Reglamento CEPE/ONU 19	Disposiciones uniformes relativas a la homologación de las luces antiniebla delanteras de vehículos a motor
Reglamento CEPE/ONU 23	Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de luces de marcha atrás para vehículos de motor y sus remolques.
Reglamento CEPE/ONU 38	Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de faros antiniebla traseros para vehículos de motor y sus remolques
Reglamento CEPE/ONU 77	Prescripciones uniformes sobre la homologación de las luces de estacionamiento de los vehículos de motor
Regulación CEPE/ONU 87	Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de luces de circulación diurna para vehículos de motor
Reglamento CEPE/ONU 91	Disposiciones uniformes para la homologación de luces de posición laterales para vehículos de motor y sus remolques
Reglamento CEPE/ONU 104	Disposiciones uniformes sobre la homologación de los marcados retro reflectantes para vehículos de motor de las categorías M, N y O

Fuente: (Comunidad Económica Europea (CEE), 6 de junio 2018, págs. 8-10)

Los reglamentos comprenden una serie de pruebas, principalmente destinadas a la comprobación de propiedades fotométricas y colorimétricas de los dispositivos de iluminación y señalización. En algunos casos es necesario ensayos adicionales destinados a comprobar la resistencia física y química.

El proceso de homologación existente en la comunidad europea se caracteriza por ser un método mucho más riguroso. Este es realizado por entes certificados a nivel internacional para la aprobación técnica de componentes. Se obtiene mayor protección técnica y control administrativo, en consecuencia, los procesos son más fiables y garantizados a nivel mundial (Escuela Técnica Superior de Cataluña, 2014, pág. 54).

1.13.3. NORMATIVA NORTEAMERICANA

En Norteamérica la regulación para los elementos de alumbrado y señalización instalados en los vehículos es el Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (FMVSS) No. 108 basado en informes de la Sociedad de Automoción Ingenieros (SAE). Esta regulación comprende una serie de pruebas especialmente dedicadas a comprobar las propiedades fotométricas de lámparas y dispositivos de señalización. Sin embargo, se menciona otras pruebas se encargan de la comprobación física de materiales de las unidades independientes.

El proceso de aprobación usado en los EE.UU. es la autocertificación. Este método posee la característica de ser más flexible para el fabricante y tener un menor control administrativo. La desventaja radica en involucrar un coste mayor para el estado en control de mercado (Escuela Técnica Superior de Cataluña, 2014, pág. 54).

En la Tabla 1.5 se menciona el Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (FMVSS) No.108 correspondiente a los requisitos de lámparas y dispositivos reflectantes instalados en vehículos. Se señala su respectivo propósito y aplicación de manera general.

Tabla 1.5 Normativa de regulación de los elementos de iluminación y señalización

REGULACIÓN DE LOS EE. UU. PARA ELEMENTOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULOS	
Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados 108 (FMVSS 108)	<p>Alcance</p> <p>Esta norma especifica los requisitos para lámparas originales y de reemplazo, dispositivos reflectantes y equipos asociados.</p>
	<p>Propósito.</p> <p>El propósito de esta norma es reducir los accidentes de tránsito y las muertes y lesiones resultantes de los accidentes de tránsito, proporcionando una iluminación adecuada de la carretera y mejorando la visibilidad de los vehículos de motor en las vías públicas para que se perciba su presencia y se entiendan sus señales, tanto a la luz del día como en la oscuridad u otras condiciones de visibilidad reducida.</p>
	<p>Aplicación.</p> <p>Automóviles de pasajeros, vehículos de pasajeros de usos múltiples, camiones, autobuses, remolques (excepto remolques de postes y plataformas de conversión de remolques) y motocicletas.</p>

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 1)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de la investigación se estableció en determinar un proceso para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización luminosa en vehículos automotores de tipo M, N y O. La base del estudio se concretó en el análisis de la Normativa Técnica Ecuatoriana 1155:2015 y normativas internacionales referentes a la homologación e instalación de unidades de iluminación y dispositivos reflectantes. De manera que se permita establecer un proceso con los requisitos necesarios para la homologación de estos dispositivos a nivel nacional.

El tipo de investigación más conveniente que se adoptó al trabajo fue la investigación documental, la cual según (Bernal) consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema. Cumple el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio. Depende fundamentalmente de la información que se obtiene o se consulta en documentos, entendiendo por éstos todo material al que se puede acudir como fuente de referencia, sin que se altere su naturaleza o sentido. Esta información da testimonio de una realidad o un acontecimiento (pág. 112).

2.2. PROCESO METODOLÓGICO

La metodología propuesta se estableció mediante los aspectos más importantes de las normativas referentes a la homologación de dispositivos de iluminación y señalización luminosa. Por este motivo se consideró a las normativas de carácter nacional e internacional como: la NTE INEN 1155:2015, la FMVSS No. 108 y los reglamentos de la CEPE, de los cuales se obtuvieron los requisitos técnicos para cada dispositivo a ser evaluado, además del proceso de homologación

que cada dispositivo debe cumplir y los métodos de ensayos para conseguir la homologación pertinente.

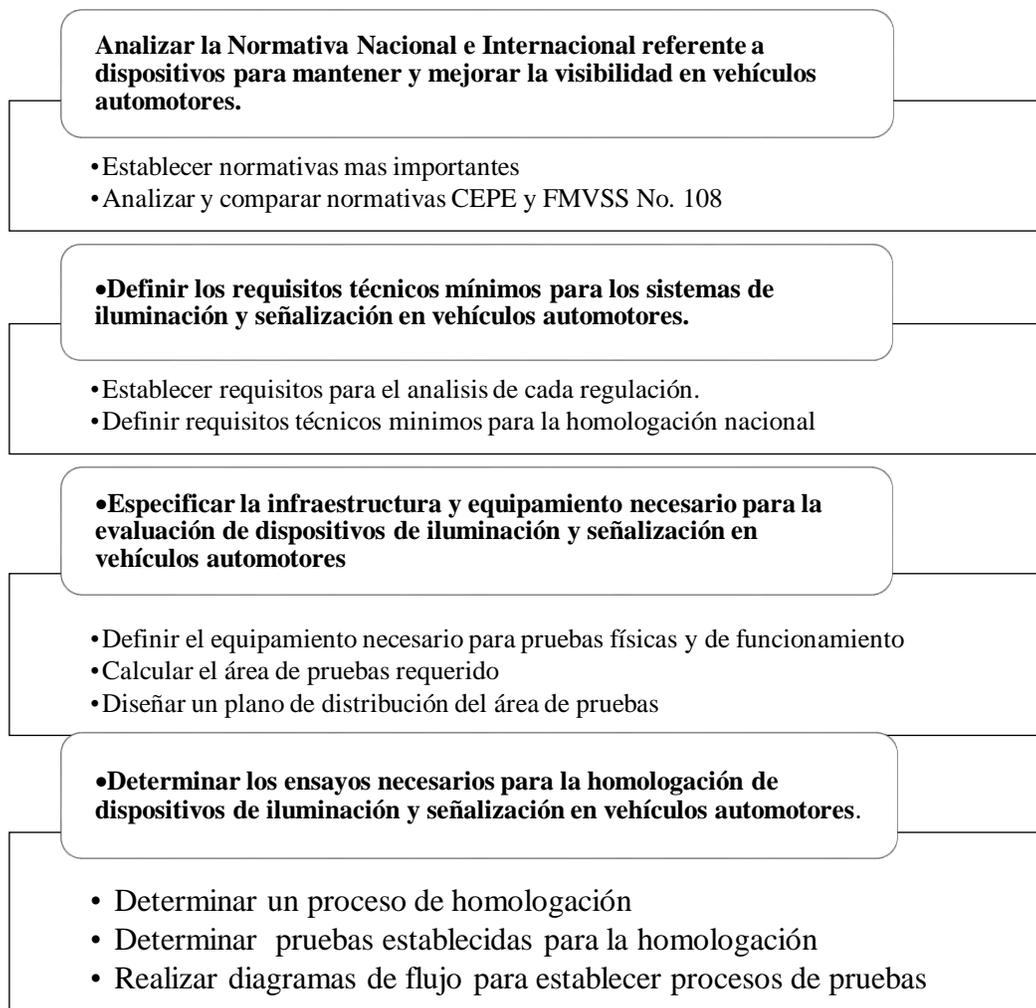


Figura 2.1 Proceso metodológico de la investigación

Fuente: Autor

En la Figura 2.1. se estableció un proceso metodológico para la investigación. En este se describió una serie de actividades a cumplir por cada objetivo planteado al inicio de la investigación.

2.2.1. CLASIFICACIÓN VEHICULAR

La clasificación vehicular se estableció según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 656: 2016. En esta norma se especifica las principales características con relación con el Peso Bruto Vehicular (PBV) y las plazas máximas establecidas, con respaldo del Parlamento Europeo y del Consejo, Directiva 2007/46/CE y la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos UNECE, ECE/TRANS/WP.29/78.

En la Tabla 2.1 se detalló las características con relación al número de plazas y PBV que cada categoría y subcategoría de vehículo mencionada en la norma NTE 2 656: 2016 debe cumplir. De acuerdo con la investigación se seleccionó a las categorías M, N y O de vehículos correspondientes a autobuses, camiones, trailers, remolques y semirremolques.

Tabla 2.1 Clasificación vehicular según NTE INEN 2 656: 2016

Categorización de los vehículos según la normativa NTE INEN 2656	
Categoría M: vehículos de motor con al menos cuatro ruedas y utilizados para el transporte de pasajeros	
M ₂	Vehículos motorizados con capacidad mayor a ocho plazas, sin contar el asiento del conductor, y cuyo PBV no supere los 5000 kg.
M ₃	Vehículos motorizados con más de ocho plazas, además del asiento del conductor, y cuyo PBV sea superior a 5000 kg.
Sub-Clases categorías M ₂ y M ₃	Los vehículos de la categoría M2 o M3, cuya capacidad sea superior a 22 plazas, sin contar al conductor.
Categoría N: Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.	
N ₁	Vehículos motorizados cuyo PBV no exceda de 3500 kg.
N ₂	Vehículos cuyo PBV sea mayor de 3500 kg y no supere los 12 000 kg.
N ₃	Vehículos cuyo PBV sea superior a los 12 000 kg.
Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques)	
O ₁	Remolques cuyo peso máximo no sea superior a 750 kg
O ₂	Remolques cuyo peso máximo sea superior a 750 kg, pero no exceda los 3500 kg
O ₃	Remolques cuyo peso masa máxima sea superior a 3500 kg, pero no exceda los 10 000 kg
O ₄	Remolques cuyo peso máximo sea superior a 10 000 kg

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), Primera Revisión 2016, págs. 7-11)

2.2.2. UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

La ubicación de los dispositivos de iluminación y señalización se consideró importante debido a parámetros que las normativas nacionales e internacionales establecen. Estos deben cumplir con ciertas especificaciones con relación a la anchura, altura y longitud para su correcta instalación en el vehículo.

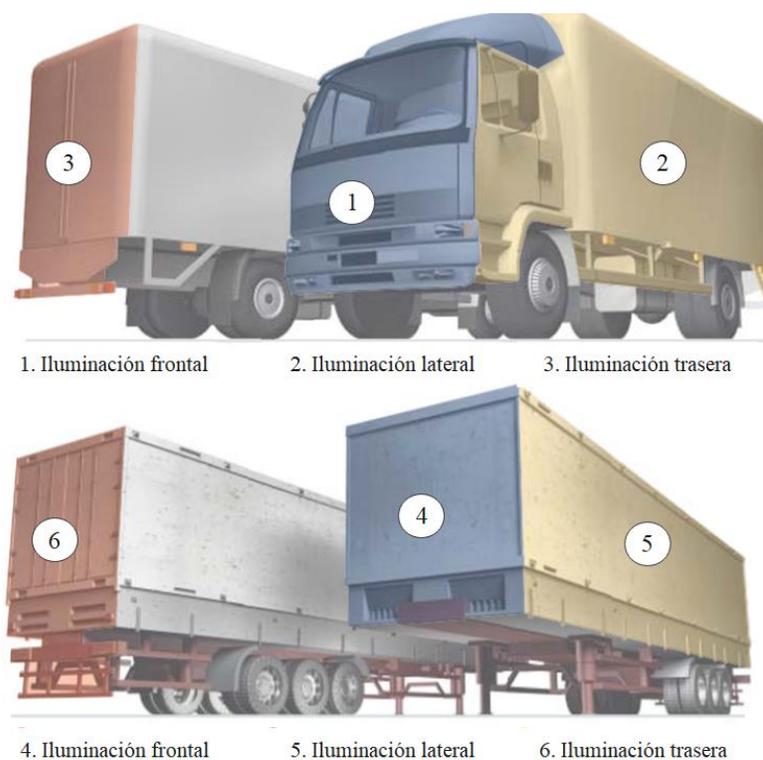


Figura 2.2 Instalación de iluminación en el vehículo y sus remolques
(HELLA KGaA Hueck & Co., 2015, págs. 3-4)

En la Figura 2.2 se estableció la ubicación general dispuesta para los dispositivos de iluminación y señalización. Esta ubicación se basó de acuerdo con las normativas de estudio, en las cuales se determina la instalación frontal, lateral y trasera de estos dispositivos para los vehículos y remolques.

2.2.3. PUNTOS DE PRUEBA PARA FAROS DE ILUMINACIÓN VEHICULAR

Se especificó los puntos de prueba fotométrica para faros de cruce y de carretera de acuerdo con lo establecido a regulaciones de la UE y de los EE. UU. Cada número y letra refleja un punto en una pantalla de pruebas (ver Anexo I). Estos datos son necesarios para la comprobación de intensidad luminosa de las unidades de iluminación de faros. Además, son un requisito para la homologación de los dispositivos de iluminación y señalización.

PUNTOS DE MEDICIÓN EN EL GRÁFICO					
No.	RHD	LHD	No.	RHD	LHD
01	8L/4U		09	B50L	B50R
02	V/4U		10	75R	75L
03	8R/4U		11	75L	75R
04	4L/2U		12	50L	50R
05	V/2U		13	50R	50L
06	4R/2U		14	50V	50V
07	8L/H	8R/H	15	25L	25R
08	4L/H	4R/H	16	25R	25L
RHD Circulación por la derecha LHD Circulación por la izquierda L Izquierda R Derecha V Plano vertical H plano horizontal U Arriba					

Figura 2.3 Puntos de prueba para faros europeos
(BOSCH Robert, 2014, pág. 1037)

En la Figura 2.3 se especificó los puntos de medición establecidos en el reglamento europeo ECE No.112. Se detalló los puntos de medición, tanto para la circulación por la derecha como para la izquierda. La finalidad de estos puntos es lograr una buena distribución de la iluminación y evitar deslumbramientos.

PUNTOS DE MEDICIÓN EN EL GRÁFICO			
No.	Puntos de medición	No.	Puntos de medición
01	10U-90U	11	0.6D, 1.3R
02	4U, 8L	12	0.86D, V
03	4U, 8R	13	0.86D, 3.5L
04	2U, 4L	14	1.5D, 2R
05	1.5U, 1R-3R	15	2D, 9L
05	1.5U, 1R-R	16	2D, 9R
06	1U, 1.5L-L	17	2D, 15L
07	0.5U, 1.5L-L	18	2D, 15R
08	0.5U, 1R-3R	19	4D, 4R
09	H, 4L	20	4D, 20L
10	H, 8L	21	4D, 20R

L Izquierda
R Derecha
V Plano vertical
H plano horizontal
U Arriba

Figura 2.4 Puntos de prueba para faros en los EE. UU.
(BOSCH Robert, 2014, pág. 1040)

En la Figura 2.4 se estableció los puntos de prueba de iluminación en los EE. UU. tomados de referencia para la evaluación fotométrica de los faros principales. Estos puntos son diferenciados de los europeos por presentar valores mínimos de deslumbramiento más altos.

2.2.4. DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

Se estableció las especificaciones de color para los dispositivos de iluminación y señalización de acuerdo con las disposiciones de cada normativa. Estas disposiciones pueden ser comprobadas mediante el diagrama de cromaticidad establecido por la CIE (Comisión Internacional sobre la Iluminación). Esta se basa en la selección de tres colores primarios (rojo, verde y azul) como patrones para determinar mezclas con base a triestímulos.

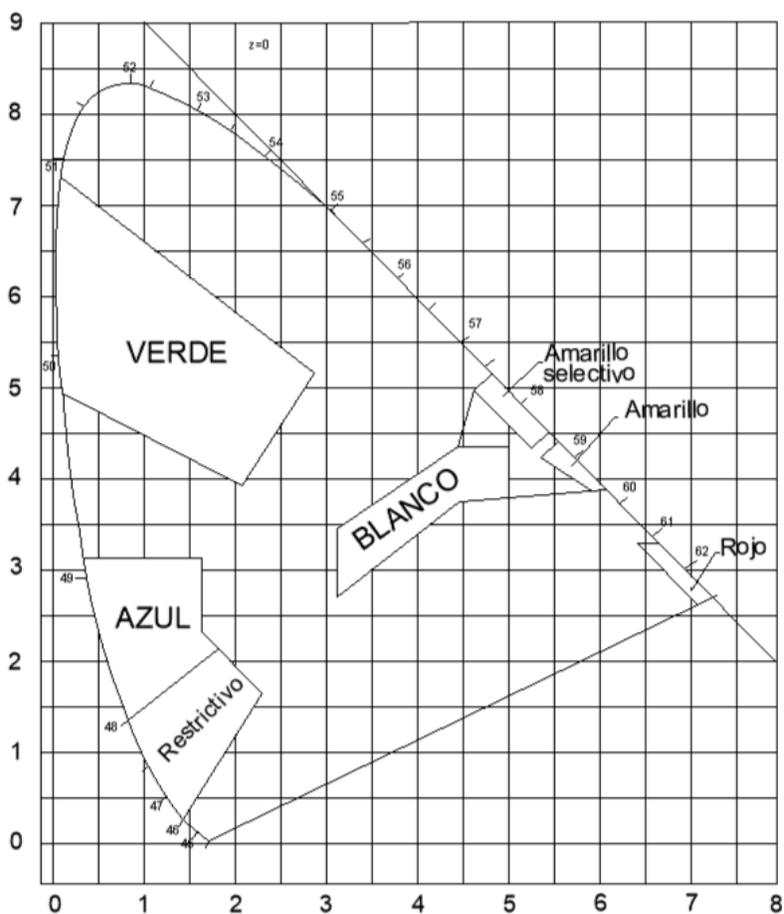


Figura 2.5 Diagrama de cromaticidad CIE
(Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), Tercera revisión 2015, pág. 13)

En la Figura 2.5 se representó el diagrama de cromaticidad dispuesto por la CIE. El color de los dispositivos de iluminación y señalización son representados en el diagrama con puntos de acuerdo con las coordenadas X, Y y Z.

En la Tabla 2.2 se expresaron los límites de cromaticidad para los colores: blanco, amarillo selectivo, amarillo auto y rojo. Las coordenadas cromáticas se establecieron de acuerdo con lo especificado en el reglamento No.48 de la ECE. Estos datos son proporcionados para la comprobación de color de los dispositivos de iluminación y señalización.

Tabla 2.2 Coordenadas cromáticas de color

Coordenadas cromáticas de color	
Color	Límites de cromaticidad
Blanco	W12 límite hacia el verde: $y = 0,150 + 0,640 x$ W23 límite hacia el verde amarillento: $y = 0,440$ W34 límite hacia el amarillo: $x = 0,500$ W45 límite hacia el violeta rojizo: $y = 0,382$ W56 límite hacia el violeta: $y = 0,050 + 0,750 x$ W61 límite hacia el azul: $x = 0,310$
Amarillo selectivo	SY12 límite hacia el verde: $y = 1,290 x - 0,100$ SY23 lugar del espectro SY34 límite hacia el rojo: $y = 0,138 + 0,580 x$ SY45 límite hacia el blanco amarillento: $y = 0,440$ SY51 límite hacia el blanco: $y = 0,940 - x$
Amarillo auto	A12 límite hacia el verde: $y = x - 0,120$ A23 lugar del espectro A34 límite hacia el rojo: $y = 0,390$ A41 límite hacia el blanco: $y = 0,790 - 0,670 x$
Rojo	R12 límite hacia el amarillo: $y = 0,335$ R23 lugar del espectro R34 línea hacia el violeta: (su extensión lineal en la gama de colores púrpura entre los extremos rojo y azul del lugar del espectro) R41 límite hacia el violeta: $y = 0,980 - x$

Fuente: (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 12-14)

2.3. SELECCIÓN DE NORMATIVAS PARA EL ANÁLISIS

Las normativas que se seleccionaron para el análisis fueron aquellas que contienen requisitos técnicos y procesos relacionados a la homologación de dispositivos de iluminación y señalización de vehículos a nivel nacional e internacional.

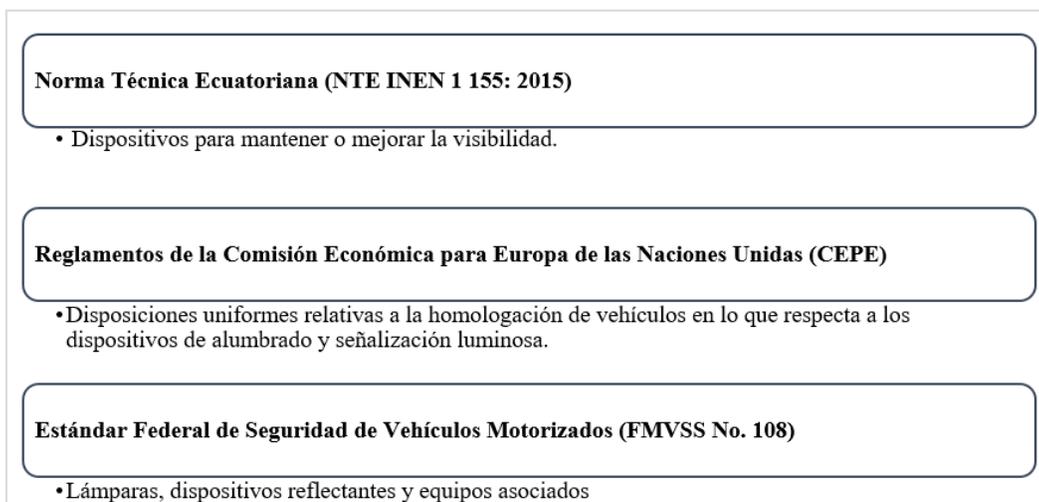


Figura 2.6 Regulaciones de dispositivos de iluminación y señalización de vehículos.

En la Figura 2.6 se detalló las normativas relacionadas a la instalación y homologación de dispositivos de alumbrado y señalización. En el país se estableció a la normativa NTE INEN 1 155: 2015 para el análisis. A nivel internacional se seleccionó a los reglamentos de la CEPE para Europa y al estándar FMVSS No. 108 de los EE-UU para el análisis y comparación de requisitos técnicos.

2.3.1. NORMATIVA TÉCNICA ECUATORIANA 1 155:2015

Para el análisis se consideraron parámetros de instalación relacionados al número y ubicación de dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa. Los datos fueron extraídos de la Normativa Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), Tercera revisión 2015, pág. 1) relacionada a: VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DISPOSITIVOS PARA MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD. REQUISITOS (ver Anexo II).

2.3.2. REGLAMENTOS DE LA COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE LAS NACIONES UNIDAS (CEPE)

Las especificaciones técnicas más relevantes se recopilaron de los reglamentos de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). Se consideraron datos con base al número, presencia, ángulos de visibilidad y ubicación de cada dispositivo de iluminación y señalización. La fuente principal de investigación fue la (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, pág. 1). (ver Anexo III).

2.3.3. ESTÁNDAR FEDERAL DE SEGURIDAD DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS No. 108

El consideraron aspectos técnicos del Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (FMVSS) No. 108. Este presenta disposiciones relacionadas a los dispositivos reflectantes y de iluminación. Se caracteriza por la especificación de datos fotométricos. Sin embargo, se consideraron datos de número, color, visibilidad y ubicación para la instalaciones de estos en el vehículo (ver Anexo IV).

2.4. MÉTODO DE GUERCHET PARA CÁLCULO DE ÁREA REQUERIDA

El Método de Guerchet fue usado como primer paso al efectuar una distribución de elementos en un espacio físico. Está basado en el cálculo de una superficie total, mediante la suma de tres superficies parciales que contemplan a la: superficie estática del elemento, superficie de gravitación y superficie de evolución o movimientos (Cuatrecasas, 2017, pág. 9).

- Superficie estática (S_S): Es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas y equipos.

- Superficie de gravitación (S_g): Es la superficie utilizada por el operario alrededor de los puestos de trabajo. Esta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados (Cuatrecasas, 2017, pág. 9).

$$S_g = S_s * N$$

[2. 1]

Donde: N = Número de lados de operación

- Superficie de evolución (S_e): Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y su manipulación.

$$S_e = (S_s + S_g) * k$$

[2. 2]

Donde: k = Coeficiente constante

En la Tabla 2.3 se estableció los valores de k para el cálculo de la superficie de evolución del método de Guerchet. Estos datos fueron determinados según la industria y pueden variar de 0.5 a 3.00.

Tabla 2.3 Valores de k establecidos para el cálculo según la industria

Valores de k establecidos para varias industrias	
Industrias	Valores k
Gran industria, alimentación	0.05 - 0.15
Trabajo en cadena con transportador	0.10 - 0.25
Textil-hilado	0.05 - 0.25
Textil-tejido	0.50 - 1.00
Relojería, joyería	0.75 - 1.00
Pequeña mecánica	1.50 - 2.00
Industria mecánica	2.00 - 3.00

Fuente: (Cuatrecasas, 2017, págs. 8-10)

2.5. SELECCIÓN DE PRUEBAS Y EQUIPAMIENTO

El análisis para la selección del equipamiento se realizó con base al procedimiento de pruebas detallados en los reglamentos de las EE. UU. y de la UE. Se tomaron las especificaciones con mayor relevancia establecidos en su mayor parte por la CEPE para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización.

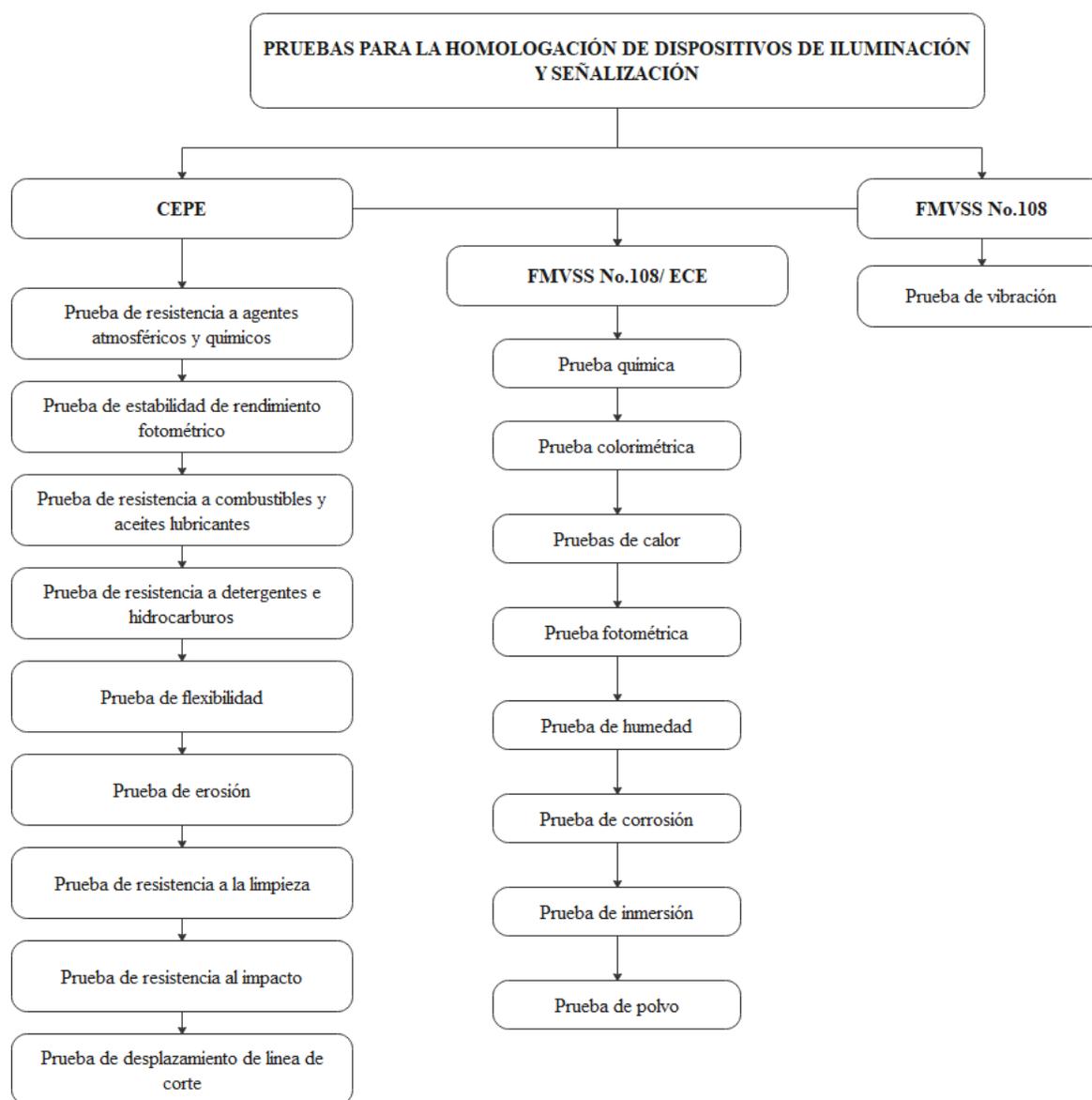


Figura 2.7 Diagrama de selección de pruebas

En la Figura 2.7 se estableció la similitud de pruebas para la evaluación de dispositivos de iluminación en las regulaciones de la CEPE y la FMVSS No. 108. La finalidad fue poder realizar un procedimiento de pruebas en común entre ambas normativas.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. COMPARATIVA DE REGLAMENTOS FMVSS No.108 / SAE STANDARD Y CEPE

La comparativa se efectuó con base a las regulaciones de los EE. UU. emitidos por el Departamento de Transporte. (Norma Federal de Seguridad de Vehículos (FMVSS) No. 108, Estándares SAE y normas de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas. Tiene la finalidad de determinar las características de cada normativa con base al análisis de datos de aplicación, color, altura de montaje, ángulos de visibilidad y ubicación de los dispositivos de iluminación y señalización.

3.1.1. COMPARATIVA DE LUCES DE CARRETERA Y CRUCE

Se especificó los reglamentos de la CEPE No. 48, No.112, No. 98 y el estándar FMVSS No.108. para determinar requisitos técnicos de los faros: faros de carretera y de cruce.

En la Tabla 3.1 se identificó como requisitos equivalentes a la aplicación, color y ubicación de las luces de carretera. Sin embargo, se presentó diferencias en la ausencia de altura de instalación en las regulaciones de la UE y ángulos de visibilidad geométrica en la norma de los EE. UU. Estos últimos podrían ser interpretados por la presencia de ángulos de visibilidad fotométricos, a pesar de que estos son menores en comparación a los establecidos por la UE.

Tabla 3.1 Comparativa de luces de carretera

Comparativa de Luces de Carretera		
Luces de carretera	EE. UU. (FMVSS No.108)	EUROPA (ECE Regulación No.48, No.112, No. 98)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio en todos y prohibida en remolques
Color	Blanco	Blanco
Altura	Min. 55,9 cm Max. 137,2 cm	Ninguna especificación en particular
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	H: L/R 5° V: U/D 5°
Visibilidad fotométrica	H: L12° a R12° V: D4° a U2°	H: L5° a R5° V: 0°
Ubicación	En el frente, a la misma altura, simétricamente alrededor de la línea central vertical, lo más separados posible	Parte delantera: Sin deslumbrar a través de espejos u otras superficies reflectantes del vehículo.

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 61-63), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 2005, págs. 6-12)

En la Tabla 3.2. se estableció los reglamentos de la UE y la norma de los EE. UU. que presentan requisitos técnicos para los faros de cruce. En el análisis realizado se presentó similitud en la aplicación, ubicación y color de estos dispositivos. La diferencias entre ambas normativas se reflejaron en una altura de instalación mayor en la norma de los EE. UU. y en la ausencia de ángulos geométricos en la norma de los EE. UU., la misma que puede ser interpretada por la presencia de ángulos de visibilidad fotométricos contenidos en la FMVSS 108., estos resultan ser mayores en comparación a los establecidos por los reglamentos de la UE.

