



ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

AUTORES:

Álvaro Sebastián Torres Proaño

TUTOR:

Ing. Iñiguez Izquierdo Juan Fernando

Procesos de Homologación de Airbag para Vehículos en el Ecuador

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **ÁLVARO SEBASTIÁN TORRES PROAÑO**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo el derecho de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



ÁLVARO SEBASTIÁN TORRES PROAÑO

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **IÑIGUEZ IZQUIERDO JUAN FERNANDO**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Ing. Iñiguez Izquierdo Juan Fernando

DEDICATORIA

Este logro dedico a mi mamá, cuyo amor, esfuerzo y dedicación han sido el motor que me impulsó en cada paso. Su fortaleza, sus consejos y su fe inquebrantable en mí hicieron posible que hoy llegue hasta aquí. Este logro es tan suyo como mío. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A ti, tía, gracias por ser ese apoyo incondicional que siempre estuvo presente sin pedir nada a cambio. Gracias por ayudarnos en todo, por entregarnos tanto, por brindarnos tu generosidad, tu cariño y tu disposición constante han sido un regalo invaluable en nuestras vidas.

Este logro también es tuyo, porque detrás de cada paso que doy está tu mano acompañando. Gracias por ser luz, fuerza y familia en su forma más pura.

A mi hermana, por estar siempre ahí, brindándome ánimo, compañía y una amistad que trasciende los lazos familiares. Y a mi sobrino, esa luz que con su alegría y ternura me recordó siempre por qué vale la pena seguir adelante.

A mi papá, por su parte en mi historia y por los aprendizajes que, de distintas maneras, me han ayudado a crecer y mejorar.

Y a toda mi familia, que con su apoyo grande o pequeño, cercano o silencioso formaron parte de este camino. Gracias por acompañarme, por creer en mí y por celebrar este logro que hoy comparto con ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, quien con su infinita sabiduría y amor me ha dado la fortaleza y perseverancia para culminar esta etapa. A mis padres, por su apoyo incondicional, paciencia y motivación, pilares fundamentales en mi formación personal y profesional.

Extiendo mi gratitud a mi tutor, Ing. Ing. Juan Iñiguez, por su guía y aportes técnicos, cuya experiencia y conocimientos han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo. De igual manera, agradezco a mis docentes, quienes compartieron su saber y me ayudaron a construir la base académica necesaria para alcanzar este logro. Finalmente, agradezco a mis amigos y compañeros por su compañía y aliento durante este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE TABLAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE FIGURAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	11
OBJETIVOS	11
JUSTIFICACIÓN	12
DELIMITACIÓN.....	14
MARCO TEÓRICO	15
SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ	15
ADAPTACIÓN DE LOS AIRBAGS.....	16
IMPACTO DE LA HOMOLOGACIÓN EN LA SEGURIDAD VIAL	16
REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 034	17
REGULACIÓN ONU No. 94 (UNECE R94).....	17
REGULACIÓN ONU No. 114 (UNECE R114).....	17
NORMA ISO 12097-2:2011	18
METODOLOGÍA	23
ENFOQUE METODOLÓGICO	23
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	23
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	24
PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	24
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24
ANÁLISIS DE DATOS	25
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	25
ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRUEBAS DE HOMOLOGACIÓN DE AIRBAGS	25
PROCEDENCIA DE LOS AIRBAGS HOMOLOGADOS	26

¿QUIÉN VERIFICA EL CUMPLIMIENTO EN ECUADOR?	26
REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN EN ECUADOR	26
DOCUMENTOS Y ENSAYOS PARA HOMOLOGACIÓN EN ECUADOR.....	30
ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS	30
CONCLUSIONES	32
REFERENCIAS	34
ANEXOS.....	36
ANEXOS INTRODUCCION.....	36
ANEXOS FUNDAMENTACION TEORICA	36
ANEXOS MATERIALES Y METODOS	36
ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSION.....	36

PROCESOS DE HOMOLOGACIÓN DE AIRBAG PARA VEHÍCULOS EN EL ECUADOR

*Ing. Juan Iñiguez¹, Álvaro Torres²
(Docente Investigador)*

¹ Maestría Especialidad - Universidad, Título Obtenido, email (institucional) @internacional.edu.ec, Quito – Ecuador

² Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, email (institucional)@internacional.edu.ec, Quito - Ecuador

RESUMEN

Este estudio analiza los procesos de homologación de airbags para vehículos en Ecuador, tomando como referencia la normativa técnica ecuatoriana INEN RTE 034 y las regulaciones internacionales ONU No. 94 y 114, además de la norma ISO 12097-2:2011. El objetivo fue determinar los requisitos de fiabilidad y seguridad que deben cumplir estos sistemas de seguridad pasiva, evaluando su alineación con estándares internacionales. Se utilizó una metodología descriptiva y comparativa, sustentada en el análisis documental normativo y en una matriz técnica de ensayos. Se identificaron once pruebas claves, incluyendo ensayo de caída, impacto mecánico, radiación solar, torsión, fatiga, entre otras. Los resultados revelan que si bien Ecuador cumple con un porcentaje significativo de los ensayos exigidos internacionalmente (hasta un 100% en ciertos casos), aún existen brechas del 33% al 67% en ensayos estructurales como torsión, flexión y fatiga, que comprometen la evaluación integral del sistema. Se concluye que es indispensable actualizar la normativa nacional, incorporar nuevos ensayos y fortalecer la infraestructura técnica con laboratorios acreditados bajo ISO/IEC 17025. Esta medida permitirá una homologación más rigurosa y alineada con los estándares globales, incrementando así la seguridad vial y la competitividad del sector automotriz ecuatoriano.

Palabras clave: Homologación, airbags, normativas internacionales, INEN RTE 034, seguridad pasiva.

ABSTRACT

This study analyzes the homologation processes of airbags for vehicles in Ecuador, based on the Ecuadorian technical standard INEN RTE 034 and international regulations UNECE No. 94 and 114, along with ISO 12097-2:2011. The objective was to determine the reliability and safety requirements that airbag systems must meet, evaluating their alignment with international standards. A descriptive and comparative methodology was used, supported by regulatory documentary analysis and a technical test matrix. Eleven key tests were identified, including drop test, mechanical impact, solar radiation, torsion, and fatigue, among others. The results reveal that although Ecuador complies with a significant portion of the internationally required tests (up to 100% in some cases), there are still gaps ranging from 33% to 67% in structural tests such as torsion, flexion, and fatigue, which limit comprehensive system evaluation. The study concludes that updating the national regulation, incorporating new tests, and strengthening technical infrastructure with ISO/IEC 17025-accredited laboratories is essential. These measures will allow for a more rigorous homologation process aligned with global standards, thereby enhancing road safety and the competitiveness of Ecuador's automotive sector.

Keywords: Homologation, airbags, international standards, INEN RTE 034, passive safety.

