El riesgo algorítmico y su impacto en el contrato de seguro de automóviles: una revisión del ciclo aseguraticio en Colombia y México a partir de la conducción automatizada.

Algorithmic risk and its impact on auto insurance contracts: a review of the insurance cycle in Colombia and Mexico in the context of driving automation.

* Benjamin Chong-Castillo

RESUMEN

El presente artículo analiza el impacto del riesgo algorítmico en el contrato de seguro de automóviles, a partir de la transformación del riesgo derivada de la automatización vehicular y su incidencia en el ciclo aseguraticio en Colombia y México. La investigación adopta un enfoque cualitativo, con alcance analítico y comparado, orientado a identificar las tensiones estructurales que surgen entre el modelo tradicional del contrato de seguro y las nuevas formas de riesgo asociadas a los sistemas de conducción automatizada. Desde una perspectiva jurídico-operativa y hermenéutico-crítica, se examina la transición del riesgo conductual hacia un riesgo distribuido, en el que intervienen sistemas algorítmicos, sus efectos en la delimitación del riesgo asegurado, la asignación de responsabilidades y el equilibrio técnico del contrato. Particularmente, se identifica la transición del SAE Nivel 2 al SAE Nivel 3 como un punto de inflexión que redefine la relación entre control humano y automatización, generando desafíos en la imputación de responsabilidad y en la configuración del siniestro.

El análisis se estructura a partir de las distintas fases del ciclo del contrato de seguro (suscripción, tarificación, gestión del siniestro y función preventiva) evidenciando cómo el riesgo algorítmico tensiona cada una de ellas, especialmente en contextos caracterizados por asimetrías de información, limitaciones técnicas y rezagos regulatorios. El trabajo concluye que el riesgo algorítmico no solo introduce ajustes marginales, sino que plantea una transformación estructural del contrato de seguro de automóviles, lo que exige una adaptación progresiva del sector para preservar su funcionalidad y sostenibilidad.

* Licenciado en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México, con estudios de intercambio académico en la Universidad de Buenos Aires y convalidación de título en Colombia, por la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Especialista en Derecho de Seguros por la Universidad de Salamanca, con diplomados en Seguros por la Comisión Nacional de Protección de los Usuarios de Servicios Financieros (México), en Riesgo Cibernético en Seguros por el Instituto Nacional de Seguros de Colombia, en Derecho de las TICS por la Academia Mexicana de Derecho Informático y Perito en Hechos de Tránsito Terrestre por el Centro de Estudios Superiores en Ciencias Jurídica y Criminológicas (México). Candidato a la Maestría en Derecho Comercial y Financiero de la Universidad Santo Tomas (Colombia) iniciada el 26 de septiembre de 2024 y finalizada el 12 de septiembre de 2026. ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4540-9370. Correo electrónico benjaminchongcastillo@gmail.com

PALABRAS CLAVE

Riesgo algorítmico, Contrato de seguro, Vehículos autónomos, Inteligencia artificial, Ciclo aseguraticio, Responsabilidad civil.

ABSTRACT

This article analyzes the impact of algorithmic risk on automobile insurance contracts, based on the transformation of risk resulting from vehicle automation and its effects on the insurance cycle in Colombia and Mexico. The research adopts a qualitative approach with an analytical and comparative scope aimed at identifying the structural tensions that emerge between the traditional insurance contract model and the new forms of risk associated with automated driving systems.

From a legal-operational and hermeneutic-critical perspective, the study examines the transition from behavioral risk to distributed risk, in which algorithmic systems play an active role, as well as its effects on the delimitation of insured risk, the allocation of liability, and the technical balance of the insurance contract. In particular, the transition from SAE Level 2 to SAE Level 3 is identified as a turning point that redefines the relationship between human control and automation, creating challenges regarding liability attribution and the characterization of the insured event.

The analysis is structured around the different stages of the insurance cycle (underwriting, pricing, claims management, and preventive functions) showing how algorithmic risk progressively transforms the structure of the insured risk and places pressure on each of these stages, particularly in contexts characterized by information asymmetries, technical limitations, and regulatory lag. The article concludes that algorithmic risk does not merely introduce marginal adjustments but rather entails a structural transformation of automobile insurance contracts, requiring the development of new legal, technical, and operational capabilities to preserve the functionality and sustainability of insurance markets.

KEY WORDS

Algorithmic risk, Insurance contract, Autonomous vehicles, Artificial intelligence, Insurance cycle, Civil liability.

INTRODUCCIÓN

La incorporación progresiva de tecnologías de automatización en la conducción vehicular ha comenzado a transformar de manera profunda la configuración del riesgo en el ámbito del seguro de automóviles. En particular, el tránsito desde sistemas de asistencia al conductor hacia esquemas de mayor autonomía introduce una categoría de riesgo distinta a la tradicional, caracterizada por la intervención de sistemas algorítmicos basados en inteligencia artificial en la toma de decisiones durante la conducción[1]. Este fenómeno, que puede denominarse riesgo algorítmico, desafía las bases sobre las cuales históricamente se ha estructurado el contrato de seguro.

A diferencia del modelo clásico, centrado en el comportamiento del conductor como eje del riesgo asegurado, la automatización vehicular desplaza progresivamente el foco hacia un esquema de riesgo distribuido, en el que interactúan elementos humanos, tecnológicos y organizacionales. Esta transformación resulta particularmente relevante en niveles intermedios de automatización, como los sistemas SAE Nivel 2, y encuentra un punto de inflexión en su transición al SAE Nivel 3, donde la transferencia parcial del control al sistema automatizado tensiona de manera directa las nociones tradicionales de causalidad, imputación y responsabilidad.

En este contexto, el modelo tradicional del contrato de seguro de automóviles evidencia limitaciones para absorber las nuevas dinámicas del riesgo. La delimitación de la cobertura, la asignación de cargas entre las partes, la determinación del siniestro y el equilibrio técnico-actuarial se ven impactados por la opacidad, complejidad y dependencia tecnológica propias de los sistemas algorítmicos. Estas tensiones no se presentan de manera abstracta, sino que encuentran manifestaciones concretas en mercados como Colombia y México, donde la adopción tecnológica convive con asimetrías de información, rezagos regulatorios y limitaciones técnicas del sector asegurador.

A partir de lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo analizar el impacto del riesgo algorítmico en el contrato de seguro de automóviles, con especial énfasis en su incidencia a lo largo del ciclo aseguraticio. La tesis que se sostiene es que dicho riesgo no introduce únicamente

[1] Como indica Elizalde, "parece razonable afirmar que el riesgo de la circulación no se elimina con la circulación de los vehículos autónomos", aunque sí se transforma su estructura y distribución dentro de la dinámica del daño. Véase Elizalde Salazar, I. (2022). *Vehículos autónomos. Responsabilidad civil y seguro.* Thomson Reuters.

ajustes marginales, sino que genera una tensión estructural en todas las fases del contrato, desde la suscripción hasta la gestión del siniestro y la función preventiva del asegurador.

La investigación se desarrolla desde un enfoque cualitativo, con una metodología jurídico-operativa y comparada. A través del análisis de fuentes doctrinales, normativas y técnicas, se examinan las transformaciones en la configuración del riesgo, así como sus efectos en la estructura contractual y en las prácticas aseguradoras en Colombia y México. Este enfoque permite identificar no solo las implicaciones jurídicas del fenómeno, sino también sus consecuencias operativas en el funcionamiento del mercado.

El trabajo se estructura en cuatro apartados. En primer lugar, se analiza la transformación del riesgo asegurado en el contexto de la automatización vehicular, destacando el paso de un riesgo conductual a un riesgo distribuido y la aparición del riesgo algorítmico. En segundo lugar, se examina la reconfiguración del contrato de seguro frente a estas nuevas formas de riesgo, con especial atención a la delimitación de cobertura y la redistribución de responsabilidades. En tercer lugar, se estudia el impacto del riesgo algorítmico en las distintas fases del ciclo del contrato de seguro, incluyendo la suscripción, la tarificación, la gestión del siniestro y la función preventiva. Finalmente, se identifican las limitaciones estructurales del mercado asegurador para enfrentar estos desafíos, particularmente en Colombia y México y se presentan las conclusiones derivadas del análisis, orientadas a evidenciar los límites del modelo tradicional frente a la transformación tecnológica del riesgo.

1. Transformación del riesgo asegurado en la automatización vehicular

1.1. Del riesgo conductual al riesgo distribuido

Uno de los elementos principales y cimientos del contrato de seguro definitivamente es el riesgo, no solo entendido como la probabilidad de que ocurra un hecho incierto que afecte el patrimonio de una persona, sino como una categoría jurídica que permite la identificación, delimitación y traslado de las consecuencias económicas de un evento dañoso dentro de una relación contractual, cuya volatilidad puede impactar en la ejecución del contrato de seguro (Jaramillo, 2022).

En el seguro de automóviles, el riesgo se concreta en la materialización de daños derivados de la circulación vehicular, ya sea respecto del propio vehículo asegurado o frente a terceros, constituyendo así la finalidad primordial de protección del contrato (SCJN, 2021). Además, este

modelo tradicional del seguro automotor se encuentra construido sobre la premisa, en la cual, el riesgo encuentra su fuente principal en la conducta de la persona que se encuentra detrás del volante[2]. Bajo esa lógica, la circulación vehicular se entiende como una actividad controlada por un sujeto humano cuyas decisiones pueden producir un siniestro.

Ello ha permitido al sector asegurador actuar, desde una perspectiva técnica y actuarial, bajo supuestos relativamente claros y estables en cuanto a previsibilidad, cuantificación de daños y estimación probabilística, facilitando la estructuración de coberturas y la determinación de tarificación de primas en el proceso de suscripción, a partir de variables relativamente definidas e identificables, tales como el número y costo de siniestros interrelacionados con la diligencia, experiencia e historial de conducción de un asegurado[3].

Sin embargo, la atribución del riesgo no es absolutamente exclusiva del conductor. Existen supuestos en los que la producción del daño además de explicarse a partir de la conducta o por el ejercicio de una actividad peligrosa por parte del conductor[4], se extiende a casos de defectos de fabricación, fallas mecánicas ajenas al deber de cuidado del conductor o deficiencias en la infraestructura vial. En estos escenarios, el riesgo se proyecta más allá del individuo y se distribuye entre distintos agentes que intervienen en la circulación, tales como fabricantes, proveedores o el propio Estado. Sin embargo, estas situaciones han sido tradicionalmente consideradas

[2] De forma intencional no se utiliza la expresión "conductor", ya que como se verá más adelante, cuerpos normativos como el Reglamento (UE) 2024/1689 en materia de inteligencia artificial, incorporan la figura de "responsable del despliegue". Véase Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). *Reglamento (UE) 2024/1689 (Reglamento de Inteligencia Artificial).* Diario Oficial de la Unión Europea.

[3] Aunque Lemaire sostiene que, a diferencia de los seguros de vida en los que existe una tarificación universal, en los seguros de no vida, específicamente en el seguro de automóviles, se debate, investiga y surgen múltiples situaciones de distintas naturalezas en cada región que lo impiden, sí existen criterios técnicos de clasificación tarifaria basados en variables objetivas adoptadas con distintos enfoques según cada país. Esto refuerza la idea de que el riesgo asegurable en el contrato de seguro permite un grado relevante de objetivización actuarial. Véase Lemaire, J. (1985). *Automobile insurance: Actuarial models*. Springer.

[4] A partir de la segunda mitad del siglo XIX, señala Aguilar, surgió el "sentimiento de piedad" frente a las víctimas, por la gravedad de daños que originaron desarrollos industriales masificados como el automóvil, resultando la responsabilidad subjetiva estrecha e insuficiente, lo que motivó la evolución a la teoría del riesgo creado. Véase Aguilar Gutiérrez, A. (1944). La responsabilidad por daños causados por automóviles, *Revista de la Escuela Nacional de Jurisprudencia, VI, (23-24).*

excepcionales, sin alterar la estructura fundamental del modelo, que mantiene al conductor, ya sea por responsabilidad subjetiva u objetiva[5], como eje del riesgo asegurado[6].