Tabla 3.2 Comparativa de luces de cruce

Comparativa de Luces de Cruce		
Luces de cruce	EE. UU. (FMVSS No108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 112 y No. 98)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio en M y N y prohibida en remolques
Color	Blanco	Blanco

Tabla 3.2 Comparativa de luces de cruce (**Continuación...**)

Luces de cruce	EE. UU. (FMVSS No108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 112 y No. 98)
Altura	Min. 55,9 cm Max. 137,2 cm	Min. 50 cm Max. 120 cm
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	H: 045° a 110° V: U15° a D10°
Visibilidad fotométrica	Haz asimétrico: H: L9° a R9° V: D4° a U4° Descarga de gas: H: L20° a R20° V: D4.29° a U4°	H: L90° a R90° V: D4° a U90°
Ubicación	En el frente, a la misma altura, simétricamente alrededor de la línea central vertical, lo más separados posible	Parte delantera: Sin deslumbrar a través de espejos u otras superficies reflectantes del vehículo. A Max: 40 cm de los bordes exteriores A Min: 60 cm entre los bordes interiores

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 61-63), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 25-26)

3.1.2. COMPARATIVA DE LUCES DE CONDUCCIÓN DIURNA (DRL)

Se definieron a los reglamentos No.48 y No.87 en la UE y el FMVSS No. 108 de los EE. UU. para la determinar las prescripciones respecto a la instalación y funcionamiento de las luces de conducción diurna. En la Tabla 3.3 se estableció una comparativa donde se pudo evidenciar la similitud de requisitos en cuanto a la obligatoriedad de instalación de dos lámparas de este tipo en la parte delantera del vehículo. Se presentó diferencias en la aplicación de las luces DRL en el vehículo, debido a que en las regulaciones de la UE es obligatoria y en los reglamentos de los EE. UU. es opcional. El color establecido para este tipo de dispositivos en la UE es blanco y en la norma de los EE. UU. se dispone de colores entre blanco, amarillo selectivo y ámbar. Además, el estándar de la FMVSS No.108 presentó ausencia de un mínimo de altura, de visibilidad geométrica y fotométrica con relación a las regulaciones de la UE donde si se especifica estos requisitos. Sin embargo, se presencié un mínimo y máximo fotométrico en ambas normativas, siendo de mucho mayor alcance para faros definidos en las regulaciones de los EE. UU.

Tabla 3.3 Comparativa luces de circulación diurna (DRL)

Comparativa de Luces de circulación diurna (DRL)		
Luces de circulación diurna	EE. UU. (FMVSS No.108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 87)
Aplicación	Opcional	Obligatoria
Color	Blanco, blanco o ámbar, blanco o amarillo selectivo, amarillo selectivo o ámbar	Blanco
Altura	Max: 106,7 cm	Min: 25 cm Max: 150 cm
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	H: I20° a O20° V: D10° a U10°
Visibilidad fotométrica	Sin especificaciones	H: L20° a R20° V: D5° a U10
Ubicación	Parte delantera Simétricamente sobre la línea central vertical	Distancia entre bordes interiores 60 cm*
Fotometría mínima y máxima	Min 500 cd Max. 3 000 cd	≥4 cd ≤ 1 200 cd
*40 cm para anchuras < 130 mm		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 131-133), (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), 11 de noviembre del 2009, pág. 6)

3.1.3. COMPARATIVA DE LUCES ANGULARES O DE ESQUINA

Se tomó disposiciones técnicas de los reglamentos de la ECE No.48 y No.119 y norma SAE J852.

En la Tabla 3.4 se determinó la aplicación opcional de las luces angulares entre los reglamentos de la UE y estándar de los EE. UU. Las diferencias se evidenciaron en la especificación de un color ámbar adicional al blanco establecido en las regulación de los EE. UU. y de la UE. Asimismo, se presentó la ausencia de ángulos de visibilidad geométricos y prescripciones de ubicación en la regulación de los EE. UU. En cuanto a los requisitos de altura máxima estos son menores en la reglamentación americana. Por último, al no contar con disposiciones de

visibilidad geométrica, se puede considerar a los ángulos fotométricos como similares para la evaluación correspondiente de este tipo de dispositivos.

Tabla 3.4 Comparativa de luces angulares

Comparativa de Luces angulares o de esquina		
Luces angulares	EE. UU. (SAE J852)	EUROPA (ECE Regulación No. 48 y No. 119)
Aplicación	Opcional	Opcional
Color	Blanco o Ámbar	Blanco
Altura	Max. 76 cm Min. 30,5 cm	Max. 90 cm Min. 25 cm
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	H: L30° a L60° V: D10° a U10°
Visibilidad fotométrica	H: B90° a F85° V: D2,5° a U90	H: L90° a R90° V: D2,5° a U1°
Ubicación	Sin especificaciones	Parte delantera Simétricamente sobre la línea central vertical (A no más de 100 cm de la parte delantera)

Fuente: (Asociación Transatlántica de Comercio e Inversión (TTIP), 2015, págs. 97-98), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU), 2014, págs. 5-8)

3.1.4. COMPARATIVA DE LUCES INDICADORAS DE DIRECCIÓN

Se determinó las especificaciones de instalación de las luces indicadoras de dirección con base a los reglamentos No. 48 y No.6 de la UE y FMVSS No.108 de los EE. UU., donde se detallan la aplicación, color, número, ubicación, visibilidad geométrica y fotométrica de estos dispositivos.

3.1.4.1. Comparativa de luces indicadoras de dirección delanteras/traseras

En la Tabla 3.5 se realizó la comparativa de los requisitos técnicos para las luces indicadoras de dirección delantera conforme los reglamentos FMVSS No. 108, ECE No. 48 y No. 6. Se analizó

las disposiciones respecto a la aplicación, color, visibilidad geométrica y fotométrica de este tipo de luces, donde se pudo apreciar la similitud de requisitos en ambas regulaciones. Sin embargo, se presentó diferencias en la altura máxima y mínima de instalación con disposiciones mayores en la regulación de los EE. UU.

Tabla 3.5 Comparativa de luces indicadoras de dirección delanteras

Comparativas de Luces indicadoras de dirección delantera		
Luces indicadoras de dirección delantera	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 6)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio
Color	Ámbar	Ámbar
Altura	Max. 211 cm Min. 38,1 cm	Max. 150 cm* Min. 35 cm
Visibilidad geométrica	H: I80° a O45° V: D15° a U15°	H: I80° a O45° V: D15° a U15°
Visibilidad fotométrica	H: I20° a O20° V: D10° a U10°	H: I20° a O20° V: D10° a U10°
Ubicación	En o cerca del frente tan separados como sea posible.	Max 400 mm de los bordes exteriores Min. 600 mm entre los bordes interiores **
*210 por carrocería **400mm si a es < 1 300 mm		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 18-20), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 9 de octubre del 2014, págs. 15-20)

En la Tabla 3.6 se realizó una comparativa entre los reglamentos de la UE y la norma de los EE. UU. relacionados a las luces de dirección traseras. Se reflejó similitud en los requisitos de visibilidad geométrica y fotométrica. Se pudo observar diferencias en cuanto a la disposición de un solo tipo de lámpara en la norma de los EE. UU., mientras que en la UE se permite un tipo de lámpara adicional instalado de manera opcional. De igual manera se observó la disposición de color ámbar y rojo para estos dispositivos en la regulación de los EE. UU., mientras que en

las regulaciones de la UE se especifica que estos dispositivos sean solo de color ámbar. Otra mínima diferencia se presentó en la altura de instalación por parte de la UE, al tener excepciones en la altura máxima de instalación, debido a la estructura de la carrocería.

Tabla 3.6 Comparativa de luces indicadoras de dirección traseras

Comparativa de Luces indicadoras de dirección traseras		
Luces indicadoras de dirección traseras	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 6)
Aplicación	Obligatorio, solo clase 2a	Obligatorio Opcional lámparas de la clase 2a / 2b
Color	Ámbar o rojo	Ámbar
Altura	Max. 210,82 cm Min. 38,1 cm	Max 150 cm * Min. 35 cm
Visibilidad geométrica	H: O80° a I45° V: D15° a U15°	H: O80° a I45° V: D15° a U15°
Visibilidad fotométrica	H: I20° a O20° V: D10° a U10°	H: I20° a O20° V: D10° a U10°
Ubicación	En la parte trasera, lo más separados posible	Max 400 mm de los bordes exteriores Min. 600 mm entre los bordes interiores
*210 cm por carrocería		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 44-46), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 9 de octubre del 2014, pág. 12)

3.1.4.2. Comparativa de luces indicadoras de dirección laterales

En la Tabla 3.7 se realizó una comparación de los requisitos más esenciales de las luces indicadoras de dirección laterales presentes en los reglamentos de la UE y de los EE. UU. Se presentó similitud en la disposición de dos luces laterales de color ámbar en ambas regulaciones. Las diferencias se presentaron en la aplicación de estos dispositivos en la norma de los EE. UU. al ser opcional su instalación, mientras que en las regulaciones de la UE. la presencia de las luces indicadoras de dirección laterales es obligatoria para todos los vehículos incluido remolques. Por otra parte, las especificaciones de visibilidad geométrica son similares en ambas

regulaciones, con excepción de tener un ángulo de visibilidad geométrica vertical hacia arriba menor en la UE. Del mismo modo, en las regulaciones de la UE se especifica la ubicación de estos dispositivos a 250 centímetros de la parte delantera del vehículo, mientras que en los EE. UU. se menciona que este sea tan cerca del frente como sea posible.

Tabla 3.7 Comparativa de luces indicadoras de dirección laterales

Comparativa de luces indicadoras de dirección laterales		
Luces indicadoras de dirección laterales	EE. UU. (FMVSS No. 108, SAE J914)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 6)
Aplicación	Opcional	Todos
Color	Ámbar	Ámbar
Altura	Max: 165 cm Min: 50 cm	Max: 150 cm* Min: 35 cm
Visibilidad Geométrica	H: 05° a 060° V: D5° a U30°	H: 05° a 060° V: D15° a U15°
Ubicación	Tan cerca del frente como sea posible	A 250 cm de la parte delantera
*230 cm por carrocería		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 34), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 32-34)

La diferencia más importante entre ambas normativas se resaltó en la finalidad que cumplen estos dispositivos. En la UE las luces indicadoras de dirección laterales señalan solo la presencia del vehículo, en cambio las normas de los EE. UU. requieren que estos dispositivos además de la presencia señalen su longitud.

3.1.5. COMPARATIVA DE LUCES DE POSICIÓN LATERALES

Se seleccionó a las regulaciones No.48 y No.91 de la UE y el estándar FMVSS No. 108 de los EE. UU. para el análisis de los requisitos técnicos para las luces de posición laterales.

En la Tabla 3.8 se detalló las características más importantes para las lámparas de posición lateral expresadas en las normas de la UE y de los EE. UU. Las diferencias incluyen requisitos de aplicación opcional, con un número de dos unidades de clase SM1 y SM2 por parte de las regulaciones de la UE. En cambio, en los EE. UU. se establece que estos dispositivos sean de aplicación obligatoria sin especificar ninguna clase. Del mismo modo, el reglamento FMVSS presentó la ausencia de ángulos de visibilidad geométricos, en su lugar cuenta con requisitos de visibilidad fotométricos que pueden ser equivalentes considerando a las lámparas de tipo SM2 de los reglamentos de la UE. En cuanto a la ubicación de estos dispositivos, en ambas normativas se mencionó condiciones distintas según la longitud del vehículo.

Tabla 3.8 Comparativa de luces de posición lateral

Comparativa de Luces de posición lateral		
Luces de posición lateral	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 91)
Aplicación	Obligatorio	Opcional
Color	Frontal: Ámbar Posterior: Rojo	Ámbar o rojo
Altura	Min: 38,1 cm	Max: 150 cm* Min: 25 cm
Visibilidad Geométrica	Sin especificaciones	SM1: H: F30° B30° V: D10° U10° SM2: H: F45° B45° V: D10° U10°
Visibilidad fotométrica	H: L45° a R45° V: D10° a U10°	SM1: H: F30° a B30° V: D10° a U10° SM2: H: B45° a F45° V: D10° a U10°
Ubicación	Frente: hasta la parte frontal como sea posible Trasera: hasta el parte posterior como sea posible	Una lámpara instalada dentro del primero tercio y / o último tercio del vehículo longitud
*210 cm por carrocería		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 34), (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), 15 de octubre del 2018, pág. 9)

3.1.6. COMPARATIVA DE LUCES DE FRENADO

Se especificó a los reglamentos No. 48, No.7 de la UE y el FMVSS No.108 en los EE. UU para el análisis de los requisitos técnicos de las luces de frenado.

En la Tabla 3.9 se estableció los requisitos según las regulaciones de la UE y de los EE. UU. En estas normas se identificó la similitud en: número, color y visibilidad geométrica. Se presentó diferencias en cuanto a las especificaciones de lámparas exigidas en ambas normativas. En los reglamentos de la UE las lámparas requeridas son de intensidad variable de tipo S1 o S2, en cambio en la norma de los EE. UU. se prescribe el uso solo de lámparas de categoría S1. Con relación a los máximos y mínimos de altura, estos son menores en las regulaciones de la UE con restricciones por la estructura del vehículo.

Tabla 3.9 Comparativa de luces de frenado

Comparativas de luces de frenado		
Luces de frenado	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 7)
Aplicación	Obligatorio, S1	Obligatorio, S1 o S2
Color	Rojo	Rojo
Altura	Max: 182,88 cm Min: 38,1 cm	Max: 150 cm*** Min: 35 cm
Visibilidad geométrica	H: I45° a O45° V: D15° a U15°	H: I45° a O45° V: D15° a U15°
Ubicación	Parte trasera Simétricamente a la misma altura, alrededor de línea central vertical, lo más separado posible. *	Anchura para M1 y N1 Max. 40 cm del borde exterior Demás categorías Max. 60cm bordes interiores **
* Cuando se instale una sola. Debe mantenerse en o cerca de la línea central vertical		
** 40cm si la a <130 cm		
*** 210cm por carrocería (Luces opcionales: h >60cm por encima de las obligatorias)		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 68-70), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 9 de octubre del 2014, págs. 16-17)

En la Tabla 3.10 se describió las características técnicas más importantes de las normativas analizadas de la UE y de los EE. UU. Se estableció similitud en el color rojo dispuesto de las regulaciones analizadas. La aplicación de estos dispositivos se diferenció al especificar lámparas de clase S3/S4 por parte de las regulaciones de la UE, en cambio, en la norma de los EE. UU. estos dispositivos son solo de clase S3. Los requerimientos de altura de montaje en las regulaciones de la UE son realizados con relación a la instalación de lámparas de clase S1/S2, por otro lado, en los EE. UU. este requisito se encuentra ausente. De acuerdo con los ángulos de visibilidad geométrica, estos son mayores en la norma de los EE. UU., sin embargo, esta no presenta prescripciones de ángulos de visibilidad verticales.

Tabla 3.10 Comparativa de tercera luz de freno

Comparativas de tercera luz de freno		
Tercera de luz de freno	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 7)
Aplicación	Obligatorio, S3	Obligatorio, S3 o S4
Color	Rojo	Rojo
Altura	≤ 7 cm por debajo borde inferior de la parte trasera de la ventana.	Borde inferior deberá ser por encima del borde superior de lámparas S1 / S2 y también ≤ 15 cm debajo borde inferior de la ventana trasera o ≥ 85 cm desde el suelo
Visibilidad geométrica	H: L45° a R45°	H: L10° a R10° V: D10° a U5°
Ubicación	En la parte trasera incluyendo en acristalamiento Centrado en la línea central vertical	En plano longitudinal mediano

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 68), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 9 de octubre del 2014, pág. 17)

3.1.7. COMPARATIVA DE LUCES DE POSICIÓN DELANTERA

Se tomó las especificaciones particulares para las luces de posición delantera de los reglamentos No.7 y No.48 en la UE y las regulaciones FMVSS No. 108 y SAE J222 en los EE. UU.

En la Tabla 3.11 se especificó los requisitos de las luces de posición delantera, tanto en la UE como en los EE. UU. Se estableció la similitud de color blanco, con excepción del uso de color ámbar adicional en los reglamentos de los EE. UU. De igual manera el número y ángulos de visibilidad geométricos son idénticos. La diferencia se reflejó en los requisitos de altura, al presentar valores menores de instalación por parte de las regulaciones de la UE. Sin embargo, esta condición puede cambiar, si la estructura del vehículo afecta la instalación, para tal efecto la altura máxima de instalación puede llegar a ser mayor.

Tabla 3.11 Comparativa de luces de posición delantera

Comparativas luces de posición delantera (estacionamiento)		
Luces de posición delantera (estacionamiento)	EE. UU. (FMVSS No. 108, SAE J222)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 7)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio
Color	Blanco o ámbar	Blanco
Altura	Max: 182,88 cm Min: 38,1 cm	Max: 150 cm* Min: 25 cm
Visibilidad geométrica	H: O80° a I45° V: D15° a U15°	H: O80°** a I45° V: D15° a U15°***
Ubicación	Parte delantera Simétricamente sobre la línea central vertical, lo más separado posible.	A máximo 40 cm del borde exterior
* 210cm por la carrocería **20° Cuando se instale una luz de estacionamiento D y T < 75cm ***5° Cuando se instale una luz de estacionamiento < 75cm		

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993) (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 39-41)

3.1.8. COMPARATIVA DE LUCES DE POSICIÓN TRASERAS

Se especificó los requisitos de instalación para las luces de posición trasera de acuerdo con el estándar FMVSS No. 108 y reglamentos No. 48 y No. 7 de la UE.

En la Tabla 3.12 se expresó los requisitos establecidos en las normas de los EE. UU. y en la UE. La similitud se encontró en el color rojo exigido, ubicación y ángulos de visibilidad geométricos en ambas normativas analizadas. La aplicación del tipo de lámparas exigidas en la res regulaciones de la UE es obligatoria con dispositivos de clase R/R1/R3, mientras que en la regulación de los EE. UU. se restringe el uso de lámparas de categoría R2, conservando las de la categoría R1/R2. La diferencia más notable se encontró en las alturas mínimas y máximas de instalación, al ser menores los establecidos en las regulaciones de la UE.

Tabla 3.12 Comparativa de luces de posición traseras

Comparativas de Luces de posición posterior		
Luces de posición traseras	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 91)
Aplicación	Obligatorio, solo lámparas R/R1	Obligatorio, lámparas R/R1/R2
Color	Rojo	Rojo
Altura	Max: 182,9 cm Min: 38,1 cm	Max: 150 cm Min: 35 cm
Visibilidad geométrica	H: I45° a O80° V: D15° a U15°	H: I45° a O80° V: D15° a U15°
Ubicación	En la parte trasera Tan lejos como sea posible y simétrico respecto a la línea central vertical	En la parte trasera del vehículo A máximo 40 cm del borde exterior

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, pág. 17), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 41-42)

3.1.9. COMPARATIVA DE LUCES DE GÁLIBO

Se estableció los requisitos técnicos con base a los reglamentos No. 48 y No. 7 de la UE y el estándar FMVSS No.108 y SAE J2042 de los EE. UU.

En la Tabla 3.13 se determinó la aplicación obligatoria de estos dispositivos por parte de las regulaciones de la EU con opción de lámparas de intensidad variable, mientras que en la

regulación de los EE. UU. el uso de estas no se especifica. Los colores dispuestos para estos dispositivos en la UE son: blanco en la parte frontal y rojo en parte trasera del vehículo, mientras que en los EE. UU. se establece el color ámbar para la parte frontal y rojo en la parte posterior. Los requisitos de visibilidad geométrica en las regulaciones de la UE se encuentran ausentes y los ángulos de visibilidad fotométricos son menores en comparación a los exigidos en los EE. UU. Por otra parte, la instalación de estos dispositivos en los EE. UU. establece que debe especificar el ancho total del vehículo, con simetría con la línea vertical, en cambio en la UE las disposiciones son más descriptivas.

Tabla 3.13 Comparativa de luces de gálibo

Comparativas de Luces de posición gálibo		
Luces de gálibo	EE. UU. (FMVSS No.108, SAE J2042)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 91)
Aplicación	Opcional	Obligatorio, lámparas AM/RM1/RM2
Color	Frontal: ámbar Posterior: rojo	Frontal: blanco Posterior: rojo
Altura	Tan alto como sea posible	Frente: el borde superior no inferior al borde superior del parabrisas Trasera: a la máxima altura posible
Visibilidad geométrica	H: 080° V: D20° a U5°	Sin especiaciones
Visibilidad fotométrica	H: I45° a O45° V: D10° a U10°	H: 0° a O20° V: D10° a U5°
Ubicación	Debe indicar el ancho total del vehículo y simétrico con la línea central vertical	Parte delantera y trasera: Máx. 400 mm del borde (Separación con luz de posición \geq 200 mm)

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 192-193), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 44-45)

3.1.10. COMPARATIVA DE LUCES DE ESTACIONAMIENTO

Se determinó los requisitos técnicos para las luces de estacionamiento con base a las regulaciones No.77, No.7 y No. 48 en la UE y el estándar FMVSS No.108 y SAE J222 en los EE. UU. En la Tabla 3.14 se realizó una comparativa de las normas de los EE. UU. y de la UE. Las regulaciones de la UE establecen la opción de instalar luces de estacionamiento en la parte delantera (blanco), posterior (rojo) y lateral (ámbar) del vehículo, en cambio en los EE. UU. se exige luces montadas en la parte frontal que pueden ser de color blanco o ámbar. Las especificaciones de altura de montaje son menores en la UE con la opción de poder aumentar el máximo de altura de instalación a 210 cm por diseño de la carrocería. Los ángulos de visibilidad geométrica en las regulaciones de la UE se especifican hacia adelante y atrás, mientras que en los EE. UU. se especifica que la orientación de las lámparas sea solo hacia adelante. Los ángulos de visibilidad geométrica horizontales y verticales son similares, con excepción de tener un mayor ángulo de visibilidad externo en la regulación de los EE. UU.

Tabla 3.14 Comparativa de luces de estacionamiento

Comparativas de Luces de estacionamiento		
Luces de estacionamiento	EE. UU. (FMVSS No.108, SAE J222)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 77, No. 7)
Aplicación	Obligatorio: solo frontal	Opcional: Delanteras, posteriores, laterales
Color	Blanco o ámbar	Frontal: blanco Posterior: rojo Lateral: ámbar
Altura	Max: 182,88 cm Min: 38,1 cm	Max: 150cm* Min: 35 cm
Visibilidad geométrica	H: O80° a I45° V: D15° a U15°	H: F45° B45° H: O45 ° V: D15° a U15°
Ubicación	Parte delantera Simétricamente sobre la línea central vertical, lo más separado posible.	Parte delantera y trasera: Máx. 400 mm del borde exterior

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993) (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) , Última revisión 2019), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 15 de octubre del 2008, págs. 4-9)

3.1.11. COMPARATIVA DE LUCES ANTINEBLA DELANTERAS

Se estableció las prescripciones técnicas respecto a las luces antiniebla delantera mediante las regulaciones No.48 y No.19 de la UE. En los EE. UU. las disposiciones se determinaron con base a la norma SAE J583.

En la Tabla 3.15 se detalló los requisitos exigidos por las regulaciones de la UE y de los EE. UU. La similitud se evidenció en los requisitos de aplicación y color de las luces antiniebla delanteras en ambas regulaciones analizadas.. Se presentó diferencias en las prescripciones de altura, las cuales son más específicas dentro de la UE, en cambio los requisitos de altura son subjetivas en las regulaciones de los EE. UU. Por otra parte, los requerimientos de visibilidad geométrica no se presentan en la regulación de los EE. UU., en lugar de esto se establecen rangos de visibilidad fotométrico que son iguales en los faros de clase F3 en ambas normativas.

Tabla 3.15 Comparativa de luces antiniebla delanteras

Comparativas de Luces antiniebla delanteras		
Luces antiniebla delantera	EE. UU. (SAE J583)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 19)
Aplicación	Opcional	Opcional Prohibido en remolques
Color	Blanco o amarillo selectivo	Blanco o amarillo selectivo
Altura	El borde superior no más alto que el borde superior del faro de luz de cruce	Max: 80cm* Min: 25 cm
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	H: I10° a O45° V: D5° a U5°
Visibilidad fotométrica	Clase F: H: L15° a R15° V: D3° U60° Clase F3: H: L60° a R60° V: D6° B60°	Clase B: H: L26° a R26° V: D3,5° a U15° Clase F3: H: L60° a R60° V: D6° a U60°
Ubicación	Sin especificaciones	Parte delantera: Máx. 400 mm del borde exterior

Fuente: (Asociación Transatlántica de Comercio e Inversión (TTIP), 2015, págs. 132-134), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 19 agosto del 2010, págs. 8-13)

3.1.12. COMPARATIVA DE LUCES ANTINEBLA TRASERAS

Se seleccionó los requisitos técnicos para los faros antiniebla posteriores con base a los reglamentos No.48 y No.38 de la UE y estándar SAE J319 de los EE. UU.

En la Tabla 3.16 se evidenció similitud en el color y ubicación de las luces antiniebla traseras en las regulaciones analizadas. La aplicación de estos dispositivos en el vehículo dentro de la UE es obligatoria, con la opción de lámparas de clase F/F1/F2, mientras que en los EE. UU. el uso de faros de clase F/F1 es opcional. En la regulación de los EE. UU. se presentó ausencia de especificaciones de altura de instalación. Además, los ángulos de visibilidad son similares, con diferencia en los ángulos de visibilidad horizontales que son mayores en las regulaciones de los EE. UU.

Tabla 3.16 Comparativa de luces antiniebla traseras

Comparativas de Luces antiniebla traseras		
Luces antiniebla traseras	EE. UU. (SAE J319)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 38)
Aplicación	Opcional, clase F/F1	Obligatorio, clase F/F1/F2
Color	Rojo	Rojo
Altura	Sin especificaciones	Max: 100cm Min: 25 cm
Visibilidad geométrica	H: L45° a R45° V: D5° a U5°	H: L25° a R25° V: D5° a U5°
Ubicación	Parte posterior: >10 cm desde las luces de freno	Parte posterior: >10 cm desde las luces de freno

Fuente: (Asociación Transatlántica de Comercio e Inversión (TTIP), 2015, págs. 136-137), (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), 10 de marzo del 2009, págs. 6-8)

3.1.13. COMPARATIVA DE DISPOSITIVOS CATADIÓPTRICOS

Se determinó las disposiciones reglamentarias para la instalación de los dispositivos catadióptricos de acuerdo con las regulaciones No.48 y No.3 en la UE y el estándar FMVSS No. 108 en los EE. UU.

3.1.13.1. Catadióptricos traseros no triangulares

En la Tabla 3.17 se reflejó semejanzas en los requisitos de aplicación y color de los catadióptricos traseros no triangulares. La diferencia más notable se presentó en la ausencia de ángulos de visibilidad geométricos y alturas de montaje mayores en el estándar de los EE. UU. Por otro lado, las especificaciones de ubicación son más detalladas en las regulaciones de la UE, explicando un máximo de instalación requerido para estos dispositivos.

Tabla 3.17 Comparativa de catadióptricos traseros no triangulares

Comparativas de catadióptrico trasero no triangular		
Catadióptricos traseros no triangulares	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 3)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio
Color	Rojo	Rojo
Altura	Max: 152,4 cm Min: 38,1 cm	Max: 90cm Min: 25 cm
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	H: I30° a O30° V: D10° a U10°
Ubicación	En parte trasera Tan lejos como sea posible y simétrico respecto a la línea vertical central.	En la parte trasera Max.40 cm del borde exterior extremo del vehículo.

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 28-30), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 23 de julio 2011, págs. 5-8)

3.1.13.2. Catadióptricos delanteros no triangulares

En la Tabla 3.18 se estableció la comparación de requisitos para los dispositivos catadióptricos delanteros no triangulares con base a las regulaciones No 48 y No.3 de la UE. En esta se especificó la aplicación, color, altura de montaje, ángulos de visibilidad geométrica y ubicación.

Dentro del análisis, no se encontró requisitos relativos a estos dispositivos en la regulación FMVSS No.108 de los EE. UU.

Tabla 3.18 Comparativa de catadióptricos delanteros no triangulares

Comparativas de catadióptrico delanteros no triangular		
Catadióptricos delanteros no triangulares	EE. UU.	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 3)
Aplicación	N/A	Obligatorio en vehículos de motor que tengan todas las luces hacia delante con proyectores escamotable Obligatorio, remolques Opcional, en todos los demás vehículos.
Color	N/A	Incoloro
Altura	N/A	Max: 90cm* Min: 25 cm
Visibilidad geométrica	N/A	H: I30° a O30° V: D10° a U10°
Ubicación	N/A	En la parte delantera Max.40 cm del borde exterior extremo del vehículo. Min 60 cm de los bordes interiores
*150 cm por estructura del vehículo		

Fuente: (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 47-49)

3.1.13.3. Catadióptricos laterales no triangulares

En la Tabla 3.19 se determinó las diferencias en torno a la aplicación y requisitos técnicos relacionados a los dispositivos catadióptricos laterales

87no triangulares. Las especificaciones de aplicación obligatoria son particulares del reglamento de los EE. UU., mientras que en las regulaciones de la UE estos dispositivos son de carácter opcional para vehículos cuya longitud sea menor a los seis metros, con excepción de los remolques, donde su uso es obligatorio. No se presenta gran diferencia en las alturas máximas de montaje. Sin embargo, la altura mínima de instalación en la regulación de los EE. UU. es menor. Finalmente, el contraste más notable es la ausencia de ángulos de visibilidad geométrica en el estándar de los EE. UU

Tabla 3.19 Comparativa de catadióptricos laterales no triangulares

Comparativas de catadióptrico lateral no triangular		
Catadióptricos lateral no triangular	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 3)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio, remolques Opcional: vehículos cuya longitud no supere los 6 m
Color	Fontal: Ámbar Trasera: Rojo	Ámbar o rojo
Altura	Max: 152,4 cm Min: 38,1 cm	Max: 150cm Min: 25 cm
Visibilidad geométrica	N/A	H: F45° a R45° V: D10° a U10°
Ubicación	En cada lado del vehículo Frente: tan lejos hacia el frente como sea posible Trasera: tan lejos como sea posible	Una luz instalada dentro del primer tercio y / o último tercio de la longitud del vehículo

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 146-148) (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019, págs. 48-49)

3.1.14. COMPARATIVA DE LUCES DE MARCHA ATRÁS

Se estableció especificaciones de instalación y funcionamiento para las luces de marcha atrás, de acuerdo con los reglamentos No.48 y No. 23 en la UE y el estándar FMVSS No. 108 en los EE. UU. En estos se precisó la ubicación, número, color y ángulos de visibilidad geométricos que las luces de marchas deben cumplir.

En la Tabla 3.20 se reflejó requisitos idénticos en la aplicación, color, ubicación y ángulos de visibilidad fotométrico de las luces de marcha atrás en las normativas analizadas. Por parte de la norma de la UE, se encontró disposiciones referentes a la instalación de una o dos lámparas. En cambio, en la regulación de los EE. UU. se especifica el uso de una sola. Finalmente, se constató la ausencia de requisitos de altura de montaje para estos dispositivos en la norma de los EE. UU.

Tabla 3.20 Comparativa de luces de marcha atrás

Comparativas de Luces de marcha atrás		
Luces de marcha atrás	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 23)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio
Color	Blanco	Blanco
Altura	No especifica	Max: 120cm Min: 25 cm
Visibilidad fotométrica	H: L45° a R45° V: D5° a U10	1 lámpara: H: L45° a R45° V: D5° a U10° 2 lámparas: I30° a O45° V: D5° a U10°
Ubicación	En la parte trasera del vehículo	En la parte trasera del vehículo

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 68-69), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas de la (CEPE (, 15 de octubre del 2008, págs. 5-7)

3.1.15. COMPARATIVA DE LUZ DE MATRÍCULA TRASERA

En la Tabla 3.21 se especificó los requisitos técnicos de la luz de matrícula trasera. De acuerdo con los reglamentos No.48 y No.4 de la UE y en el estándar FMVSS No.108. La similitud se encontró en la especificación de aplicación, color y ubicación de este tipo de luces en el vehículo. Se evidenció diferencias en la ausencia de requisitos de altura de montaje y visibilidad geométrica para este tipo de dispositivos en el estándar de los EE. UU. Por su parte, las regulaciones de la UE describen que la instalación de estos dispositivos debe ser de tal modo que se ilumine el sitio de la placa instalada.