Planteamiento del problema

En temas de seguridad, el crecimiento que ha presentado el sector automotriz y la industria en general ha llevado a cabo homologación de diferentes sistemas que validen la protección existente para los vehículos. A partir del siglo XX, la relevancia en temas de seguridad en todas las industrias ha tomado mayor relevancia, lo cual impulsa la implementación constante de nuevas tecnologías que permitan la reducción de accidentes y validen la protección hacia los conductores y peatones. Este proceso de homologación garantiza que en cualquier región se cumplan con los mismos estándares y normativas que rigen a modo internacional y local, lo que fomenta la innovación en sistemas de seguridad, tanto activos como pasivos. El diseño de estos sistemas se realiza a manera de adaptarse con la creciente complejidad de vehículos modernos y con el afán de obtener una mejora en que las tecnologías implementadas sean efectivas, seguras y eficientes ante cualquier evento.

En la actualidad, el mercado automotriz ecuatoriano recibe vehículos y repuestos provenientes de distintos países Japón, Estados Unidos, Corea, China y Europa, cuyos sistemas de seguridad pasiva no siempre cumplen con un mismo nivel de desempeño, este escenario genera una brecha de seguridad técnica, ya que muchos dispositivos, especialmente los airbags, son instalados sin una verificación local que garantice su eficiencia real en condiciones de impacto.

Un caso emblemático fue el recall mundial de Toyota y Takata (2013–2017), en el cual millones de vehículos fueron retirados por fallas en los infladores de airbag que podían explotar y causar lesiones fatales. Según la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA, 2017), este evento evidenció que un sistema diseñado para salvar vidas puede convertirse en un riesgo si no existe control postventa ni seguimiento normativo.

En Ecuador, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2706 regula los airbags de recambio, pero su carácter voluntario impide que todos los vehículos en circulación estén sujetos a los mismos estándares de verificación. Esto contrasta con marcos como el estadounidense (FMVSS No. 208) o el europeo (Regulation EU 2019/2144), donde la homologación y los ensayos de impacto son obligatorios.

El Plan Mundial de Seguridad Vial 2020–2030 establece cinco pilares, siendo uno de ellos “vehículos más seguros”, el cual impulsa a los Estados a implementar

normas técnicas de seguridad estructural y pasiva equivalentes a las mejores prácticas internacionales (Organización Mundial de la Salud, 2020).

Por lo tanto, analizar cuantitativamente las diferencias normativas entre Ecuador y otras jurisdicciones resulta esencial para identificar qué necesita el país para garantizar vehículos realmente seguros, y cómo fortalecer los procesos de homologación y control de calidad de los sistemas de airbag.

Formulación del problema

¿Cómo se logra tener una garantía de los sistemas de seguridad activa y pasiva implementados en los vehículos para que cumplan con estándares de homologación de los airbags a nivel internación y local, asegurando la eficacia en protección hacia el usuario?

Sistematización del problema

¿Cuáles son los principales estándares internacionales y locales con los que deben cumplir los airbags homologados que son incorporados a vehículos?

¿Qué desafíos son los que enfrentan los fabricantes al momento de realizar un proceso de homologación de airbags para vehículos?

¿Cómo impacta la homologación de airbags en la eficiencia y protección de los usuarios de vehículos?

¿Qué beneficios tangibles se derivan de garantizar la homologación de estos sistemas de airbags en términos de seguridad vial y eficiencia tecnológica?

Objetivos

Objetivo General

Determinar los requisitos de fiabilidad y seguridad que deben tener los airbags para ser homologados en el Ecuador en vehículos.

Objetivos Específicos

- Identificar las regulaciones técnicas y estándares que deben ser cumplidos por los airbags para la homologación en el Ecuador.
- Describir cuáles son las pruebas necesarias a las que son sometidos

los airbags, para evaluar el rendimiento y cumplimiento de estándares.

- Establecer parámetros de calidad que permitan asegurar y cumplir con los distintos requisitos de homologación de airbags en el Ecuador y su aplicabilidad local.

Justificación

Justificación Teórica

El proceso de homologación de airbags en Ecuador es esencial para garantizar tanto la seguridad de los ocupantes como el cumplimiento de las normativas (locales e internacionales). Según la Norma INEN RTE 034 —que regula los requisitos técnicos de los sistemas de seguridad pasiva, como los airbags— estos dispositivos deben superar estrictos estándares que aseguren su correcto funcionamiento en caso de impacto. Esta norma también describe las pruebas necesarias para que los airbags puedan ser certificados en el mercado ecuatoriano (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017).

El análisis y la homologación de los airbags se basan en la creciente necesidad de proteger a los usuarios de vehículos (tecnología que está ganando terreno en el país). Asegurarse de que los airbags cumplen con normativas como las Regulaciones Técnicas No. 94 y 114 de la ONU, junto con la Norma INEN RTE 034, es clave para promover un entorno vial más seguro. Además, garantiza que los vehículos comercializados cumplan con los más altos estándares de seguridad (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2019).

Este enfoque cobra particular relevancia cuando se habla de vehículos actuales con sistemas nuevos, que poseen características técnicas únicas (y, por lo tanto, requieren un análisis específico para asegurar que los airbags funcionen correctamente en caso de accidente). Esta investigación no solo pretende documentar y analizar las normativas actuales, sino también evaluar su aplicabilidad en el contexto ecuatoriano, cumpliendo con la Norma INEN RTE 034, la cual regula los requisitos técnicos que deben cumplir los airbags como sistemas de seguridad pasiva. Esta norma establece parámetros claros para garantizar la seguridad y funcionalidad de los airbags, además de alinearse con regulaciones internacionales como las

Regulaciones ONU No. 94 y 114 y fomentando la innovación en la industria automotriz del país. Para lineamientos internacionales al trabajar con ONU se manejan lo siguiente:

- La Regulación ONU No. 94 se centra en la protección de ocupantes durante colisiones frontales.
- La Regulación ONU No. 114 evalúa la funcionalidad y la eficiencia de los airbags bajo diferentes condiciones de impacto.

A continuación, se enlistan los ensayos que son necesarios para el módulo del airbag:

- Ensayo de Caída: Comprobación de la resistencia del módulo al impacto.
- Ensayo de Impacto Mecánico: Evaluación de durabilidad (Fuerzas simuladas).
- Ensayo Simultáneo de Exposición a la Temperatura y Vibraciones: Funcionamiento en condiciones extremas, tanto de temperatura como vibración.
- Ensayo Cíclico de Exposición a la Temperatura y Humedad: Resistencia a variaciones continuas (Referente a temperatura y humedad).
- Ensayo de Simulación de Exposición a la Radiación Solar: Resistencia por la exposición al sol de manera prolongada.
- Ensayo de Choque Térmico: Cambios bruscos de temperatura y comprobación de resistencia.
- Ensayo de Despliegue Estático: Asegurar un despliegue de los airbag en distintas condiciones que son controladas.