En contraste con ello, la incorporación progresiva de tecnologías en los sistemas de conducción comienza a modificar dicha ecuación de manera sustancial. En este nuevo contexto, el riesgo deja de poder explicarse de manera predominante a partir de la conducta humana y comienza a configurarse como un fenómeno más complejo, en el que confluyen elecciones humanas, procesos automatizados y condiciones tecnológicas dentro de la toma de decisiones[7].

1.2. Surgimiento del riesgo algorítmico en la conducción asistida

La transformación descrita no solo implica una redistribución del riesgo entre distintos agentes, sino que da lugar a la aparición de una categoría cualitativamente distinta: el riesgo algorítmico[8]. En términos generales, el riesgo algorítmico puede definirse como el posible acontecimiento[9] generado por el uso, despliegue o explotación[10] del análisis de datos y software de algoritmos

---

[5] Es importante considerar que la doctrina contemporánea ha sustituido progresivamente el concepto de responsabilidad objetiva por el de responsabilidad estricta o por riesgo, al resultar que la responsabilidad subjetiva conlleva una objetivización de la conducta del responsable frente a la conducta esperada dado el deber de cuidado. Véase Pereira Fredes, E. (2022). La responsabilidad objetiva. En D. M. Papayannis (Coord.), *Manual de derecho de daños extracontractuales* (pp. 235–269). Suprema Corte de Justicia de la Nación.

[6] Aunque diversos autores desarrollan la teoría del riesgo por desarrollo, como indica López Oliva, esta se fundamenta en "la posibilidad de exonerarse de una potencial responsabilidad cuando el estado de la ciencia y la tecnología no permitan descubrir el defecto". Sin embargo, dicha exoneración solo debería operar de manera residual, pues una aplicación extensiva podría generar desequilibrios relevantes en el mercado asegurador y afectar la protección del consumidor. Véase López Oliva, J. (2024). *Los sistemas de ocurrencia y claims made y la protección de los derechos del tomador, asegurado y del beneficiario en el seguro de responsabilidad civil por dispositivos médicos defectuosos en los contextos colombiano y español* (Tesis de doctorado). Universidad de Salamanca.

[7] La intervención de sistemas basados en tecnología cognitiva en la operación activa del vehículo, así como la participación de actores vinculados a su diseño, desarrollo e implementación, amplía significativamente el conjunto de factores que inciden en la producción del daño. En ese sentido, Abraham y Rabin sostienen que el derecho de daños, los regímenes regulatorios y los mecanismos de aseguramiento deberán reconfigurarse para responder adecuadamente a los accidentes derivados de vehículos altamente automatizados. Véase Abraham, K. S. & Rabin, R.L. (2018). *Automated vehicles and manufacturer responsibility for accidents: A new legal regime for a new era* (Stanford Public Law Working Paper). SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.3159525

[8] En la medida en que los sistemas tecnológicos dejan de operar como instrumentos pasivos y comienzan a intervenir activamente en la toma de decisiones durante la conducción, el riesgo ya no puede explicarse únicamente como el resultado de la conducta humana, sino también como consecuencia del funcionamiento de procesos automatizados. En ese sentido, surgen nuevos riesgos, que autores como Tiwari & Farag analizan y desarrollan, ante la ausencia de una estructuración adecuada dentro de la literatura existente. Véase Tiwari, A, & Farag, H. E. Z. (2025). Responsible AI framework for autonomous vehicles: Addressing bias and fairness risks. *IEEE Access, 13*, 58800–58822. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3556781

[9] Menciona Martínez Gil, que este criterio de definir el concepto de riesgo es el técnicamente correcto para hacer referencia a la posibilidad de que el objeto asegurado sufra un daño. Véase Martínez Gil, J. J. (1990). Manual teórico y práctico de seguros. Porrúa.

[10] Aunque Cano M., al definir riesgo algorítmico utiliza la expresión "maliciosa", formulación que resulta técnicamente imprecisa, retomo su apreciación sobre abarcar todo el ciclo de los sistemas de IA. Véase Cano M., J. J.

basados en tecnología cognitiva[11] o de inteligencia artificial, que pueda producir un resultado que derive en un daño o perjuicio a la salud, la seguridad, el patrimonio o los derechos fundamentales de las personas, al influir sustancialmente en la toma de decisiones[12] automatizadas o semiautomatizadas.

De acuerdo con dicha definición, reducirlo a una mera falla del algoritmo resulta insuficiente. Como se observa, se trata de un fenómeno más complejo, en el que intervienen múltiples factores asociados al funcionamiento del sistema, tales como limitaciones en su diseño, sesgos en los datos de entrada, condiciones imprevistas del entorno o interacciones no anticipadas entre el sistema y el conductor. En este sentido, el riesgo algorítmico no constituye un evento aislado, sino una manifestación de la forma en que los sistemas tecnológicos operan en contextos dinámicos e inciertos. Esta complejidad se explica, en parte, por la evolución de los sistemas de asistencia a la conducción; en una primera etapa, los vehículos incorporaron mecanismos de seguridad pasiva orientados a mitigar las consecuencias del siniestro[13]; posteriormente, el desarrollo tecnológico permitió la introducción de sistemas de asistencia activa que comenzaron a intervenir en la conducción mediante la ejecución de funciones específicas, operando en su mayoría, bajo lógicas deterministas, en las que la respuesta del vehículo se encontraba previamente definida.

Sin embargo, el avance tecnológico ha permitido la integración de sistemas cada vez más complejos, en los que la toma de decisiones no se limita a la ejecución de reglas preprogramadas,

---

(2025). Introducción a los riesgos algorítmicos: Repensando los modelos de seguridad y control en la era de la inteligencia artificial. *Revista Sistemas*, (177), 56–68. https://sistemas.acis.org.co/index.php/sistemas/article/view/Articulo%20Uno%20177/264

[11] De acuerdo con Deloitte, el riesgo algorítmico se deriva de *"the use of data analytics and cognitive technology-based software algorithms in various automated and semi-automated decision-making environments*". Esta definición resulta especialmente relevante debido a que ha sido retomada tanto en el sector asegurador como tecnológico. Véase Deloitte. (2017). *Managing algorithmic risks: Safeguarding the use of complex algorithms and machine learning*. https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone3/us/en/docs/services/risk-advisory/2024/us-risk-algorithmic-machine-learning-risk-management.pdf; Zurich Insurance Group, & Microsoft Corporation. (2021, julio). *Artificial intelligence and algorithmic liability: A technology and risk engineering perspective from Zurich Insurance Group and Microsoft Corp.* https://edge.sitecorecloud.io/zurichinsurfb3d-zwpcorp-uat-db43/media/project/zurich/dotcom/industry-knowledge/cyber-risk/docs/artificial-intelligence-and-algorithmic-liability.pdf

[12] Se retoma por analogía, lo que la Unión Europea define como alto riesgo, esto es, los sistemas de IA que ocasionen los perjuicios mencionados, con excepción del patrimonio y dirigido exclusivamente a personas físicas. Este enfoque resulta útil para estructurar la definición de riesgo algorítmico, al centrarse en las consecuencias que generan mayor preocupación jurídica y aseguradora. Véase Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, op. cit.

[13] Con la evolución del automóvil e incremento de siniestralidad, los elementos de seguridad han ido evolucionando. Véase Nixon, S. (1936). *The invention of the automobile.* Edizioni Savine; Toalombo Vargas, V. M. (2022). Seguridad activa y pasiva de vehículos [Active and passive security in vehicles]. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, *2*(2). https://doi.org/10.18502/espoch.v2i2.11426

sino que incorpora modelos capaces de procesar múltiples variables de manera simultánea, tales como la adopción de sistemas avanzados de asistencia al conductor, tecnologías de seguridad integral y de protección a los peatones (Jadhav, S.S. & Prakash, J., 2024). Esta transición se profundiza con la incorporación de sistemas de inteligencia artificial, particularmente aquellos basados en aprendizaje automático, que permiten al vehículo interpretar el entorno, evaluar escenarios posibles y ejecutar acciones en función de dicha evaluación[14]. A diferencia de los algoritmos tradicionales, cuya lógica puede reconstruirse a partir de reglas explícitas, estos sistemas introducen dinámicas de decisión que no siempre son completamente previsibles ni transparentes[15].

Desde una perspectiva jurídica, estas características resultan particularmente relevantes. Mientras que en los sistemas deterministas la relación entre causa y efecto puede reconstruirse con relativa claridad, en los sistemas basados en inteligencia artificial la trazabilidad de la decisión puede verse limitada por la opacidad del modelo o por la complejidad de las variables involucradas. Por lo tanto, el riesgo algorítmico no solo se refiere a la posibilidad de error en la ejecución, sino también a la incertidumbre asociada a la forma en que el sistema procesa la información y adopta decisiones[16].

1.3. Niveles de automatización y evolución del riesgo

La evolución del riesgo en la conducción vehicular no se produce de manera abstracta, sino que se materializa progresivamente a través de los distintos niveles de automatización incorporados en los vehículos. En este contexto, la clasificación desarrollada por la *Society of Automotive*

[14] Esto ocurre particularmente con el uso de redes neuronales. Para profundizar al respecto, véase Hurbans, R. (2020). *Grokking artificial intelligence algorithms.* Manning Publications.

[15] Así, mientras que en sistemas deterministas la lógica operativa puede expresarse en términos lineales, por ejemplo, "si el vehículo delantero frena, entonces el vehículo reduce su velocidad", en los sistemas más avanzados dicha decisión depende de la evaluación simultánea de múltiples variables, tales como la velocidad relativa, las condiciones del entorno o el comportamiento esperado de otros agentes en la vía. Esta capacidad de procesamiento amplía las posibilidades de prevención, pero también introduce nuevas fuentes de incertidumbre, en la medida en que el resultado ya no depende de una única variable claramente identificable, sino de la interacción entre múltiples factores controlados por la inteligencia artificial agéntica o basada en agentes. Véase Russell, S. & Norvig, P. (2022). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

[16] En este contexto, el riesgo algorítmico deja de ser una extensión del riesgo técnico tradicional y se configura como una categoría autónoma, caracterizada por la opacidad decisional, la dependencia de datos y la variabilidad en el desempeño del sistema. Estas características lo diferencian del riesgo conductual, en la medida en que este último puede ser evaluado a partir de patrones relativamente estables de comportamiento humano, mientras que el algorítmico depende como bien advierten Russell y Norvig de tecnología que toma decisiones a partir de modelos probabilísticos, objetivos y procesos de adaptación dinámica, lo que complejiza la previsibilidad absoluta de sus resultados operativos. Véase Russell & Norvig, *op. cit*

Engineers (SAE)[17] ofrece una referencia útil no solo desde el punto de vista técnico, sino también para comprender cómo se transforma la relación entre control, tecnología y riesgo, evidenciando una tendencia clara hacia la complejización del riesgo, lo que anticipa tensiones estructurales en el modelo tradicional del contrato de seguro[18]. Estos niveles pueden interpretarse como una escala que refleja el desplazamiento progresivo del control desde el conductor hacia los sistemas automatizados, por lo que a medida que el sistema asume mayores funciones de conducción, se modifica la forma en que el riesgo es generado, distribuido y en última instancia, asegurado[19].

Desde esta perspectiva, los niveles de automatización permiten observar una transición progresiva desde un modelo de riesgo predominantemente conductual hacia un esquema en el que el riesgo adquiere un carácter cada vez más tecnológico y algorítmico, a partir de las funciones tácticas y operativas (DDT) que realicen los sistemas tecnológicos integrados al vehículo[20]. En los niveles 0 y 1, la centralidad del conductor permanece prácticamente intacta. Aunque el vehículo puede incorporar sistemas de alerta o asistencia puntual, el control de la conducción sigue recayendo de manera directa en el ser humano. En estos supuestos, el riesgo continúa siendo esencialmente conductual, lo que permite que los mecanismos tradicionales del seguro operen con relativa estabilidad, particularmente en lo relativo a la identificación de variables relevantes para la suscripción y la tarificación.