Tabla 3.21 Comparativa de luz de matrícula trasera

Comparativas de Luz de matrícula trasera		
Luces de matrícula trasera	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 4)
Aplicación	Obligatorio	Obligatorio
Color	Blanco	Blanco
Altura	Sin especificaciones	Ilumine la placa de matrícula

Tabla 3.21 Comparativa de las Regulaciones de la UE y norma en los EE. UU. para la Luz de matrícula trasera (**Continuación...**)

Luces de matrícula trasera	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48, No. 4)
Visibilidad geométrica	Sin especificaciones	Ilumine la placa de matrícula
Ubicación	En la parte trasera del vehículo	En la parte trasera del vehículo

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993, págs. 107-110), (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), Segunda revisión 15 de octubre 2008, págs. 4-13)

3.1.16. COMPARATIVA DE MERCADO DE VISIBILIDAD

En la Tabla 3.22 se estableció los requisitos para el marcado de visibilidad contenidos en la FMVSS No. 108 y regulaciones No.48 y No.104 de la UE. Las características son similares en ambas normativas, cumpliendo con el propósito de percibir el vehículo en condiciones de baja visibilidad. Dependiendo del tipo de vehículo se especifica que la instalación deberá ser parcial, completa o de línea (Ver Anexo V). La diferencia se evidenció en la disponibilidad de un color amarillo en la regulación de la UE además del rojo y blanco mencionados en la normativa de los EE. UU.. Respecto a la ubicación no existe mayor contraste siempre y cuando cumpla con los requisitos dentro de cada normativa. Por último, el estándar de los estados unidos hace referencia al cumplimiento del requisitos de visibilidad conforme a exigencias fotométricas, mientras que la regulación europea establece que el 70 por ciento de la superficie del marcado de visibilidad debe se perceptible a 25 metros de un punto de análisis.

Tabla 3.22 Comparativa de marcado de visibilidad

Comparativa del marcado de visibilidad		
Marcado de visibilidad	EE. UU. (FMVSS No. 108)	EUROPA (ECE Regulación No. 48 y No.104)
Aplicación	Obligatorio en remolques y semirremolques Posterior: Mercado parcial Lateral: Mercado parcial y continuo Delantero: Mercado de línea	Obligatorio en remolques y semirremolques Posterior: Mercado completo Lateral: Mercado parcial Opcional (delantera): Mercado de línea O2, O3, y O4

Tabla 3.22 Comparativa de las regulaciones de la UE y de los EE. UU. para el marcado de visibilidad (**Continuación...**)

Ubicación	<p>Parte trasera: Esquinas superiores traseras de la cabina y en defensas para semirremolques. A 300 mm del borde exterior de la parte superior en remolques</p> <p>Parte lateral: Esquinas superior a 300 mm de los bordes exteriores. A una altura entre los 375 mm y 1525 mm.</p> <p>Longitud: Secciones de tiras de 300 mm y 600 mm.</p>	<p>Anchura: lo más cerca a los bordes exteriores del vehículo</p> <p>Anchura: Lo más cerca posible de los extremos del vehículo, como máximo a 600 mm de cada extremo.</p> <p>Altura: Tan bajo como sea posible (Min. 250 mm Máx.: 1 500 mm) Tan alto como sea posible, Max. 400 mm del extremo superior del vehículo.</p>
Color	Rojo y Blanco	Blanco, amarillo o rojo
Visibilidad	Visibilidad fotométrica respecto a 0.2 y 0.5 grados. Ver Anexo VI	<p>Visibilidad del 70 % de la superficie iluminante</p> <p>Puntos de observación:</p> <p>Parte delante y trasera: perpendicular al eje longitudinal del vehículo situado a 25 m del extremo del vehículo.</p> <p>Parte lateral: paralelo al plano longitudinal medio del vehículo situado a 25 m del borde exterior extremo del vehículo</p>

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993), (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), 26 de julio 2012, págs. 4-15)

Se analizó los requisitos técnicos de las regulaciones de la UE y los EE. UU. los cuales son similares en la mayoría de los casos. Sin embargo, existen diferencias relacionadas principalmente especificaciones de altura de montaje, color, ángulos de visibilidad geométrica y disposiciones puntuales de ubicación.

- Las variaciones de los requisitos de color en cada dispositivo no presentaron mayores diferencias en cada normativa analizada. Sin embargo, las más sobresalientes fueron respecto a las especificaciones de color de luces de conducción diurna, indicadoras de dirección traseros, luces de posición delanteras, luces de gálibo y dispositivos de marcado de visibilidad.

- Se pudo resaltar el color exigido para las luces de dirección posterior debido a que en las regulaciones No. 6 y No. 48 de la UE se evidenció la exigencia de un solo color (ámbar), mientras que en el reglamento FMVSS No.108 de los EE. UU. estos dispositivos pueden ser de color rojo o ámbar. Se resaltó este requisito por el hecho de que el color rojo es solo especificado por la regulación americana, en consecuencia, no se puede considerar equivalentes estos requisitos, a menos de que se especifique un mismo tipo de color en ambas regulaciones o a su vez se determine la norma de aplicación para evitar confusiones.
- Del análisis de los requisitos relacionados a la altura de instalación de los dispositivos de iluminación y señalización, se pudo evidenciar que las especificaciones de altura mínima y máxima en el regulación de los EE. UU. son mayores. Sin embargo, estas disposiciones no reflejan diferencias exorbitantes con relación a las disposiciones en las regulaciones de la UE que resultan ser similares al tener excepciones por impedimentos de instalación debido a la carrocería.
- La ausencia de requisitos de visibilidad geométrica en algunos de los dispositivos de iluminación dio lugar a definir requisitos adicionales como ángulos de visibilidad fotométrica de manera que se pueda tener información equivalente para una evaluación adecuada de estos dispositivos.
- Debido a que las formas de los vehículos han evolucionado en los últimos años, se determinó aspectos que se deben considerar con relación a la instalación de dispositivos de iluminación ubicados en la parte delantera y trasera alrededor de las esquinas del vehículo. Estos dispositivos son visibles lateralmente, convirtiendo a algunos dispositivos de iluminación lateral en dispositivos de poca efectividad. Es por esto por lo que regulaciones como la No. 6 y No. 7 de la UE pertenecientes a las luces de estacionamiento y posición prescriben como opcional la instalación de estos dispositivos en los vehículos.

- Finalmente, el análisis reflejó que no todos los requisitos se pueden considerar equivalentes.. Esto se planteó con el propósito de no realizar interpretaciones erróneas respecto a los requisitos de cada normativa. Es decir, no se puede considerar los requisitos de aplicación de la regulación de los EE UU. para los dispositivos de iluminación y señalización sea compatible en su totalidad con regulaciones de la UE sin presentar ninguna modificación, se debe tener en cuenta que se necesita de adaptaciones sutiles para garantizar el cumplimiento con los requisitos y seguridad en el mundo real.

3.2. REQUISITOS TÉCNICOS PARA LOS DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Con base a la comparativa ejecutada anteriormente se estableció los requisitos técnicos relacionados a la aplicación, altura, color, ángulos de visibilidad geométrica o fotométrica y ubicación que cada dispositivo de iluminación y señalización debe cumplir. Estos requisitos se establecieron de acuerdo con disposiciones de la regulaciones de la UE, la norma FMVSS No. 108 de los EE. UU. y requisitos técnicos de carácter nacional establecidos en la norma NTE 1 155: 2015. Los resultados se muestran en lo Anexos II-IV

3.3. ESPECIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE REQUERIDA PARA EQUIPOS Y PRUEBAS

El análisis para especificar la infraestructura necesaria para la realización de pruebas se basó en determinar el área ocupada por los equipos y el área total comprendida para efectuar pruebas fotométricas y de desgaste, cumpliendo con el propósito de garantizar la homologación de dispositivos.

En la Tabla 3.23 se estableció la superficie total requerida para la realización de pruebas. Este proceso se llevó a cabo mediante el cálculo de una superficie total para cada equipo. Con la suma de todas las superficies se obtuvo un total de 99.63 metros cuadrados, necesarios para determinar la superficie útil de trabajo para cada equipo.

Tabla 3.23 Especificación del área requerida/equipos

Cálculo de área de ocupación de equipos (Método de Guerchet)								
Equipo	Cantidad n	Número de lados N	Largo L (m)	Ancho A (m)	S _s (m ²)	S _g (m ²)	S _e (k=2) (m ²)	S _T (m ²)
Gonio fotogoniómetro	1	3	1.55	2.44	3.78	11.35	30.26	45.38
Colorímetro	1	4	0.23	0.18	0.04	0.17	0.41	0.6
Cámara climática con RH	1	1	1.1	0.89	0.98	0.98	3.92	5.9
Cámara de clima constante	1	1	0.86	0.74	0.64	0.64	2.55	3.8
Equipo de inmersión de agua	2	1	0.5	0.5	0.25	0.25	1.00	1.5
Cámara de rociado	1	1	1.6	1.9	3.04	3.04	12.16	18.2
Cámara de polvo	1	1	1.13	1.25	1.41	1.41	5.65	8.5
Cámara de niebla salina	1	1	0.68	1.3	0.88	0.88	3.54	5.3
Equipo de prueba de impacto	1	2	0.5	0.5	0.25	0.50	1.50	2.3
Equipo de vibración	1	1	0.8	1.7	1.36	1.36	5.44	8.2
Área total para equipos								99.63

Fuente: (Valencia Napán , 2016, pág. 45), Autor

3.3.1. ESPECIFICACIÓN DE ÁREA DE PRUEBA MÁXIMA REQUERIDA

El área de prueba máxima requerida se basó en la exigencia de los equipos para las respectivas pruebas de evaluación de los dispositivos de iluminación y señalización vehicular. El proceso se efectuó tomando en cuenta los 10 metros y 25 metros establecidos en los reglamentos para la evaluación fotométrica de los dispositivos. Adicionalmente, se incluyó un espacio mínimo de seguridad de un metro necesario para la movilidad operaria, dimensiones de dispositivos a ser evaluados y dimensiones de los vehículos de prueba.

En la Tabla 3.24 se determinó el área total requerida expresado en metros cuadrados para cada espacio de prueba de los dispositivos de homologación. Incluye un área adicional destinada a la parte administrativa.

Tabla 3.24 Especificación de área de prueba requerida

Área de prueba requerida		
ÁREA DE PRUEBA		Área total (m²)
1	Área de túnel de pruebas	420
2	Área de constatación de dispositivos	224
3	Área de pruebas colorimétricas y fotométricas	217
4	Área de pruebas de limpieza y flexibilidad	42
5	Área de pruebas de impacto	12
6	Área de pruebas de adherencia y revestimiento	18
7	Área de pruebas de corrosión	18
8	Área de pruebas de resistencia a agentes detergentes e hidrocarburos	42
9	Área de pruebas de resistencia a agentes atmosféricos y químicos	63
10	Área de pruebas de inmersión en agua rociado	44.4
11	Área de pruebas de polvo	24
12	Área de pruebas de deterioro mecánico	18.6
13	Área de pruebas térmicas	24
14	Área de pruebas de erosión	24
15	Área de pruebas de vibración	24
16	Área administrativa	48
Total, de área requerida		1263

Fuente: Autor

3.3.2. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA REQUERIDA

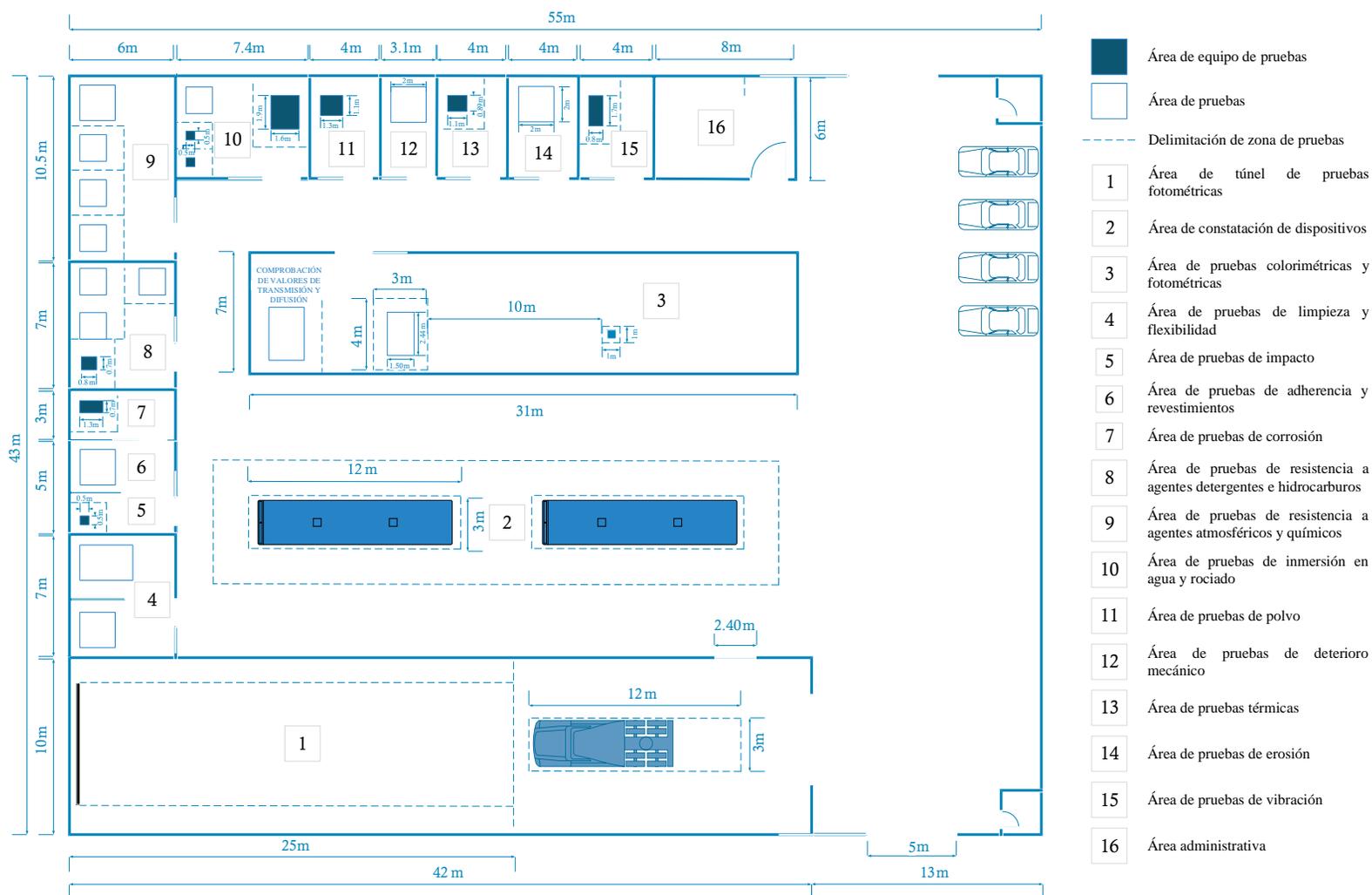


Figura 3.1 Plano de distribución de área de pruebas
Fuente: Autor

En la Figura 3.1 se representó la distribución de cada espacio para la evaluación fotométrica y pruebas de desgaste de los dispositivos de homologación. De igual manera se esquematizó el espacio para la evaluación de vehículo completo respetando especificaciones entorno a la distancia de prueba y tamaño del vehículo.

3.3.3. EQUIPAMIENTO PARA PRUEBAS DE HOMOLOGACIÓN

La selección del equipo se analizó con base a los requerimientos específicos para la realización de pruebas. Especialmente, aquellas destinadas para la homologación de dispositivos, comprendidas en las normativas analizadas de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) y del Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (FMVSS No. 108).

3.3.3.1. Equipo para análisis fotométrico

En la Tabla 3.25 se puntualizó parámetros y requerimientos del gonio fotómetro de tipo A. Este equipo se usa para la evaluación de luminarias automotrices, conforme se menciona en el reglamento No.112 de la UE. Se especificó sus principales características con relación al dimensionamiento y grados de rotación.

Tabla 3.25 Descripción técnica de Gonio fotómetro

EQUIPO PARA MEDICIONES FOTOMÉTRICAS	
Gonio fotómetro AMS 5000 TIPO A	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Área de acción y seguridad	3600 mm x 4400 mm
Altura de mínima requerida	2600 mm
H rotación/ resolución	± 200°, 0.01° resolución

Tabla 3.25 Descripción técnica de Gonio fotómetro (Continuación...)

V rotación/ resolución	$\pm 100^\circ$, 0.01° resolución
X eje/ resolución	± 150 mm, 0.1mm resolución
Y eje/ resolución	± 75 mm, 0.1mm resolución
Z eje/ resolución	-50 a 450 mm, 0.1mm resolución
Dimensiones	1520 x 2444 x 1768 (mm)

Fuente: (Konica Minolta Group, 2019, págs. 13-15)

3.3.3.2. Equipo para análisis de color

En la Tabla 3.26 se mencionó el equipo usado para las pruebas de color de los dispositivos de homologación. Este dispositivo debe tener la capacidad de evaluación colorimétrica conforme la Comisión Internacional sobre la Iluminación (CIE), de manera que se pueda determinar el color de luz emitida por los dispositivos con base a coordenadas cromáticas.

Tabla 3.26 Descripción técnica de colorímetro

EQUIPO PARA MEDICIONES COLORIMÉTRICAS	
COLORÍMETRO DE IMAGEN DE MESA / PARA ANÁLISIS DE COLOR / PARA FUENTE LUMINOSA	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Temperatura de operación	0 – 30°C
Humedad de operación	20 – 70%
Cromaticidad	Coordenadas CIE
Dimensiones	238 mm x 181 mm x 230 mm
Filtro	Triestímulo

Fuente: (Konica Minolta Group, 2020, págs. 1-2)

3.3.3.3. Equipo para pruebas de resistencia a la temperatura

De acuerdo con el análisis de las normativas, se determinó el equipo para la evaluación de los dispositivos que requieran ser sometidos a cambios de temperatura y humedad relativa.

En la Tabla 3.27 se detalló los parámetros relacionados a los rangos de temperatura y humedad relativa de la cámara climática. El equipo seleccionado debe cumplir con los rangos de temperatura y humedad especificados en las pruebas para la homologación de dispositivos.

Tabla 3.27 Descripción técnica de cámara climática

CÁMARA CLIMÁTICA PRUEBAS RESISTENCIA AL CALOR Y HR	
CÁMARA CLIMÁTICA CTC 256 CON REGULACIÓN DE HUMEDAD	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de temperatura con regulación de humedad	+10 a +95°C
Rango de temperatura sin regulación de la humedad	-42 a + 199°C
Rango de humedad RH	10 a 98 %
Dimensiones	1100×898×1730 (mm)
Cámara interior	Acero inoxidable
Conforme a la Norma DIN 12880: 2007-05, EN 61010- 2-010, IEC 60068	

Fuente: (Mettler GmbH + Co. KG, 2019, págs. 2-4)

3.3.3.4. Equipo para pruebas de resistencia a detergentes e hidrocarburos

La evaluación de los dispositivos posterior a la exposición a agentes detergentes e hidrocarburos requiere el uso de una cámara de clima constante con regulación de humedad menor a la requerida para la evaluación de temperatura. En la Tabla 3.28 se estableció requerimientos mínimos que debe contar el equipo para cumplir con el proceso de pruebas.

Tabla 3.28 Descripción técnica de cámara climática

CÁMARA CLIMÁTICA CONSTANTE	
CÁMARA CLIMA CONSTANTE HPP	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de temperatura con regulación de humedad	0 a +70°C
Rango de temperatura sin regulación de la humedad	5 a + 70°C
Rango de humedad RH	10 a 90 %
Anchura	746 mm
Fondo	864 mm
Altura	656 mm
Cámara interior	Acero inoxidable
Conforme a la norma DIN 12880:2007-05, EN 61010	

Fuente: (Memmert GmbH + Co. KG, 2020, págs. 2-4)

3.3.3.5. Equipo para pruebas de inmersión en el agua

De acuerdo con la Tabla 3.29 se estableció los requisitos del equipo para la evaluación de los dispositivos catadióptricos. Este debe cumplir con requisitos mínimos de dimensionamiento y rangos de temperatura para la ejecución de pruebas de este tipo especificados del reglamento No.3. de la UE.

Tabla 3. 29 Descripción técnica de equipo de prueba de inmersión en agua

EQUIPO DE PRUEBA INMERSIÓN EN AGUA	
EQUIPO DIGITAL H-1394.4F	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de temperatura	Temperatura ambiente a +82°C
Precisión	+/- 0.1 %
Dimensiones	508 x 508 x 254 mm
Estante	Acero inoxidable
Conforme a la normas: ASTM D6927, ASTM D5581, ASTM D4867	

Fuente: (Humboldt Mfg. Co., 2019, págs. 1-2)

3.3.3.6. Equipo para pruebas de rociado de agua

El equipo para la evaluación de la prueba de rociado de agua se determinó conforme el reglamento No. 112 de la UE. En la Tabla 3.30 se enlistó las especificaciones de temperatura, presión y tiempo de prueba del equipo. Garantizando que cumpla con la descripción del proceso de prueba.

Tabla 3.30 Descripción técnica de equipo de rociado de agua

EQUIPO DE ROCIADO DE AGUA 15 000 – 20 000	
CÁMARA DE PRUEBA DE RESISTENCIA AL ROCIADO DE AGUA IEC 60529	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de temperatura	Temperatura ambiente a +85°C
Presión de pulverización	0- 400 kPa

Tabla 3.30 Descripción técnica de equipo de rociado de agua (Continuación...)

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Volumen de pulverización	0.07 L/min
Péndulo de tubo	$\pm 45^\circ \pm 60^\circ \pm 90^\circ$
Tiempo de prueba	99h59min59s
Mesa rotativa	4 - 17 rpm
Dimensiones	1600 fondo x 1900 ancho x 1400 alto mm
Conforme a la normas: ASTM D6927, ASTM D5581, ASTM D4867	

Fuente: (Shenzhen Bonad Instrument Co., Ltd)

3.3.3.7. Equipo para pruebas de exposición al polvo

En la Tabla 3.31 se mencionó los requisitos que el equipo debe cumplir para la ejecución de pruebas de exposición al polvo establecidas en la regulación No. 3 de la UE. Se tomó en cuenta los rangos de temperatura, humedad relativa y dimensiones del equipo.

Tabla 3.31 Descripción técnica de cámara de polvo

CÁMARA PARA PRUEBAS DE POLVO 8 000 a 10 000	
CÁMARA DE POLVO IP5X PARA PIEZAS AUTOMOTRICES Y ELECTRÓNICOS PT-2055	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Temperatura y humedad ambiente	15 – 45°C, 45 – 75%RH
Concentración de polvo	2- 4 kg/m ³
Rango de humedad RH	10 a 98 %
Dimensiones	1130x 1250x1650
Cámara interior	Acero inoxidable
Conforme a la Norma GB4706, GB2423, GB7000.1, IEC60529,	

Fuente: (Perfect International Instruments Co., Ltd, 2019)

3.3.3.8. Equipo para pruebas de resistencia a la corrosión

En la Tabla 3.32 se detalló las características que debe cumplir el equipo para la ejecución de pruebas de corrosión. Se determinó el rango de temperatura y dimensiones. Garantizando que cumplan con las especificaciones de las regulaciones analizadas.

Tabla 3.32 Descripción técnica de cámara de corrosión

CÁMARA PARA PRUEBAS DE CORROSIÓN	
CÁMARA DE NIEBLA SALINA S120Is Standard	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de temperatura/secado	23 – 50°C
Volumen	120 L
Montaje	Sobre superficie elevada
Dimensiones	1315Wx 680Dx800H
Conforme a la Norma ASTM B117	

Fuente: (Metrological comintec services S.C., 2019, pág. 7)

3.3.3.9. Equipo para prueba de resistencia al impacto

En la Tabla 3.33 se detalló los requerimientos del equipo de prueba usado para determinar la resistencia al impacto de los dispositivos. Se especificó parámetros relacionados a la altura del equipo, peso y diámetros de la bola de acero utilizada, de manera que cumpla con requisitos del proceso de prueba.

Tabla 3.33 Descripción técnica de equipo para pruebas de impacto

EQUIPO PARA PRUEBAS DE IMPACTO 1000-2000	
EQUIPO DE PRUEBA DE IMPACTO DE BOLA AS-DB-200	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Max altura	2 m
Método de caída	Caída libre
Peso y diámetros de bola de acero	112g(Φ30mm) 198g(Φ36mm) 225g(Φ38mm) 357g(Φ41mm) 1042g(Φ64mm) 2280 g(Φ82mm) La bola de acero estándar: JIS K-5400
Dimensiones	W500×H2110×D500mm

Fuente: (AI SI Li (China) Test Equipment Co., Ltd, 2019)

3.3.3.10. Equipo para prueba de vibración

En la Tabla 3.34 se especificó los requisitos mínimos que debe satisfacer la mesa de vibración para la ejecución de pruebas. Se detalló parámetros relacionado a la frecuencia de vibración, fuerza y dimensiones.

Tabla 3.34 Descripción técnica de equipo de vibración

EQUIPO PARA PRUEBAS DE VIBRACIÓN	
MESA DE PRUEBAS DE VIBRACIONES/HORIZONTAL/VERTICAL	
PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Frecuencia	2 – 2500 herzios
Fuerza	300 – 5000 kgf
Dimensiones	1700x800x 1200 mm
De acuerdo con normas ISO, ASTM, GB, JIS, ITSA	

Fuente: (Sanwood Environmental Chambers Co., Ltd, 2019)

3.4. PROCESO TÉCNICO PROPUESTO PARA LA HOMOLOGACIÓN NACIONAL

Se presentó una propuesta para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización a nivel nacional. Esta se construyó con base al análisis de un proceso general y sub-procesos necesarios para la aplicación en todos los dispositivos como sea posible.

Se estableció como requisitos para la homologación a todos aquellas pruebas de constatación, evaluación de componentes, y certificación que sean necesarios. Con la objetivo de comprobar que los dispositivos de iluminación y señalización cumplan con las garantías necesarias para validar el proceso.

3.4.1. INTRODUCCIÓN

Por medio del procedimiento de homologación se estableció condiciones en las cuales se realizará la homologación de los dispositivos de iluminación y señalización. Con la finalidad de

cumplir con las exigencias técnicas y administrativas. El proceso se detalló considerando todos actores involucrados como se describe a continuación:

3.4.1.1. Participantes

Dentro de los involucrados en el proceso de homologación se estableció a representantes de fabricación de dispositivos a nivel nacional e importadores. Estos son los únicos encargados de presentar la solicitud de homologación (Ver Anexo VII) De la misma manera se definió a la autoridad de homologación encargada netamente de actos administrativos, revisión de documentos e informes, emisión de certificados y acreditación de laboratorios. Por último, se definió al ser servicio técnico como entidad capaz de realizar los ensayos de homologación. Este centro técnico debe contar con los medios técnicos y humanos que garanticen la calidad trazabilidad e imparcialidad en los procesos efectuados. Además, debe estar certificado por una entidad que acredite sus prácticas. En el país, este organismo es la Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, garantizando que el proceso efectuado para la homologación de los dispositivos de iluminación y señalización cuente con valía a nivel nacional.

3.4.1.2. Requisitos iniciales

Se determinó que toda empresa que requiera la homologación de una unidad técnica independiente (dispositivo) o de vehículo completo debe cumplir con un proceso de calidad (ISO 9000) para garantizar la conformidad de producción, la misma que estará en inspección constate antes de proceder con el proceso de homologación. Adicionalmente el solicitante de la homologación debe presentar los siguientes requisitos:

- Descripción del tipo de vehículo (Dimensiones y forma exterior del vehículo, ver Anexo VIII y IX).
- Tabla de todos los dispositivos (número, marca, modelo, marca de homologación, intensidad máxima, color, luz testigo)

- Plano en el que se indique la localización de los dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa. (ver Anexo IX)
- Plano que muestre la extensión de la zona luminosa.
- Especificación de eje de referencia y centro de referencia.
- En su caso, instrucciones especiales para el montaje y cableado.
- Descripción/esquema y tipo de dispositivo para nivelar los faros (por ejemplo: automático, de regulación manual gradual, de regulación continua).
- Marcas de referencia

3.4.1.3. Fases del proceso de homologación

Dentro de las fases del proceso de homologación se contempló aspectos relacionados al cumplimiento de requisitos previos a la efectuación de ensayos en el centro técnico acreditado para la homologación de dispositivos de iluminación y señalización.

- a. Evaluación inicial: verificar el cumplimiento de un sistema de control de calidad de los procesos de fabricación a nivel nacional. (ISO 9000) y control de documentación.
- b. Constatación de dispositivos: revisión de constancia de los dispositivos de iluminación conforme la solicitud de homologación presentada.
- c. Comprobación de requisitos técnicos: Se constatan los requisitos técnicos establecidos en la normativa FMVSS O UE.

- d. Ensayos de homologación: efectuación del ensayo/s según una normativa específica de la UE. culmina con la emisión de un informe respecto a los ensayos realizados.
- e. Conformidad de producción: El responsable de la homologación debe cumplir con condiciones que garantice el control de procedimientos de calidad, cumplimiento de requisitos técnicos mínimos y ensayos específicos a cada tipo de dispositivo a ser homologado. En caso de no cumplir con estas disposiciones se evaluará de manera inmediata con el fin de establecer la conformidad por parte de la autoridad responsable de la homologación.
- f. Resultado: homologación oficial (certificado y numero de homologación)

3.4.1.4. Documentación

La documentación que resulta de la homologación comprende a:

- Informe de laboratorio oficial que respalda que se han efectuado y todas las pruebas y verificaciones de norma correctamente.
- Documentación del fabricante que valida que todas las características técnicas del vehículo y componentes corresponden a lo establecido inicialmente.
- Otorgación de certificados que acreditan que el proceso se realizó correctamente y valida todos los actos del servicio técnico.

La concesión de la homologación se concederá un número en particular de homologación de acuerdo con cada dispositivo de iluminación o señalización. Este número posteriormente será requisito en el proceso de Inspección Técnica vehicular-ITV. Debido a que se garantiza que los

dispositivos instalados en el vehículo cuentan con una serie de pruebas y características técnicas normadas.

Los dispositivos deben cumplir con los procedimientos de ensayo y requisitos técnicos mínimos especificados bajo que normativa se ejecutó la homologación. Caso contrario de no hacerlo se negará la homologación.

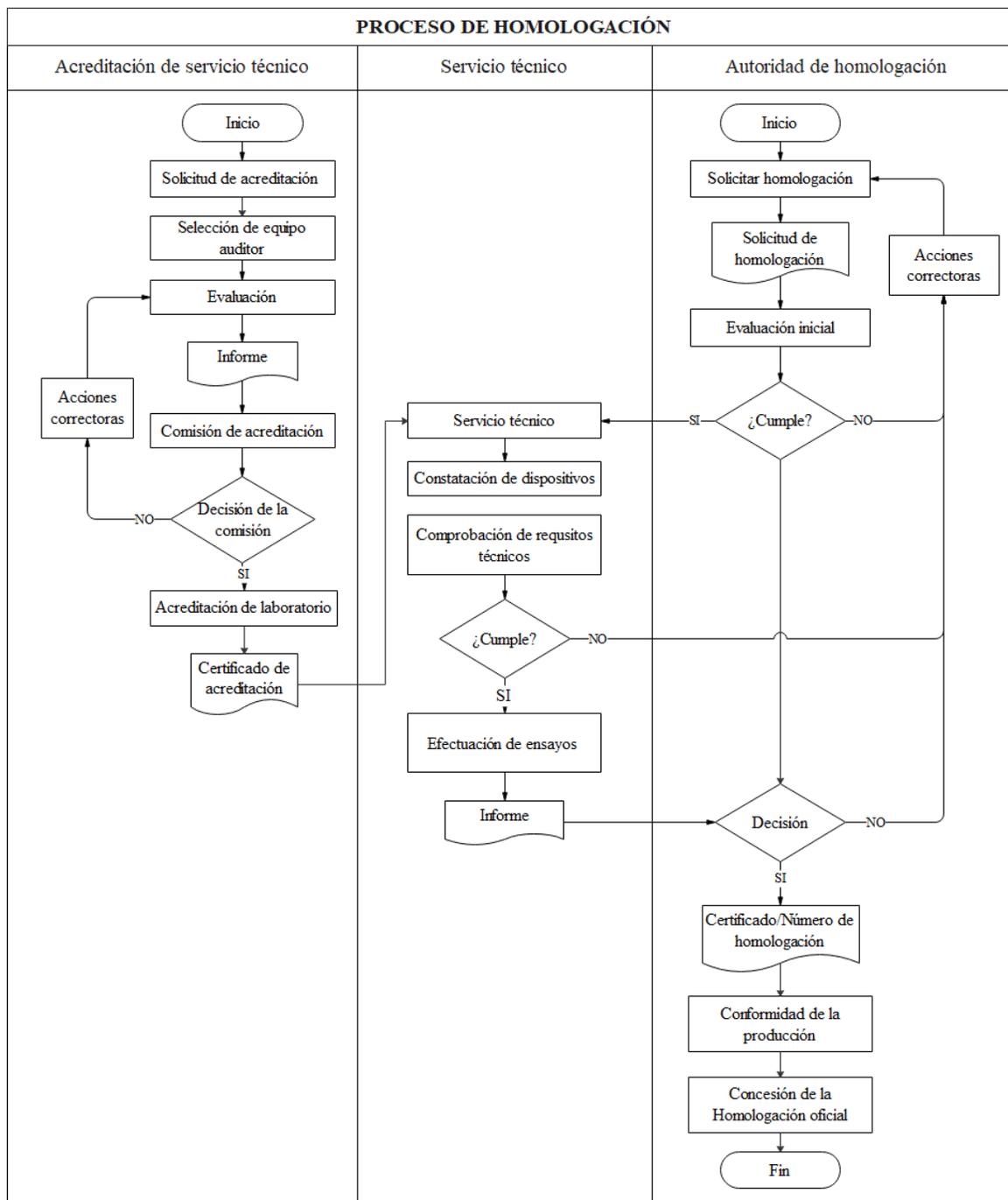


Figura 3.2 Proceso de homologación

Fuente: Autor

En la Figura 3.2 se detalló el proceso de homologación propuesto. Se especificó el proceso de acreditación para el servicio técnico y las funciones que desempeña juntamente con la autoridad de homologación para la concesión de la homologación.