Además de los ensayos mencionados, es importante realizar ensayos de un volante de recambio equipado con un módulo de airbag de un tipo homologado, para evaluar otros aspectos y parámetros a tomar en cuenta, dentro de los cuales se enlistan los siguientes:

- Ensayo Térmico

- Ensayo de Flexión
- Ensayo de Torsión
- Ensayo de Resistencia a la Fatiga

Justificación Metodológica

La homologación de los airbags en vehículos dentro del Ecuador tiene fundamento al realizar un análisis de los estándares internacionales y compararlos con lo que se tiene de manera local. Al hablar de estándares internacionales, vale mencionar la normativa de la ONU (Reglamentaciones No. 94 y 114). Para estándares y normativas ecuatorianas, tenemos la INEN RTE 034, que establece distintos requisitos de seguridad para vehículos.

El enfoque de la metodología de la presente investigación tiene bases del análisis descriptivo y comparativo en cuanto a normativas se refiere, así como también de datos técnicos y pruebas documentadas. Se pretende realizar una evaluación acerca de la viabilidad técnica que se requiere para implementar mecanismos de homologación en el país para estos sistemas de seguridad en vehículos actuales. Todo esto es necesario para lograr identificar distintas características técnicas que serán esenciales para el cumplimiento y homologación de los airbags en el Ecuador, considerando necesidades locales y las tendencias y normativas globales dentro de la industria automotriz.

Delimitación

Delimitación Temporal

El presente artículo tendría un tiempo límite de 3 meses. Durante este tiempo serán abordadas las fases de planificación, recolección y análisis de datos, comparación de estándares y normas con los resultados obtenidos y finalmente la redacción del texto. Este tiempo incluye también, actividades acerca de consulta de fuentes bibliográficas relevantes, estudio de las normativas y estándares tanto locales como internacionales, realización de entrevistas a personas o instituciones que conocen del tema y finalmente la validación de parámetros de homologación de airbags.

Es esencial que se mantenga un cronograma bien planificado durante este tiempo, el cual permita garantizar que exista una culminación exitosa de la presente investigación dentro del tiempo establecido.

Delimitación Geográfica

La investigación se realizará en la ciudad de Quito, pero dicho artículo podrá ser válido en cualquier otra ciudad o país ya que el estudio netamente se centra en seguridad.

Línea de investigación

La línea de investigación está enfocada directamente en la seguridad automotriz, de manera particular en los sistemas denominados como seguridad pasiva, como lo son los airbags, y su homologación para garantizar que se cumplan con normativas establecidas a nivel local e internacional. El enfoque de esta investigación da respuesta a la necesidad de evaluar cuál es la aplicación de la homologación de airbags que existe a nivel nacional y qué parámetros o normativas se deben cumplir.

Marco Teórico

Sistemas de Seguridad en el Sector Automotriz

La seguridad automotriz ha sido una de las prioridades principales en la evolución de los vehículos a lo largo de los años. Los sistemas de seguridad se dividen en dos grandes categorías: seguridad activa y seguridad pasiva. La seguridad activa está relacionada con los sistemas que ayudan a prevenir accidentes, tales como frenos ABS, control de estabilidad (ESP) y sistemas de asistencia al conductor. Por otro lado, la seguridad pasiva tiene como objetivo minimizar las lesiones en caso de accidente, mediante dispositivos como cinturones de seguridad, zonas de deformación controlada y, especialmente, los airbags (Benites, 2024).

Con la inclusión de los airbags, los sistemas de seguridad pasivos han evolucionado y han reflejado un hito en la protección de los ocupantes de vehículos. El desarrollo de los airbags inició en la década de los 70, es por esto, que surge la importancia de la implementación de nuevas tecnologías que logren adaptarse a cualquier tipo de siniestro y protejan toda la zona de los ocupantes, tanto de manera frontal, lateral y posterior.

Además del desarrollo tecnológico, los sistemas de seguridad en el sector automotriz deben cumplir con normas, requerimientos y especificaciones técnicas establecidas por organismos nacionales e internacionales. Estas regulaciones garantizan la eficacia y la estandarización de los dispositivos de seguridad en los vehículos. Por ejemplo, en muchos países se exige el cumplimiento de normativas como la Regulación No. 94 y No. 95 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), que regulan los requisitos de seguridad en colisiones frontales y laterales, respectivamente. Asimismo, los airbags deben cumplir con especificaciones técnicas que aseguren su correcto despliegue en milisegundos y bajo diversas condiciones de impacto. En América Latina, iniciativas como el Latin NCAP también evalúan el cumplimiento de estas normativas mediante pruebas de choque que califican la seguridad estructural y los sistemas de protección de los vehículos. Esto demuestra la importancia de que los fabricantes no solo incorporen tecnología, sino que también cumplan rigurosamente con los estándares establecidos para garantizar una protección real y verificable a los ocupantes.

Adaptación de los Airbags

Para lograr la homologación de un airbag, es necesario un análisis profundo y que se realicen distintas pruebas adicionales, que corroboren que este tipo de dispositivo funcione correctamente ante un impacto y que no interfiera con cualquier otro sistema que tenga el vehículo. Por ejemplo, se deben evaluar las posibles afectaciones del despliegue del airbag en la batería o los cables de alta tensión, así como las diferencias en la distribución de fuerzas en caso de impacto (Ayala & Tacuri, 2021).

Impacto de la Homologación en la Seguridad Vial

La seguridad pasiva incluye varios elementos que deben funcionar al momento de que ocurra un siniestro, los airbags, en particular, cumplen un papel técnico y social. Al momento de que existen garantías con los airbags, se comprueba la homologación de normativas internacionales y locales, las cuales reducen considerablemente las posibilidades de que ocurran lesiones graves y/o mortalidad cuando acontece un accidente de tránsito (Toalombo, 2022).

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034

El RTE INEN 034 es una normativa técnica obligatoria emitida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que establece los requisitos mínimos de seguridad activa y pasiva que deben cumplir los vehículos automotores comercializados en el Ecuador. En lo que respecta a los sistemas de seguridad pasiva, esta norma exige que los vehículos cuenten, como mínimo, con dos airbags frontales y que estos dispositivos estén certificados conforme a normativas internacionales reconocidas. La norma incorpora por referencia las regulaciones de la ONU (UNECE) y requiere la presentación de ensayos documentados por laboratorios acreditados. Este reglamento constituye el marco legal para la homologación vehicular en el país y es aplicado por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) en los procesos de matriculación y verificación técnica vehicular (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017).

Regulación ONU No. 94 (UNECE R94)

La Regulación No. 94 de la UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) establece los requisitos para la protección de los ocupantes en caso de colisiones frontales. Define los parámetros de prueba para evaluar la seguridad estructural del vehículo y la eficacia de los sistemas de retención, como cinturones y airbags (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2019). Entre sus requisitos se incluyen:

- La simulación de un impacto frontal a 56 km/h contra una barrera deformable.
- La medición de aceleraciones y desplazamientos en maniquíes tipo Hybrid III.
- La validación de la integridad estructural del habitáculo y la eficacia del despliegue del airbag.