---

[17] Véase SAE (2021). Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles (SAE Standard J3016). SAE International.

[18] Los niveles de automatización no solo permiten describir el grado de sofisticación tecnológica de un vehículo, sino que constituyen un criterio útil para comprender cómo evoluciona la naturaleza del riesgo asegurado, lo cual es fundamental considerando que este proceso no es lineal ni uniforme. A medida que la operación y/o control se desplaza del conductor hacia el sistema, el riesgo se transforma, adquiriendo un carácter cada vez más distribuido y algorítmico. Se aclara que para efectos de este trabajo, se utilizará el término "controlar" para hacer referencia a "operar" entendido como el conjunto de actividades realizadas por un conductor con o sin ayuda, para llevar a cabo la totalidad de las tareas dinámicas de conducción, esto es, funciones tácticas y operativas. Véase SAE International, *op. cit.,* p. 17.

[19] En efecto, los sistemas de conducción automatizada no constituyen una tecnología uniforme, sino un conjunto de arquitecturas que integran sensores, software y modelos algorítmicos capaces de percibir el entorno, procesar información y ejecutar decisiones en tiempo real. A medida que se incrementa el nivel de automatización, no solo aumenta la capacidad operativa del sistema, sino también su autonomía decisoria, la complejidad de los procesos involucrados y el grado de opacidad en su funcionamiento, lo cual incide directamente en la manera en que el riesgo puede ser identificado, evaluado y gestionado dentro del contrato de seguro. Es importante destacar, que en la revisión del estándar SAE J3016 de 2021, se modificó la terminología del documento original de 2014 y pese a lo técnico que puede ser la clasificación, ahora es más sencillo entender los niveles de automatización para el derecho de daños y seguros. Véase SAE International, *op. cit.*, p. 41.

[20] De acuerdo con SAE, es más apropiado referirse a "vehículos con sistemas de conducción automatizada" que a "vehículos automatizados", entendiendo a los sistemas de conducción automatizada como "*the hardware and software that are collectively capable of performing part or all of the DDT on a sustained basis*". Véase SAE International, *op. cit.*, p. 7 y 35.

El nivel 2 introduce una primera alteración relevante. En este punto, el sistema puede intervenir de manera simultánea en funciones de dirección y control de velocidad, lo que implica una participación activa en la conducción. No obstante, el conductor mantiene un deber permanente de supervisión y la obligación de intervenir en cualquier momento. Bajo ese entendimiento, aunque el riesgo comienza a incorporar elementos tecnológicos, la estructura del modelo asegurador sigue pudiendo apoyarse en la conducta humana como eje principal, aunque con un margen creciente de complejidad derivado de la interacción entre conductor y sistema.

La situación cambia de manera cualitativa a partir del nivel 3. En este nivel, el sistema puede asumir la conducción dentro de un dominio operacional específico, mientras que el conductor adopta un rol de supervisión, interviniendo únicamente cuando el sistema lo requiere. Este esquema genera una zona de indeterminación en la que el control de la conducción y por tanto del riesgo, se encuentra temporalmente distribuido entre el ser humano y el sistema automatizado. Esta coexistencia plantea desafíos relevantes para el contrato de seguro, en la medida en que dificulta la delimitación clara del riesgo asegurado, la identificación de variables relevantes para su evaluación y la determinación de los supuestos bajo los cuales debe operar la cobertura.

En los niveles 4 y 5, el desplazamiento del control hacia el sistema se intensifica. En estos escenarios, la intervención humana puede ser inexistente o meramente residual, lo que implica que la conducción depende casi exclusivamente del funcionamiento de sistemas tecnológicos. El riesgo deja de estar vinculado de manera directa a la conducta del conductor y pasa a depender, predominantemente, de factores asociados al diseño, desarrollo y actualización de los sistemas de conducción automatizada. Este cambio no solo amplía el espectro de variables relevantes, sino que introduce niveles adicionales de incertidumbre asociados a la opacidad del sistema y a la variabilidad en su desempeño[21].

[21] Es importante destacar que no todas las tecnologías de automatización representan el mismo nivel de riesgo, ya que existen múltiples diferencias en arquitectura algorítmica, calidad de datos, frecuencia de actualización o desempeño operativo que pueden generar disparidades significativas incluso entre vehículos que, se ubican dentro de un mismo SAE. Sin embargo, pese a que esta heterogeneidad introduce desafíos relevantes para el sector asegurador, particularmente en lo relativo a la segmentación del riesgo y a la preservación del equilibrio técnico-actuarial, por la extensión de este artículo no se ahondará al respecto.

1.4. La transición del SAE nivel 2 al nivel 3 como punto de inflexión del riesgo asegurado

Como se expuso en el apartado anterior, la incorporación de sistemas de automatización nivel 2 representa una primera alteración relevante en la configuración del riesgo, en la medida en que el vehículo comienza a intervenir activamente en la conducción. No obstante, en este nivel, el conductor conserva un rol central como supervisor permanente, lo que permite que el modelo tradicional del seguro continúe operando, aunque con crecientes tensiones derivadas de la interacción entre el ser humano y el sistema. Sin embargo, el verdadero punto de inflexión no se consolida en el nivel 2, sino en la transición hacia el nivel 3.

En este panorama, la automatización deja de ser meramente asistencial y pasa a configurarse como una conducción condicionalmente autónoma dentro de un dominio operacional específico (ODD). Ello implica que el sistema puede asumir la conducción, tomar decisiones y gestionar situaciones de tráfico sin intervención humana directa, trasladando temporalmente el control desde el conductor hacia la arquitectura tecnológica del vehículo lo que introduce una ruptura cualitativa en la configuración del riesgo asegurado, planteando dificultades relevantes para el contrato de seguro, particularmente en la delimitación del riesgo cubierto, en la identificación de las variables relevantes para su evaluación y en la determinación de los supuestos de activación de la cobertura[22].

Aunque actualmente no existe una implementación de vehículos SAE nivel 3 en mercados como Colombia y México, la relevancia de este nivel no radica exclusivamente en su presencia material, sino en su función como umbral de transformación del riesgo. La proliferación de vehículos con automatización nivel 2, cada vez más sofisticados y con mayores capacidades de intervención, evidencia una tendencia progresiva hacia esquemas de automatización más avanzados, lo que anticipa la llegada, en el corto o mediano plazo, de vehículos con automatización condicional en estos mercados.

En este sentido, el nivel 2 no debe entenderse como un estado estático, sino como una etapa de transición en la que el riesgo comienza a desplazarse desde la conducta del conductor hacia el

[22] A diferencia de los niveles anteriores, en los que el conductor mantiene un dominio funcional constante sobre la conducción, el nivel 3 genera una distribución intermitente del control, en la que el sistema asume la conducción durante determinados periodos, mientras que el conductor queda relegado a una función de supervisión diferida, hasta que el vehículo sale de su diseño operacional, y como señala SAE, se requiere que el conductor humano tome el control y lo opere nuevamente. Véase SAE, 2021.

funcionamiento del sistema. Dicha evolución resulta particularmente relevante, ya que el desarrollo incremental de funciones automatizadas puede generar una percepción de control que no siempre se corresponde con la realidad operativa del vehículo, incrementando así la complejidad en la interacción humano–máquina y con ello, en la configuración del riesgo.

Por ende, el tránsito del nivel 2 al nivel 3 no solo implica un avance tecnológico, sino una transformación estructural en la naturaleza del riesgo asegurado. Este cambio tensiona las bases sobre las cuales se ha construido el contrato de seguro de automóviles, en la medida en que cuestiona la centralidad del conductor como sujeto generador del riesgo y desplaza el análisis hacia la interacción entre sistemas automatizados, decisiones algorítmicas y condiciones del entorno. De ahí que, incluso en ausencia de una adopción masiva del nivel 3 en determinados mercados, su análisis resulte indispensable para anticipar los desafíos que enfrentará el sector asegurador. No se trata únicamente de reaccionar frente a una tecnología emergente, sino de comprender cómo la evolución progresiva de los sistemas de automatización está reconfigurando, desde ahora, la lógica del riesgo, y con ello, la estructura misma del contrato de seguro.

1.5. Manifestaciones actuales en Colombia y México

El análisis del riesgo algorítmico y de la automatización vehicular adquiere mayor claridad cuando se contrasta con la realidad del parque automotor que hoy circula y se comercializa en mercados concretos como Colombia y México. A partir de información correspondiente al primer trimestre de 2026, proveniente de registros del sector en Colombia (FENALCO & ANDI, 2026, marzo) y de estadísticas oficiales en México (INEGI, 2026, marzo), es posible identificar las principales líneas de vehículos con mayor presencia en cada mercado y analizar su nivel de automatización conforme a la clasificación SAE.

En el caso colombiano, el análisis evidencia una clara predominancia de vehículos ubicados en niveles 0 y 1 de automatización. Del análisis se encuentran modelos ampliamente comercializados, como el Kia Picanto, el Renault Duster, BYD Yuan Up, Mazda 2, Kia Sportage, Chevrolet Onix, Renaul Logan, Kia Stonic y vehículos más pesados como Foton BJ y JAC HFC, caracterizados por contar principalmente con sistemas de seguridad pasiva y, en algunos casos, asistencias puntuales que no implican una intervención sostenida en la conducción. Esta configuración refleja que, en una parte significativa del mercado, el riesgo continúa estructurándose bajo parámetros tradicionales, con una marcada centralidad en la conducta del conductor.

No obstante, también se observa la presencia de vehículos que incorporan sistemas de asistencia más avanzados como los modelos Toyota Corolla Cross, Mazda CX-30, Tesla Model Y, Toyota Land Cruiser y Tesla Model 3, así como Kia K3, Hyundai Kona, Suzuki Swift y Nissan Kicks en versiones altas, que integran sistemas que permiten el control combinado de funciones longitudinales y laterales, ubicándose en el nivel 2 de automatización. Aunque estos vehículos no representan la mayoría del mercado, su participación resulta relevante, en la medida en que introducen una intervención activa del sistema en la conducción y, con ello, una progresiva modificación en la naturaleza del riesgo. Esta distribución significa una penetración de vehículos con automatización nivel 2 cercana al 21% del total de vehículos registrados durante 2026[23]. Si bien se trata de una proporción aún minoritaria al ser una quinta parte del mercado, su presencia es suficiente para evidenciar que el riesgo algorítmico no constituye un fenómeno futuro, sino una realidad incipiente que ya comienza a incidir en la configuración del riesgo asegurado.

Por su parte, el mercado mexicano presenta una estructura similar, aunque con una mayor concentración en niveles 0 y 1, particularmente en segmentos de alta demanda como en los modelos Nissan Versa, Chevrolet Aveo, Nissan NP300, Nissan March, RAM 1200, Nissan Magnite, Volkswagen Virtus, Chevrolet S10, Mazda 2, RAM 700, Toyota Hilux, Renault Kwid caracterizados por una ausencia casi total de sistemas de automatización en la conducción. Este panorama confirma que el modelo tradicional del riesgo conductual sigue siendo predominante en amplios sectores del mercado.

Sin embargo, también se identifican vehículos que incorporan niveles más avanzados de asistencia, particularmente en versiones específicas de modelos como Kia K3, MG5, Nissan Sentra, Nissan Kicks, Mazda CX30, Volkswagen Taos, Volkswagen Tiguan y Chevrolet Groove, los cuales integran sistemas de control combinado de velocidad y dirección, propios del nivel 2 de automatización. En estos casos, la intervención del sistema en la conducción deja de ser meramente puntual y comienza a adquirir un carácter continuo bajo determinadas condiciones. No obstante, la penetración de este tipo de vehículos en el mercado mexicano resulta más limitada, situándose

[23] El universo analizado en Colombia corresponde a marzo de 2026 y comprende los 20 vehículos con mayor registro en el país, los cuales representan aproximadamente el 43.7% del mercado total. Sobre el total de vehículos registrados en Colombia, se identificó que aproximadamente el 20.8% incorpora funcionalidades equivalentes al nivel SAE 2, independientemente de la versión específica del modelo, homogenizando el criterio para efectos estadísticos.

aproximadamente en un 14% del total de vehículos vendidos durante 2026[24]. Esta cifra refuerza la idea de que, si bien la automatización avanzada aún no es predominante, su presencia es lo suficientemente significativa como para generar efectos en la configuración del riesgo.