3.4.2. PRUEBAS PARA LA HOMOLOGACIÓN

El procedimiento de pruebas y ensayos necesarios para la homologación de dispositivos de iluminación se elaboró con base a la información dispuesta por los reglamentos de homologación de la CEPE y el Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (Procedimientos SAE).

En la Tabla 3.35 se realizó una matriz con las pruebas seleccionadas para la evaluación de los dispositivos de iluminación y señalización. Estas pruebas comprenden aquellas de carácter fotométrico y de desgaste. El método de comprobación de los valores de difusión y transmisión se refleja en el Anexo XII.

Tabla 3. 35 Resumen de pruebas para la homologación de dispositivos **Continuación...**)

DISPOSITIVO		ENSAYOS																						
		Ensayo fotométrico	Ensayo de color	Ensayo de estabilidad del rendimiento fotométrico	Resistencia a los cambios de temperatura	Resistencia a los agentes atmosféricos y químicos	Resistencia a agentes detergentes e hidrocarburos	Resistencia al deterioro mecánico	Ensayo de adherencia de los revestimientos	Resistencia al calor	Ensayo con rociado	Ensayo de inmersión en el agua	Ensayo de humedad	Ensayo de exposición al polvo	Resistencia a la corrosión	Resistencia a los combustibles	Resistencia a los aceites lubricantes	Resistencia de la cara posterior de dispositivos	Resistencia térmica	Resistencia al impacto	Resistencia a la limpieza	Ensayo de flexibilidad	Resistencia a la erosión	Ensayo de vibración
9	Luces antiniebla delantera	•	•	•	•	•	•	•	•	•														•
10	Luces de marcha atrás	•	•																					•
11	Luces antiniebla traseras	•	•															•						•
12	Luces de estacionamiento	•	•																					•
13	Luces de conducción diurna (DRL)	•	•															•						•
14	Luces de posición laterales	•	•																					•
15	Marcado de visibilidad	•	•						•		•			•	•					•	•	•		

Fuente: **Autor**

El procedimiento de pruebas que se detalló a continuación consiste en una serie de procesos realizados por entidades calificadas. Garantizando que los dispositivos analizados cumplan con los requerimientos técnicos necesarios y requisitos establecidos para la homologación de cada componente. De esta manera se puede aportar con la documentación correspondiente para la homologación respectiva de la unidad ensayada.

3.4.2.1. Ensayo para pruebas fotométricas

Se precisó de las pruebas fotométricas al tener como objetivo la evaluación de la intensidad luminosa de los dispositivos de iluminación del vehículo. Para este fin se hace uso de una pantalla de pruebas, donde se especifican los puntos de prueba establecidos en cada normativa, según el tipo de faro a ser evaluado.

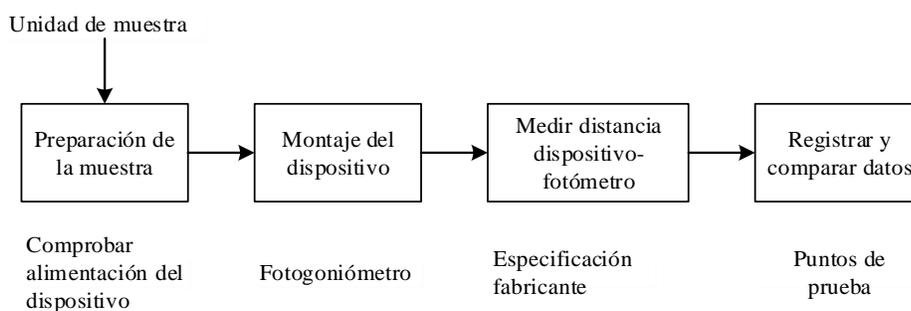


Figura 3.3 Diagrama de proceso de ensayo de fotométrico

Fuente: Autor

En la Figura 3.3 se ilustró el proceso para la evaluación fotométrica de los dispositivos de iluminación. Se detalló las actividades tomadas como requisitos obligatorios para la ejecución de cada subproceso.

3.4.2.2. Ensayo para prueba de color de luz emitida

Se estableció el ensayo de color con el fin de evaluar la tonalidad de luz emitida por los dispositivos de iluminación y señalización. Esta evaluación se realiza conforme a lo establecido

por la CIE (Comisión Internacional sobre la Iluminación). El método de comprobación se efectúa con base a las coordenadas cromáticas de la misma.

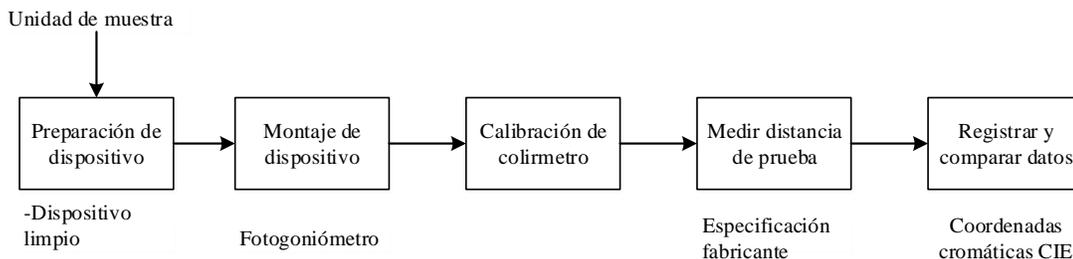


Figura 3.4 Diagrama de proceso de ensayo de color de luz emitida

Fuente: Autor

En la Figura 3.4 se detalló el proceso de prueba de color de luz emitida para los dispositivos de iluminación y señalización. Este proceso consta de actividades que se deben cumplir relacionadas con garantizar la evaluación de color.

3.4.2.3. Ensayo de estabilidad de rendimiento fotométrico

Se estableció el ensayo de rendimiento fotométrico con el fin de determinar la capacidad de los dispositivos de iluminación para conservar las características físicas y fotométricas. Este proceso se realiza después de ser sometidos a largas horas de funcionamiento bajo condiciones de suciedad o limpieza.

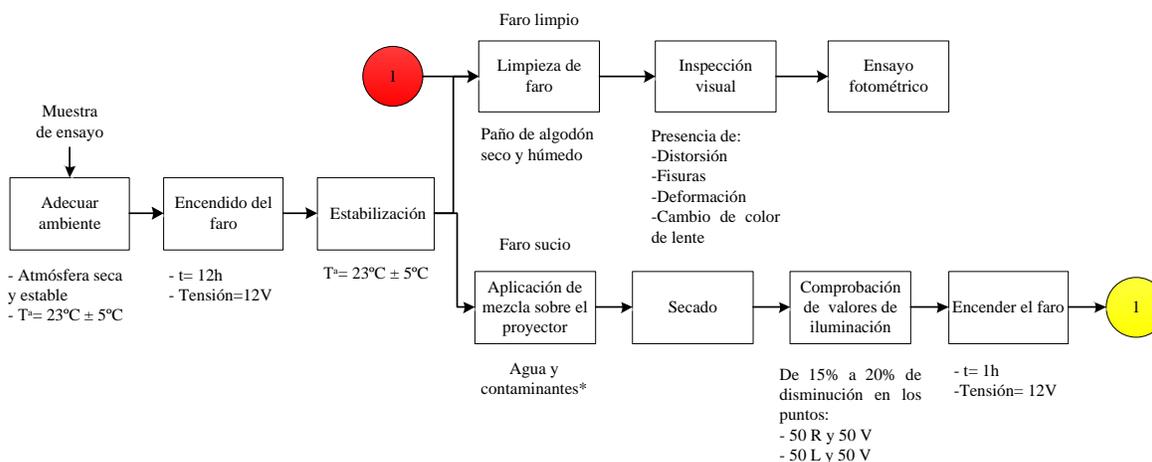


Figura 3.5 Diagrama de proceso de estabilidad del rendimiento fotométrico

Fuente: Autor

El proceso de prueba de estabilidad de rendimiento fotométrico se detalló en el diagrama de la Figura 3.5. En este se especificó las condiciones en la cual se debe ejecutar la prueba con el fin de cumplir con parámetros que garanticen la fiabilidad del proceso.

3.4.2.4. Ensayo de resistencia a los cambios de temperatura y humedad

Se estableció los ensayos de carácter climático para la evaluación de las diferentes propiedades del producto y/o material. Con esta prueba se verifica que las características fotométricas de la muestra de ensayo se conserven tras ciclos de exposición a una variación de temperatura y humedad.

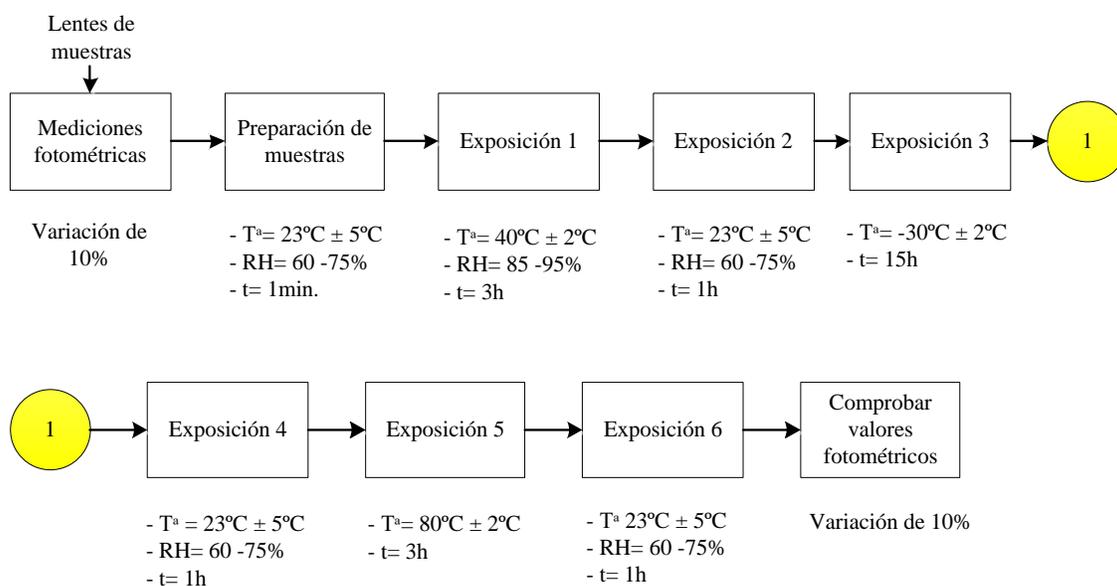


Figura 3.6 Diagrama de proceso de prueba de resistencia a los cambios de temperatura

Fuente: Autor

En la Figura 3.6 se estableció el proceso de prueba de resistencia a los cambios de temperatura. En este se detalló los valores de temperatura, humedad relativa y tiempo de cada fase del proceso, concluyendo en la comprobación de los valores fotométricos de la muestra ensayada.

Se seleccionó el proceso de prueba de resistencia al calor y resistencia térmica para la evaluación de aspectos relacionados con deformaciones, cambios físicos o pérdida de diferentes propiedades mecánicas de los dispositivos de iluminación.

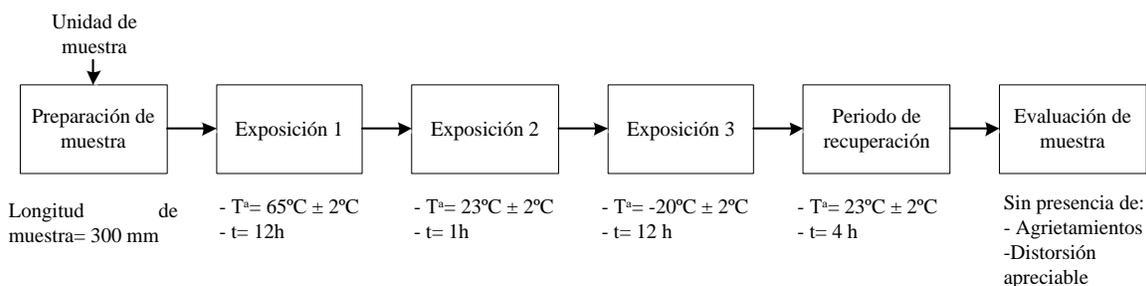


Figura 3.7 Diagrama de proceso de resistencia al calor

Fuente: Autor

En la Figura 3.7 se especificó el procedimiento de prueba de resistencia al calor para el marcado retrorreflectante de vehículos. En este se precisó la temperatura y tiempo de exposición en cada fase del proceso. Se finaliza con la evaluación de la muestra mediante la verificación de deformaciones físicas del material.

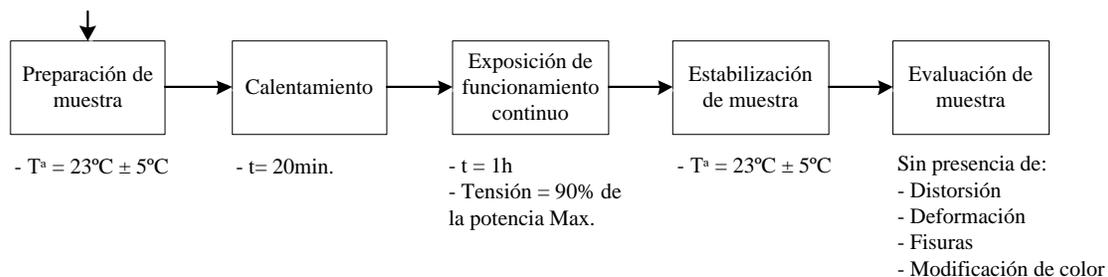


Figura 3.8 Diagrama del proceso de resistencia térmica

Fuente: Autor

En la Figura 3.8 se detalló el procedimiento de prueba de resistencia térmica para los dispositivos catadióptricos. En este se especificó la temperatura y tiempo de exposición de la muestra evaluada, finalizando con la comprobación física del mismo.

3.4.2.5. Ensayo de resistencia a agentes atmosféricos y químicos

Se especificó los ensayos de resistencia atmosférica y química para determinar la presencia de deformaciones físicas y afectaciones químicas de las muestras evaluadas. Estas deformaciones no deben afectar las variaciones de transmisión y difusión de flujo medidas al final de cada ensayo.

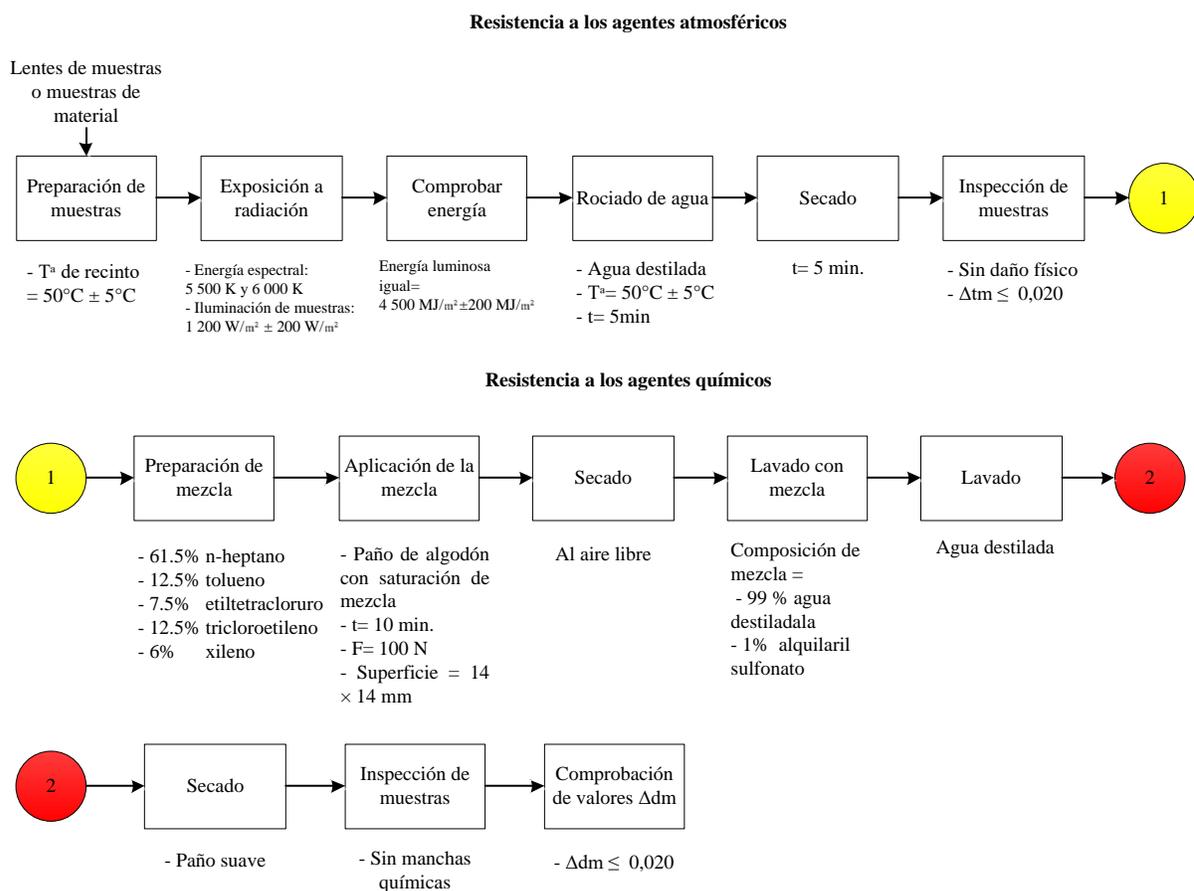


Figura 3.9 Diagrama de proceso de resistencia a agentes atmosféricos y químicos

Fuente: Autor

En la Figura 3.9 se especificó los procesos de resistencia a agentes atmosféricos y químicos. En cada proceso se detalló los requisitos mínimos, mezcla y tiempo de duración de cada etapa de la prueba. La comprobación en ambas pruebas se realiza mediante la medición de los valores de transmisión y difusión de la muestra evaluada.

3.4.2.6. Ensayo de resistencia a los detergentes e hidrocarburos

Se estableció los ensayos de resistencia a los detergentes e hidrocarburos con el fin de simular las afectaciones sufridas tras la exposición a agentes detergentes e hidrocarburos. En este tipo de ensayo se constata que el dispositivo no sufra daño alguno que pueda afectar los valores de transmisión de flujo. (Ver Anexo XII)

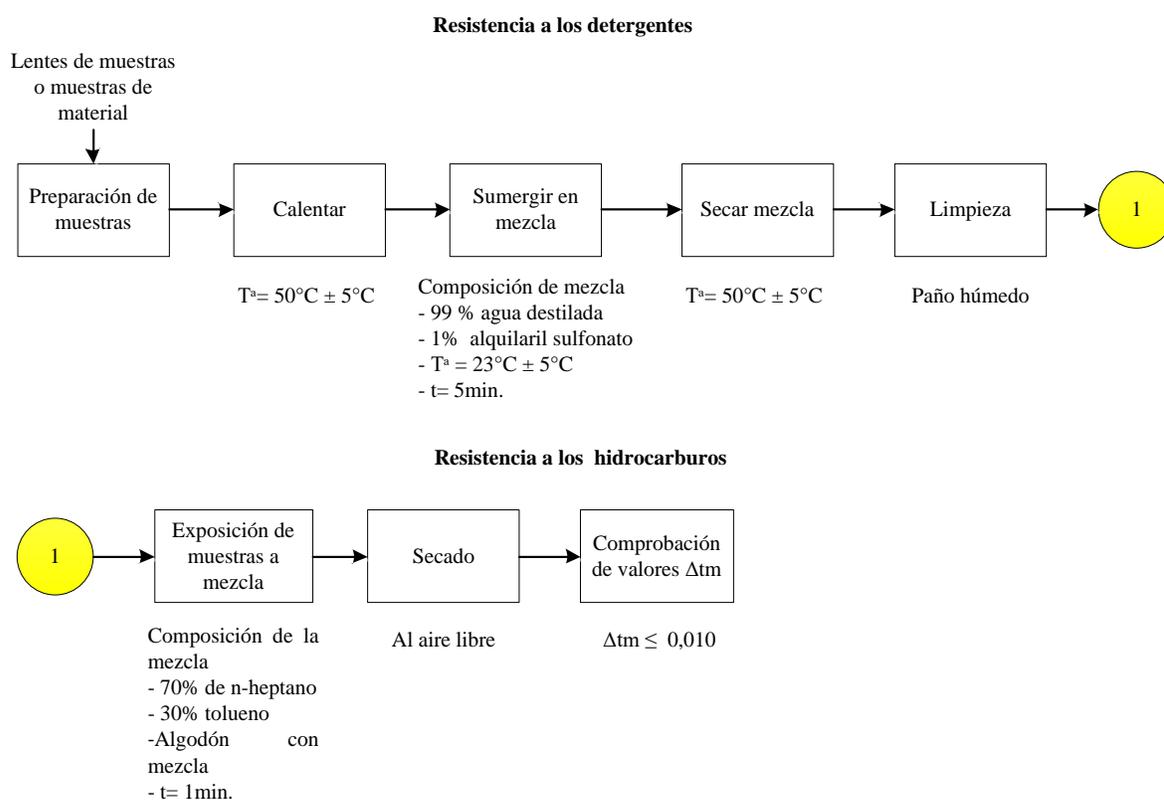


Figura 3.10 Diagrama de proceso de resistencia a los agentes detergentes e hidrocarburos

Fuente: Autor

En la Figura 3.10 se ilustró un diagrama con el proceso de resistencia a agentes detergentes e hidrocarburos para la evaluación de dispositivos de iluminación y señalización. En cada etapa del proceso se especificó la composición de la mezcla en la que será expuesta la muestra y su proceso se secado, finalizando con la comprobación de los valores de transmisión.

3.4.2.7. Ensayo de resistencia al deterioro mecánico

Se especificó el ensayo de resistencia al deterioro mecánico con el fin de valorar la capacidad de la muestra de ensayo a sufrir desgaste de su estructura. Se comprueba que el desgaste sea homogéneo en toda la superficie de la muestra.

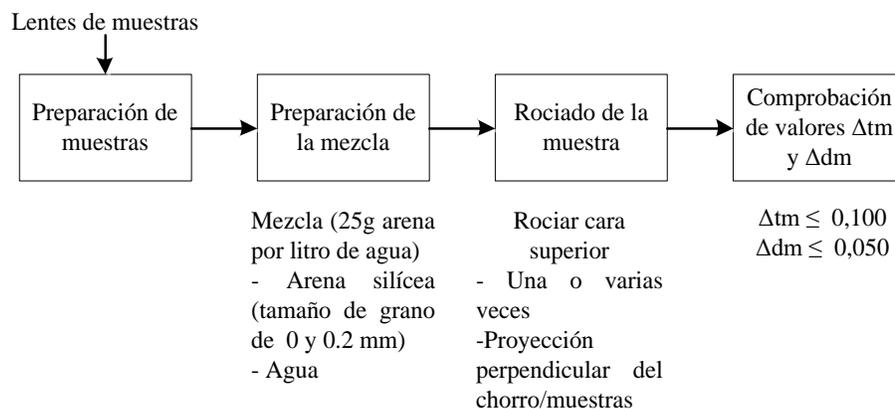


Figura 3.11 Diagrama de proceso de resistencia al deterioro mecánico

Fuente: Autor

En la Figura 3.11 se estableció el proceso de resistencia al deterioro mecánico para las luces antiniebla. En cada etapa se definió las condiciones para la exposición de la muestra, finalizando con la comprobación de los valores de transmisión y difusión.

3.4.2.8. Ensayo de resistencia a la adherencia y revestimientos

Se especificó el ensayo de adherencia y revestimientos con el fin de evaluar los dispositivos de iluminación. Este ensayo consiste en determinar la fuerza lineal de adherencia de una cinta a una placa de cristal del dispositivo, se efectúa al medir la fuerza necesaria para despegar la misma.

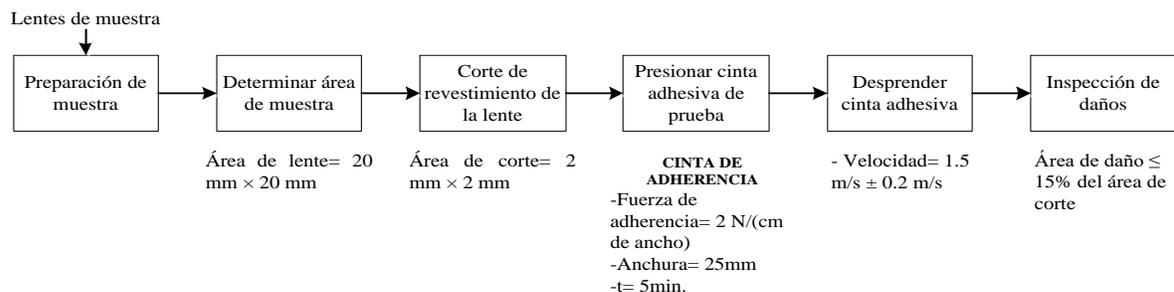


Figura 3.12 Diagrama de proceso de resistencia a la adherencia de revestimientos

Fuente: Autor

En la Figura 3.12. se especificó el proceso de prueba de resistencia a la adherencia de revestimientos. En este se detalló el área de lente a ser sometido a la prueba, fuerza de adherencia de la cinta, tiempo y velocidad de desprendimiento.

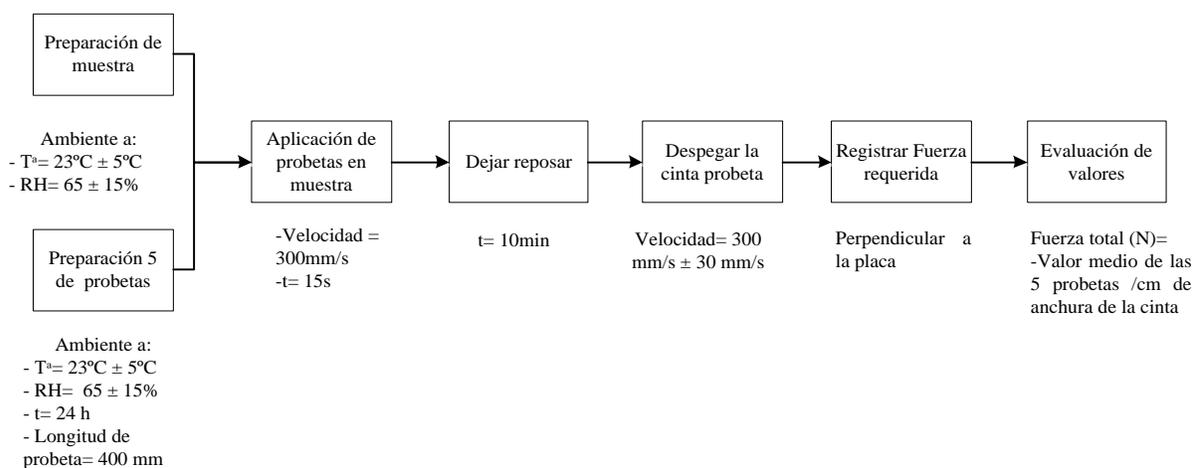


Figura 3.13 Diagrama del proceso de adherencia con cinta adhesiva.

Fuente: Autor

En la Figura 3.13 se detalló el proceso de prueba de adherencia con cinta adhesiva. En este se estableció los requisitos previos que la muestra debe cumplir, tiempo de exposición y fuerza de desprendimiento necesaria.

3.4.2.9. Ensayo de inmersión en agua y humedad

Se seleccionó el ensayo de resistencia al agua o a la penetración de suciedad con el fin de evaluar la capacidad de los dispositivos de iluminación para evitar el ingreso de agua, polvo o suciedad. Garantizando que los dispositivos no se encuentren afectados por agentes externos.

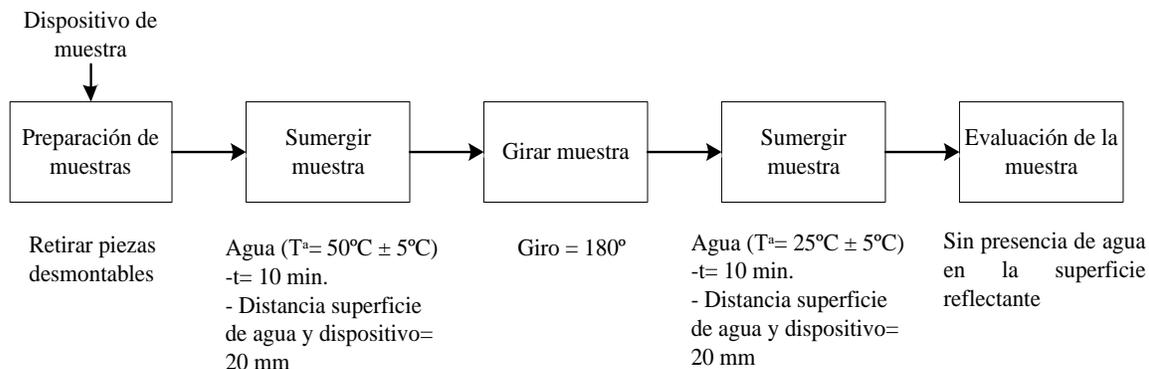


Figura 3. 14 Diagrama de proceso de prueba de inmersión en agua

Fuente: Autor

En la Figura 3.14 se estableció el procedimiento de prueba de inmersión en agua. En este se especificó la temperatura y tiempo de prueba de exposición con la finalidad de evaluar correctamente la muestra de ensayo al final del proceso.

Se describió el ensayo de rociado de agua con el fin de examinar la capacidad del dispositivo para evitar la acumulación de humedad al interior. Se evalúa con base a la presencia de encharcamientos que puedan afectar el funcionamiento del dispositivo. La comprobación posterior al ensayo es la medición del CIL (Ver Anexo XI).

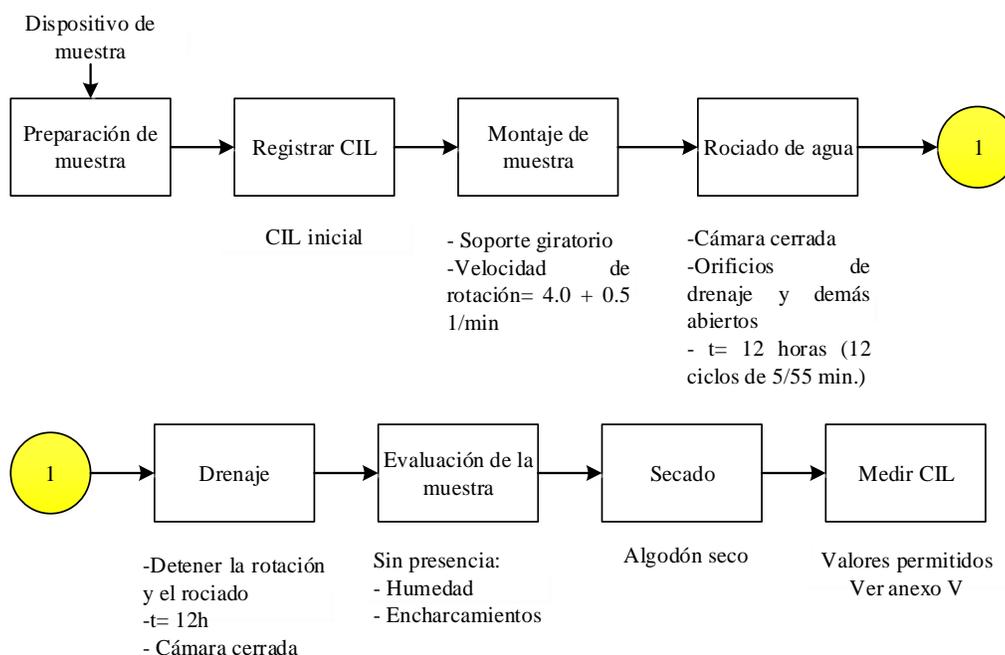


Figura 3.15 Diagrama de proceso de prueba de humedad

Fuente: Autor

En la Figura 3.15 se describió el procedimiento de prueba para la comprobación de acumulación de humedad al interior de los dispositivos de prueba. Se precisó las condiciones en la que se debe ejecutar cada etapa con requisitos que garantizan la validación del ensayo.