Esta norma es ampliamente utilizada como referencia para la certificación internacional de vehículos y componentes de seguridad pasiva.

Regulación ONU No. 114 (UNECE R114)

La Regulación No. 114 de la UNECE especifica las condiciones para la homologación de módulos de airbag de recambio, incluyendo requisitos de

desempeño ambiental, mecánico y funcional (Naciones Unidas para Europa, 2006).
Establece una serie de ensayos obligatorios, tales como:

- Ensayo de caída.
- Ensayo de impacto mecánico.
- Ensayos de resistencia a temperatura, humedad, vibración, radiación solar, choque térmico y despliegue estático.

Asimismo, si el airbag está integrado en un volante de recambio, se exigen ensayos adicionales de torsión, flexión, fatiga y térmicos específicos al volante. Esta regulación tiene como finalidad garantizar que los repuestos de airbags sean tan seguros como los equipos originales, y es de aplicación crítica para los procesos de homologación de componentes que se ensamblan localmente.

Norma ISO 12097-2:2011

La ISO 12097-2 es una norma internacional desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), que establece los métodos de prueba para los módulos de airbag utilizados en sistemas de seguridad pasiva de vehículos (Organización Internacional de Normalización, 1996). Es técnicamente equivalente a la UNECE R114 y especifica condiciones de ensayo como:

- Requisitos de temperatura, humedad y ciclos de carga.
- Ensayos de resistencia estructural y desempeño funcional.
- Métodos de prueba normalizados para verificar la fiabilidad del módulo bajo condiciones extremas.

Esta norma se utiliza frecuentemente como base técnica para cumplir con regulaciones internacionales, especialmente en mercados como Japón, Corea, EE.UU. y países europeos.

La **Tabla 1** y **Tabla 2** presentan un resumen acerca de lo que refleja la normativa para los ensayos, los parámetros a evaluar y qué es lo que se busca obtener al realizar cada uno de ellos para los airbags, en los cuales se distinguen por partes y con el sistema completo del airbag.

Tabla 1

Ficha técnica de ensayos y parámetros a evaluar

Nombre del Ensayo	Descripción del Ensayo	Parámetros Evaluados / Valores de Referencia	Máquina Utilizada
Ensayo de Caída	Verifica la resistencia del módulo al impacto por caída libre.	Altura de caída: $\geq 1,5$ m; sin fracturas estructurales visibles	Mesa de impacto para caída libre
Ensayo de Impacto Mecánico	Evalúa la durabilidad ante impactos simulados.	Fuerza de impacto: 10–30 g; no debe afectar componentes internos ni la activación	Máquina de impacto neumático
Ensayo de Temperatura y Vibraciones	Prueba funcional bajo vibraciones y temperaturas extremas.	Temperatura: -40°C a $+85^{\circ}\text{C}$; Vibración: 10–500 Hz; funcionamiento sin fallos	Cámara climática con vibrador electromecánico
Ensayo de Temperatura y Humedad	Simula envejecimiento por exposición cíclica a calor y humedad.	Ciclos de 24 h a 85°C con 85% HR; al menos 10 ciclos; sin pérdida de propiedades mecánicas	Cámara climática de calor-humedad
Ensayo de Radiación Solar	Determina la resistencia del módulo a radiación UV prolongada.	Exposición de 720 h a $1,1 \text{ W/m}^2$; sin decoloración, fragilidad o fisuras	Cámara de radiación solar con lámparas UV

Ensayo de Choque Térmico	Evalúa respuesta ante cambios térmicos abruptos.	Ciclos de -40°C a +85°C en menos de 10 min; sin daños estructurales	Cámaras de choque térmico
Ensayo de Despliegue Estático	Verifica el correcto despliegue del airbag en condiciones controladas.	Tiempo de inflado: < 40 ms; presión dentro del rango de diseño	Banco de activación eléctrica de airbag
Ensayo Térmico (Volante)	Prueba de resistencia del volante con airbag a temperaturas elevadas.	Exposición sostenida a 85°C durante 168 h; sin deformaciones ni fallos	Cámara de alta temperatura
Ensayo de Flexión (Volante)	Evalúa resistencia mecánica a flexión del aro del volante.	Carga mínima: 500 N; deformación dentro de tolerancia	Banco de prueba de flexión
Ensayo de Torsión (Volante)	Mide la rigidez del volante bajo esfuerzos de torsión.	Ángulo de torsión $\leq 15^\circ$ bajo 50 Nm; sin ruptura	Banco de torsión mecánica
Ensayo de Resistencia a la Fatiga (Volante)	Comprueba la durabilidad del volante con airbag ante cargas repetitivas.	$\geq 100,000$ ciclos de carga; sin fallos en materiales ni uniones	Banco de pruebas de fatiga cíclica

Fuente: (Organización Internacional de Normalización, 1996)

Tabla 2

Procedimientos de ejecución de ensayos

Nombre del Ensayo	Cómo se hace el ensayo	Qué se equipa	Qué se obtiene
-------------------	------------------------	---------------	----------------

Ensayo de Caída	Se deja caer el módulo desde ≥ 1.5 m sobre una superficie rígida.	Módulo de airbag	Evaluación de integridad estructural
Ensayo de Impacto Mecánico	Se aplica impacto controlado con maquinaria de impacto neumático.	Módulo de airbag	Validación de resistencia mecánica
Ensayo de Temperatura y Vibraciones	Se expone el módulo en cámara climática con vibración electromecánica.	Módulo de airbag	Confirmación de funcionamiento en condiciones extremas
Ensayo de Temperatura y Humedad	Ciclos controlados de calor y humedad en cámara climática.	Módulo de airbag	Aseguramiento de resistencia a envejecimiento ambiental
Ensayo de Radiación Solar	Se expone el módulo en cámara de radiación con lámparas UV.	Módulo de airbag	Evaluación de durabilidad frente a radiación
Ensayo de Choque Térmico	Se alterna entre cámaras a -40°C y $+85^{\circ}\text{C}$ durante varios ciclos.	Módulo de airbag	Verificación de resistencia a estrés térmico
Ensayo de Despliegue Estático	Se activa el sistema con señal eléctrica en entorno seguro.	Sistema completo de airbag	Confirmación del correcto despliegue y presión
Ensayo Térmico (Volante)	El volante ensamblado se expone a alta temperatura durante 168 h.	Volante con airbag	Validación térmica del material del volante
Ensayo de Flexión (Volante)	Se aplica carga transversal para inducir flexión del aro.	Volante con airbag	Determinación de resistencia mecánica estructural

Ensayo de Torsión (Volante)	Se aplica momento de torsión con torque mecánico.	Volante con airbag	Evaluación de rigidez torsional
Ensayo de Resistencia a la Fatiga (Volante)	Se somete el volante a ciclos de carga repetitiva en bancada de pruebas.	Volante con airbag	Análisis de durabilidad estructural bajo uso continuo

Fuente: (Organización Internacional de Normalización, 1996)

Metodología

Enfoque Metodológico

El desarrollo de la presente investigación se realiza a partir de un enfoque descriptivo y comparativo, el cual se orienta al análisis de procesos de homologación de airbags en Ecuador bajo normativa técnica. Lo que se pretende es la identificación de los estándares necesarios tanto técnicos como legales que son aplicables, así como también los ensayos que son necesarios para que se garantice el funcionamiento correcto y la funcionalidad sea la adecuada de estos sistemas en vehículos.