Lo anterior, permite identificar la coexistencia de distintos niveles de automatización dentro de un mismo mercado. Mientras una parte significativa del parque automotor continúa operando bajo esquemas tradicionales, otra comienza a incorporar tecnologías que modifican de manera relevante la configuración del riesgo. Esta heterogeneidad, insisto, no solo dificulta la estandarización de criterios de evaluación por parte de las aseguradoras, sino que introduce tensiones en la lógica de mutualidad que sustenta el contrato de seguro.

Adicionalmente, la presencia, aunque todavía minoritaria, de vehículos con automatización nivel 2 resulta particularmente significativa. Como se expuso en el apartado anterior, este nivel constituye una etapa de transición en la que el riesgo comienza a desplazarse desde la conducta del conductor hacia el funcionamiento del sistema. Aun cuando los vehículos con automatización nivel 3 no se encuentren ampliamente disponibles en estos mercados, las condiciones para la transformación del riesgo ya se encuentran presentes.

En este sentido, la realidad de Colombia y México evidencia que el desafío para el sector asegurador no es meramente futuro, sino actual. La progresiva incorporación de tecnologías de asistencia a la conducción está modificando, desde ahora, la forma en que el riesgo se configura en la práctica, generando un escenario en el que coexisten modelos tradicionales con esquemas emergentes basados en la interacción humano–máquina, por lo que resulta necesario examinar cómo estas nuevas dinámicas pueden afectar a las distintas fases del ciclo aseguraticio y la estructura tradicional del contrato.

[24] El universo analizado en México corresponde a marzo de 2026 y comprende los 20 vehículos más vendidos del país, equivalentes aproximadamente al 40.5% del mercado total. Sobre el total de vehículos comercializados en México, se identificó que aproximadamente el 13.8% incorpora funcionalidades equivalentes al nivel SAE 2, independientemente de la versión específica del modelo, homogenizando el criterio para efectos estadísticos.

2. Reconfiguración del contrato de seguro frente al riesgo algorítmico

2.1. Insuficiencia de la estructura contractual tradicional

Como se analizó en el capítulo anterior, la incorporación progresiva de sistemas de conducción automatizada comienza a modificar la estructura tradicional del riesgo en el seguro de automóviles. En particular, la presencia de vehículos con automatización nivel 2 y la transición hacia niveles superiores evidencian que el riesgo deja de concentrarse exclusivamente en la conducta del conductor y comienza a distribuirse entre múltiples actores que intervienen en el funcionamiento del sistema de conducción automatizada. En este escenario, la producción del siniestro ya no depende únicamente de las decisiones humanas adoptadas durante la conducción, sino también del desempeño de componentes tecnológicos cuya intervención puede resultar determinante en la materialización del daño[25].

Esta redistribución del riesgo genera un impacto directo sobre la estructura clásica del contrato de seguro. La aparición de nuevas variables tecnológicas modifica la manera en que tradicionalmente se han comprendido elementos esenciales del seguro de automóviles, particularmente en lo relativo a la delimitación del riesgo asegurado, la identificación del interés asegurable y la determinación de los sujetos cuya intervención resulta relevante para la producción del siniestro. Por ende, el modelo tradicional del seguro, construido históricamente sobre la centralidad del conductor como principal fuente de riesgo, comienza a evidenciar limitaciones frente a escenarios en los que la generación del daño depende de una interacción compleja entre factores humanos, tecnológicos y organizacionales. Este fenómeno obliga a replantear no solo la forma en que el riesgo es evaluado y distribuido contractualmente, sino también la manera en que operan las distintas fases del ciclo aseguraticio frente a vehículos con capacidades crecientes de automatización.

2.2. Nuevas formas de riesgo y su impacto en la delimitación de cobertura

El riesgo, entendido tanto como evento con probabilidad de ocurrencia, como en su dimensión de objeto asegurable dentro del contrato de seguro[26], experimenta una transformación relevante con la automatización vehicular. Por lo que hace a la dimensión de evento probable de ocurrencia, el

[25] Por ejemplo, un vehículo podría verse involucrado en un accidente aun cuando el conductor hubiera cumplido adecuadamente sus deberes de supervisión y mantenimiento, si el evento deriva de una falla en sensores, errores en el software de conducción, defectos de actualización, problemas de comunicación entre sistemas o inconsistencias en la interacción del vehículo con la infraestructura vial o con otros vehículos automatizados.
[26] Véase Martínez Gil, *op. cit.*

riesgo se modifica a partir de la aparición de nuevas formas de exposición asociadas al funcionamiento de sistemas tecnológicos complejos. Así, los vehículos con sistemas avanzados de asistencia y automatización incorporan, además de los riesgos clásicos derivados de la circulación vehicular, riesgos emergentes de naturaleza cibernética, sistémica y particularmente algorítmica. Sin perjuicio de la importancia de todas estas categorías, el presente trabajo se centra específicamente en el riesgo algorítmico, por constituir uno de los fenómenos más representativos en la transformación del riesgo asegurado.

Como se ha mencionado, el riesgo algorítmico implica un evento incierto o aleatorio, concreto, lícito y fortuito, relacionado con todo el ciclo de vida de sistemas basados en tecnologías cognitivas o de inteligencia artificial, en el que exista la posibilidad de que se produzca un daño como consecuencia del funcionamiento, procesamiento o toma de decisiones del sistema automatizado. Bajo esta perspectiva, el riesgo no se limita únicamente al momento en que el vehículo ejecuta una acción concreta, sino que puede originarse en cualquiera de las etapas que integran el funcionamiento tecnológico del sistema, sin embargo, análisis técnicos (Deloitte, 2016) identifican que este riesgo puede materializarse principalmente en tres momentos: los datos de entrada[27], el diseño del algoritmo[28] y las decisiones de salida[29]. Cada uno de estos componentes introduce fuentes diferenciadas de incertidumbre que inciden directamente en la configuración del riesgo asegurado.

[27] Respecto de los datos de entrada, el riesgo puede originarse en información defectuosa, incompleta, desactualizada o insuficiente utilizada para el entrenamiento o funcionamiento del sistema. Los sesgos presentes en los datos, las diferencias entre los escenarios reales y aquellos considerados durante el entrenamiento, así como errores en la captura o interpretación de información proveniente de sensores, pueden afectar significativamente el desempeño del sistema automatizado. En consecuencia, el vehículo puede adoptar decisiones inadecuadas frente a determinadas situaciones de tráfico, incrementando la probabilidad de un resultado dañoso.

[28] Por su parte, respecto del diseño del algoritmo, el riesgo se vincula con la arquitectura lógica y técnica que estructura el funcionamiento del sistema. En ese sentido, modelos de decisión inadecuados, errores de programación, parámetros deficientemente configurados o supuestos incorrectos sobre el comportamiento del entorno pueden generar respuestas imprevistas o ineficientes durante la conducción. Estas situaciones resultan especialmente relevantes en sistemas basados en aprendizaje automático, en los que la complejidad del modelo puede dificultar la identificación ex ante de posibles fallos o comportamientos inesperados.

[29] Finalmente, el riesgo también puede materializarse en las decisiones de salida del sistema, es decir, en la manera en que el vehículo interpreta la información procesada y ejecuta acciones concretas. Una interpretación incorrecta del entorno, una clasificación errónea de objetos o una respuesta técnicamente inapropiada frente a determinadas condiciones de circulación pueden derivar directamente en la producción de un siniestro. En estos casos, el daño no proviene exclusivamente de una conducta humana imprudente, sino de la interacción entre múltiples componentes tecnológicos cuya operación puede no ser completamente transparente ni predecible.

Estas nuevas manifestaciones del riesgo generan impactos relevantes en la delimitación de la cobertura dentro del contrato de seguro. Los modelos tradicionales de aseguramiento fueron diseñados bajo la premisa de que el riesgo podía ser identificado principalmente a partir de variables asociadas al conductor y al vehículo entendido como un objeto mecánico relativamente predecible. Sin embargo, la incorporación de sistemas algorítmicos introduce variables dinámicas y altamente técnicas que complejizan la determinación del riesgo cubierto y la delimitación de exclusiones, cargas y obligaciones contractuales.

En este contexto, las coberturas tradicionales pueden resultar insuficientes para responder adecuadamente a los daños derivados del funcionamiento de sistemas automatizados. La aparición de riesgos vinculados al software, a la actualización de sistemas, a fallos algorítmicos o a vulnerabilidades tecnológicas plantea la necesidad de replantear progresivamente el alcance de las pólizas de automóviles, así como los mecanismos de distribución del riesgo entre aseguradoras, fabricantes, desarrolladores tecnológicos y demás actores involucrados en la operación del vehículo automatizado.

2.3. Redistribución de cargas y responsabilidades

La materialización del riesgo algorítmico no solo implica una redistribución del daño y por ende de la responsabilidad derivada del siniestro[30], sino también una transformación en las cargas y deberes de diligencia exigibles a los distintos actores que intervienen en el desarrollo, comercialización y operación de vehículos con sistemas avanzados de automatización. En la medida en que el funcionamiento del vehículo depende crecientemente de arquitecturas tecnológicas complejas y de procesos automatizados de toma de decisiones, el deber de prevención del daño deja de concentrarse exclusivamente en el conductor y comienza a proyectarse sobre toda la cadena de valor vinculada al sistema automatizado[31].

En este contexto, adquiere especial relevancia la necesidad de reforzar las obligaciones relacionadas con el diseño, entrenamiento, supervisión, introducción al mercado y post-

[30] Como indica Henao, " el daño, es el primer elemento de la responsabilidad y de no estar presente se torna inoficioso el estudio de la misma…". Véase Henao, J.C. (1998). *El Daño. Análisis comparativo de la responsabilidad extracontractual del Estado en Derecho Colombiano y Francés*. Universidad Externado de Colombia.

[31] Algunos textos contemporáneos abordan la existencia de esquemas de responsabilidad compartida entre los distintos actores que intervienen en la cadena de valor de la inteligencia artificial. Véase Chong-Castillo B. (2024). La responsabilidad civil contemporánea de los vehículos autónomos. *Revista Chilena de Derecho de Seguro (Edición especial CILA Chile 2024)* y Morales Alzate. J.J. (2025*). Inteligencia artificial. Una legislación a futuro.* Consejo de Estado Colombia.

comercialización de vehículos equipados con sistemas avanzados de asistencia y automatización. El incremento de la autonomía funcional de estos sistemas implica que errores en el software, fallos en el entrenamiento algorítmico, deficiencias en la actualización del sistema o vulnerabilidades de ciberseguridad puedan tener una incidencia directa en la producción del daño. Por ello, la gestión del riesgo deja de ser una cuestión limitada a la conducción y se transforma en un proceso continuo de control tecnológico[32].

Entre dichas obligaciones destacan la implementación de sistemas de gestión de riesgos, el uso de datos de entrenamiento adecuados y representativos, la elaboración de documentación técnica detallada, el mantenimiento de registros sobre el funcionamiento del sistema, la incorporación de mecanismos de supervisión humana, así como el cumplimiento de estándares relacionados con precisión, robustez, seguridad y ciberseguridad. Estas medidas buscan reducir la probabilidad de resultados dañosos derivados de fallos algorítmicos o comportamientos imprevistos del sistema automatizado. Resulta particularmente relevante que estas obligaciones no se limitan a una etapa específica del desarrollo tecnológico, sino que se deben proyectar a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema de inteligencia artificial[33].