3.4.2.10. Ensayo de exposición al polvo

Se especificó el ensayo de exposición al polvo con el propósito de evaluar la capacidad del dispositivo de muestra para resistir la penetración de polvo al interior de este. De tal manera que no se afecte el funcionamiento normal del dispositivo. La comprobación posterior de la muestra se realiza con la medición del CIL

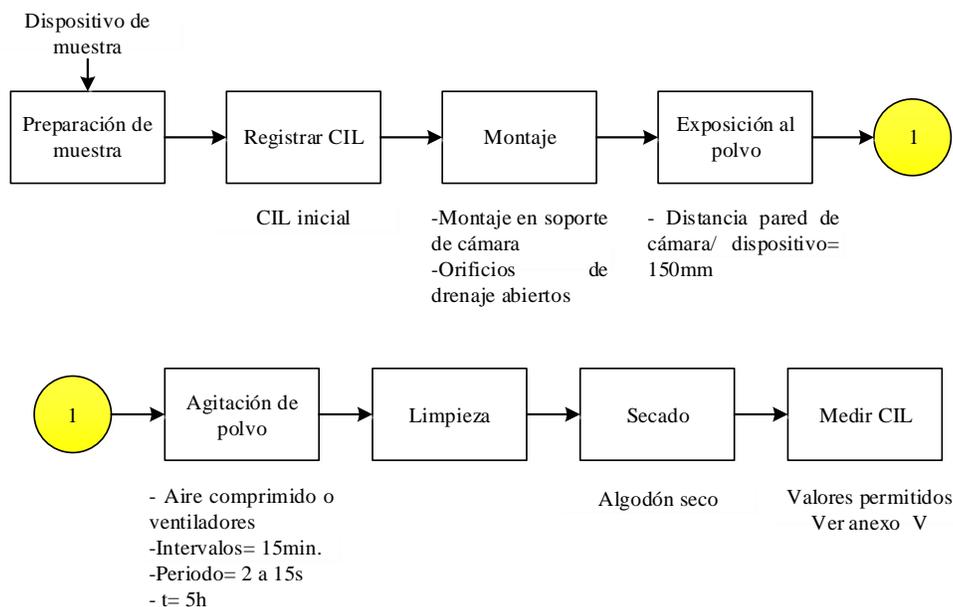


Figura 3.16 Diagrama del proceso de exposición al polvo

Fuente: Autor

En la Figura 3.16 se describió el procedimiento de prueba para la exposición al polvo de los dispositivos de iluminación. En este se detalló las actividades a efectuarse con las especificaciones necesarias para la validación del ensayo.

3.4.2.11. Ensayo de resistencia a la corrosión

Se seleccionó el ensayo de resistencia a la corrosión para comprobar las características fotométricas y colorimétricas después de exponer el dispositivo a una prueba de niebla salada. Como resultado el dispositivo no debe presentar señales de corrosión excesiva que pueda afectar el funcionamiento correcto

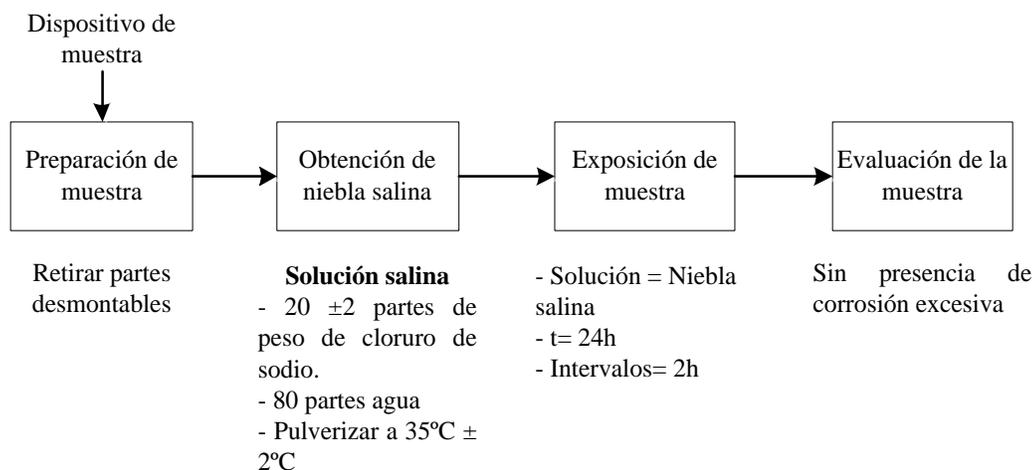


Figura 3.17 Diagrama del proceso de resistencia a la corrosión

Fuente: Autor

En la Figura 3.17 se ilustra un diagrama del proceso de resistencia a la corrosión, en el que se especifica las partes de la solución salina utilizada para la prueba. De igual manera se describió el tiempo de duración de la prueba y los intervalos de exposición.

3.4.2.12. Ensayo de resistencia a los combustibles y aceites lubricantes

Se especificó el ensayo de resistencia a los combustibles con el propósito de exponer al dispositivo de prueba a una mezcla de heptano y tolueno. Este no debe presentar modificaciones de la superficie después de la prueba, sin embargo, se puede aceptar ligeras fisuras superficiales.

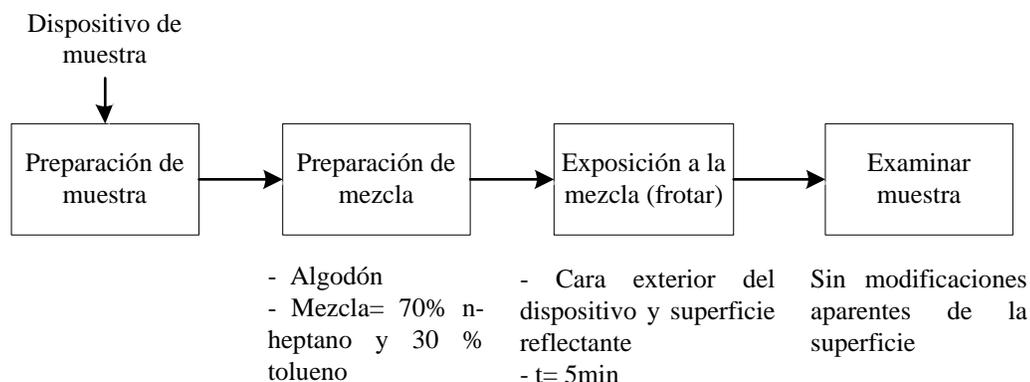


Figura 3.18 Diagrama del proceso de resistencia a los combustibles

Fuente: Autor

En la Figura 3.18 se detalló el procedimiento de prueba de resistencia a los combustibles para dispositivos catadióptricos. Se presentó las condiciones de prueba en las que se debe realizar con una evaluación final para determinar la validez de la prueba

Se especificó el ensayo de resistencia a aceites lubricantes con el fin de someter a la muestra a un aceite detergente. Como resultado la muestra no debe presentar modificaciones de la superficie al finalizar el proceso.

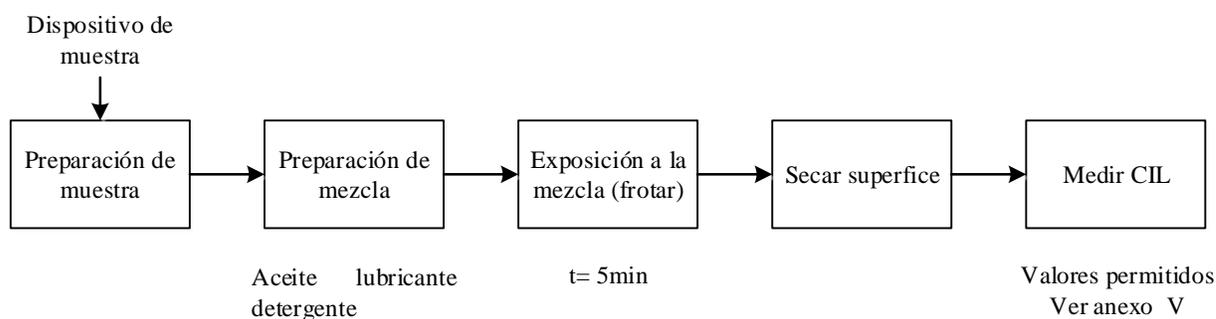


Figura 3.19 Diagrama del proceso de resistencia a los aceites lubricantes

Fuente: Autor

En la Figura 3.19 se detalló el proceso de resistencia a aceites lubricantes para dispositivos catadióptricos de vehículos. En este se precisó el tipo de aceite utilizado y tiempo se prueba. La evaluación final se debe realizar mediante la medición del CIL para dispositivos catadióptricos.

3.4.2.13. Ensayo de resistencia al impacto

Se especificó el ensayo de resistencia al impacto con bola de acero con el fin de evaluar la superficie de los dispositivos catadióptricos. El resultado final del ensayo es constatar la presencia de fisuras.

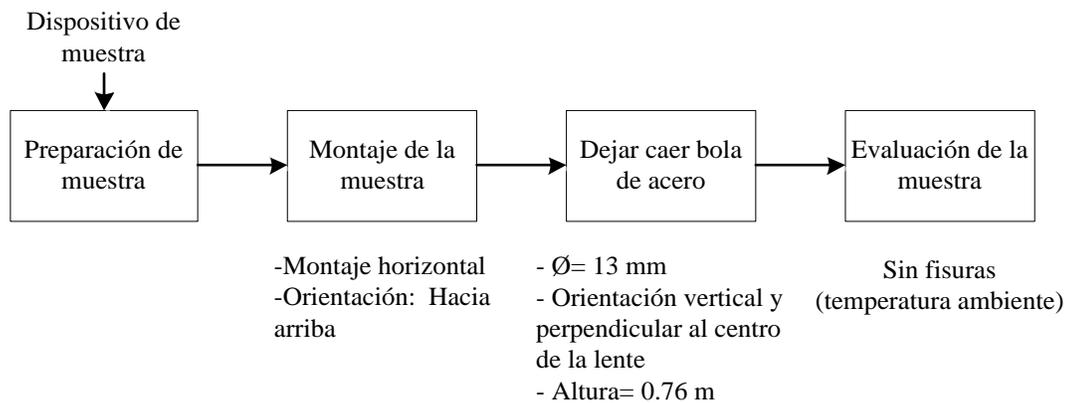


Figura 3.20 Diagrama del proceso de resistencia al impacto

Fuente: Autor

En la Figura 3.20 se describió el proceso de prueba de resistencia al impacto para los dispositivos catadióptricos de los vehículos. En este proceso se detalló condiciones para la ejecución de la prueba, concluyendo con una evaluación que verifica que el dispositivo no presente fisuras para validar la prueba.

3.4.2.14. Ensayo de resistencia a la erosión

Se definió el ensayo de resistencia a la erosión con el fin de someter la muestra a una fuente de iluminación y comprobar la degradación de color. Esta muestra no debe presentar daño físico se la superficie expuesta. La comprobación se realiza mediante la medición del coeficiente de retro-reflexión del material.

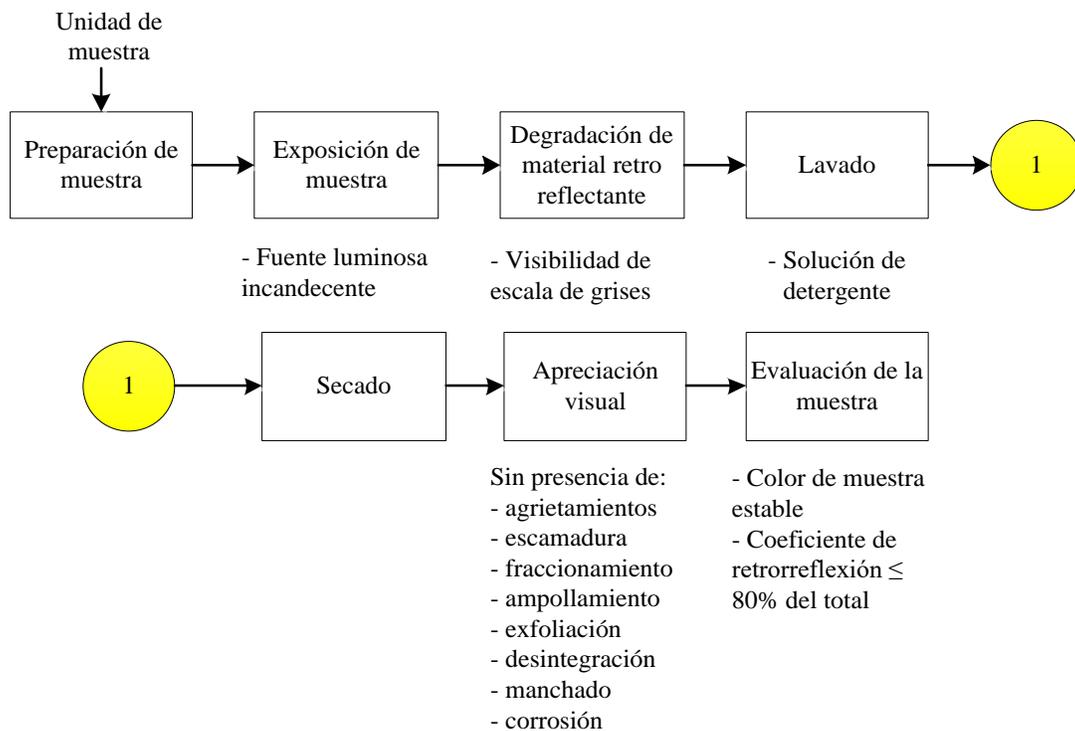


Figura 3.21 Diagrama del proceso de resistencia a la erosión

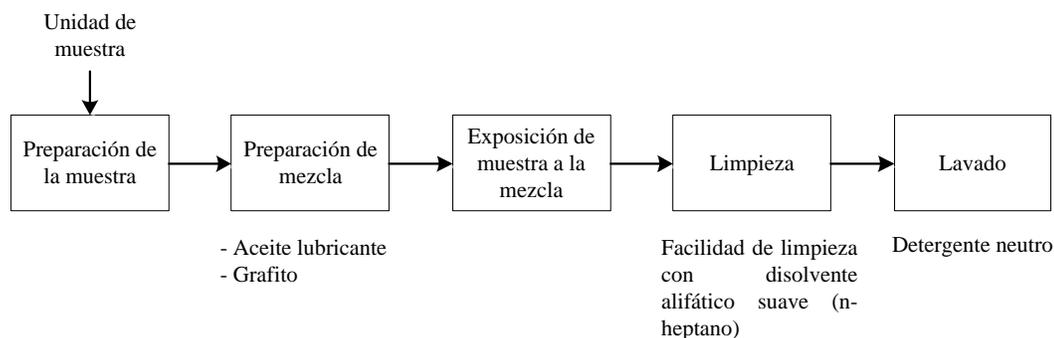
Fuente: Autor

En la Figura 3.21 se describió el proceso de resistencia a la erosión para el marcado retrorreflectante de vehículos. En este proceso se estableció las fases con las respectivas condiciones de prueba que deben cumplir para garantizar la validación del proceso.

3.4.2.15. Ensayo de resistencia a la limpieza

Se estableció el ensayo de resistencia a la limpieza con el fin de comprobar la facilidad de limpieza que la superficie del dispositivo presenta. Este proceso no debe causar daños en la muestra después de haber sido expuesto a una mezcla de aceite lubricante detergente y grafito.

Limpieza manual



Lavado automático

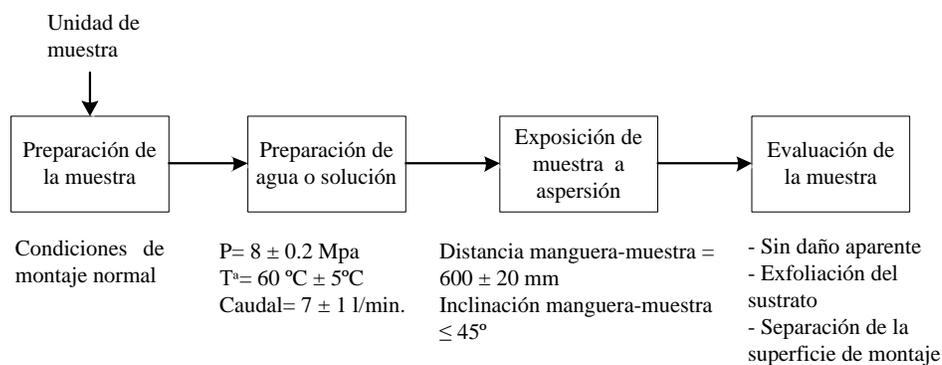


Figura 3.22 Diagrama del proceso de resistencia a la limpieza

Fuente: Autor

En la Figura 3.22 se detalló el procedimiento de resistencia a la limpieza para el marcado retrorreflectante de vehículos. En este proceso se especificó las condiciones de prueba que se deben cumplir en cada fase para garantizar la validación de la prueba.

3.4.2.16. Ensayo de flexibilidad

Se incluyó el ensayo de flexibilidad con la finalidad de comprobar la resistencia del dispositivo cuando se doble longitudinalmente. La verificación consiste en observar que la muestra no presente daños aparentes en su superficie que puedan afectar su rendimiento.

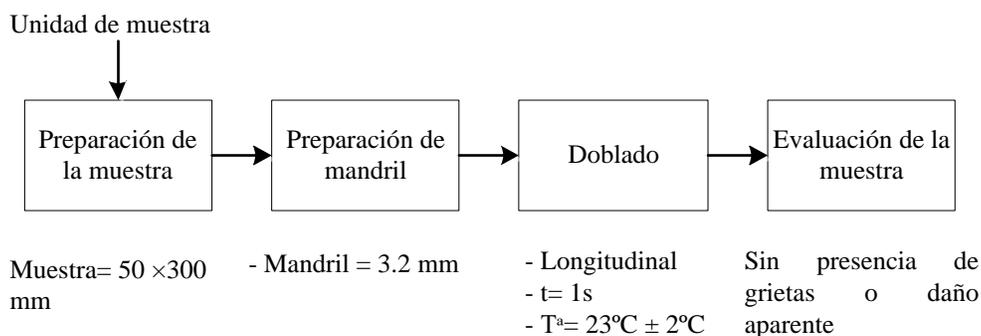


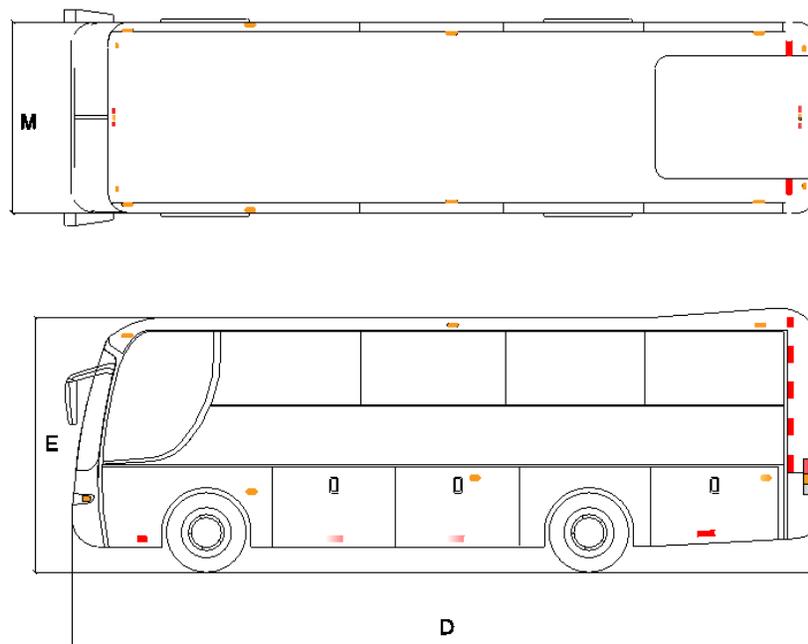
Figura 3.23 Diagrama del proceso de flexibilidad

Fuente: Autor

En la Figura 3.23 se realizó un diagrama con el proceso de flexibilidad para los dispositivos de marcado de retrorreflexión. En este diagrama se especificó las condiciones de la muestra, temperatura y tiempo de ejecución de la prueba. Como evaluación final se verifica que la muestra no presente grietas o daños aparentes.

3.5. PRUEBAS DE CONSTATACIÓN DE DISPOSITIVOS ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Dentro del trabajo no se contempló como objetivo la validación y verificación de los requisitos técnicos. Sin embargo, en este fragmento se incluye la constatación de dispositivos de iluminación y señalización. Este proceso fue realizado y esquematizado en un autobús tipo escolar de clase M3. Tiene el propósito de establecer una referencia para la ubicación y ángulos de visibilidad geométrica de todos los dispositivos de prueba. Concluyendo en una comparación con base a los requisitos técnicos establecidos en la NTE INEN 1155:2015 y ECE Regulación No.48.



DIMENSIONES PRINCIPALES EN (mm)	
PARÁMETRO	DIMENSIÓN
Largo total (D)	8270
Altura total (E)	3205
Ancho total (M)	2430

Figura 3.24 Descripción general del vehículo (Volkswagen 9150 OD)

Fuente: Autor

En la Figura 3.25 se representó las cotas de las principales medidas del vehículo representativo para la evaluación de los dispositivos de iluminación y señalización. Se reflejan sus medidas en el cuadro inferior: con una longitud total (D) de 8 270 mm, altura total (E) de 3 205 mm y la anchura total (M) de 2 430 mm.

3.5.1. DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN FRONTAL

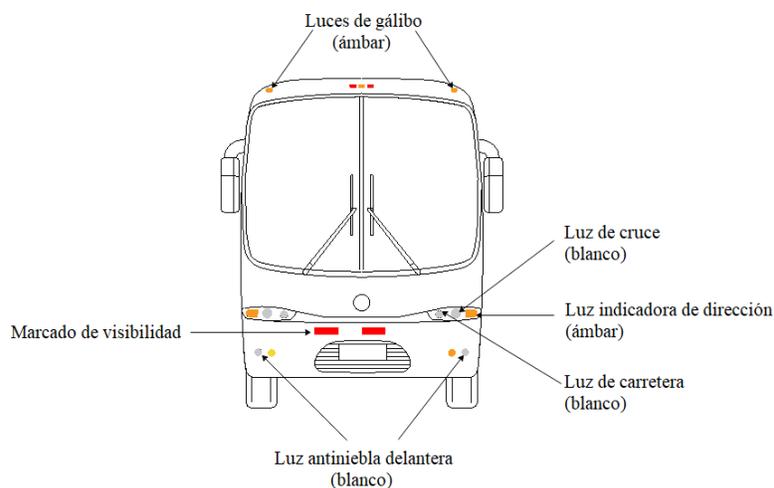


Figura 3.25 Disposición de dispositivos de iluminación y señalización
Fuente: Autor

En la Figura 3.25 se especificó los dispositivos de iluminación y señalización frontal. Estos dispositivos comprenden a las luces principales (faros de carretera y cruce), faros antiniebla, indicadores de dirección, luces de gálibo y marcado de visibilidad. Se constató el cumplimiento con requisitos mínimos de instalación establecido en la norma NTE INEN 1 155:2015.

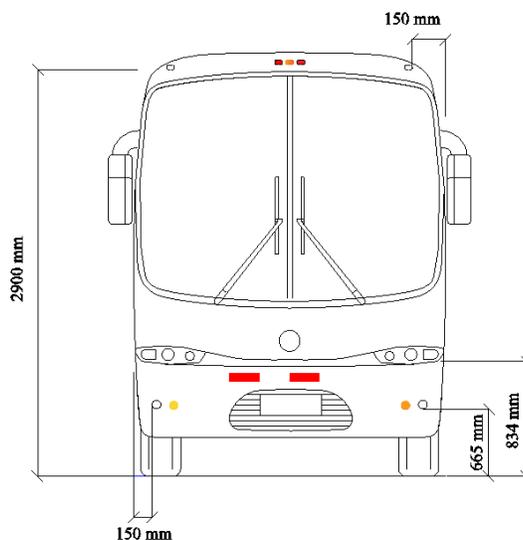


Figura 3.26 Cotas de instalación frontal de dispositivos de iluminación y señalización
Fuente: Autor

En la Figura 3.26 se representó la comprobación de la instalación de los dispositivos de iluminación y señalización frontal. Este proceso se realizó mediante la toma de medidas de altura mínima respecto al suelo y borde exterior del vehículo. Se comparó los datos obtenidos con los requisitos técnicos de la NTE INEN 1 155.2015. El resultado reflejó que las mediciones expuestas se encuentran conforme a los requerimientos de la normativa.

3.5.1.1. Luces de carretera

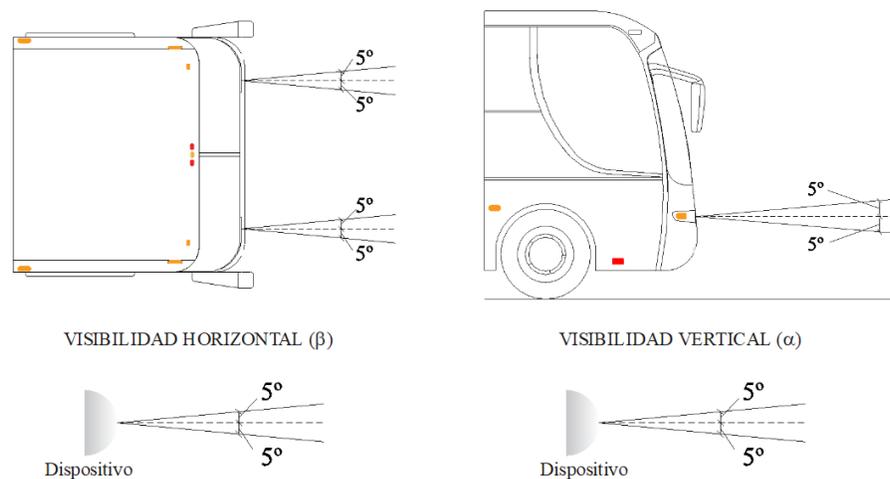


Figura 3.27 Visibilidad geométrica de las luces de carretera

Fuente: Autor

En la Figura 3.27 se representó los ángulos de visibilidad para la luz de carretera. Esto se realizó conforme lo establece el reglamento No.48 de la ECE. En este reglamento se precisa un ángulo de cinco grados en todas las direcciones. En comparación, la NTE INEN 1 155: 2015 establece que la ubicación de estos dispositivos sea asimétrica, con mayor iluminación hacia la derecha y a una altura con la que se pueda proyectar el haz luminoso de los faros. Por lo tanto, no refleja información precisa para una evaluación apropiada de la visibilidad geométrica.

3.5.1.2. Luces de cruce

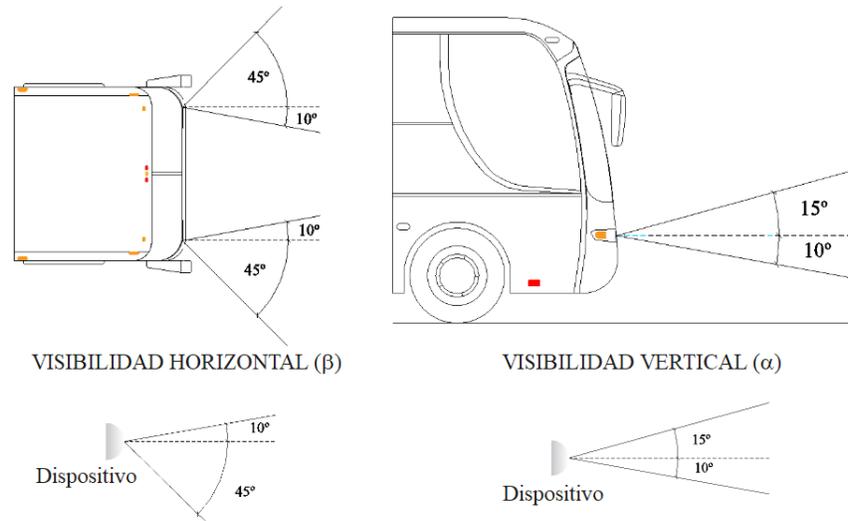


Figura 3.28 Visibilidad geométrica de las luces de carretera

Fuente: Autor

En la Figura 3.28 se detalló la visibilidad geométrica de las luces de cruce. Esta debe proporcionar una visibilidad horizontal de: 45 grados hacia el exterior y 10 grados hacia el interior. De igual manera una visibilidad vertical de 15 grados por encima y 10 por debajo, conforme el reglamento No.48 de la ECE. En comparación, la NTE INEN 1155: 2015 no cuenta con disposiciones relacionadas a la visibilidad geométrica, sin embargo, establece una alineación horizontal y vertical de los faros.

3.5.1.3. Indicadores de dirección

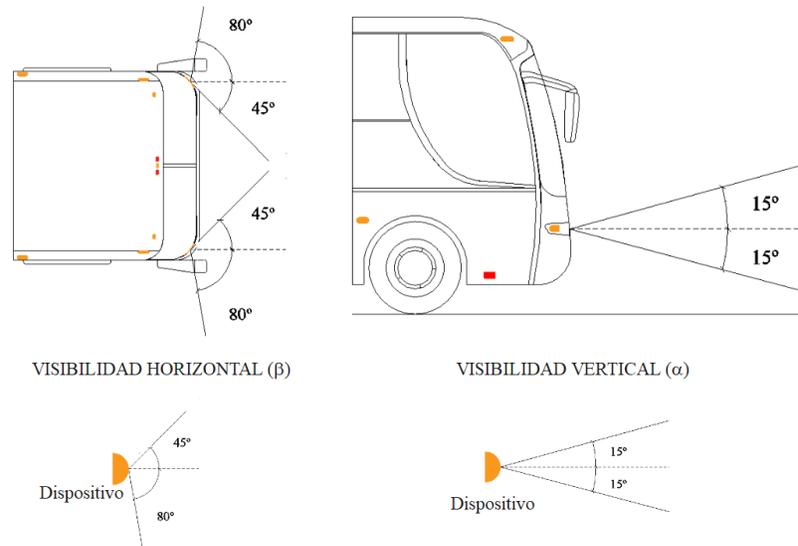


Figura 3.29 Visibilidad geométrica de las luces indicadoras de dirección

Fuente: Autor

En la Figura 3.29 se representó los ángulos de visibilidad geométrica para las luces indicadoras de dirección delanteras. Los datos se tomaron del reglamento No.48 de la ECE la que establece una visibilidad horizontal de 80 grados hacia el exterior, 45 grados hacia el interior. Del mismo modo, una visibilidad vertical de 15 hacia arriba y abajo. En el caso de la normativa nacional no se tiene especificaciones para su comparación.

3.5.1.4. Luces antiniebla

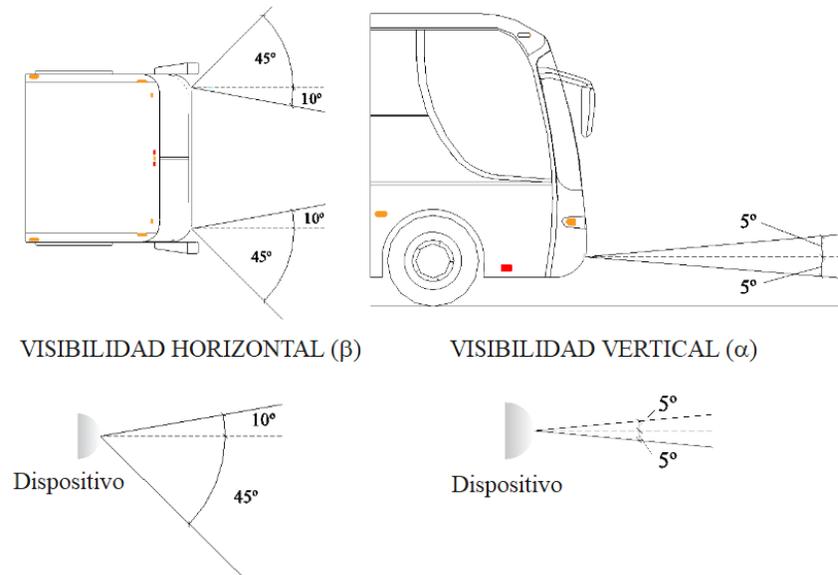


Figura 3. 30 Visibilidad geométrica de las luces antiniebla
Fuente: Autor

En la Figura 3.30 se representó la visibilidad geométrica para las luces antiniebla. Estos datos fueron tomados de acuerdo con el reglamento No.48 de la ECE. En esta se menciona una visibilidad horizontal de 10 grados al interior, 45 hacia el exterior. De igual manera, la visibilidad vertical de 5 grados hacia arriba y abajo. En comparación, con la NTE INEN 1 155:2015 no establece ningún requerimiento donde precisa este requisito. Sin embargo, establece que estos dispositivos estén orientados hacia adelante, sin deslumbrar a los conductores en sentido opuesto.