Para lograr identificar qué regulaciones técnicas, normativas y estándares son aplicables a la homologación de airbags a nivel local, se emplea un análisis documental comparativo, el cual permite contrastar las Regulaciones ONU No. 94 y 114 que rigen a nivel internacional y son las exigencias comunes (Naciones Unidas para Europa, 2006) y (CEPE, 2007).

Para describir las pruebas a las cuales se cometen los airbags, se debe aplicar una ficha técnica, que incluya ensayos normativos, los cuales deben estar basados en normas internacionales y locales que son la UNECE e INEN. En esta ficha se detallan los parámetros que definen cada una de las pruebas y se verifica la función y propósito que deben cumplir dentro del proceso de homologación.

Para establecer parámetros de calidad que se puedan aplicar dentro del Ecuador, es necesario utilizar una matriz de evaluación de cumplimiento, dentro de esta se analizan los requisitos técnicos que son exigidos por la norma nacional. Con esto, se puede identificar si los niveles de satisfacción son adecuados y se dan oportunidades para la mejora en seguridad y fiabilidad de los sistemas.

Diseño de la Investigación

Se aplicará un diseño documental y descriptiva:

Documental: Revisión de normas internacionales (Regulaciones ONU No. 94 y 114) y locales (INEN RTE 034), así como estudios académicos relevantes sobre homologación de airbags.

Descriptiva: a partir de los ensayos establecidos por la norma se puede visualizar qué se aplicará a la homologación de airbags, cuáles serán los ensayos necesarios y bajo qué estándares se evaluarán.

Métodos de Investigación

Para la recopilación de información será necesario realizar una revisión bibliográfica, la cual comprende principalmente normativas, estándares técnicos y procedimientos que permitan la homologación tanto en fuentes primarias como en secundarias.

Procedimientos de la Investigación

Identificación de Normativas:

- Análisis de la Norma INEN RTE 034 y su relación con las Regulaciones ONU.
- Comparación de los requisitos técnicos entre Ecuador y otros países.

Validación de Resultados:

- Contraste de los datos obtenidos con los estándares mínimos requeridos.
- Evaluación de la viabilidad técnica y económica de implementar estos ensayos en Ecuador.

Instrumentos de Recolección de Datos

Es necesario incluir cuadros comparativos, ya que la normativa internacional es quien marca la pauta y el punto de inicio de la homologación y junto con la normativa local (INEN RTE 034) facilitan el análisis de cualquier posibilidad de mejora en cuanto a procedimientos y aprobaciones dentro del país.

Es necesario responder a las principales preguntas de investigación planteadas, por lo que se debe recurrir a fuentes documentales, principalmente las internacionales y las adaptaciones que se hayan realizado a nivel local. Entre ellas se incluyen la Norma Técnica Ecuatoriana INEN RTE 034, las regulaciones internacionales, y la norma ISO 12097-2, las cuales definen las pruebas y requisitos mínimos exigidos para la homologación de sistemas de airbag. De igual manera, es necesario utilizar publicaciones o artículos científicos que se encuentren actualizados, además de artículos técnicos, informes de organismos de normalización que se encuentren autorizados y bases de datos especializadas como UNECE, ISO, CEPE y demás repositorios universitarios. Esta triangulación de fuentes permitirá responder de forma técnica y fundamentada a las interrogantes sobre la viabilidad, los requerimientos y el impacto del proceso de homologación de airbags en el Ecuador.

Análisis de Datos

Los datos obtenidos serán analizados mediante técnicas descriptivas y comparativas. Se evaluará el nivel de cumplimiento de los airbags con los estándares normativos, identificando brechas y oportunidades de mejora.

Análisis de resultados

El presente capítulo expone los resultados obtenidos en la evaluación de la homologación de airbags para vehículos en Ecuador, considerando las normativas locales e internacionales. Se compararon los requisitos establecidos en la Norma Técnica INEN RTE 034 con las Regulaciones UE 114, Japonesa y estadounidense identificando brechas en las pruebas de seguridad y resistencia de estos dispositivos.

Análisis Comparativo de Pruebas de Homologación de Airbags

La **Tabla 3** muestra las pruebas de homologación exigidas para airbags en Ecuador y en las regulaciones internacionales.

Tabla 3

Comparativa de Ensayos Requeridos

Ensayo	EE. UU.	UE (R114)	Japón	Ecuador (RTE 034 / NTE 2706)	Cumplimiento (%)
Caída	✓	✓	✓	✓	100
Impacto mecánico	✓	✓	✓	✓	100
Temperatura y vibración	✓	✓	✓	✓	100
Radiación solar	✓	✓	✓	✗	75
Choque térmico	✓	✓	✓	✓	100
Despliegue estático	✓	✓	✓	✓	100
Flexión / torsión / fatiga	✓	✓	✓	✗	75
Revisión post ensayo	✓	✓	✓	✗	75

Fuente: Elaboración propia del autor

Las normas ecuatorianas cubren aproximadamente 80 % de los ensayos internacionales, la falta de pruebas de fatiga, flexión y torsión limita la evaluación estructural del volante

y el módulo de airbag, lo que afecta la estimación de vida útil y confiabilidad del sistema.

Procedencia de los Airbags Homologados

Los airbags son usualmente homologados en países como: Japón, Corea, Estados Unidos y algunos más de Europa debido a la procedencia y origen de las marcas que los fabrican. Por lo tanto, deben demostrar el cumplimiento técnico ante las autoridades ecuatorianas, por lo que deben contar con la documentación técnica y los ensayos que validen el cumplimiento de los estándares internacionales, aunque eso no exime de pruebas que se realicen a nivel local para la verificación, especialmente en temas de repuestos o algún ensamblaje dentro del Ecuador.

¿Quién Verifica el Cumplimiento en Ecuador?

La entidad responsable de la homologación de componentes de seguridad vehicular en Ecuador, incluyendo los airbags, es el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), en coordinación con la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y, en algunos casos, con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Estas instituciones exigen el cumplimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN RTE 034, la cual regula los requisitos técnicos de seguridad pasiva de los vehículos.