Esta lógica de gobernanza tecnológica adquiere relevancia en el ámbito de los vehículos automatizados, donde la producción del daño puede depender no solo de la conducta del conductor, sino también de decisiones técnicas adoptadas durante etapas previas al uso del vehículo. La forma en que se entrenó el sistema, la calidad de los datos utilizados, la actualización del software, el mantenimiento de sensores o la existencia de mecanismos adecuados de supervisión humana pueden resultar determinantes para comprender la configuración del riesgo y la eventual materialización del siniestro.

Desde la perspectiva del contrato de seguro, esta redistribución de cargas resulta especialmente significativa. El asegurador ya no enfrenta únicamente un riesgo asociado al comportamiento del conductor, sino también riesgos vinculados al cumplimiento o incumplimiento de deberes técnicos

[32] Uno de los referentes regulatorios más relevantes en esta materia es el Reglamento (UE) 2024/1689, el cual establece un modelo de gobernanza basado en la gestión integral del riesgo tecnológico. Este marco normativo incorpora un conjunto amplio de obligaciones orientadas a garantizar un control efectivo de los riesgos asociados al funcionamiento de sistemas de inteligencia artificial, particularmente en aquellos supuestos considerados de alto riesgo.

[33] Por tal razón, el modelo regulatorio europeo distribuye cargas y deberes entre múltiples actores que participan en la cadena de valor de la IA, incluyendo proveedores, desarrolladores, fabricantes, importadores, distribuidores y responsables del despliegue y operación del sistema.

y organizacionales por parte de diversos actores involucrados en el ecosistema tecnológico del vehículo automatizado. Ello complejiza la evaluación del riesgo asegurado y plantea dificultades para determinar con claridad la extensión de la cobertura, las exclusiones aplicables y la distribución económica del daño.

Así mismo, la existencia de estándares regulatorios de diligencia tecnológica puede influir progresivamente en la delimitación de obligaciones contractuales y en la valoración de conductas relevantes para el seguro. La adopción o incumplimiento de medidas relacionadas con actualización de software, mantenimiento de sistemas automatizados, supervisión técnica o ciberseguridad podría adquirir relevancia tanto en la determinación del siniestro como en la configuración de agravaciones del riesgo o eventuales exclusiones de cobertura.

2.4. Tendencias emergentes en la adaptación contractual en contextos tecnológicos

La incorporación de tecnologías de automatización vehicular y sistemas basados en inteligencia artificial no solo modifica la configuración del riesgo, sino que exige una adaptación progresiva del contrato de seguro frente a riesgos tecnológicos emergentes que desbordan los parámetros tradicionales del modelo asegurador[34]. En efecto, el esquema clásico del seguro de automóviles fue estructurado sobre riesgos relativamente estables, vinculados principalmente a la conducta humana y a variables históricamente previsibles, como se ha dicho. Sin embargo, la introducción de tecnologías automatizadas incorpora nuevas dinámicas caracterizadas por una elevada complejidad técnica, dependencia de datos, constante evolución funcional y nuevas fuentes de riesgo que impactan transversalmente el ciclo aseguraticio, particularmente en la evaluación del riesgo, la delimitación de coberturas[35], la suscripción, la determinación de primas[36] y la gestión del siniestro.

---

[34] Algunos autores como Elizalde, sostienen que frente a accidentes ocasionados por vehículos autónomos podrían implementarse esquemas de *no-fault insurance*. Sin embargo, el presente trabajo no comparte plenamente dicha postura, en la medida en que su implementación indiscriminada podría generar impactos significativos sobre la sostenibilidad técnica y financiera del mercado asegurador. Véase Elizalde Salazar, I*., op. cit.*

[35] Resulta necesario revisar los mecanismos tradicionales de evaluación del riesgo, ya que variables históricamente utilizadas por el sector, como edad, experiencia o historial de conducción del asegurado, comienzan a coexistir con factores tecnológicos relacionados con el nivel de automatización del vehículo, la calidad de los sistemas de asistencia, las actualizaciones de software, la ciberseguridad y el desempeño operativo de los sistemas algorítmicos.

[36] De igual manera, la delimitación de cobertura enfrenta nuevas dificultades derivadas de la interacción entre componentes humanos y tecnológicos. La materialización del daño puede depender no solo de la conducta del conductor, sino también del funcionamiento del sistema automatizado, de fallas en sensores, errores de procesamiento, deficiencias en actualizaciones de software o vulnerabilidades en la infraestructura digital del vehículo. Esta situación

A su vez, estas transformaciones generan nuevas exigencias para los distintos actores del mercado asegurador. Los aseguradores requieren mayores capacidades técnicas para comprender y evaluar riesgos tecnológicos complejos; los intermediarios y auxiliares del mercado deben contar con conocimientos suficientes para informar adecuadamente al consumidor sobre las funcionalidades y limitaciones de los sistemas automatizados; y los asegurados enfrentan un entorno en el que la utilización diligente de tecnologías vehiculares adquiere una relevancia creciente dentro de la relación contractual[37].

En paralelo, el Estado también enfrenta la necesidad de adaptar sus mecanismos regulatorios y de supervisión frente a tecnologías cuyo desarrollo avanza de manera acelerada. En este sentido, diversos ordenamientos han comenzado a implementar esquemas regulatorios flexibles y espacios controlados de innovación, como los sandboxes regulatorios, orientados a permitir la experimentación tecnológica bajo supervisión estatal. Estos mecanismos buscan facilitar la incorporación gradual de innovaciones al mercado, reduciendo incertidumbres regulatorias y permitiendo evaluar sus riesgos antes de una implementación masiva[38].

No obstante, la adaptación del contrato de seguro frente a riesgos tecnológicos emergentes no implica únicamente incrementar obligaciones o trasladar cargas al asegurado. Cualquier transformación del modelo asegurador debe realizarse bajo criterios de proporcionalidad, razonabilidad, transparencia y equilibrio contractual, evitando generar asimetrías excesivas o imponer deberes técnicamente imposibles de cumplir para el consumidor promedio[39]. Por ello, la automatización vehicular obliga al derecho de seguros a evolucionar desde un modelo centrado exclusivamente en riesgos conductuales hacia un esquema capaz de comprender riesgos distribuidos, dinámicos y mediados tecnológicamente. La preservación de la función económica y social del contrato de seguro dependerá, en gran medida, de la capacidad del sector asegurador y

---

complejiza la determinación del siniestro y exige contratos capaces de prever escenarios híbridos en los que confluyen causas humanas y tecnológicas.

[37] En términos de responsabilidad, hay un mayor nivel de exigencia para los múltiples actores involucrados en la cadena de la inteligencia artificial y del contrato de seguro. Véase Morales Alzate, *op. cit*., p. 206-209.

[38] Destacan países como Singapur, Reino Unido y Países Bajos, entre otros. Véase Rodríguez, P., Calatayud, A., & Riobó, A. (2021). *Vehículos autónomos y el rol del sector público: Sandbox regulatorio: Guía para formuladores de política en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo, https://doi.org/10.18235/0003089

[39] Lo anterior se relaciona con el fenómeno de constitucionalización del derecho de seguros, entendido como la reinterpretación del contrato de seguro desde el Estado social de derecho y la protección especial del consumidor como parte débil de la relación contractual. Véase Palacios Sánchez, F. (2016). El derecho del consumo y la protección al consumidor de seguros. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 17-44). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

del marco regulatorio para adaptarse progresivamente a estas nuevas formas de riesgo sin comprometer la protección del asegurado ni la estabilidad técnica del mercado.

2.5. Consideraciones prácticas en Colombia y México

A pesar del avance progresivo de las tecnologías de automatización vehicular y de la creciente incorporación de sistemas basados en inteligencia artificial en la conducción, el mercado asegurador en América Latina, particularmente en Colombia y México, aún no aborda de manera integral el riesgo algorítmico en los términos desarrollados en este trabajo. Si bien comienzan a surgir discusiones regulatorias y doctrinales relacionadas con la inteligencia artificial, la gobernanza algorítmica y los riesgos emergentes, dichas aproximaciones todavía resultan incipientes frente a las transformaciones estructurales que la automatización vehicular plantea para el contrato de seguro[40].

En efecto, gran parte de las discusiones actuales se concentran en aspectos generales de regulación tecnológica, ética algorítmica o protección de datos, sin que exista todavía un desarrollo suficientemente consolidado respecto de cómo estas tecnologías impactan específicamente los elementos esenciales del contrato de seguro, tales como el riesgo asegurable, la delimitación de cobertura, la evaluación técnica del riesgo o la distribución de responsabilidades derivadas del siniestro. Esta situación se explica, en parte, porque la incorporación de vehículos con automatización avanzada en la región continúa siendo relativamente limitada en comparación con mercados más desarrollados. No obstante, como se expuso en el capítulo anterior, la presencia creciente de vehículos con automatización nivel 2 evidencia que la transformación del riesgo ya ha comenzado, aun cuando no exista todavía una penetración masiva de sistemas de automatización condicional o plena.

3. Impacto del riesgo algorítmico en el ciclo del contrato de seguro

3.1. Suscripción y selección del riesgo

Como se ha expuesto en los capítulos anteriores, la incorporación de sistemas de automatización vehicular y la aparición del riesgo algorítmico generan una transformación relevante en la forma

[40] En el mes de agosto de 2026, tendrá lugar el XIX Congreso de CILA-AIDA, en el cual se discutirá sobre el futuro del derecho de seguros en Iberoamérica.

en que las aseguradoras deben abordar la suscripción y selección del riesgo. El modelo tradicional de evaluación, construido históricamente sobre variables asociadas principalmente al comportamiento humano y a características relativamente estables del vehículo, comienza a resultar insuficiente frente a tecnologías cuya operación depende de sistemas algorítmicos dinámicos, actualizaciones constantes y arquitecturas tecnológicas complejas.

En la práctica, el seguro de automóviles opera mayoritariamente a través de contratos de adhesión sustentados en pólizas y condiciones generales previamente estructuradas por las aseguradoras[41]. Salvo en casos específicos, como vehículos de alto valor, flotas o riesgos particularmente agravados, la suscripción suele realizarse mediante procesos estandarizados que permiten evaluar el riesgo con base en variables previamente conocidas y estadísticamente modelables. Incluso, en numerosos supuestos, la contratación puede perfeccionarse sin una inspección física exhaustiva del vehículo.

Sin embargo, este esquema enfrenta importantes limitaciones cuando se aplica a vehículos con sistemas de automatización avanzada, ya que como se analizó previamente, no todos los sistemas automatizados presentan el mismo nivel de riesgo, ni operan bajo condiciones tecnológicas homogéneas. Es así que diferencias en nivel SAE, arquitectura algorítmica, calidad de sensores, frecuencia de actualización del software, interoperabilidad tecnológica o desempeño operativo pueden generar variaciones significativas en la exposición al riesgo, incluso entre vehículos pertenecientes a un mismo segmento o fabricante.

A ello se suma que los modelos tradicionales de selección del riesgo[42] han sido desarrollados principalmente a partir de información histórica relativa a frecuencia de siniestros, costos de reparación, robos, perfil del asegurado, experiencia de conducción o comportamiento estadístico de determinadas líneas vehiculares. No obstante, frente al riesgo algorítmico, las aseguradoras enfrentan un escenario caracterizado por una limitada disponibilidad de datos históricos, ausencia de estandarización técnica y dificultades para modelar adecuadamente el comportamiento de tecnologías emergentes.

[41] Sin perjuicio de su naturaleza consensual, como lo señala Palacios Sánchez. Véase Palacios Sánchez, *op. cit.,*p. 20-22.