3.5.1.5. Luces de volumen

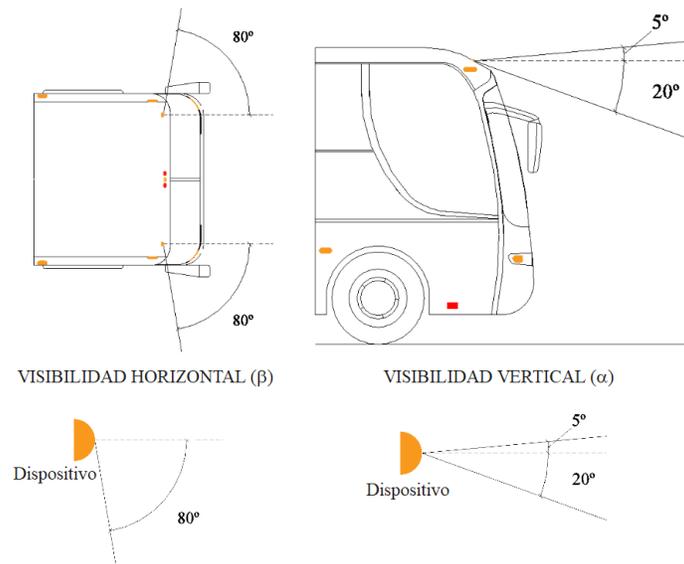


Figura 3.31 Visibilidad geométrica de las luces de volumen
Fuente: Autor

La Figura 3.31 se describió la visibilidad geométrica establecida para las luces de galibo o volumen según la regulación No 48 de la ECE. En esta se establece una disposición horizontal de 80 grados hacia el exterior y 5 grados hacia arriba. Además, de 20 grados por debajo del eje de referencia para la visibilidad vertical. La normativa nacional no cuenta con ninguna disposición relacionada a este requisito.

3.5.1.6. Marcado de visibilidad

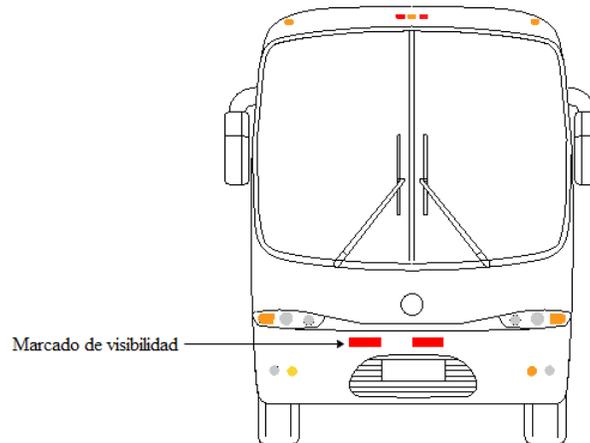


Figura 3.32 Marcado de visibilidad frontal

Fuente: Autor

En la Figura 3.32 se identificó la ubicación del marcado de visibilidad frontal del vehículo. Los requisitos respecto a la ubicación de estos dispositivos no están implícitos en la NTE INEN 1 155: 2015. Sin embargo, la instalación de estos dispositivos debe cumplir el objetivo de ayudar a mejorar la visibilidad del vehículo en condiciones adversas. Se debe tomar especificación de normativas como la FMVSS No.108 y la ECE No.48 que fueron analizadas en este capítulo.

3.5.2. DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN POSTERIOR

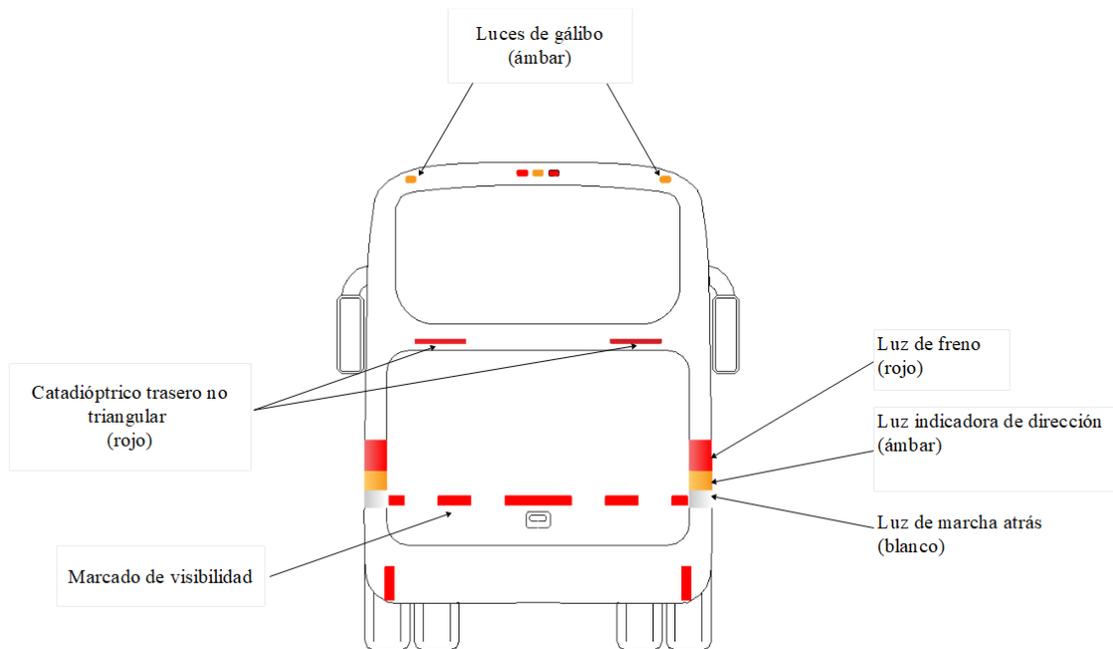


Figura 3.33 Disposición de dispositivos de iluminación y señalización posterior

Fuente: Autor

En la Figura 3.33 se representó la ubicación de la iluminación y señalización posterior en el vehículo. Estos dispositivos comprenden a las luces de reversa, freno, direccionales, volumen, catadióptricos y marcado de visibilidad. Tienen la función de proporcionar visibilidad e información de las intenciones del conductor a los demás vehículos y peatones que circulan en la vía y su entorno.

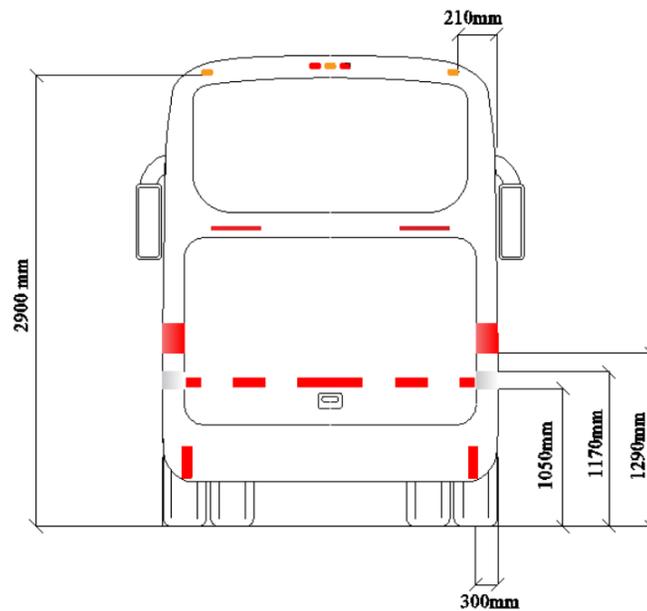


Figura 3.34 Cotas de instalación trasera de dispositivos de iluminación y señalización
Fuente: Autor

En la Figura 3.34 se realizó la comprobación de la instalación de los dispositivos de iluminación y señalización posterior. Este proceso se llevó cabo mediante la medición de la altura mínima y distancia entre el borde exterior del vehículo, conforme con los requisitos técnicos de la NTE INEN 1 155: 2015. Se constató el cumplimiento de la norma nacional en toda su instalación relacionada a la ubicación de estos dispositivos.

3.5.2.1. Luces de freno

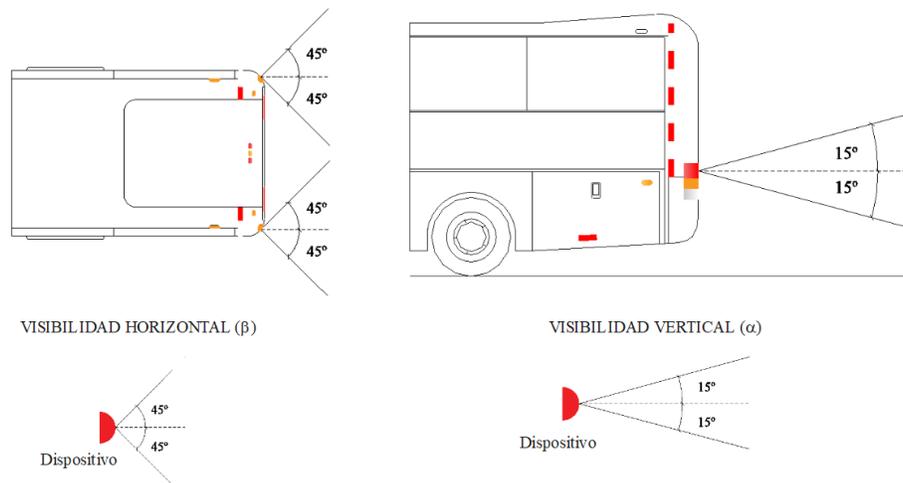


Figura 3.35 Visibilidad geométrica de las luces de frenado

Fuente: Autor

En la Figura 3.35. se representó los ángulos de visibilidad geométrica para las luces de frenado. En esta se estableció la visibilidad horizontal de 45 grados hacia el exterior e interior y una visibilidad vertical de 15 grados hacia arriba y abajo del eje de referencia. Estos datos se tomaron del reglamento No. 7 de la ECE. Por otro lado, la norma NTE INEN 1 155: 2015 no menciona requisito alguno para la visibilidad geométrica de las luces de freno.

3.5.2.2. Indicadores de dirección

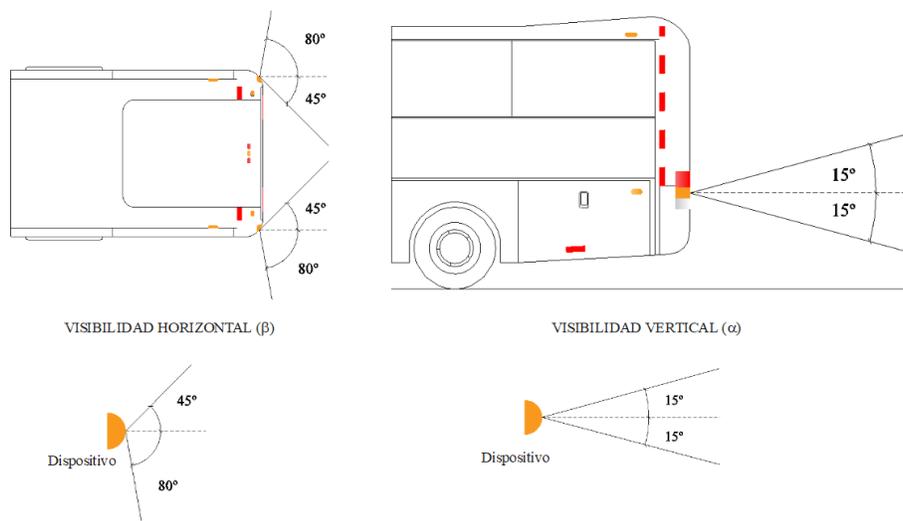


Figura 3.36 Visibilidad geométrica de las luces indicadoras de dirección
Fuente: Autor

En la Figura 3.36 se representó los requisitos de visibilidad geométrica para las luces indicadoras de dirección posteriores. Según lo dispuesto en el reglamento No. 6 de la ECE la visibilidad horizontal debe ser de 80 grados hacia el exterior y 45 hacia el interior. De manera similar la visibilidad vertical debe ser de 15 grados hacia arriba y abajo. La norma nacional no contiene requisitos relacionados a este aspecto.

3.5.2.3. Luces de marcha atrás

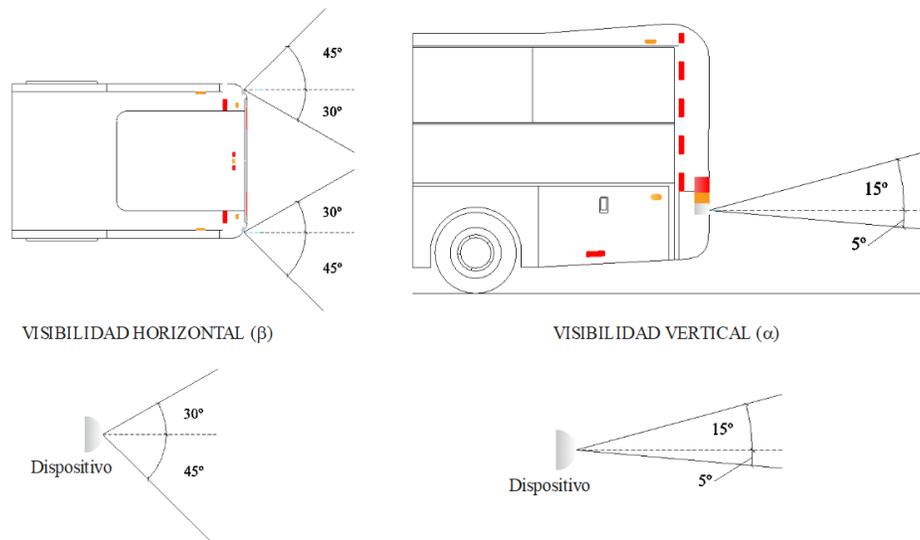


Figura 3.37 Visibilidad geométrica de las luces de marcha atrás
Fuente: Autor

En la Figura 3.37 se representó la disposición de los ángulos de visibilidad geométrica para las luces de marcha atrás de acuerdo con lo establecido en el reglamento No.23 de la UE. En esta se especifica la visibilidad horizontal de 45 grados hacia el exterior y 30 grados hacia el interior. Además, una visibilidad vertical de 15 grados hacia arriba y 5 grados hacia abajo. Por su parte, la normativa nacional no especifica ningún requisito de visibilidad geométrica para este tipo de dispositivos.

3.5.2.4. Luces de volumen

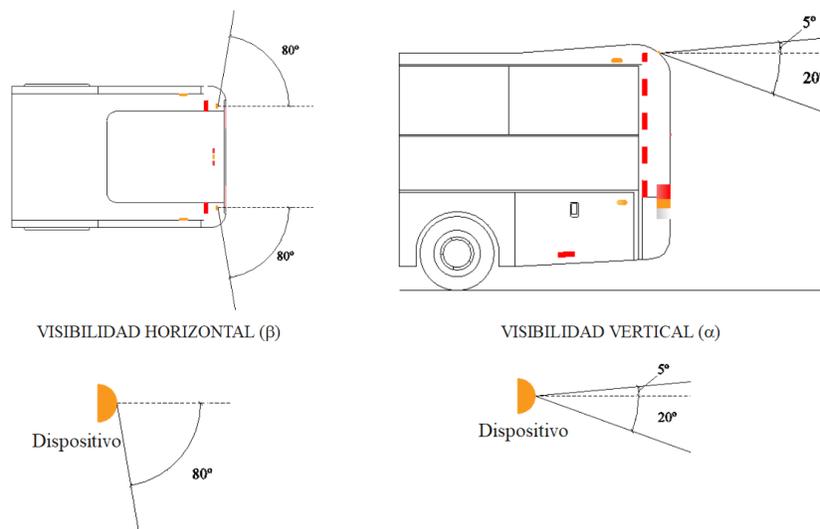


Figura 3.38 Visibilidad geométrica de las luces de volumen
Fuente: Autor

En la Figura 3.38 se representó los ángulos de visibilidad geométrica para las luces de gálibo o volumen según lo establecido en el reglamento No. 7 de la ECE. En esta regulación se precisa de una visibilidad horizontal de 80 grados hacia el exterior y una visibilidad vertical de 5 grados hacia arriba y 20 grados hacia abajo. Dentro del análisis de la investigación no se encontró ningún requisito relacionado a la visibilidad geométrica de este tipo de dispositivos en la normativa NTE INEN 1 155: 2015.

3.5.2.5. Catadióptrico no triangular

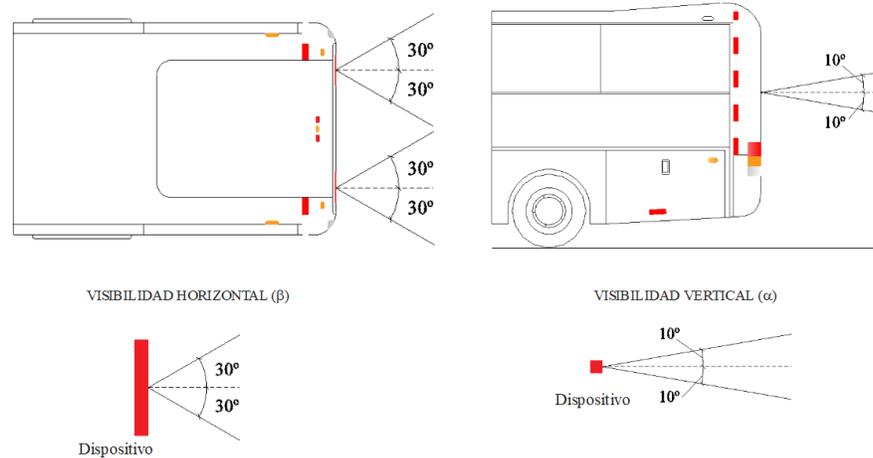


Figura 3.39 Visibilidad geométrica de catadióptricos traseros no triangulares

Fuente: Autor

En la Figura 3.39 se especificó la visibilidad geométrica para los catadióptricos posteriores no triangulares. Los datos se tomaron de las disposiciones del reglamento No.3 de la ECE. En este reglamento se establece la visibilidad horizontal de 30 grados y una visibilidad vertical de 10 grados. Dentro de la normativa nacional NTE INEN 1155:2015 no se especifica ningún requisito relacionado a la visibilidad geométrica para este tipo de dispositivos.

3.5.3. DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN LATERAL

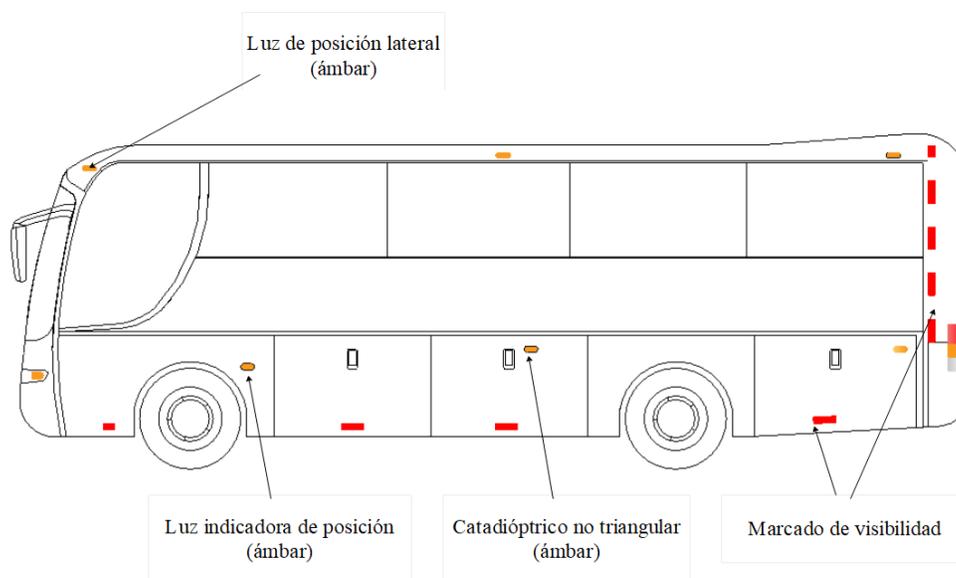


Figura 3.41 Disposición de dispositivos de iluminación y señalización lateral

Fuente: Autor

En la Figura 3.41 se estableció la ubicación de los dispositivos de iluminación y señalización lateral. Dentro de este grupo se encuentran la luz indicadora de dirección, luces de posición, catadióptricos no triangulares y marcado de visibilidad. Cumpliendo el propósito de proveer la visibilidad adecuada del vehículo lateralmente.

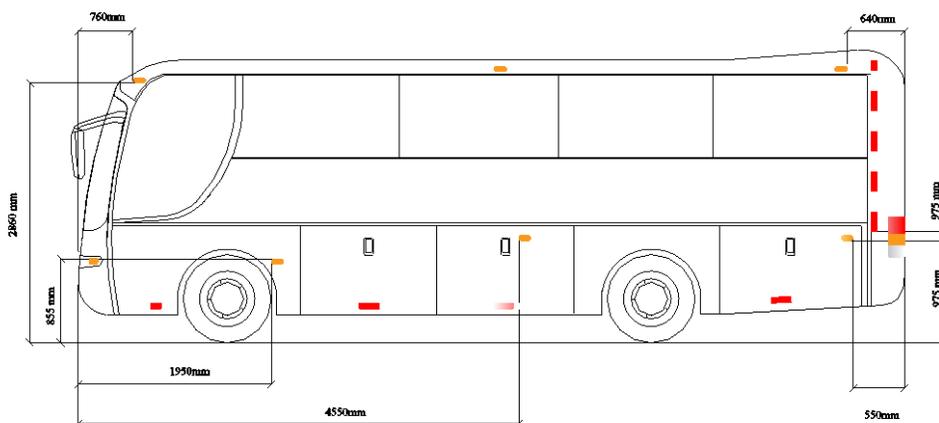


Figura 3.42 Cotas de instalación lateral de dispositivos de iluminación y señalización

Fuente: Autor

En la Figura 3.42 se representó la instalación de los diferentes dispositivos de iluminación y señalización laterales en el vehículo. Este proceso se realizó con base a la comprobación de la altura mínima y distancia del borde exterior delantero o trasero del vehículo respecto al dispositivo. Con estos datos se pudo verificar el cumplimiento con la NTE INEN 1155:2015, con excepción del marcado de visibilidad.

3.5.3.1. Indicadores de dirección

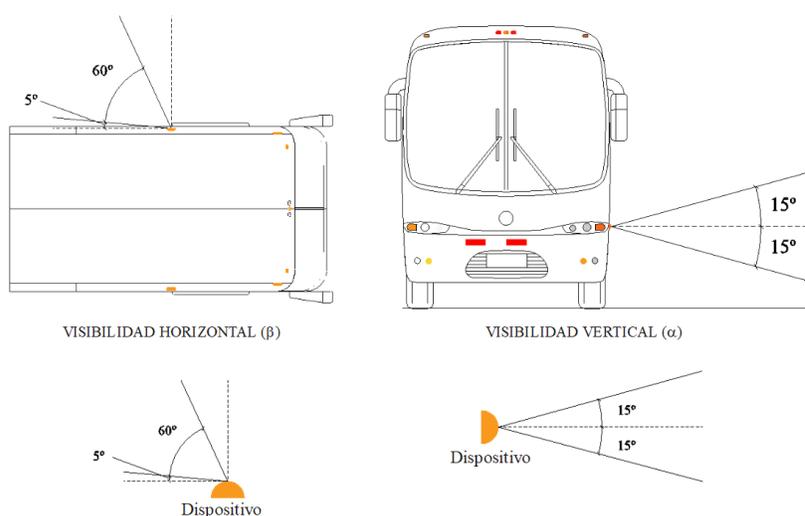


Figura 3.43 Visibilidad geométrica de las luces indicadoras de dirección

Fuente: Autor

En la Figura 3.43 se ilustró la visibilidad geométrica para las luces indicadoras de dirección. Esta información se estableció con base a lo dispuesto en el reglamento No. 6 de la ECE. En esta se especifica una visibilidad horizontal de 60 grados y una visibilidad vertical de 25 por arriba y debajo del eje de referencia de los dispositivos. Dentro de las prescripciones nacionales no se encontró ninguna disposición referente a la visibilidad geométrica de estos dispositivos.

3.5.3.2. Luces de posición lateral

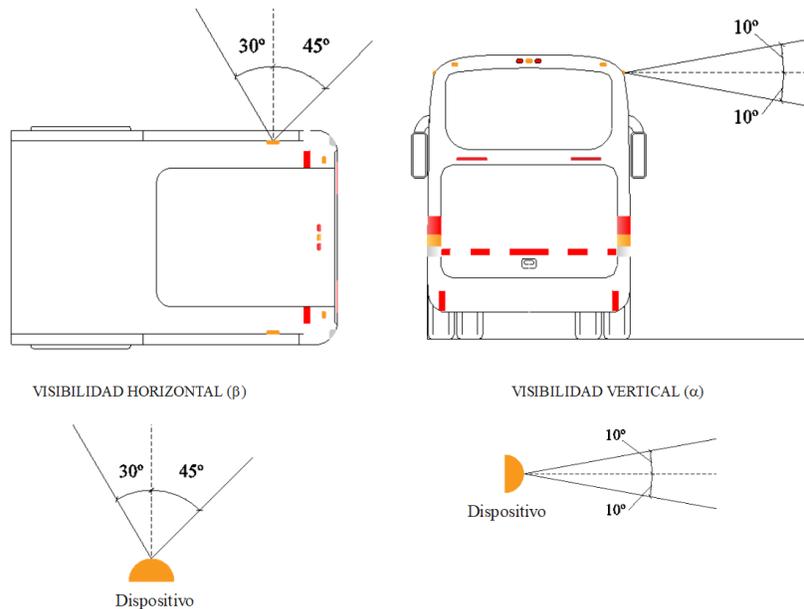


Figura 3.44 Visibilidad geométrica de las luces de posición
Fuente: Autor

En la Figura 3.44 se determinó la visibilidad geométrica para las luces de posición lateral. Estos requisitos se establecieron de acuerdo con los requisitos del reglamento No.19 de la ECE al no contar con aspectos relacionados en la normativa nacional. Por lo tanto, se dispone de una visibilidad horizontal de 45 hacia atrás y 30 hacia el centro del vehículo. De la misma manera una visibilidad vertical de 10 grados para arriba y abajo del eje de referencia de los dispositivos.

3.5.3.3. Catadióptrico lateral

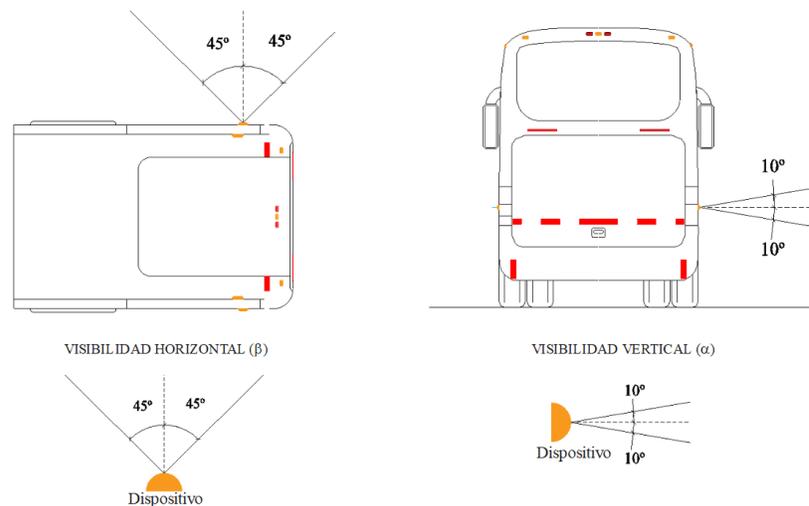


Figura 3.45 Visibilidad geométrica de catadióptricos laterales
Fuente: Autor

En la Figura 3.45 se representó la visibilidad para los dispositivos catadióptricos laterales. En esta se estableció que la visibilidad horizontal sea de 45 grados y una visibilidad vertical de 10 grados. Estos datos fueron determinados según el reglamento No.3 de la ECE. Dentro de la normativa nacional no se presentó ningún requisito relacionado con los ángulos de visibilidad geométricos para los dispositivos catadióptricos laterales.

3.5.3.4. Marcado de visibilidad

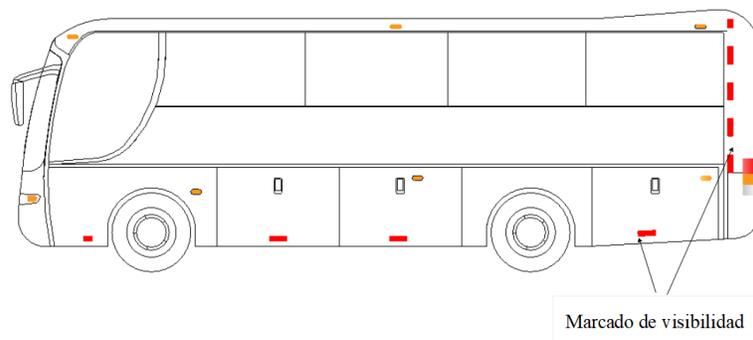


Figura 3.46 Marcado de visibilidad lateral
Fuente: Autor

En la Figura 3.46 se constató el marcado de visibilidad distribuida a lo largo del vehículo de manera parcial y casi total en la parte lateral posterior. Sin embargo, la NTE INEN 1 155:2015 no cuenta con especificaciones relativas la instalación de estos tipos de dispositivos de señalización.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El análisis de las regulaciones FMVSS No. 108 y reglamentos de UE reflejó un proceso de evaluación de la conformidad diferenciado por uno de auto acreditación por parte de los EE. UU. y otro netamente de homologación en la UE.
- Los dispositivos de iluminación difieren en la altura de instalación por el hecho de presentar especificaciones más detalladas respecto a la instalación en regulaciones de la ECE, con el fin de tener mayor compatibilidad con regulaciones a nivel mundial y disminuir costos de reparación.
- Se analizó los requisitos técnicos de los dispositivos de iluminación de la NTE INEN 1 155: 2015 exigidos a nivel nacional, donde se evidenció la ausencia de requisitos de visibilidad geométricos y fotométricos. Por tal motivo se referenció a regulaciones de la UE y de los EE. UU. para complementar estos requisitos de fotometría; así también prescripciones para la instalación y requisitos técnicos para las marcas reflectantes en vehículos automotores.
- Se determinó que los ángulos de visibilidad fotométricos se consideren como equivalentes siempre y cuando no se vea comprometido el nivel de seguridad y el análisis no sea simplista para la evaluación de los dispositivos.
- El equipamiento mínimo para la ejecución de pruebas se especificó con base a requerimientos de fotometría, colorimetría y desgaste establecidos por los reglamentos de

la UE y de los EE. UU. Con esto se determinó las características de 10 equipos cumpliendo con requerimientos de temperatura, humedad relativa, tiempo de prueba y capacidad, los mismos que pueden variar siempre y cuando cumplan con las condiciones de pruebas de recomendados por la normativa.

- Se determinó un área total de 1263 metros cuadrados destinados a pruebas y equipamiento. El área total se estableció mediante la suma del área de ocupación de equipos con una constante k de 2, distancias de pruebas de 10 a 25 metros, tamaño de vehículos a ser evaluados y espaciado mínimo de movilidad de un metro. Con esto se logró obtener un plano de distribución con 15 áreas para la evaluación de dispositivos y un área para el control administrativo.
- Se realizó un procedimiento de pruebas para 21 pruebas que contemplan la evaluación fotométrica, colorimétrica y pruebas de desgaste. Con base a esto se estableció los subprocesos y condiciones para la ejecución de pruebas, garantizando que cumplan con el mínimo de requisitos para la validación del proceso.
- Los procedimientos de prueba referentes a la corrosión, humedad, polvo fueron divergentes en las regulaciones de UE y el estándar FMVSS No. 108/ SAE de los EE. UU. Por esto, se determinaron los ensayos dentro del marco de la regulación de la UE, garantizando que cumplan los requisitos para la homologación de vehículos y unidades técnicas independientes. Este particular no supone una restricción al comercio y fabricación de vehículos por incumplimiento de la normativa.