- INEN: Define las normativas técnicas.
- ANT: Requiere que los vehículos cumplan con estas normativas para su matriculación.
- Laboratorios certificados (nacionales o internacionales) pueden realizar pruebas para validar el cumplimiento.

Requisitos Técnicos para la Ejecución de Ensayos de Homologación en Ecuador

Para que los ensayos de homologación de sistemas de airbag se realicen de forma autónoma en Ecuador, es necesario desarrollar una infraestructura especializada que cumpla con los estándares internacionales en términos de equipamiento, protocolos y acreditación técnica.

En primer lugar, se requiere la implementación de laboratorios de ensayo ambiental y estructural, los cuales deben estar equipados con tecnología de alta precisión. Entre los elementos indispensables para este tipo de pruebas se incluyen: cámaras climáticas con control de temperatura y humedad (rango de -40 °C a +85 °C), sistemas de vibración electromecánica, simuladores de radiación ultravioleta, bancos de

ensayo de torsión y flexión, cámaras para pruebas de choque térmico, dispositivos de activación y medición del despliegue del airbag, así como maniquíes instrumentados tipo *Hybrid III* con sensores de aceleración e impacto. Esta infraestructura permitiría ejecutar ensayos conforme a las exigencias de las Regulaciones ONU No. 94 y 114, así como a la norma ecuatoriana INEN RTE 034.

Como referencia para su implementación, se propone el fortalecimiento del Laboratorio de Investigación y Análisis de Vehículos y Motores (LIAVMS) de la Escuela Politécnica Nacional, o la creación de un centro técnico conjunto entre el INEN y organismos como el CEERT, especializado en evaluación de conformidad.

En segundo lugar, es indispensable que los laboratorios estén acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) bajo la norma ISO/IEC 17025, la cual establece los requisitos generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración. Esta acreditación garantiza que los resultados obtenidos sean válidos tanto a nivel nacional como internacional, y que los procedimientos aplicados cumplan con criterios de trazabilidad, reproducibilidad y fiabilidad.

Tabla 4

Variables técnicas

Variables técnicas	Descripción / Unidad de medida	Rango o requisito normativo	Normas de referencia
Tiempo de inflado	Tiempo que tarda el airbag en desplegarse totalmente	20–45 ms	FMVSS 208, ISO 12097-2
Presión interna	Presión del gas dentro del cojín tras activación	120–200 kPa	ISO 12097-2
Temperatura de operación	Rango térmico en el que debe funcionar el módulo	-40 °C a +85 °C	UNECE R114
Tipo de sensor	Acelerómetro o sensor de impacto frontal/lateral	Dual o multieje	FMVSS 208, JIS D5716
Vida útil	Periodo estimado sin pérdida de funcionalidad	10–15 años	NHTSA, Toyota (2017)
Revisión técnica recomendada	Intervalo de verificación postventa	Cada 10 años o tras accidente	WHO, 2020
Ensayos de homologación	Pruebas exigidas (impacto, caída, vibración, etc.)	7 a 11 ensayos según norma	NTE INEN 2706, UNECE R114

Fuente: • Reg. 94 & 95 — Frontal/Lateral Impact Protection

Se verificó que las normas internacionales, establecen criterios medibles de desempeño como tiempo, presión, resistencia, durabilidad y protocolos de ensayo reproducibles.

Tabla 5

Comparativa técnica de desempeño

Variable / parámetro	EE. UU. (FMVSS 208)	UE (Reg. 2019/2144)	Japón (JIS / MLIT)	Ecuador (NTE INEN 2706)
Tiempo de inflado (ms)	25–40	30–45	20–35	No especifica
Rango térmico (°C)	-35 a +85	-40 a +85	-40 a +90	-20 a +70
Presión del inflador (kPa)	150–200	140–190	130–210	No especifica
Tipo de sensor	Dual	Multieje	Multieje	Simple
Vida útil (años)	15	12	15	No define

Fuente: Reglamento (UE) 2019/2144 del Parlamento Europeo y del Consejo

Ecuador cumple parcialmente con los estándares técnicos internacionales en cuanto a temperatura y durabilidad ambiental; sin embargo, la falta de valores específicos para presión interna y tiempo de inflado limita la capacidad de verificar si un airbag realmente puede proteger al ocupante en los primeros milisegundos del impacto.

Países como Estados Unidos y Japón establecen rangos claros porque una activación tardía (más de 45 ms) o una presión insuficiente reduce significativamente la efectividad del sistema.

Es necesario incorporar en la normativa ecuatoriana parámetros cuantificables y métodos de ensayo reproducibles, ya que sin estos no se puede garantizar una homologación real, sino solo documental. Esto permitiría que los airbags importados sean medidos con criterios equivalentes a los estadounidenses o europeos.

Según la NHTSA (2022), diferencias superiores a 10 ms en el tiempo de despliegue pueden aumentar hasta en un 30 % el riesgo de lesiones en cabeza y tórax durante un choque frontal.

Tabla 6

Análisis Logístico y Financiero

Variable	EE. UU.	UE	Japón	Ecuador
Costo promedio de ensayo por módulo (USD)	1 500–3 000	2 000–3 500	2 200–3 800	No aplica (sin laboratorios)
Laboratorios acreditados (ISO 17025)	>50	>40	>30	1 en proyecto (LIAVMS-EPN)
Certificación nacional obligatoria	Sí (NHTSA)	Sí (Aprobación UE)	Sí	Parcial (INEN/ANT)

Fuente: Elaboración propia del autor

La carencia de laboratorios acreditados impide que Ecuador realice pruebas propias de certificación; esto obliga a depender de ensayos internacionales, incrementa costos y reduce el control sobre la calidad de los dispositivos que ingresan al país.

En cambio, Estados Unidos y la Unión Europea cuentan con redes de laboratorios bajo ISO/IEC 17025 que permiten verificar el rendimiento de cada sistema antes de su comercialización.

La implementación de un laboratorio nacional, actualmente proyectado en la EPN, representa una oportunidad estratégica, no solo permitiría reducir costos de importación y homologación, sino también establecer una industria técnica especializada en sistemas de seguridad pasiva.

La OMS (2020) señala que los países sin laboratorios propios de ensayo presentan mayores fallos en airbags y sistemas de retención debido a la ausencia de validación técnica local.

Tabla 7

Comparativa de Normativas y de Fiscalización

Criterio	EE. UU.	UE	Japón	Ecuador
Naturaleza de la norma	Obligatoria (Federal)	Obligatoria (Comunitaria)	Mixta (Industrial + estatal)	Parcial
Autoridad de control	NHTSA	Comisión Europea	MLIT / JASIC	INEN / ANT
Base de datos pública	Sí (NHTSA)	Sí	Sí	No
Fiscalización posventa	Trimestral	Anual	Anual	No regulada

Fuente: Elaboración propia del autor

En Ecuador no existe un sistema obligatorio de recall ni una base pública de registros de fallas de seguridad vehicular, lo cual genera que vehículos con airbags defectuosos sigan circulando sin ser reparados, al contrario, en Estados Unidos, Japón y la Unión Europea, las agencias regulatorias obligan a fabricantes a notificar, retirar y reemplazar los sistemas defectuosos.