[42] Considerando que de acuerdo con Pinzón, la selección del riesgo comprende las actividades de selección, análisis, compensación, distribución y mantenimiento. Véase Pinzón Caicedo, W. O.(2016). La selección del riesgo. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 588-602). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

En este sentido, el riesgo algorítmico comparte características comunes con otros riesgos tecnológicos emergentes, respecto de los cuales el mercado asegurador aún no cuenta con suficiente experiencia estadística para evaluar adecuadamente su frecuencia, severidad o patrones de comportamiento[43]. La limitada madurez de estos riesgos dificulta la construcción de modelos actuariales sólidos y obliga a las aseguradoras a operar bajo escenarios de mayor incertidumbre técnica. Frente a este panorama, una posible reacción del mercado podría consistir en restringir o excluir determinados riesgos algorítmicos de las coberturas. Sin embargo, esta solución resulta difícilmente sostenible en un contexto marcado por la creciente incorporación de vehículos automatizados y por la progresiva normalización de tecnologías de asistencia avanzada dentro del mercado automotor. Por lo cual, el sector asegurador inevitablemente deberá desarrollar mecanismos que le permitan comprender, clasificar y seleccionar este tipo de riesgos de manera más precisa.

Lo anterior exige una transformación progresiva de los procesos de suscripción. Las aseguradoras requerirán mayores capacidades técnicas para evaluar sistemas automatizados, así como herramientas especializadas que permitan identificar variables tecnológicas relevantes dentro del análisis del riesgo. Aspectos como el nivel de automatización del vehículo, la existencia de sistemas de actualización remota, los protocolos de ciberseguridad, el historial de fallos del sistema o las limitaciones operativas del software podrían convertirse progresivamente en elementos relevantes para la evaluación aseguradora.

Así mismo, resulta posible que las propias aseguradoras recurran al uso de herramientas basadas en inteligencia artificial y análisis avanzado de datos para mejorar sus procesos de evaluación y segmentación del riesgo[44] . No obstante, esta incorporación tecnológica también plantea desafíos

[43] Por ello, como indica Chong-Castillo, "el desafío no consiste únicamente en adaptar coberturas, sino en redefinir la noción misma de riesgo" para "evitar el aumento exponencial de primas o la falta de ofertas de pólizas" como está sucediendo en el mercado chino de vehículos eléctricos. Véase Chong-Castillo, B. (2025). El tratado de libre comercio de Colombia–Corea del Sur y la movilidad eléctrica: implicaciones comerciales y desafíos regulatorios del aseguramiento automotor en Colombia. *Revista Ibero-Latinoamericana De Seguros*, *34*(63). https://doi.org/10.11144/Javeriana.ris63.tlcc

[44] Al respecto, European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) considera que el uso de la inteligencia artificial se puede utilizar a través de la cadena de valor del contrato de seguro en actividades como diseño y desarrollo de productos, tarificación y suscripción, ventas y distribución, atención al cliente, prevención de siniestros, y gestión de siniestros. Véase EIOPA (2021). Artificial Intelligence governance principles: Towards ethical and trustworthy Artificial Intelligence in the European insurance sector. A report from EIOPA´s Consultative Expert Group on Digital Ethics in insurance. Publications Office of the European Union. https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2021-06/eiopa-ai-governance-principles-june-2021.pdf

importantes relacionados con la gobernanza algorítmica[45], particularmente cuando decisiones automatizadas puedan impactar el acceso a la cobertura o las condiciones de aseguramiento.

Por todo lo anterior, se evidencia que el riesgo algorítmico no solo modifica el objeto de evaluación dentro de la suscripción, sino que obliga a replantear los criterios técnicos, operativos y actuariales sobre los cuales tradicionalmente se ha estructurado la selección del riesgo en el seguro de automóviles. Aunado a ello, mantener un tratamiento homogéneo entre vehículos tradicionales y vehículos con automatización avanzada podría generar distorsiones relevantes en la evaluación técnica del riesgo y comprometer el equilibrio actuarial del contrato de seguro.

3.2. Tarificación y equilibrio técnico-actuarial

Uno de los elementos centrales del contrato de seguro es la prima, entendida como la contraprestación económica que el asegurado paga a cambio de la asunción del riesgo por parte de la aseguradora. Su determinación responde a un análisis técnico-actuarial sustentado en modelos estadísticos, históricos de siniestralidad y variables que permiten estimar la probabilidad y el costo potencial de un siniestro. A partir de estos elementos, las aseguradoras estructuran no solo el valor de la prima, sino también otros mecanismos orientados a preservar el equilibrio técnico del contrato, como deducibles, exclusiones, límites de cobertura y esquemas de participación del asegurado en el daño[46].

Sin embargo, la incorporación de vehículos con sistemas de automatización avanzada y la aparición del riesgo algorítmico introducen tensiones relevantes sobre los modelos tradicionales de tarificación[47]. Como se ha expuesto, el funcionamiento de los sistemas automatizados depende de variables tecnológicas cuya evaluación resulta considerablemente más compleja que la simple valoración del comportamiento humano. Bajo ese discernimiento, comienzan a adquirir relevancia

[45] Dentro de dicho marco, deben observarse principios de proporcionalidad, equidad y no discriminación, supervisión humana, gobernanza de los datos y conservación de registros, solidez y rendimiento, y transparencia y explicabilidad. Véase EIOPA, op. cit.

[46] Jaramillo Salgado indica que, desde el punto de vista técnico-económico, se habla de prima pura y prima comercial. Véase Jaramillo Salgado, P. (2016). Aspectos particulares de los seguros en el derecho comparado. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 45-140). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

[47] Tradicionalmente, la tarificación en el seguro de automóviles se ha construido sobre variables relativamente estables y predecibles, asociadas tanto al vehículo como al perfil del asegurado, incluyendo factores como edad, experiencia de conducción, historial de siniestros, tipo de vehículo, zona de circulación o frecuencia estadística de robos y accidentes que han permitido desarrollar modelos actuariales suficientemente robustos para estimar el comportamiento del riesgo dentro de márgenes razonables de previsibilidad.

elementos como actualizaciones de software, desempeño algorítmico, calidad de sensores, ciberseguridad, interoperabilidad tecnológica o frecuencia de fallos del sistema dentro de la estimación del riesgo asegurado.

En este contexto, la determinación de primas enfrenta un escenario caracterizado por altos niveles de incertidumbre técnica y limitada disponibilidad de información histórica. A diferencia de los riesgos tradicionales, respecto de los cuales existen amplias bases estadísticas acumuladas durante décadas, los riesgos asociados a sistemas automatizados aún carecen de suficiente madurez actuarial, particularmente en mercados como Colombia y México, donde la penetración de vehículos con automatización avanzada continúa siendo relativamente reciente.

Esta ausencia de datos consolidados dificulta la construcción de modelos actuariales precisos y plantea riesgos importantes para el equilibrio técnico-financiero de las aseguradoras. Una incorrecta valoración del riesgo algorítmico podría traducirse en primas insuficientes para cubrir la siniestralidad real o, por el contrario, en sobrecostos excesivos que dificulten el acceso al aseguramiento de este tipo de vehículos. En ambos casos, se vería afectada la lógica de mutualidad sobre la cual se sustenta el contrato de seguro.

Adicionalmente, la heterogeneidad tecnológica existente entre vehículos con similares niveles de automatización complejiza aún más el proceso de tarificación. Dos vehículos clasificados formalmente dentro de un mismo nivel SAE pueden presentar diferencias sustanciales en arquitectura tecnológica, calidad operativa o desempeño real de los sistemas automatizados[48], generando exposiciones al riesgo significativamente distintas. Esta situación obliga a desarrollar mecanismos de segmentación mucho más sofisticados que los tradicionalmente utilizados en el seguro automotor.

Frente a este panorama, resulta indispensable que el sector asegurador comience a incorporar progresivamente variables tecnológicas dentro de sus modelos de evaluación actuarial. Aunque la experiencia regional aún sea limitada, el análisis de tendencias internacionales y de mercados con mayor desarrollo en automatización vehicular puede constituir una referencia útil para anticipar el comportamiento futuro de estos riesgos y comenzar a adaptar los modelos técnicos de tarificación[49]. De igual manera, las aseguradoras requerirán equipos actuariales y técnicos con

[48] Véase SAE, *op.cit.*
[49] Véase Rodríguez, P., Calatayud, A., & Riobó, A., *op. cit*

capacidades especializadas en inteligencia artificial, análisis de datos y riesgos tecnológicos emergentes, capaces de comprender las particularidades operativas de los sistemas automatizados y traducirlas en modelos adecuados de evaluación económica del riesgo.

3.3. Gestión y liquidación del siniestro

Una vez perfeccionado el contrato de seguro mediante la emisión de la póliza y determinadas las condiciones de cobertura, exclusiones, prima y demás elementos técnicos del aseguramiento, la relación entre asegurador y asegurado suele concentrarse, en la práctica, en dos momentos específicos: la ocurrencia del siniestro[50] y la renovación del contrato. Este modelo operativo ha resultado funcional en esquemas tradicionales de riesgo, donde la conducción depende predominantemente del comportamiento humano y donde la determinación de las causas del siniestro puede realizarse a partir de criterios relativamente estables[51] .

No obstante, la incorporación de vehículos con sistemas de automatización avanzada modifica significativamente esta dinámica. La presencia de sistemas algorítmicos capaces de intervenir activamente en la conducción introduce nuevos elementos técnicos que complejizan la gestión y liquidación del siniestro, particularmente en lo relativo a la reconstrucción de los hechos, la identificación de las causas del daño y el deslinde de responsabilidades entre los distintos actores involucrados.

En este contexto, la determinación de responsabilidad deja de depender exclusivamente del análisis de la conducta del conductor y comienza a requerir la evaluación del funcionamiento del sistema automatizado. La activación o no de determinadas funciones, la existencia de actualizaciones pendientes, errores de software, fallas de sensores, limitaciones del sistema en determinadas condiciones ambientales o incluso decisiones algorítmicas adoptadas durante la conducción, pueden convertirse en elementos relevantes para establecer la causa del siniestro y, en consecuencia, la procedencia de la cobertura.

---

[50] De acuerdo con el código de comercio colombiano, entendido el siniestro como la realización del riesgos asegurado. Véase, Congreso de Colombia. (1971). *Decreto 410 de 1971: Por el cual se expide el Código de Comercio*. Diario Oficial No. 33.339.

[51] Esto se realiza a través de la labor de verificación o de peritaje, que de acuerdo con Narváez, es en donde "cobra mayor relevancia la denominada relación de causalidad entre el hecho generador del daño y el daño mismo y, por supuesto, la moderna teoría que ha surgido del seno del Derecho probatorio de las cargas dinámicas" Véase Narváez Bonnet, J.E. (2016). De la responsabilidad civil por el daño ambiental y seguro ecológico en Colombia. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 588-602). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

Ello implica que áreas tradicionalmente operativas dentro de la aseguradora, como siniestros, valuación y ajuste, deban incorporar conocimientos técnicos relacionados con sistemas de conducción automatizada y riesgos algorítmicos. Particularmente, los ajustadores adquieren un papel central, ya que serán quienes, en muchos casos, deban realizar una primera aproximación sobre la posible incidencia del sistema automatizado en la producción del daño. Esta labor exige capacidades que exceden el análisis tradicional del accidente de tránsito, pues ahora resulta necesario comprender aspectos vinculados con el funcionamiento de sensores, registros electrónicos, sistemas ADAS, bitácoras de eventos, actualizaciones de software y condiciones operativas del vehículo al momento del siniestro.

La necesidad de esta especialización técnica adquiere especial relevancia en escenarios donde la responsabilidad puede encontrarse distribuida entre múltiples actores. En determinados casos, el siniestro podría derivarse de una actuación negligente del conductor; en otros, de un funcionamiento defectuoso del sistema automatizado, de una actualización incorrecta o incluso de fallas en la interacción entre el vehículo y la infraestructura tecnológica circundante. Bajo estas circunstancias, una gestión inadecuada del siniestro podría generar errores en el deslinde de responsabilidad, conflictos en la aplicación de coberturas o dificultades posteriores en el ejercicio de acciones de repetición o subrogación.

De igual manera, la creciente complejidad técnica de estos vehículos puede generar asimetrías de información relevantes entre fabricantes, aseguradoras y asegurados. En muchos casos, los datos necesarios para reconstruir adecuadamente el funcionamiento del sistema permanecen bajo control del fabricante o del proveedor tecnológico, lo que podría dificultar la verificación independiente de las causas del siniestro. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar mecanismos de acceso, conservación y trazabilidad de la información técnica vinculada con la operación del vehículo automatizado[52].