4.2. RECOMENDACIONES

- Analizar normativas acerca de la regulación de dispositivos de iluminación y señalización de vehículos diferentes a las propuestas en el presente trabajo como por ejemplo la KMVSS, ADR y TRIAS. Esto debería realizarse tomando de referencia datos técnicos propuestos en esta investigación y el proceso de regulación que varía debido al país de aplicación. Estos implicarán pequeños cambios en el proceso de análisis.
- Las especificaciones de altura de instalación para los dispositivos de iluminación y señalización vienen determinadas en los reglamentos de UE y de los EE. UU. así como la normativa nacional 1 155:2015. Se recomienda tener en cuenta el país de procedencia del vehículo y norma aplicada para la instalación de estos dispositivos, con el fin de ejecutar procesos de evaluación y comprobación más eficientes de este tipo de requisitos.
- Considerar la normativa de aplicación para la evaluación del requisito de color para los dispositivos de iluminación y señalización a nivel nacional. Por el hecho de presentar diferencias se puede tener una interpretación errónea en la disposición del color establecido para cada dispositivo.
- Es preciso considerar aspectos técnicos específicos en lo que refiere a la ubicación de los dispositivos de iluminación y señalización, evitando disposiciones particulares de cada país donde la regulación sea aplicable, con el fin de dar la facilidad para la verificación de estos requisitos. Los requerimientos están presentes más detalladamente en las regulaciones de la UE.
- Hay que considerar que la normativa nacional NTE INEN 1 155: 2015 establece requisitos con relación a la ubicación, número y color. Sin embargo, no cuenta con disposiciones relacionadas a ángulos de visibilidad geométricos, fotométricos y pruebas para ser

tomadas en cuenta como parte del proceso de homologación. Por esto se debe establecer procesos definidos en otras regulaciones para complementar el proceso de homologación.

- La especificación del área de ocupación de equipos se puede realizar con base en distintos valores del parámetro k , a los establecidos en el método de Guerchet, utilizado en esta investigación. Tomando en cuenta factores como altura de operarios, capacidad de trabajo y estimaciones más específicas del área de pruebas.
- Considerar otro tipo de pruebas destinadas al control de producción de los dispositivos de iluminación y señalización con ensayos que determinen la conformidad de producción de materiales utilizados para tal fin. Además, se puede hacer uso de otras herramientas de síntesis de información para la elaboración del proceso de pruebas. Estas deben cumplir con las condiciones mencionadas para la ejecución de cada subproceso.
- Considerar establecer un proceso de homologación específico para cada dispositivo de iluminación y señalización con base a la investigación realizada y actualizar la normativa 1155: 2015 con el fin contribuir a mejorar la seguridad vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AI SI Li (China) Test Equipment Co., Ltd. (2019). *Drop Ball Impact Tester*. Guangdong. Recuperado de <https://trends.directindustry.es/asli-china-test-equipment-co-ltd/project-115689-168281.html> (Diciembre 2019)
2. Asociación Española Para la Calidad (AEQ). (2019). *Certificación y acreditación*. Madrid. Recuperado de <https://www.aec.es/certificacion/aec-certificacion-de-empresas> (Febrero 2019)
3. Asociación Transatlántica de Comercio e Inversión (TTIP). (2015). *Second test case on recognition of equivalence in relation to us and eu lighting and vision standards*. Recuperado de https://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2015/february/tradoc_153168.4.9%20Vehicles%20paper%20second%20test%20case.pdf (Septiembre 2019)
4. Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3era Ed.). Bogotá, Colombia: Pearson. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf>.
5. BOSCH Robert. (2014). *Manual de la técnica del automóvil* (9na Ed.) Alemania: GmbH.
6. Cantos Serrano, J., & Pérez Llorens, J. (2018). *Electricidad y electrónica: Instalaciones eléctricas básicas* (2 Ed.). Madrid, España: Paraninfo.
7. Comisariado Europeo del Automóvil (CEA). (2017). *La visión en la conducción*. Madrid. Recuperado de <https://www.fundacioncea.es/lavisionenlaconduccion.pdf> (Diciembre 2019).

8. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (23 de julio 2011). *Reglamento 3: Disposiciones uniformes para la homologación de dispositivos catadióptricos para vehículos de motor y sus remolques*. Ginebra. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:42019X0057&from=EN> (Mayo 2019).
9. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). (Segunda revisión 15 de octubre 2008). Reglamento N° 4: *Disposiciones uniformes para la homologación de los dispositivos para el alumbrado de las placas de matrícula trasera de los vehículos a motor y sus remolques*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:031:0035:0054:ES:PDF> (Octubre 2019)
10. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (9 de octubre del 2014). *Reglamento N° 6: Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los indicadores de dirección de los vehículos de motor y de sus remolques*. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A42014X0718%2801%29> (Agosto 2019)
11. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (9 de octubre del 2014). Reglamento N° 7 : *Disposiciones uniformes para la homologación de las luces de posición delanteras y traseras, las luces de frenado y las luces de gálibo de los vehículos de motor* (excepto. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X0930\(01\)&from=FR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X0930(01)&from=FR) (Septiembre 2019).
12. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (19 agosto del 2010). *Reglamento N° 19 :Disposiciones uniformes relativas a la homologación de las luces antiniebla delanteras de vehículos a motor*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de

[https://eurlex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:42010X0710\(04\)&from=FR](https://eurlex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:42010X0710(04)&from=FR) (Septiembre 2019)

13. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas de la (CEPE) (. (15 de octubre del 2008). Reglamento N° 23: *Disposiciones uniformes para la homologación de las luces de marcha atrás para vehículos de motor y sus remolques*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/23.pdf> (Septiembre 2019).
14. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). (10 de marzo del 2009). Reglamento N° 38 : *Prescripciones uniformes relativas a la homologación de las luces antiniebla traseras de los vehículos de motor y de sus remolques*. Ginebra: Naciones Unidas.
Recuperado <https://eur.lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/?uri=CELEX%3A42010X0612%2803%29> (Septiembre 2019)
15. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) . (Última revisión 2019). *Reglamento No. 48: Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a la instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2016/265/L00125-00242.pdf> (Mayo 2019)
16. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (15 de octubre del 2008). *Reglamento N° 77: Prescripciones uniformes sobre la homologación de las luces de estacionamiento de los vehículos de motor*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:130:0001:0018:ES:PDF> (Septiembre 2019)
17. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). (11 de noviembre del 2009). *Reglamento N° 87 : Prescripciones uniformes sobre la homologación de las luces de circulación diurna de los vehículos de motor*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado

de<https://eur.lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:164:0046:0068:es:PDF> (Agosto 2019)

18. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). (15 de octubre del 2018). *Reglamento N° 91 : Disposiciones uniformes para la homologación de luces de posición laterales para vehículos de motor y sus remolques*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de [dehttps://eur.lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:164:0069:0091:ES:PDF](https://eur.lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:164:0069:0091:ES:PDF) (Septiembre 2019).
19. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (26 de julio 2012). *Reglamento N° 104: Disposiciones uniformes sobre la homologación de los marcados retrorreflectantes para vehículos de motor de las categorías M, N y O*. Ginebra: Naciones Unidas. Recuperado de <http://infonorma.gencat.cat/pdf/20197911.pdf> (Octubre 2019)
20. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (2005). *Reglamento No 112: Prescripciones uniformes sobre la homologación de los faros de los vehículos de motor que emiten un haz de cruce o un haz de carretera asimétricos*. Ginebra. Recuperado de <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication> (Julio 2019)
21. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU). (2014). *Reglamento No 119: Prescripciones uniformes sobre la homologación de las luces angulares de los vehículos de motor*. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2014/089/L00101-00122.pdf> (Agosto 2019).
22. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). (2010). *Reglamento 125: Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de motor con respecto al campo de visión delaterra del conductor*. Madrid. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A42018X0116> (Octubre 2019)

23. Comunidad Económica Europea (CEE). (6 de junio 2018). *Real Decreto 2028/1986: Normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CEE, relativas a homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como partes y piezas de dichos vehículos*. Ginebra. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-26182> (Junio 2019).
24. Cuatrecasas, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta* (1era ed.). Barcelona, España: Profit. Obtenido de https://books.google.com.ec/books/about/Ingenieria_de_procesos_y_de_planta.html?id=CPNyDgAAQBAJ&redir_esc=y
25. Denton, T. (2016). *Sistema eléctrico y electrónico del automóvil. Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehículos* (1era Ed.). (S. A. Editor, Ed.) México: MARCOBO.
26. Doblado, O, & Ros, J.(2016). *Sistemas eléctricos: Seguridad y confortabilidad* (2da Ed). Madrid, España: Paraninfo.
27. Denton, T. (2014). *Automobile Electrical and Electronic Systems* (1era Edición ed.). (T. & Group, Ed.) New York: Routledge.
28. Domínguez Soriano, E., & Ferrer Ruiz, J. (2018). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo* (1era Ed.). Madrid, España: Editex S.A.
29. Escuela Técnica Superior de Cataluña. (2014). *Reglamentación y Homologación de Vehículos*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/discover?rpp=10&etal=0&query=HOMOLOGACION%20vehicular.pdf> (Marzo 2019)

30. Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108. (Última revisión 1 de diciembre de 1993). *FMVSS N° 108 Lámparas, dispositivos reflectantes y equipos asociados*. Washington. Recuperado el Junio de 2019, de www.nhtsa.gov › DOT › TP-108-13 (Junio 2019)
31. Garcia Trasancos, J. (2016). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión* (7ma Ed.). Madrid, España: Paraninfo S.A.
32. Gil Hernández, F. (2018). *Tratado de medicina de trabajo: Tratado de medicina de trabajo: Introducción a la salud laboral. Aspectos técnicos* (Tercera edición ed.). Barcelona, España: Elsevier España S.I.U.
33. Gómez Morales, T., Martín Navarro, J., & Gracia, J. G. (2017). *Elementos amovibles* (5ta ed.). Madrid, España: Paraninfo S.A.
34. Guirao, G. (2015). *Utilidad y tipos de revisión de literatura*. *ene*, 9(2).2. doi: 10.4321/S1988-348X2015000200002
35. HELLA GmbH & Co. KGaA. (2016). *La tecnología de la luz. Conocimientos Técnicos para profesionales del taller*. Madrid. Recuperado de <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Iluminacion.pdf> (Marzo 2019)
36. HELLA KGaA Hueck & Co. (2015). *Legal regulations based on ECE regulation 48: For cars and trailers*. Germany. Recuperado de https://www.hella.com/truck/assets/media_global/673_Legal%20Requirements_Brochure_HELLA_EN.pdf (Agosto 2019)
37. Hernández Martín, J. J., & Pérez Belló, M. Á. (2015). *Tecnología de la electricidad del automóvil* (2da Ed.). (M. Á. Pérez Belló , Ed.) Madrid: CIE DOSSAT.

38. Humboldt Mfg. Co. (2019). *Humboldt Water Baths H-1390, H-1392, H-1390*. Elgin. Recuperado de <https://www.humboldtmfg.com/manuals/H-1390-Manual.pdf> (Diciembre 2019)
39. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). (2017). *Anuario de estadísticas de transporte de estadística de transporte*. Quito. Recuperado https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/inec/Estadisticas_Economicas/EstadisticaTransporte/2017.pdf (Diciembre 2019).
40. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (Tercera revisión 2015). *NTE INEN 1 155: Dispositivos para mantener y mejorar la visibilidad*. Quito. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1155.pdf (Junio 2019)
41. Konica Minolta Group. (2019). *Goniophotometers for large lamps and modules AMS 5000*. Madrid. Recuperado el Diciembre de <https://www.directindustry.es/prod/instrument-systems/product-57082-1702188.html>. (Diciembre 2019)
42. Konica Minolta Group. (2020). *TT-AutomotiveDisplay™ Automotive Display Test Module for TrueTest™ Software*. Madrid. Recuperado de <https://www.directindustry.es/prod/radiant-vision-systems/product-185912-1828783.html>. (Diciembre 2019)
43. Laguna Gómez, J. (2017). *La compleja reglamentación del automóvil. Su discusión, su aprobación, su implantación*. Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Madrid. Recuperado de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/jornadas/20170619_UIMP/UIMP_2017_La_compleja_reglamentacion_del_automovil.mineco.pdf (Junio 2019)

44. Llanos López, J. (2017). *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (2da Ed.). Madrid, España: Paraninfo.
45. López & Dávila. (2011). *Diseño y construcción de un tablero didáctico de un sistema de luminarias inteligentes para direccionar de acuerdo a la trayectoria y velocidad del vehículo*. Tesis de Pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
46. Memmert GmbH + Co. KG. (2019). *Cámara para pruebas CTC256*. Schwabach. Recuperado de <https://www.memmert.com/es/el-producto/camaras-climaticas/camara-para-pruebas-ambientales/CTC256/pdf/> (Diciembre 2019)
47. Memmert GmbH + Co. KG. (2020). *Cámara de clima constante HPP110*. Schwabach. Recuperado de <https://www.memmert.com/es/el-producto/camaras-climaticas/camara-de-clima-constante/HPP110eco/pdf/> (Diciembre 2019).
48. Metrological comintec services S.C. (2019). *Cámaras de corrosión y accesorios*. Livonia. Recuperado de https://www.ascott-analytical.com/wp-content/uploads/2017/03/Ascott_brochure_SPANISH.pdf (Diciembre 2019)
49. Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea. (2018). *Reglamento 2018/858: Homologación y la vigilancia del mercado de los vehículos de motor y sus remolques y de los sistemas, los componentes y las unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos*. Ginebra. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0858> (Febrero 2019).
50. Perfect International Instruments Co., Ltd. (2019). *Cámara de arena y de polvo de la prueba de IP5X para la pieza de automóvil, productos electrónicos*. Guangdong. Recuperado de <http://spanish.tensiontestmachine.com/sale-10222002-ip5x-testing-sand-and-dust-chamber-for-auto-part-electronic-products.html> (Diciembre 2019)

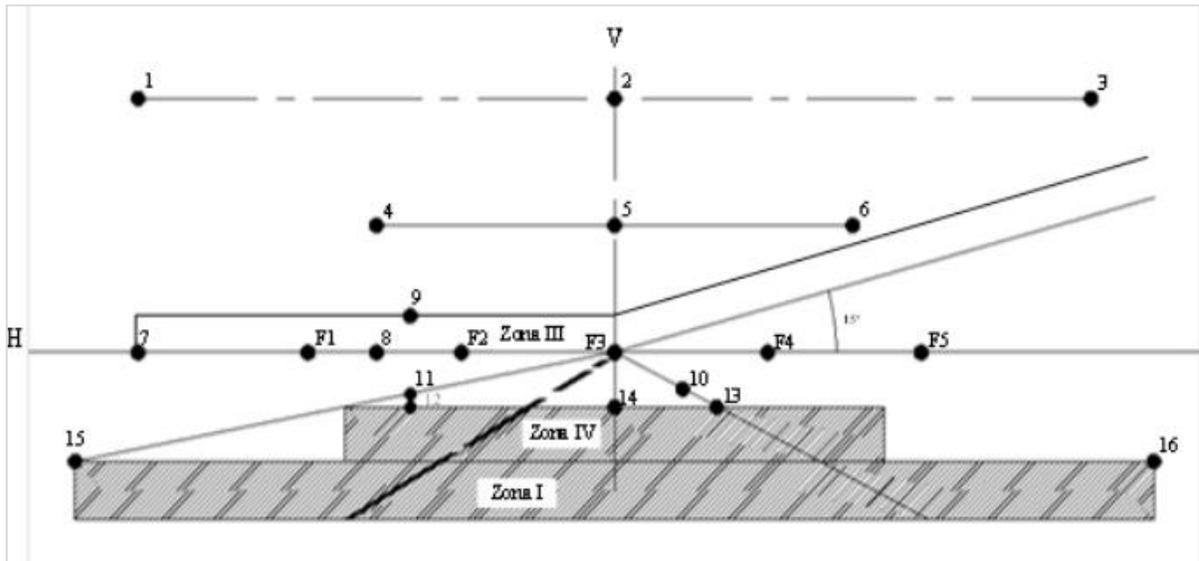
51. Ochoa, Crespo, & Morales. (2017). *Las exposiciones: Tipos y diseño*. (S. G. Técnica3, Ed.) España.
52. Ortiz Toapanta, D. (2017). *Estudio comparativo entre la agudeza visual, visión cromática, sensibilidad al contraste y estereopsis de los conductores profesionales al iniciar y finalizar su jornada laboral en la compañía de servicios "SERVIAGOSTO" en Quito*. Tesis de pregrado. Tecnológico Superior Cordillera, Quito, Ecuador.
53. Ralló, M., & Torrents, A. (2017). *El estado de la visión de los conductores en España 2017*. Recuperado en http://visionyvida.org/pdfs/Informe_2017_Vision_Conductores.pdf (Diciembre 2019)
54. Reglamento a la ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. (Modificación 2016). *Registro Oficial Suplemento 731*. Quito. Recuperado de <https://ant.gob.ec/index.php/ant/base-legal/reglamento-general-para-la-aplicacion-de-la-lotttsv> (Febrebre 2019)
55. Roldán Viloría, J. (2017). *Fórmulas y datos prácticos para electricistas* (Novena Edición ed.). Madrid, España: Paraninfo S.A.
56. Sanwood Environmental Chambers Co., Ltd. (2019). *Cámara de pruebas de vibraciones SM-VT series*. Recuperado de <https://www.directindustry.es/prod/sanwood-environmental-chambers-co-ltd/product-163652-1783296.html> (Diciembre 2019)
57. Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito. Recuperado en <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL.pdf> (Noviembre 2018).

58. Servicio Ecuatoriano de Acreditación. (2019) *Proceso de acreditación*. Quito. Recuperado en <https://www.acreditacion.gob.ec/solicitudes-acreditacion.pdf> (Marzo 2019)
59. Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (Cuarta Revisión 2016). RTE INEN 034: *Elementos mínimos de Seguridad en Vehículos Automotores*. Quito. Recuperado [www.normalizacion.gob.ec › buzón › reglamentos › RTE-034-4R](http://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-034-4R) (Junio 2019)
60. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (INEN). (Primera Revisión 2016). *NTE INEN 2656: Clasificación Vehicular*. Quito. Obtenido de www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2656-1.pdf (Marzo 2019)
61. Shenzhen Bonad Instrument Co., Ltd. (s.f.). *Cámara IP de prueba de rociado de agua*. Shenzhen. Recuperado de <http://m.bonadinstrument.com/ip-waterproof-test-equipment/ip-code-water-spray-test-chamber-ipx56.html> (Diciembre 2019)
62. Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI). *Acuerdos comerciales vigentes*. Obtenido de <https://www.subrei.gob.cl/acuerdos-comerciales/acuerdos-comerciales-vigentes> (Mayo 2020).
63. Villafuerte, K., Alcívar, J., & Holguín, J. (2014). *Maqueta didáctica de los sistemas eléctricos del vehículos*. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/simple-search?query=Maqueta+didactica+de+los+sistemas+electricos+del+veh%C3%ADculos>

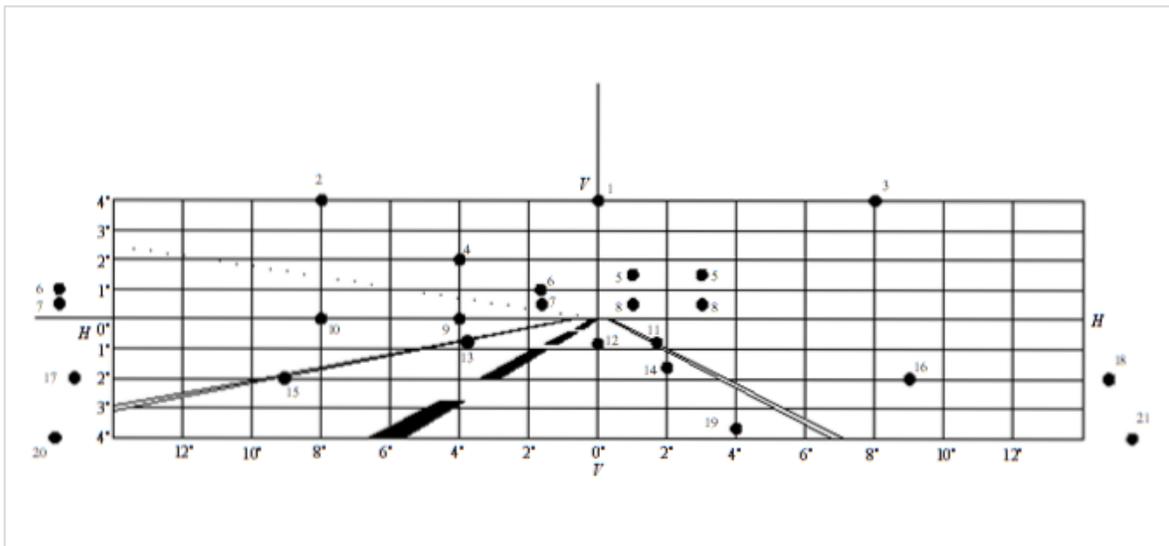
ANEXOS

ANEXO I

PUNTOS DE PRUEBA FOTOMÉTRICO PARA FAROS EUROPEOS



PUNTOS DE PRUEBA FOTOMÉTRICO PARA FAROS EN LOS EE. UU.



ANEXO II
REQUISITOS TÉCNICOS DE LA NTE INEN 1155: 2015

Especificaciones generales Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155: 2015		
Dispositivo	Número	Ubicación
Faros delanteros (Altas y bajas)	2	Parte frontal Altura suficiente para poder proyectar el haz lumínico.
Luces indicadoras delanteras de posición	2	Incorporadas o próximas a los faros delanteros y vértices de la carrocería a max. 400 mm de los extremos laterales
Luces indicadoras delanteras de emergencia	2	Altura a 350 mm y 1500 mm (2 100 mm para camiones o tracto camiones)
Luces indicadoras delanteras direccionales	2	
Luces indicadoras delanteras de volumen	2	
Luces indicadoras laterales de posición	Según la longitud	Primera luz a max. 3 m desde el plano frontal del vehículo, distancia entre luces 3 m (4m por estructura) Al menos una luz debe ubicarse en el tercio medio del vehículo. La distancia entre la última luz y el plano posterior no debe ser mayor a 1 m
Luces indicadoras laterales de emergencia	2	Máx. a 1 800 mm medidos a partir del plano frontal del vehículo
Luces indicadoras laterales direccionales	2	Altura: 500 mm y 1 500 mm respecto del suelo
Luces indicadoras posteriores de posición	2	Lo más cercano o en los extremos mismos a máx. 400 mm de los extremos laterales.
Luces indicadoras posteriores de emergencia	2	Altura 350 mm y 1500 mm (2 100 mm para camiones o tracto camiones)
Luces indicadoras posteriores direccionales	2	
Luces indicadoras posteriores de volumen	2	Máxima altura posible y a máx.400 mm desde los extremos laterales
Luces indicadoras posteriores de reversa	1	Altura máxima de 1 200 mm.
Luces de freno	2	En su parte posterior a máx. 400 mm de los extremos laterales.

		A una altura entre 350 y 1 500 mm (hasta 2 100 mm para camiones o tracto camiones)
Luz de freno central	1	Central en su parte posterior
Luz de placa de matricula	1	La necesaria para iluminar la placa
Catadióptricos delanteros	2	Distancia más corta entre dos unidades: máx. 15 mm
Catadióptricos laterales	Según especificaciones	
Catadióptricos posteriores No triangular	2	
Catadióptricos posteriores triangular	2	
Luz antiniebla delantera	2	A máx. 400 mm del extremo de la anchura máxima del vehículo Min 250 mm por encima del suelo; y no más alto de los faros delanteros del vehículo
Luz antiniebla posterior	1 o 2	1 dispositivo: ubicada en el lado posterior izquierdo del vehículo, o en la parte posterior al centro 2 dispositivos: en los extremos del vehículo dos A una altura \leq 1 000 mm del suelo y mayor o igual a 250 mm del suelo. Puede estar incorporada dentro del conjunto de luces de indicadores posteriores, o ser independiente.
*Los lados exteriores de las superficies reflectantes de los dispositivos catadióptricos triangulares tendrán una longitud situada entre 150 mm y 200 mm. En el caso de los dispositivos del tipo del triángulo hueco, la anchura de los bordes, medida perpendicularmente a éstos, será al menos igual al 20 % de la longitud útil entre los extremos de la superficie reflectante		

ANEXO III
REQUISITOS TÉCNICOS DE REGULACIONES DE LA ECE

Especificaciones generales de instalación de luces de carretera y cruce (R-48, R-98, R-112)				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luces de carretera	Blanco 2 o 4 *	Obligatorio en M y N, prohibida en remolques Homologación: R- R/-C/R-HR-HR/-HCR-HC/R-DR-DR/- DCR-DC/R	H: L/R 5° V: U/D 5°	Parte delantera Sin deslumbrar a través de espejos u otras superficies reflectantes del vehículo.
Luces de cruce	Blanco 2	Obligatorio en M y N y prohibida en remolques Homologación: C- C/-C/R-HC-HC/-HCR-HC/R-DC-DC/- DC/R-DCR	H: O45° a I10° V: U15° a D10°	Parte delantera Sin deslumbrar a través de espejos u otras superficies reflectantes del vehículo. Anchura: Max. 400 mm de los bordes exteriores Min. 600 mm entre los bordes interiores. ** Altura: Min. 500 mm Max. 1 200 mm

Especificaciones generales de instalación de luces de conducción diurna R-87				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz de circulación diurna DRL	Blanco 2	Obligatorio en M, N Prohibido en categoría "O" Homologación: RL	H: I20° a O20° V: D10° a U10°	Parte delantera Anchura: Min. 600 mm bordes interiores Altura: Min: 250 mm, Max: 1 500 mm
*400 mm a < 1 300 mm				

Especificaciones generales de instalación de luces angulares R -119				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación

Luces angulares	Blanco 2	Opcional	H: L30° a L60° V: D10° a U10°	<p>Parte delantera</p> <p>Ubicado a ambos lados del plano longitudinal mediano del vehículo a no más de 1 000 mm de esta</p> <p>Altura: Min. 250 mm Max. 900 mm</p> <p>Anchura: a cada lado del plano longitudinal medio</p>
-----------------	-------------	----------	----------------------------------	--

Especificaciones generales de instalación de luces indicadores de dirección R-6				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Indicadores de dirección delanteros y traseros	2 delanteras (ámbar) 2 traseras (ámbar) en M y N 2 traseras en O 2 opcionales en M1, M3, N2, N3, O2, O3 y O4	Obligatorio en L, M, N y O (éstos últimos sólo en parte trasera) Homologación: Delanteros: 1, 1a, 1b Traseros: 2a, 2b	H: I45° a O45°* V: D15° a U15°**	Anchura Max. 400 mm de los bordes exteriores Min. 600 mm entre los bordes interiores (400 mm si a <1 300 mm) Altura: Min. 350 mm Max. 1 500 mm (2 100 mm por carrocería)
<p>*20° por debajo del plano horizontal que contiene el eje de referencia de la luz en 1, 1a y 1b si borde inferior de superficie aparente h < 750 mm</p> <p>**5° si h < 750 mm</p>				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Indicadores de dirección laterales	Ámbar o rojo 2	Obligatorio en M, N y opcionales en O Homologación: Cat. 5: M1; N1, M2 y M3 con L ≤ 6m Cat. 6: N2 y N3; N1, M2 y M3 con L > 6m.	H: O5° a O60° V: D15° a U15°	Altura (M1, N1): Min. 350 mm Max. 1 500mm Resto categorías Min. 500 mm Max. 1 500 mm (hasta 2 300 mm por carrocería) Longitud: Máximo 1 800 mm desde la parte delantera (2 500 mm para M1, N1) ***

* 5° si $h < 750$ mm

** 5° si $h > 2100$ en luces indicadoras opcionales

***Opcionales de categoría 5 (Instalados a lo largo repartidos regularmente) y Opcional de categoría 6 (Instalados en la zona comprendida entre el primer y el último cuarto de la longitud de un remolque)

Especificaciones generales de instalación de luces de posición laterales R-91

Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luces de posición laterales	Ámbar o rojo Mínimo 2 Máximo en función de la longitud del vehículo.	Obligatorio en M, N y O Para $L > 6$ m $L \leq 6$ m opcional Homologación: SM1 vehículos largos ($L > 6$ m) SM2 resto vehículos	SM 1 H: F30° a B30° V: D10° a U10° SM2 H: F45° a B45° V: D10° a U10° *	Una luz como mínimo en el tercio medio M1 con $6 < L < 7$ m bastará con una a no más de 3 m de parte delantera y otro en el tercio posterior Altura Min. 250 mm Max. 1 500 mm (2 100 mm por carrocería)
*-5° si $h < 750$ mm				

Especificaciones generales de instalación de luces de posición delantera, traseras y frenado R-7

Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz de frenado (S1/S2)	Rojo 2, Categoría S1 o S2	Obligatorio en M, N y O Homologación: S1 o S2	H: I45° a O45° V: D15° *** a U15° ****	En la parte trasera de los vehículos Anchura Categorías M1 y N1: Max. 400 mm del borde exterior Demás categorías: Min. 600 mm bordes interiores* Altura: Min 350 mm Max. 1 500 mm ** En luces opcionales $h > 600$ mm por encima de las obligatorias

<p>*400 mm si la anchura < 1 300 mm</p> <p>**2 100 mm por carrocería</p> <p>***5° si h > 2 100 mm</p> <p>****5° si h < 750 mm</p>				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Tercera luz de freno	Rojo 1	Obligatorio en M1 y N1 (excepto cabinas con bastidor y N1, de carga abierto) Opcional en resto categorías Homologación: S3 o S4	H: L10° a R10° V: D5° a U10°	Anchura: En plano longitudinal medio. * Altura: Por encima de S1 o S2 y, además: Distancia vertical a luneta trasera < 150 mm o altura del dispositivo > 850 mm
<p>*Si existen puertas: Dos dispositivos uno a cada lado o un dispositivo desviado a uno de los lados una distancia horizontal < 1 50mm desde plano longitudinal medio al centro de referencia de la luz, o un sistema de luces independiente de la categoría S3 o S4.</p>				

Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz de posición delantera	Blanco 2	Obligatorio en M y N. O con a \geq 1600 mm Opcional en O con a < 1 600 mm Homologación: A	H: O80°* a I45** V: D15° U15°***	Anchura: Max 400 mm del borde exterior Min. 600 mm **** Altura: Min. 250 mm Max. 1 500 mm *****
<p>*45° en M1 y N1 si equipa una sola luz de posición lateral delantera</p> <p>**5° para remolques y 20° por debajo del plano horizontal que contiene el eje de referencia de la luz de M1, N1 si el borde inferior de superficie aparente h < 750 mm</p> <p>***5 si h < 750 mm</p> <p>****400 mm si s < 1 300 mm</p> <p>*****2 100mm por carrocería o para O1 y O2</p>				

Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz de posición trasera	Rojo 2 2 opcionales en M2, M3, N2, N3, O2, O3, O4	Obligatorio en M, N y O Homologación: R, R1, R2	H: O80°* a I45** V: D15° a U15°***	En la parte posterior del vehículo Anchura Max. 400 mm del borde exterior Min. 600 mm bordes interiores (400 mm anchura < 1 300 mm) Altura: Min. 350 mm, Max. 1 500 mm (2 100mm por carrocería o O1 y O2) En luces opcionales h > 600mm por encima de las obligatorias
<p>*45° en M1, N1 si equipa una sola luz de posición lateral trasera</p> <p>**20° instalado una luz < 750 mm</p> <p>***5° si h > 2 100 mm</p> <p>****5° si h < 750 mm</p>				

Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luces gálibo	2 delanteras (blanco) y 2 traseras (rojo). **	Obligatorio en vehículos con Anchura > 2100 Opcional en vehículos con Anchura 1800 - 2100 Homologación: Delantera: A ó AM Trasera: R, R1, R2, RM1 ó RM2	H: O80° V: U5° a D20°	Anchura: Parte delantera y trasera: Máx. 400 mm del borde (Separación con luz de posición \geq 200 mm) Altura: Parte delantera: borde superior por encima del parabrisas* Parte trasera: Máxima compatible con la anchura y simetría de las luces. Las luces obligatorias y optativas estarán lo más

				separadas en altura como sea posible. Longitud: La distancia entre las luces adicionales delanteras y la parte trasera del vehículo no superará 400 mm
<p>*En remolques y semirremolques a la altura máxima compatible con la anchura y simetría de las luces</p> <p>** Opcionalmente se podrán instalar 2 luces adicionales delanteras y 2 luces adicionales traseras</p>				

Especificaciones generales de instalación de luces de estacionamiento R-77, R-7				
Dispositivo	Color/número	Presencia	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luces de estacionamiento	Frontal: 2 (blanco) Trasera: 2 (rojo) Lateral: 2 (ámbar)	Opcional: En los vehículos de motor con una longitud no superior a 6 m y una anchura no superior a 2 m Prohibido: En todos los demás vehículos	H: F45° a B45° H: 0° a O45° V: D15° a 15°*	Altura: Max: 1 500 mm (2 100 por estructura a de la carrocería) Min 350 mm Anchura: A 400 mm del borde exterior del vehículo
*-5° si h < 750 mm				

Especificaciones generales de instalación de luces antiniebla delanteros R-19				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación

Luz antiniebla delantera	Blanco o amarillo selectivo 2	Opcional en M y N, prohibida en remolques Homologación: F o B	H: I10° a O45° V: D5° a U5°	Parte delantera Sin deslumbrar a través de espejos u otras superficies reflectantes del vehículo. Anchura: Max. 400 mm de los bordes exteriores Altura: Min. 250 mm Max. 1 200 mm *
*Vehículos de las categorías M1 y N1: a no más de 800 mm por encima del suelo.				