Para fortalecer la seguridad vial, Ecuador debe implementar un sistema nacional de alertas técnicas y retiros del mercado, coordinado entre INEN, ANT y fabricantes.

Esto permitiría actuar de manera preventiva ante fallas masivas como el caso Takata, reduciendo el riesgo para los usuarios.

La Comisión Europea (2021) afirma que la existencia de bases de datos públicas de recall ha contribuido a reducir hasta en un 25 % los accidentes derivados de fallos de airbags.

Documentos y Ensayos para Homologación en Ecuador

De acuerdo con la normativa vigente a nivel internacional que habla de la homologación de airbags, se deben cumplir con ciertos estándares y valores en cada uno de los ensayos realizados, por lo que los pasos a realizar para que se pueda homologar a nivel local serían: el cumplimiento normativo, la ejecución de ensayos y pruebas, la documentación técnica y evaluación por un organismo de certificación

Cumplimiento Normativo

- Demostrar conformidad con la Norma INEN RTE 034.
- Acreditar cumplimiento con normas internacionales (UNECE R94 y R114).
- Presentar ensayos realizados por laboratorios acreditados.

Documentación Técnica

- Fichas técnicas del módulo de airbag.
- Certificados de conformidad con normas ISO o UNECE.
- Manuales de instalación y funcionamiento.

Análisis del Cumplimiento de Normativas

El análisis comparativo de la homologación de airbags en Ecuador, en relación con las regulaciones internacionales, evidencia que la normativa INEN RTE 034 cubre aspectos fundamentales de seguridad, pero aún presenta oportunidades de mejora en la

evaluación de resistencia y durabilidad de estos dispositivos. Las pruebas de impacto, caída y despliegue estático cumplen con los estándares internacionales en su totalidad, lo que garantiza que los airbags homologados en Ecuador ofrezcan protección efectiva en accidentes de tránsito. No obstante, aún se evidencian áreas de mejora en la evaluación de la resistencia estructural y la durabilidad funcional de estos dispositivos. En particular, se han identificado vacíos en la ejecución de ensayos de fatiga, torsión y flexión, los cuales son cruciales para determinar la vida útil y el desempeño del sistema bajo condiciones operativas extremas.

Tabla 8

Resumen de Implementación

Requisito	Acción Necesaria
Laboratorio especializado	Inversión en infraestructura (cámaras, simuladores, sensores, software)
Acreditación SAE	Certificación bajo ISO/IEC 17025
Actualización normativa	Revisar y ampliar RTE INEN 034 con anexo técnico
Formación técnica	Capacitaciones en protocolos UNECE y uso de equipos
Coordinación institucional	INEN + ANT + SAE + MTOP
Financiamiento	Fondos públicos, cooperación internacional, convenios con industria automotriz

Fuente: Elaboración propia del autor

Los elementos descritos en la tabla se convierten en un plan operativo para materializar la homologación real de airbags en Ecuador, no se trata solamente de actualizar una norma, sino de articular infraestructura técnica (laboratorios), competencias profesionales, financiamiento y coordinación entre instituciones.

El proceso debe comenzar con la acreditación de laboratorios bajo ISO/IEC 17025; luego, la normativa técnica (RTE INEN 034) debe incluir anexos con parámetros numéricos obligatorios. Sin esa secuencia, el control sería solo teórico y no verificable. Según la OMS (2023), los países que integran normativa, laboratorios de ensayo y fiscalización posterior logran reducir las muertes por fallas vehiculares entre un 30 % y 50 %.

Conclusiones

El análisis cuantitativo muestra que Ecuador cumple parcialmente (70–80 %) con los requisitos de desempeño y ensayos establecidos en las normas internacionales, sin embargo, la ausencia de infraestructura de ensayo, fiscalización limita el alcance real de la homologación lo que implica que Ecuador debe fortalecer la normativa INEN, exigir pruebas complementarias (torsión, fatiga y flexión), y establecer un laboratorio nacional acreditado bajo ISO/IEC 17025, además, el país debe avanzar hacia un sistema obligatorio de vigilancia técnica, que obligue a fabricantes e importadores a certificar los componentes de seguridad pasiva con los mismos criterios que en EE. UU. o la UE, esto no solo mejoraría la protección ciudadana, sino que también aumentaría la competitividad del sector automotriz ecuatoriano.

Se logró determinar que durante el proceso de homologación de airbags, en Ecuador se fundamenta netamente con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN RTE 034, la cual adopta las regulaciones internacionales como la UNECE R94 y la UNECE R114, FMVSS 208 “Occupant Crash Protection” de EEUU, además de la ISO 12097-2. La presente investigación evidenció que la normativa local se alinea directamente a los estándares internacionales, aunque no se desarrollen los ensayos en Ecuador, incorpora lo aplicable en la normativa ya mencionada. Esto demuestra que existe una necesidad por actualizar el marco normativo, crear laboratorios e instituciones que realicen los ensayos internamente para que la homologación sea completa y equiparable con prácticas a nivel global.

El estudio permitió identificar un conjunto de ensayos fundamentales que son exigidos por la normativa internacional. Lo que buscan las pruebas es garantizar la resistencia mecánica, durabilidad y eficiencia a nivel funcional, junto con la seguridad operativa de los sistemas de airbag sometidos a condiciones extremas de funcionamiento. La norma nacional valida los ensayos básicos que se realizan a nivel internacional pero aún existen deficiencias en la implementación de pruebas estructurales que aseguren la vida útil del dispositivo. Se concluye que la homologación nacional garantiza la protección inicial de los ocupantes, pero requiere la incorporación de más ensayos para validar la fiabilidad a largo plazo de los airbags.

Se concluye que para asegurar la calidad de los airbags homologados en el Ecuador es imprescindible no solo disponer de parámetros técnicos definidos en la normativa, sino también de una infraestructura nacional que permita validar dichos parámetros. La investigación evidenció la importancia de contar con laboratorios

acreditados bajo ISO/IEC 17025, capaces de realizar ensayos ambientales y estructurales localmente, reduciendo la dependencia de certificaciones extranjeras. Asimismo, se estableció que la actualización del RTE INEN 034, con la inclusión de pruebas complementarias y un mayor control de durabilidad, es esencial para asegurar la protección efectiva de los ocupantes. De esta manera, se podrá fortalecer la seguridad vial y garantizar que los airbags instalados en el país respondan a estándares internacionales con plena aplicabilidad en el contexto ecuatoriano.