Por otra parte, la gestión del siniestro ya no puede entenderse únicamente como una actuación reactiva posterior al daño sino que la propia naturaleza dinámica del riesgo algorítmico exige que

[52] Dicho desarrollo debe ser previsto tanto por desarrolladores, fabricantes y aseguradoras, como por usuarios, asegurados, el Estado y, en general, responsables del despliegue del sistema automatizado. En este sentido, el Reglamento Europeo de IA exige transparencia y adecuada comunicación de información respecto del funcionamiento y uso correcto de los sistemas automatizados, a través de instrucciones claras. Véase Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, *op. cit.*

la aseguradora adopte una participación más activa durante la vigencia del contrato, particularmente en actividades orientadas a reducir la probabilidad de ocurrencia del siniestro o mitigar sus consecuencias[53]. Dado lo anterior, la función del asegurador comienza a desplazarse progresivamente desde un modelo centrado exclusivamente en la indemnización hacia esquemas con una mayor orientación preventiva y de acompañamiento técnico al asegurado con mecanismos continuos de monitoreo, prevención y administración del riesgo algorítmico, aspecto que adquiere especial relevancia frente a vehículos cuya operación depende, cada vez más, de sistemas automatizados y decisiones algorítmicas.

3.4. Función preventiva del asegurador durante la vigencia del contrato

La incorporación de vehículos con sistemas de automatización avanzada no solo transforma la configuración del riesgo asegurado, sino también el papel que tradicionalmente ha desempeñado la aseguradora dentro del contrato de seguro. Históricamente, la función principal del asegurador se ha concentrado en una actuación predominantemente reactiva, orientada a indemnizar los daños una vez materializado el siniestro. Aunque el ordenamiento jurídico impone al asegurado determinados deberes, como actuar de buena fe[54], declarar correctamente el estado del riesgo o evitar su agravación, dichos mecanismos fueron concebidos para riesgos esencialmente conductuales y resultan insuficientes frente a escenarios donde el daño puede originarse en fallas de software, errores de actualización, vulnerabilidades cibernéticas o interacciones complejas entre sistemas automatizados.

En este contexto, la función preventiva del asegurador adquiere una relevancia progresivamente mayor[55]. Como se desarrolló en el apartado anterior, la gestión del riesgo algorítmico no puede limitarse únicamente al momento posterior al siniestro, sino que requiere mecanismos continuos

[53] De acuerdo con la lógica mutual sobre la cual descansa el contrato de seguro, siempre se prioriza que los daños sean los menos, por ello, codificaciones como la ley mexicana sobre el contrato de seguro, en su artículo 54, permite acordar obligaciones para atenuar el riesgo o evitar su agravación, aunque casi siempre, orientadas al asegurado. Véase Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1935, 31 de agosto). Ley sobre el contrato de seguro (última reforma publicada el 4 de abril de 2013). Diario Oficial de la Federación.

[54] Entendido como un principio básico, característico y de especial preponderancia en el contrato de seguro, que se extiende a lo largo de toda la relación contractual, durante la vigencia de la póliza e incluso después de ocurrido el siniestro. Véase Sáinz Martínez, J.P. & Contreras Buzeta (coords.) (2019). Derecho de seguros y reaseguro en América Latina. Tirant Lo Blanch.

[55] A partir del desplazamiento histórico del protagonismo del dañador por el de la víctima en el Derecho de Daños, como dice Llamas Pombo, se "avala antes la prevención que la reparación… pues bien, ¿qué mejor para la eventual víctima de un daño que no llegar a serlo?" Véase Llamas Pombo, E. (2025). *Las formas de prevenir y reparar el daño*. Editorial Ibañez, pp. 68-70.

de seguimiento y administración del riesgo durante toda la vigencia contractual. La naturaleza dinámica de los sistemas automatizados implica que el nivel de exposición al riesgo puede modificarse constantemente a partir de actualizaciones de software, cambios en funcionalidades, incorporación de nuevas capacidades de conducción o incluso variaciones en el desempeño operativo del sistema.

Bajo esta lógica, la actuación exclusivamente ex post resulta estructuralmente insuficiente. Frente a vehículos cuya operación depende parcialmente de decisiones algorítmicas, la aseguradora debe fortalecer sus mecanismos ex ante de prevención y monitoreo, incorporando procesos más activos de acompañamiento técnico al asegurado. Esto supone, entre otras cuestiones, desarrollar criterios diferenciados de evaluación tecnológica, establecer protocolos de seguimiento sobre determinadas funcionalidades automatizadas e incluso generar recomendaciones orientadas a reducir la probabilidad de materialización del riesgo[56].

Así mismo, la prevención adquiere una dimensión técnica particularmente relevante. La suscripción indiscriminada de vehículos automatizados, sin una adecuada diferenciación entre arquitecturas tecnológicas, niveles de automatización o desempeño operativo de los sistemas, puede generar distorsiones actuariales relevantes y comprometer el equilibrio técnico del contrato. Como se evidenció en el análisis comparado de Colombia y México, la presencia de vehículos con automatización nivel 2 ya constituye una realidad creciente en ambos mercados, por lo que continuar operando bajo parámetros diseñados exclusivamente para riesgos conductuales humanos podría resultar insuficiente frente a la complejidad emergente del riesgo algorítmico.

Es cierto que esta transformación implica costos iniciales relevantes para las aseguradoras, particularmente en infraestructura técnica, capacitación y rediseño operativo. Sin embargo, desde una perspectiva de mediano y largo plazo, la ausencia de adaptación puede resultar aún más costosa. La falta de diferenciación entre riesgos tecnológicos heterogéneos compromete la

[56] Es decir, la función preventiva del asegurador comienza a desplazarse hacia modelos de administración dinámica del riesgo. Esto implica no solo reaccionar frente al daño, sino desarrollar capacidades institucionales orientadas a anticipar patrones de siniestralidad, identificar riesgos tecnológicos emergentes y adaptar progresivamente los mecanismos internos de control y evaluación. En este escenario, herramientas como el monitoreo técnico, el análisis de datos, la actualización permanente de criterios de suscripción y la capacitación especializada del personal adquieren una importancia estratégica.

adecuada equivalencia entre prima y riesgo, afecta la estabilidad de la mutualidad y puede generar incrementos generalizados en la siniestralidad.

Adicionalmente, una adecuada función preventiva no solo beneficia al asegurador desde el punto de vista financiero, sino también al conjunto del ecosistema asegurador. La reducción de siniestros asociados a fallas tecnológicas, la detección temprana de vulnerabilidades y la mejor comprensión del comportamiento de los sistemas automatizados contribuyen a preservar la estabilidad del mercado, proteger a las potenciales víctimas y evitar respuestas restrictivas basadas en exclusiones masivas de cobertura. De este modo, la función preventiva del asegurador deja de constituir una actividad accesoria y comienza a configurarse como un elemento estructural dentro del ciclo aseguraticio frente a riesgos algorítmicos. La transformación tecnológica del vehículo obliga a repensar el papel institucional de las aseguradoras, desplazándolas desde un modelo centrado exclusivamente en la indemnización hacia esquemas más activos de gestión integral del riesgo durante toda la relación contractual.

3.5. Criterios de adaptación del contrato de seguro frente al riesgo algorítmico

Como se ha desarrollado a lo largo del presente capítulo, la incorporación de vehículos con sistemas de automatización avanzada no solo modifica la configuración del riesgo asegurado, sino que impacta transversalmente todas las etapas del ciclo del contrato de seguro. Desde la suscripción y la selección del riesgo, pasando por la tarificación y la gestión del siniestro, hasta la función preventiva del asegurador, el riesgo algorítmico evidencia la insuficiencia de los modelos tradicionales construidos exclusivamente sobre parámetros conductuales humanos. En este contexto, la adaptación del contrato de seguro frente al riesgo algorítmico requiere la incorporación progresiva de criterios técnicos, operativos y regulatorios que permitan responder adecuadamente a la complejidad de los sistemas automatizados. En particular, pueden identificarse algunos elementos esenciales para dicha adaptación.

En primer lugar, resulta necesaria una delimitación técnica del riesgo algorítmico. La incorporación de vehículos con sistemas de automatización avanzada introduce nuevas fuentes de exposición relacionadas con software, datos, sensores, procesos automatizados y arquitecturas algorítmicas cuya cobertura no puede estructurarse de manera indeterminada o genérica. Por ello, el riesgo algorítmico debe delimitarse a partir de criterios técnicos objetivos, tomando como referencia modelos de gestión de riesgos como los previstos en el Reglamento Europeo de

Inteligencia Artificial, cuya lógica regulatoria comienza a reflejarse también en diversas iniciativas normativas impulsadas en Colombia y México[57]. Esta delimitación resulta fundamental para identificar qué riesgos pueden ser razonablemente asegurables, bajo qué condiciones y con qué alcance de cobertura.

En segundo término, la naturaleza dinámica de los sistemas automatizados exige mecanismos de evaluación continua del riesgo. A diferencia de los vehículos tradicionales, donde gran parte de las variables relevantes permanecen relativamente estables, los vehículos automatizados pueden modificar su funcionamiento mediante actualizaciones de software, incorporación de nuevas funcionalidades o ajustes operativos posteriores a su comercialización. Consecuentemente, los procesos de suscripción y evaluación del riesgo no pueden permanecer estáticos, sino que requieren esquemas más flexibles y dinámicos que permitan revisar continuamente las condiciones tecnológicas que inciden en la exposición al riesgo asegurado.

De igual manera, adquiere especial relevancia la implementación de mecanismos de gobernanza algorítmica dentro del sector asegurador[58]. Frente a la ausencia de marcos regulatorios plenamente consolidados, las aseguradoras deberán desarrollar progresivamente estructuras internas de gobernanza que permitan gestionar adecuadamente los riesgos derivados de sistemas automatizados. En este sentido, puede plantearse la necesidad de un esquema de gobernanza algorítmica multinivel, que no solo involucre aspectos contractuales relacionados con el aseguramiento, sino también la organización interna de las aseguradoras y las relaciones que estas mantienen con fabricantes, proveedores tecnológicos, intermediarios, ajustadores y demás actores que participan en el funcionamiento del mercado asegurador. Esta perspectiva reconoce que el

[57] Véase Congreso de la República de Colombia. (2025). *Proyecto de Ley 43 de 2025 (Senado): Por medio de la cual se regula la inteligencia artificial en Colombia para garantizar su desarrollo ético, responsable, competitivo e innovador, y se dictan otras disposiciones* [Proyecto de ley]. Congreso Visible. https://congresovisible.uniandes.edu.co/proyectos-de-ley/ppor-medio-de-la-cual-se-regula-la-inteligencia-artificial-en-colombia-para-garantizar-su-desarrollo-etico-responsable-competitivo-e-innovador-y-se-dictan-otras-disposiciones-regula-la-inteligencia-artificial/14674/ y Cámara de Diputados. (2025). Iniciativa con proyecto de decreto por el que se expide la Ley Federal para el Desarrollo Ético, Soberano e Inclusivo de la Inteligencia Artificial. Gaceta Parlamentaria, 30 de abril de 2025. https://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2025/04/asun_4896460_20250430_1747757009.pdf

[58] Para efectos del presente trabajo, la gobernanza algorítmica en el sector asegurador se entiende como un sistema de arquitectura regulatoria, técnica y organizacional que coordina el diseño, implementación y control de sistemas de tecnología cognitiva, incluyendo inteligencia artificial y procesos de automatización avanzados, que inciden en la relación aseguradora. Este sistema, se debe estructurar en un esquema multinivel que abarque i) el contrato de seguro, ii) la regulación orgánica y corporativa de las aseguradoras y iii) ecosistema asegurador. La presente definición y estructura constituye una construcción propia del autor.

riesgo algorítmico no puede gestionarse de manera aislada, sino mediante esquemas coordinados de supervisión, control y administración tecnológica.