Especificaciones generales de instalación de luces antiniebla posteriores R-38				
Dispositivo	Número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz antiniebla trasera	Rojo 1 ó 2 *	Obligatorio en M, N y O Homologación: F- F1- F2 o B	H: L25 ° a R25° V: D5 ° a U5 °	Parte trasera Altura: Min. 250 mm Max. 1 000 mm Separación con luces de freno > 100 mm
*Si es una, en lado izquierdo o en el plano longitudinal medio del vehículo				

Especificaciones generales de instalación de dispositivos retro-reflectantes R-3				
Dispositivo	Número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Catadióptrico delantero no triangular	Incoloro 2 (clase IA o IB)	Obligatorio en categoría "O" Opcional en resto de vehículos Homologación: I, IA, IB, IVA	H: I30 ° a O30 ° V: D10 ° a U10 °	Parte delantera Anchura: Max 400 mm (150 mm en O) Min 600 mm *** Altura: Min. 250 mm Max 900 mm ****
*10° para remolques **5° si h < 750 mm ***400mm si a < 1 300mm. Excepto M1 y N1 **** 1 500 mm por carrocería				

Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Catadióptrico Trasero no triangular	Rojo 2 (clase IIIA o IIIB)	Obligatorio en Categoría "O" Prohibido en resto de vehículos. Homologación: IIIA ó IIIB	H: I30° a O30° V: D10° a U10°	Anchura Max 400 mm de los bordes exteriores Min. 600 mm de los bordes interiores ** Altura Min. 250 mm Max. 900 mm *** El vértice del triángulo estará orientado hacia arriba
<p>*5° si $h < 750$ mm</p> <p>**400 mm a $< 1\ 300$mm</p> <p>***1 500 mm por carrocería; 1 200mm si van agrupadas con luces traseras</p>				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Catadióptrico lateral no triangular	Ámbar o rojo Tal que se cumplan los criterios d longitud. (Clase IA o IB)	Obligatorio en M y N > 6m y todo vehículo "O" Opcional en M y N ≤ 6m Homologación: IA, IB	H: F45° a R45° V: D10° a U10°	Altura Min 250 mm Max. 900 mm ** Mínimo uno en el tercio medio del vehículo 1200 mm si van agrupados con otras luces. M1 con $6 < L < 7$ m basta con una a no más de 3 m de parte delantera y otro en el tercio posterior.
<p>*5° si $h < 750$ mm</p> <p>**1200 si van agrupadas y 1 500 mm por carrocería</p>				

Especificaciones generales de instalación de luces de marcha atrás R-23				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz Marcha Atrás	Blanco 1 obligatoria y 1 optativa * 2 obligatoria y 2 optativas **	Obligatorio en M, N, O2, O3 y O4, opcional en O1 Homologación: AR	1 lámpara: H: L45° a R45° V: D5° a U10° 2 lámparas: H: I30° a O45° V: D5° a U10°	Parte posterior del vehículo Altura: Min. 250 mm Max. 1 200mm 2 dispositivos opcionales. (se colocarán en la parte lateral del vehículo)
* Vehículos de la categoría M1 y en todos los demás vehículos cuya longitud no exceda de 6 000 mm. ** Vehículos cuya longitud exceda de 6 000 mm, excepto vehículos de la categoría M1.				

Especificaciones generales de instalación de luces de placa de matrícula trasera R-4				
Dispositivo	Color/número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luz de placa de matrícula trasera	Blanco El necesario para que el dispositivo ilumine el emplazamiento de la placa de matrícula	Obligatorio en M, N y O Homologación: L	La necesaria para que el dispositivo ilumine el espacio donde se ubica la placa de matrícula	En anchura, altura y longitud: de manera que el dispositivo ilumine en el espacio donde ubica la placa de matrícula

Dispositivo	Número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación
Señal de emergencia	Se exigirá el mismo n° que en los indicadores de dirección	Obligatorio en M, N y O (éstos últimos sólo en parte trasera) Homologación: Delanteros: 1, 1a, 1b	Misma exigencia que en indicadores de dirección	Misma exigencia que en indicadores de dirección

Especificaciones generales de instalación de marcado de visibilidad R-104				
Dispositivo	Número	Presencia/ Homologación	Visibilidad geométrica	Ubicación

Marcado de visibilidad	Según la presencia	Prohibido en M1 y N1 Obligatorio: Posterior: Marcado completo* Lateral: Marcado parcial ** Opcional (delantera): Marcado de línea O2, O3, y O4	70 % de la superficie iluminante del marcado instalado es visible cuando la mire un observador desde cualquier punto en los planos de observación	Anchura Lo mas cercano al borde del vehículo Equivalente al 70 % de la anchura máxima del vehículo, excluido todo solapamiento horizontal de elementos. Longitud Lo más cerca posible de los extremos del vehículo, como máximo a 600 mm de cada extremo. Altura Elementos inferiores del marcado en línea y de contorno: Min. 250 mm Max 1 500 mm*** Elementos superiores del marcado de contorno: Max. de 400 mm del extremo superior del vehículo.
<p>* Vehículos anchura < 2 100 mm y N2 con masa < 7,5 t, N3, O3 y O4</p> <p>**Vehículos L < 6 000 mm y N2 con masa < 7,5 t, N3, O3 y O4</p> <p>***2500 por la estructura</p>				

Fuente: (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), Última revisión 2019)

ANEXO IV

REQUISITOS TÉCNICOS DEL ESTÁNDAR FMVSS NO. 108 DE LOS EE. UU.

Requisitos técnicos del Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados (FMVSS) No. 108 y estándares SAE				
Dispositivo	Color/número	Código SAE de lente	Visibilidad fotométrica	Ubicación
Faros de haz superior	Blanco 2 o 4*	(H, HR) Debe leerse "DOT" en el lente	H: L12° a R12° V: D4° a U2°	En el frente, a la misma altura, simétricamente alrededor de la línea central vertical, lo más separados posible Altura: Min. 22 pulgadas (55,9 cm), max.54 pulgadas (137,2 cm)
Faros de haz inferior	Blanco 2 o 4*	(H, HR) Debe leerse "DOT" en el lente	H: L90° a R90° V: D4° a U90°	
* Depende del sistema de faros				
Dispositivo	Número	Visibilidad fotométrica	Visibilidad geométrica	Ubicación
Lámparas de señal de giro delanteras	2 No requerido (Remolques)	H: I20° a O20° V: D10° a U10°	Área de la lente: H: I45° a O45° V: D15° a U15°	En o cerca del frente, a la misma altura, simétricamente alrededor de la línea central vertical, tan separados como sea posible Altura: Min.15 pulgadas (38 cm) Max. 83 pulgadas (211 cm) por encima del suelo
Lámparas de señal de giro traseras	2 Incluye (remolques)		Intensidad luminosa: H: O80° a I45 ° V: D15° a U15 °	En la parte trasera, a la misma altura, simétricamente alrededor de la línea central vertical, lo más separados posible Altura: Min.15 pulgadas (38 cm) Max. 83 pulgadas (211 cm) por encima del suelo

Luces de señal de giro laterales	2 Opcional Incluye (remolques)	H: O5° a O60° V: D5° a U30°	H: O5° a O60° V: D5° a U30°	Tan cerca del frente como sea posible Altura: Max: 165 cm Min: 50 cm
Dispositivo	Color/ número	Visibilidad fotométrica	Visibilidad geométrica	Ubicación
Luces traseras	Color: Rojo 2 (Turismos, MPV, Camiones, Autobuses) Remolques 1 (vehículos < 30 pulgadas de ancho total) 2 (vehículos > 30 pulgadas de ancho total)	H: L20° a R20° V: D10° a U10°	Área de la lente: H: I45° a O45° V: D15° a U15° Intensidad luminosa: H: I45° a O80° V: D15° a U15°	En la parte trasera Altura Min.15 pulgadas (381 mm) por encima del suelo Max. 72 pulgadas (1828 mm) por encima del suelo Tan lejos como sea posible y simétrico respecto a la línea central vertical
Dispositivo	Color/ número	Visibilidad fotométrica		Ubicación
Luces antiniebla delanteros	Blanco o amarillo selectivo 2	Clase F: H: L15° a R15° V: D3° U60° Clase F3: H: L60° a R60° V: D6° B60°		El borde superior no más alto que el borde superior del faro de luz de cruce
Dispositivo	Color/ número	Visibilidad geométrica		Ubicación
Luces antiniebla traseras	Rojo 1 o 2	H: L45° a R45° V: D5° a U5°		Parte posterior: >10 cm desde las luces de freno
Dispositivo	Color/Número	Visibilidad fotométrica	Visibilidad geométrica	Ubicación

Lámparas de parada (S1)	<p>Color: Rojo</p> <p>2 (Turismos, MPV, Camiones, Autobuses)</p> <p>2 otros remolques</p>	<p>H: L20° R20°</p> <p>V: D10° a U10°</p>	<p>Área de la lente:</p> <p>H: I45° a O45 °</p> <p>V: D15° a U15 °</p> <p>Intensidad luminosa:</p> <p>H: I45° a O45 °</p> <p>V: D15° a U15 °</p>	<p>En la parte trasera: Simétricamente alrededor de la línea central vertical, lo más separados posible</p> <p>Altura: Min.15 pulgadas (381 mm) por encima del suelo Max. 72 pulgadas (1 829 mm) por encima del suelo</p>
Lámpara de parada montada alta S3	<p>Color: Rojo</p> <p>Menos de 2032 mm de ancho total</p> <p>1 o 2 (Turismos MPV Camiones Autobuses)</p> <p>No requiere en remolques</p>	<p>H: L10° R10°</p> <p>V: D5° a U10°</p>	<p>H: L45° R45°</p>	<p>En la parte posterior, incluido el acristalamiento, con el centro de la lámpara en la línea central vertical como se ve desde la parte posterior</p> <p>Altura</p> <p>Min. 34 pulgadas (863 mm) excepto para turismos</p> <p>≤153 mm debajo borde inferior de la parte trasera</p> <p>ventana de convertibles o ≤77 mm por debajo borde inferior de la parte trasera</p>
Dispositivo	Color/Número		Visibilidad fotométrica	Ubicación
Luces marcado lateral de	<p>Ámbar (delantero)</p> <p>Rojo (posterior)</p> <p>4 (Automóviles de pasajeros y DPB)</p> <p>4 (Todos los demás camiones)</p> <p>4 (Autobuses)</p> <p>2 (Remolques de < 1829 mm [6 pies] de longitud total)</p> <p>2 (≥ 1829 mm [6 pies] de longitud total)</p>		<p>H: L45 ° R45 °</p> <p>V: D10° a U10 °</p>	<p>Lámparas de color ámbar: a cada lado, tan lejos hacia el frente como sea posible.</p> <p>Luces rojas: a cada lado, lo más atrás posible. (No se requiere en tractores de camión.</p> <p>Altura</p> <p>Min.15 pulgadas (381 mm) por encima del suelo</p> <p>Max. 60 pulgadas (1524 mm) en remolques ≥2032 mm de ancho total.</p>
Dispositivo	Color/número	Visibilidad fotométrica		Ubicación

Luces de separación	2 Frontal: Ámbar 2 Posterior: Rojo	H: I45° a O45° V: D10° a U10°	Tan alto como sea posible, debe indicar el ancho total del vehículo y simétrico a la línea vertical central
Dispositivo	Color/número	Visibilidad geométrica	Ubicación
Retro-reflectores traseros no triangulares	Rojo 2	Sin especificaciones	En parte trasera Tan lejos como sea posible y simétrico respecto a la línea vertical central. Altura: Max: 152,4 cm, Min: 38,1 cm
Retro-reflectores laterales no triangulares	Frontal: 2 (ámbar) Trasera: 2 (rojo)	Sin especificaciones	En cada lado del vehículo Frente: tan lejos hacia el frente como sea posible Trasera: tan lejos como sea posible Altura: Max: 152,4 cm, Min: 38,1 cm
Dispositivo	Color/número	Visibilidad fotométrica	Ubicación
Lámpara de respaldo	Color: Blanca 1 lámparas adicionales blancas permitidas para cumplir con los requisitos No requieren (Remolques)	H: L45° a R45° V: D5° a U10	En la parte trasera
Dispositivo	Color/número	Visibilidad fotométrica	Ubicación
Lámpara de matrícula	Color: Blanco 1 lámparas adicionales blancas permitidas para cumplir con los requisitos	No especifica	En la parte trasera para iluminar la placa desde arriba o desde los lados

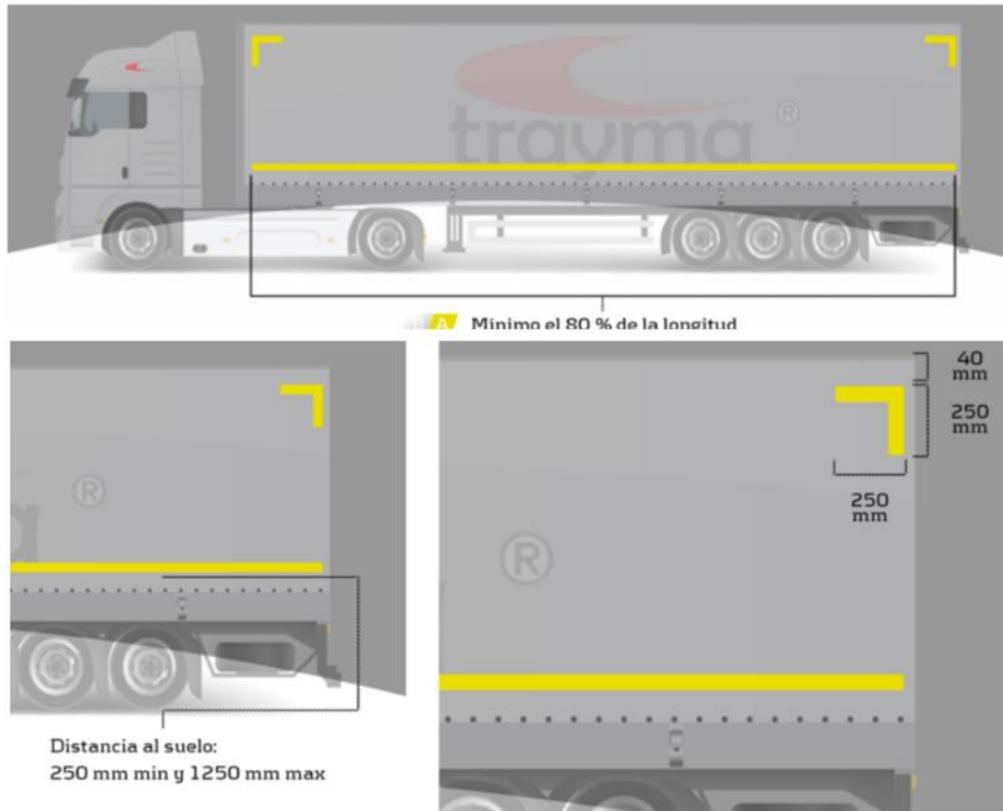
Dispositivo	Color/número	Visibilidad Fotométrica	Visibilidad geométrica	Ubicación
Lámparas de estacionamiento	<p>Color: Ámbar o blanco</p> <p>Menos de 2032 mm de ancho total.</p> <p>2 (Turismos MPV Camiones Autobuses)</p> <p>No requieren (Remolques)</p>	<p>H: I20° a O20°</p> <p>V: D10° a U10°</p>	<p>Área de la lente:</p> <p>H: I45° a O45 °</p> <p>V: D15° a U15 °</p> <p>Intensidad luminosa:</p> <p>H: I45° a O80 °</p> <p>V: D15° a U15</p>	<p>En el frente, a la misma altura, simétricamente alrededor de la línea central vertical, lo más separados posible</p> <p>Altura</p> <p>Min.15 pulgadas (381 mm) por encima del suelo</p> <p>Max. 72 pulgadas (1 828 mm) por encima del suelo</p>
Dispositivo	Color/número	Visibilidad fotométrica	Fotometría requerida	Ubicación
Lámparas de conducción diurna (DRL)	<p>Blanco</p> <p>2</p> <p>(Turismos, MPV Camiones, Autobuses)</p> <p>No requieren (Remolques)</p>	No especifica	<p>Min. 400 cd</p> <p>Max 3 000 cd</p>	<p>En la parte delantera, dispuesta simétricamente sobre la línea central vertical.</p> <p>Altura: Max. 1,067 mm sobre la superficie de la carretera</p>
Dispositivo	Color/número	Visibilidad geométrica	Visibilidad fotométrica	Ubicación
Luces de esquina	2	No especifica	<p>H: B90° a F85°</p> <p>V:D2,5° a U90°</p>	Altura: Max: 760 mm, Min:305 mm

Fuente: (Estándar Federal de Seguridad de Vehículos Motorizados(FMVSS) N° 108, Última revisión 1 de diciembre de 1993)

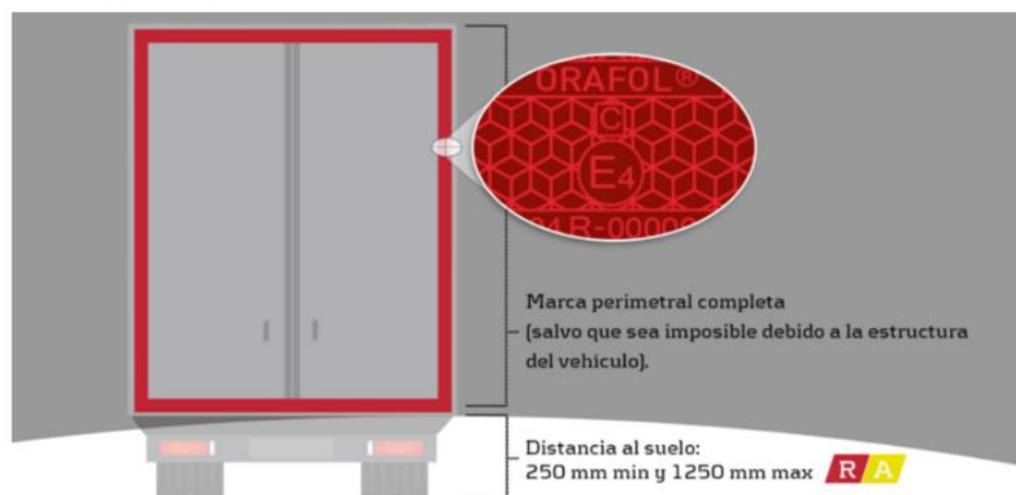
ANEXO V

DISPOSICIÓN DEL MARCADO DE VISIBILIDAD EN LA UE.

Marcas laterales

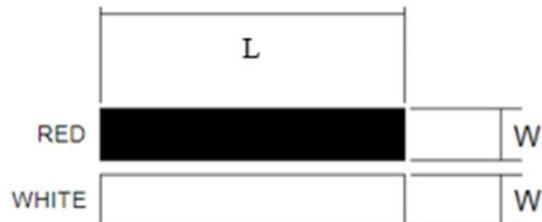
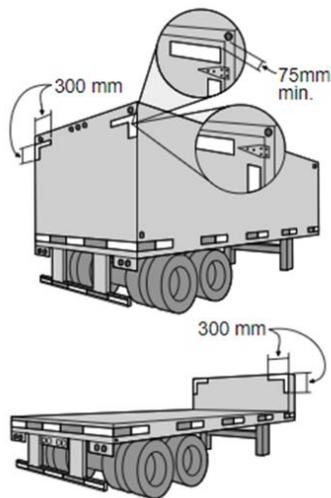


Marcas traseras



ANEXO VI

DISPOSICIÓN DEL MARCADO DE VISIBILIDAD EN LOS EE. UU.



Grade DOT-C2 = 300 mm (± 150 mm) L x 50 mm W Minimum
 Grade DOT-C3 = 300 mm (± 150 mm) L x 75 mm W Minimum
 Grade DOT-C4 = 300 mm (± 150 mm) L x 100 mm W Minimum

MEDICIONES FOTOMETRICAS DEL MARCADO DE VISIBILIDAD

Ángulo de observación (grados)	Ángulo de entrada (grados)	Rendimiento mínimo					
		Grado dot-C2		Grado dot-C3		Grado dot-C4	
		Blanco	rojo	Blanco	rojo	Blanco	rojo
		(cd / lux / m ²)					
0,2	-4	250	60	165	40	125	30
	30	250	60	165	40	125	30
	45	60	15	40	10	30	8
0,5	-4	sesenta y cinco	15	43	10	33	8
	30	sesenta y cinco	15	43	10	33	8
	45	15	4	10	3	8	2

ANEXO VII

SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN	
	Emitida por:.....
Relativa a: concesión de la homologación extensión de la homologación denegación de la homologación retirada de la homologación cese definitivo de producción de un tipo de vehículo por lo que se refiere a la instalación de dispositivos de iluminación y señalización	
No. de homologación:	
1. Denominación comercial o marca del vehículo:.....	
2. Denominación de la categoría del vehículo:.....	
3. Presentado para la homologación el:	
4. Servicio Técnico encargado de realizar los ensayos de homologación:.....	
5. Fecha del informe de ensayo:.....	
6. Numero de informe de ensayo:.....	
7. Breve descripción:	
Dispositivos de iluminación y señalización:	
7.1. Luces de carretera si/no:.....	
7.2. Luces de cruce si/no:.....	
7.3. Luces antiniebla delanteras si/no:.....	
7.4. Luces de marcha atrás si/no:.....	
7.5. Indicadores de dirección delanteros si/no:.....	
7.6. Indicadores de dirección traseros si/no:.....	
7.7. Indicadores de dirección laterales si/no:.....	
7.8. Indicadores de frenado si/no:.....	
7.9. Luces de placa si/no:.....	
7.10. Luces de posición delanteros si/no:.....	
7.11. Luces de posición traseras si/no:.....	
7.12. Luces antiniebla traseras si/no:.....	
7.13. Luces de estacionamiento si/no:.....	
7.14. Luces de gálibo si/no:.....	
7.15. Catadióptricos traseros triangulares si/no:.....	
7.16. Catadióptricos delanteros no triangulares si/no:.....	
7.17. Catadióptricos laterales no triangulares si/no:.....	
7.18. Catadióptricos laterales no triangulares si/no:.....	
7.19. Luces de posición laterales si/no:.....	
7.20. Luces de circulación diurna si/no:.....	
7.21. Marcado de visibilidad:	
7.21.1. Marcado completo si/no:.....	
7.21.2. Marcado parcial del contorno si/no:.....	
8. Observaciones:	
9. Ubicación de la marca de homologación:.....	
10. Homologación concedida/ampliada/retirada:.....	
11. Lugar:.....	
12. Fecha:.....	
13. Firma:.....	

ANEXO VIII

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO

Marca (razón social):.....

Tipo y denominación(es) comercial(es) general (es):.....

Medio de identificación del tipo de vehículo, si está marcado en éste:

Emplazamiento de estas marcas:

Categoría de vehículo:

Nombre y dirección de la persona/fabricante:.....

Dirección(es) de la(s) planta(s) de montaje (en caso del fabricante):.....

CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO

Fotografías y/o planos de un vehículo tipo:.....

Posición de conducción: izquierda/derecha:.....

MASAS Y DIMENSIONES (e) (en kg y mm)

Distancia(s) entre ejes (a plena carga) (f):.....

Gama de dimensiones (generales) del vehículo:.....

Para bastidores no carrozados:

Longitud (j):.....

Anchura (k):.....

Anchura máxima:.....

Anchura mínima:.....

Altura (en vacío) (l) (en caso de suspensión regulable en altura, ha de indicarse la posición normal de marcha):.....

Para bastidores carrozados:

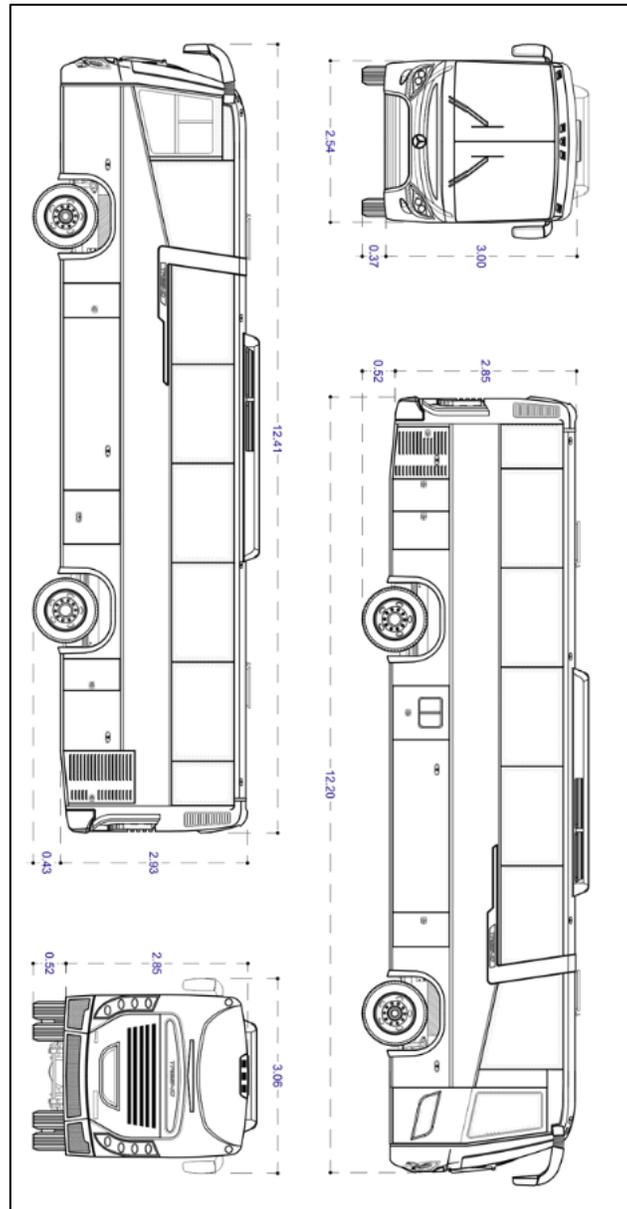
Longitud (j):.....

Anchura (k):.....

Altura (en vacío) (en caso de suspensión regulable en altura, ha de indicarse la posición normal de marcha):.....

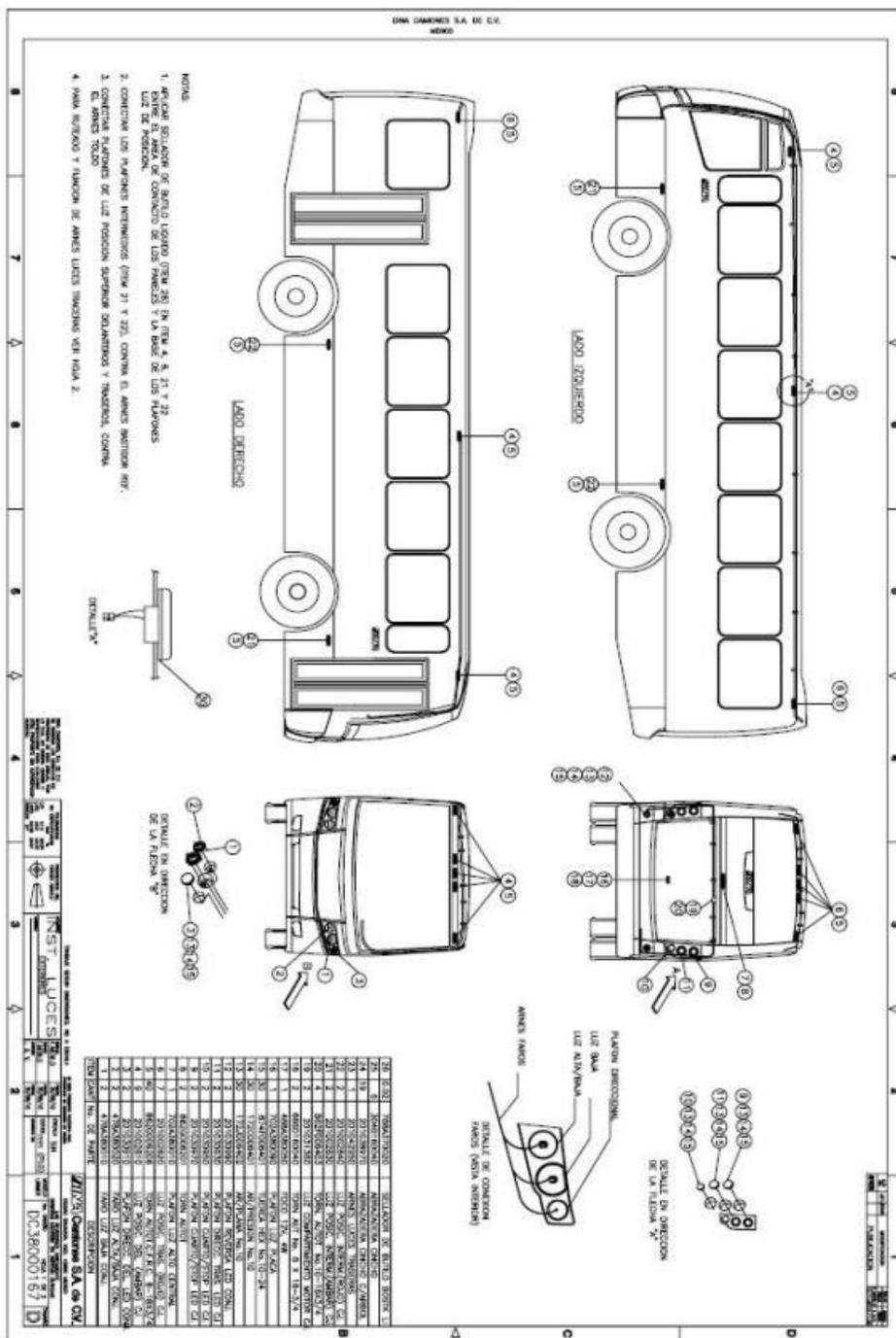
ANEXO IX

DESCRIPCIÓN DE DIMENSIONES DEL VEHÍCULO



ANEXO X

PLANO DE UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN



ANEXO X1

VALORES DE CIL PARA CATADIÓPTICOS DE CLASE IA, IB, IIIA Y IIIB

(en grados)

Clase	Ángulo de divergencia α	Ángulos de iluminación			
		Vertical V	0	± 10	± 5
		Horizontal H	0	0	± 20
IA, IB	20'		300	200	100
	1°30'		5	2,8	2,5
IIIA, IIIB	20'		450	200	150
	1°30'		12	8	8

(en grados)

Color	Ángulo de divergencia α	Ángulos de iluminación						
		Vertical V	0	± 10	0	0	0	0
		Horizontal H	0	0	± 20	± 30	± 40	± 50
Blanco	20'		1 800	1 200	610	540	470	400
	1°30'		34	24	15	15	15	15
Ámbar	20'		1 125	750	380	335	290	250
	1°30'		21	15	10	10	10	10
Rojo	20'		450	300	150	135	115	100
	1°30'		9	6	4	4	4	4

ANEXO XII

MÉTODO DE MEDICIÓN DE DIFUSIÓN Y TRANSMISIÓN DE LA LUZ

El haz de un colimador K con media divergencia $\beta/2 = 17,4 \times 10^4$ rd estará limitado por un diafragma D_t con una apertura de 6 mm contra el cual se colocará el soporte de la muestra.

Una lente acromática convergente L_2 , cuyas aberraciones esféricas se habrán corregido, unirá el diafragma D_t con el receptor R; el diámetro de la lente L_2 no obturará la luz difundida por la muestra en un cono con un semiángulo en el vértice de $\beta/2 = 14^\circ$.

Se colocará un diafragma anular D_D , con ángulos $\alpha_0/2 = 1^\circ$ y $\alpha_{\max}/2 = 12^\circ$ en un plano focal de la imagen de la lente L_2 .

La parte central no transparente del diafragma es necesaria para eliminar la luz que llega directamente de la fuente luminosa. Deberá poderse retirar la parte central del diafragma del haz de luz de manera que vuelva exactamente a su posición original.

La distancia $L_2 D_t$ y la longitud focal F_2 (1) de la lente L_2 se elegirán de manera que la imagen de D_t cubra completamente el receptor R.

Cuando el flujo incidente inicial se refiera a 1 000 unidades, la precisión absoluta de cada lectura será superior a una unidad.

Lectura	Con muestra	Con la parte central de D_D	Cantidad representada
T_1	No	No	Flujo incidente en la lectura inicial
T_2	Sí (antes del ensayo)	No	Flujo transmitido por el material nuevo en un campo de 24°
T_3	Sí (después del ensayo)	No	Flujo transmitido por el material ensayado en un campo de 24°
T_4	Sí (antes del ensayo)	Sí	Flujo difundido por el material nuevo
T_5	Sí (después del ensayo)	Sí	Flujo difundido por el material ensayado