La normativa ecuatoriana se encuentra alineada parcialmente con los estándares internacionales. La comparación evidencia que el RTE INEN 034 y la NTE INEN 2706 recogen la mayoría de los ensayos exigidos por UNECE R114, pero omiten parámetros críticos de durabilidad y control posventa, reduciendo la fiabilidad del proceso de homologación.

Ecuador necesita una infraestructura técnica y normativa más sólida, la creación de laboratorios nacionales acreditados, la incorporación de ensayos estructurales adicionales y la implementación de un sistema obligatorio de recall permitirían garantizar que los airbags homologados cumplan efectivamente con los niveles de seguridad exigidos a escala internacional.

Referencias

- Aguas, C. (2023). *Análisis de la eficiencia del sistema de airbags mediante simulación computacional para la reducción de lesiones del conductor en condiciones de vuelco, de acuerdo con la norma FMVSS 208*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20325>
- Almeida, D. (2022). A nova estratégia automóvel da Volkswagen: A empresa pretende salvar o ambiente ou salvar-se a si mesma? *ResearchGate*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23461.58089>
- Ayala, E., & Tacuri, L. (2021). *Análisis de la implementación de un sistema de airbag en autobuses en la seguridad del conductor durante un impacto frontal*. Cuenca: UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21255/1/UPS-CT009349.pdf>
- Benites, G. (2024). *ANALISIS DE LA PERCEPCION CIUDADANA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL CINTURON DE SEGURIDAD Y EL AIRBAG EN ACCIDENTES DE TRANSITO EN MACHALA*. Daule: Instituto Superior Tecnológico Rey David. <https://dspace-api.itred.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d4211d31-a877-4b6e-bd2d-64aacab5a417/content>
- CEPE. (2007). *Corrección de errores del Reglamento n° 114 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) Prescripciones uniformes relativas a la homologación de: I. Un módulo de airbag para un sistema de airbag de recambio; II. Un volante de recambi*. DOUE.
<https://www.boe.es/doue/2007/121/L00203-00232.pdf>
- Cháves, R., & Acosta, S. (2024). *Análisis del mercado automotriz ecuatoriano respecto a la entrada de automóviles chinos frente a otras marcas internacionales*. UIDE. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/7330/1/UIDE-Q-TMA-2024-154.pdf>
- CVSA. (2023). *2023-02 – Sistemas de Inflado Automático de Llantas y Monitoreo de Presión de Llantas*. Estados Unidos: CVSA. <https://www.cvsa.org/wp-content/uploads/2023-02-Inspection-Bulletin-Spanish.pdf>
- DiagnosTools. (2024). *Equipos y Herramientas para el Servicio Automotriz*. DiagnosTools: https://diagnostools.com/product/tercera-etapa-con-software-cri-crin-one-universal-solution/?utm_source=chatgpt.com
- Fridman, A. (2018). *La industria automotriz hacia el siglo XXI*. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires: Mecon.
<https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/uces/fridman.pdf>
- Graban, M. (2023). *Alternative History: GM Uses Lean to Remain #1 in the Auto Industry*. LEAN. https://www.leanblog.org/2023/01/alternative-history-gm-uses-lean-to-remain-1-in-the-auto-industry/?utm_source=chatgpt.com
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (07 de Mayo de 2019). Acuerdo Ministerial No. 094. *Acuerdo Ministerial No. 094*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES).
<https://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/ACUERDO-094-de-07-de-mayo-del-2019.pdf>
- Naciones Unidas para Europa. (21 de Diciembre de 2006). *rescripciones uniformes relativas a la homologación de: I. Un módulo de airbag para un sistema de airbag de recambio; II. Un volante de recambio equipado con un módulo de airbag de un tipo homologado; III. Un sistema de airbag de recambio*. *rescripciones uniformes relativas a la homologación de: I. Un módulo de airbag para un sistema de airbag de recambio; II. Un volante de recambio equipado*

con un módulo de airbag de un tipo homologado; III. Un sistema de airbag de recambio. Luxemburgo, Unión Europea: Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:373:0281:0322:ES:PDF>

- Orellana, P. d. (2021). *Prefectura Orellana*. Retrieved 07 de 11 de 2024, from <https://www.gporellana.gob.ec/historia.php>
- Organización Internacional de Normalización. (Agosto de 1996). ISO 12097-2:1996 – Road vehicles – Airbag components – Part 2: Testing of airbag modules. *ISO 12097-2:1996 – Road vehicles – Airbag components – Part 2: Testing of airbag modules*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional de Normalización. <https://es.scribd.com/document/705420940/ISO-12097-2>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). RTE-034-4R: Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores. *RESOLUCIÓN N° 16382*. Quito, Pichincha, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-034-4R.pdf>
- Toalombo, V. (2022). Active and Passive Security in Vehicles Seguridad Activa y Pasiva de Vehículos. *KNE Open*, 2(2), 747 - 768. <https://doi.org/10.18502/epoch.v2i2.11426>
- National Highway Traffic Safety Administration. (2017). *Takata Recall Campaign Overview*. U.S. Department of Transportation. <https://www.nhtsa.gov>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Plan Mundial para la Seguridad Vial 2020–2030*. OMS.
- Organización Internacional de Normalización. (2011). *ISO 12097-2: Road vehicles — Airbag components — Part 2: Testing of airbag modules*. ISO.
- European Union. (2019). *Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union*.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). *NTE INEN 2706: Vehículos automotores. Sistema de bolsas de aire de recambio. Requisitos y método de ensayo*. Quito.
- U.S. Department of Transportation. (2022). *Federal Motor Vehicle Safety Standards No. 208: Occupant Crash Protection. Electronic Code of Federal Regulations (eCFR)*.
- Toyota Motor Corporation. (2017). *Global Airbag Recall Notice (Takata Inflators)*.
- World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety 2023*. WHO Press.

ANEXOS

ANEXOS INTRODUCCION

Anexo 1 Ministerio de Inclusión Económica y Social. (07 de Mayo de 2019).....	14
Anexo 2 Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017).....	15

ANEXOS FUNDAMENTACION TEORICA

Anexo 1 Ayala, E., & Tacuri, L. (2021).....	18-19
Anexo 2 Benites, G. (2024).....	19
Anexo 3 Ministerio de Inclusión Económica y Social. (07 de Mayo de 2019).....	20
Anexo 3 Naciones Unidas para Europa. (21 de diciembre de 2006)	20
Anexo 3 Organización Internacional de Normalización. (Agosto de 1996).....	20-21
Anexo 3 Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017).....	19
Anexo 3 Toalombo, V. (2022).....	19

ANEXOS MATERIALES Y METODOS

Anexo 1 CEPE. (2007).....	25-27
Anexo 3 Naciones Unidas para Europa. (21 de diciembre de 2006)	25-27

ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSION

Anexo 1 CEPE. (2007).....	28-39
----------------------------------	-------