Finalmente, la adaptación del contrato de seguro requiere el desarrollo de estándares adecuados de auditabilidad y trazabilidad que permitan reconstruir técnicamente las causas del siniestro. Como se expuso en apartados anteriores, la determinación de responsabilidad frente a vehículos automatizados puede depender del análisis de registros electrónicos, decisiones algorítmicas, actualizaciones de software o condiciones operativas específicas del sistema. Bajo este escenario, resulta indispensable implementar mecanismos que garanticen la conservación, acceso y trazabilidad de la información técnica necesaria para evaluar adecuadamente la ocurrencia del siniestro y delimitar la procedencia de las coberturas.

En definitiva, la adaptación del contrato de seguro frente al riesgo algorítmico no implica únicamente la incorporación de nuevas coberturas, sino una transformación progresiva de los criterios técnicos, actuariales y operativos sobre los cuales históricamente se ha estructurado el seguro automotor. La evolución de los sistemas de automatización vehicular evidencia que el riesgo ya no puede comprenderse exclusivamente desde parámetros conductuales humanos, sino como un fenómeno distribuido, dinámico y crecientemente mediado por decisiones tecnológicas. Frente a ello, la capacidad de adaptación del sector asegurador resultará determinante para preservar la estabilidad técnica del mercado y garantizar que el contrato de seguro continúe cumpliendo adecuadamente su función de distribución y cobertura del riesgo en escenarios de automatización creciente.

Conclusiones

Del análisis desarrollado en la presente investigación se desprende que la incorporación progresiva de vehículos con sistemas de automatización avanzada está modificando estructuralmente la configuración del riesgo en el seguro automotor. La conducción comienza a dejar de depender exclusivamente de la conducta humana y pasa a encontrarse parcialmente mediada por sistemas automatizados, software, sensores y procesos algorítmicos capaces de intervenir activamente en la toma de decisiones durante la circulación vehicular. Esta transformación da lugar a una nueva categoría de riesgo, denominada en este trabajo como riesgo algorítmico, cuya complejidad excede los parámetros tradicionales sobre los cuales históricamente se ha construido el contrato de seguro.

Lejos de tratarse de un fenómeno meramente prospectivo, esta transformación ya comienza a manifestarse en mercados latinoamericanos como Colombia y México. A partir del análisis realizado sobre una muestra representativa del mercado automotor correspondiente al 43.7% de las líneas comercializadas en Colombia y al 40.53% en México durante el primer trimestre de 2026, fue posible identificar una penetración aproximada de vehículos con automatización SAE nivel 2 equivalente al 21% y 14% del total de vehículos vendidos en cada mercado, respectivamente. Aunque la automatización avanzada aún no constituye el modelo predominante de movilidad, estas cifras evidencian que el desplazamiento progresivo desde riesgos predominantemente conductuales hacia riesgos crecientemente tecnológicos ya se encuentra en curso.

En este contexto, el modelo tradicional del seguro automotor comienza a enfrentar tensiones relevantes. La lógica clásica del contrato de seguro, estructurada sobre variables relativamente estables asociadas al comportamiento humano, resulta insuficiente frente a sistemas cuyo funcionamiento depende de actualizaciones de software, desempeño algorítmico, interoperabilidad tecnológica, calidad de sensores, ciberseguridad y procesamiento automatizado de datos. Así, elementos que anteriormente resultaban ajenos al análisis actuarial o a la delimitación contractual de cobertura adquieren progresivamente relevancia dentro de la evaluación del riesgo asegurado.

A ello se suma que el riesgo algorítmico no se agota en una simple falla tecnológica, sino que involucra todo el ciclo de vida de sistemas basados en inteligencia artificial o tecnologías cognitivas, incluyendo problemas asociados a datos de entrenamiento, diseño algorítmico, procesamiento automatizado de información y ejecución de decisiones. Esta situación complejiza la reconstrucción causal del siniestro y dificulta la delimitación de responsabilidades entre conductores, fabricantes, desarrolladores tecnológicos, proveedores de software e incluso operadores de infraestructura tecnológica.

Bajo este panorama, también se evidencian importantes asimetrías de información entre fabricantes, aseguradoras y consumidores. En numerosos casos, el funcionamiento real de los sistemas automatizados carece de suficiente transparencia o trazabilidad, limitando la capacidad de las aseguradoras para evaluar adecuadamente el riesgo y dificultando tanto la gestión del siniestro como el ejercicio de acciones posteriores de repetición o subrogación. En consecuencia,

la opacidad tecnológica comienza a convertirse en un elemento con impacto directo sobre la operatividad técnica y jurídica del contrato de seguro.

No obstante, el mercado asegurador latinoamericano aún presenta limitaciones importantes para afrontar integralmente esta transformación. La limitada disponibilidad de información estadística, el rezago en procesos de transformación digital, la ausencia de capacidades técnicas especializadas y la insuficiente integración de variables tecnológicas dentro de los modelos actuariales dificultan actualmente la adecuada incorporación del riesgo algorítmico en el ciclo aseguraticio. Del mismo modo, los marcos regulatorios vigentes en Colombia y México continúan orientados principalmente hacia modelos tradicionales de circulación vehicular y responsabilidad civil, sin que exista todavía una regulación sistemática capaz de responder específicamente a las implicaciones que los sistemas automatizados generan para el derecho de seguros.

Precisamente por ello, el principal desafío para el sector asegurador no consiste únicamente en incorporar nuevas tecnologías al mercado, sino en replantear progresivamente las bases técnicas, operativas y jurídicas sobre las cuales se ha estructurado históricamente el seguro automotor. La adaptación frente al riesgo algorítmico exige comprender que el riesgo deja de ser exclusivamente individual y conductual para adquirir un carácter distribuido, dinámico y tecnológicamente mediado. En este sentido, la investigación sostiene que las respuestas tradicionales, centradas exclusivamente en la indemnización ex post, resultan insuficientes frente a la complejidad de los sistemas automatizados. Por el contrario, será necesario avanzar hacia esquemas ex ante y de gobernanza algorítmica multinivel que permitan integrar mecanismos de prevención, supervisión, trazabilidad y evaluación continua del riesgo a lo largo de todo el ciclo del contrato de seguro. Esta gobernanza no debe limitarse únicamente a la relación contractual entre asegurador y asegurado, sino extenderse a las estructuras internas de las aseguradoras y a la coordinación con fabricantes, desarrolladores tecnológicos, intermediarios, ajustadores, reguladores y demás actores que participan en el ecosistema de movilidad automatizada.

Finalmente, el riesgo algorítmico evidencia que la automatización vehicular no solo transforma la forma de conducir, sino también la manera en que el derecho de seguros comprende, distribuye y administra el riesgo. La capacidad de adaptación del mercado asegurador frente a esta nueva realidad determinará no solo su estabilidad técnica y financiera, sino también su capacidad para seguir cumpliendo adecuadamente su función esencial de protección y distribución del riesgo

dentro de una movilidad crecientemente gobernada por sistemas automatizados e inteligencia artificial.

BIBLIOGRAFÍA

Abraham, K. S. & Rabin, R.L. (2018). *Automated vehicles and manufacturer responsibility for accidents: A new legal regime for a new era* (Stanford Public Law Working Paper). SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.3159525

Aguilar Gutiérrez, A. (1944). La responsabilidad por daños causados por automóviles, *Revista de la Escuela Nacional de Jurisprudencia, VI*, (23-24).

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1935, 31 de agosto). Ley sobre el contrato de seguro (última reforma publicada el 4 de abril de 2013). Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados. (2025). Iniciativa con proyecto de decreto por el que se expide la Ley Federal para el Desarrollo Ético, Soberano e Inclusivo de la Inteligencia Artificial. Gaceta Parlamentaria, 30 de abril de 2025. https://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2025/04/asun_4896460_20250430_1747757009.pdf

Cano M., J. J. (2025). Introducción a los riesgos algorítmicos: Repensando los modelos de seguridad y control en la era de la inteligencia artificial. *Revista Sistemas, (177),* 56–68.

Chong-Castillo, B. (2024). La responsabilidad civil contemporánea de los vehículos autónomos. *Revista Chilena de Derecho de Seguro (Edición especial CILA-AIDA Chile 2024)*

Chong-Castillo, B. (2025). El tratado de libre comercio de Colombia–Corea del Sur y la movilidad eléctrica: implicaciones comerciales y desafíos regulatorios del aseguramiento automotor en Colombia. *Revista Ibero-Latinoamericana De Seguros, 34(63).* https://doi.org/10.11144/Javeriana.ris63.tlcc

Congreso de Colombia. (1971). Decreto 410 de 1971: Por el cual se expide el Código de Comercio. Diario Oficial No. 33.339.

Congreso de la República de Colombia. (2025). Proyecto de Ley 43 de 2025 (Senado): Por medio de la cual se regula la inteligencia artificial en Colombia para garantizar su desarrollo ético, responsable, competitivo e innovador, y se dictan otras disposiciones [Proyecto de ley]. Congreso Visible. https://congresovisible.uniandes.edu.co/proyectos-de-ley/ppor-medio-de-la-cual-se-regula-la-inteligencia-artificial-en-colombia-para-garantizar-su-desarrollo-etico-responsable-competitivo-e-innovador-y-se-dictan-otras-disposiciones-regula-la-inteligencia-artificial/14674/

Deloitte. (2017). Managing algorithmic risks: Safeguarding the use of complex algorithms and machine learning. https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone3/us/en/docs/services/risk-advisory/2024/us-risk-algorithmic-machine-learning-risk-management.pdf

Deloitte. (2026, enero). Opening the black box: Managing algorithm risks. https://www.deloitte.com/in/en/services/audit-assurance/services/assurance/opening-the-black-box-managing-algorithm-risks.html

EIOPA (2021). *Artificial Intelligence governance principles: Towards ethical and trustworthy Artificial Intelligence in the European insurance sector. A report from EIOPA´s Consultative Expert Group on Digital Ethics in insurance*. Publications Office of the European Union. https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2021-06/eiopa-ai-governance-principles-june-2021.pdf

Elizalde Salazar, I. (2022). *Vehículos autónomos. Responsabilidad civil y seguro.* Thomson Reuters.

Federación Nacional de Comerciantes Empresarios & Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2026, marzo). Informe de registro de vehículos a marzo de 2026: Boletín vehículos nuevos [Boletín estadístico]. https://www.fenalco.com.co/blog/gremial-4/informe-del-sector-automotor-a-marzo-2026-8751

Henao, J.C. (1998). *El Daño. Análisis comparativo de la responsabilidad extracontractual del Estado en Derecho Colombiano y Francés*. Universidad Externado de Colombia.

Hurbans, R. (2020). *Grokking artificial intelligence algorithms*. Manning Publications.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2026, marzo). Registro Administrativo de la Industria Automotriz de Vehículos Ligeros. Venta de vehículos [Archivo de Excel]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/#datos_abiertos

Jaramillo Jaramillo, C. I. (2022). La modificación del estado del riesgo en el contrato de seguro. Su 'agravación' y su 'disminución'. Tendencias, e incidencia del 'criterio de la razonabilidad, *Revista Ibero-Latinoamericana De Seguros, 31(56).*

Jadhav, S.S. & Prakash, Jai. (2024). Safety Trends in the Automobile Industry in India. *International Journal for Research Publication and Seminar, 15(3),* 490–495. https://doi.org/10.36676/jrps.v15.i3.1580

Jaramillo Salgado, P. (2016). Aspectos particulares de los seguros en el derecho comparado. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales.(*pp. 45-140). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

Lemaire, J. (1985). *Automobile insurance: Actuarial models.* Springer.

Llamas Pombo, E. (2025). *Las formas de prevenir y reparar el daño*. Editorial Ibañez.

López Oliva, J. (2024). *Los sistemas de ocurrencia y claims made y la protección de los derechos del tomador, asegurado y del beneficiario en el seguro de responsabilidad civil por dispositivos médicos defectuosos en los contextos colombiano y español* (Tesis de doctorado). Universidad de Salamanca.

Martínez Gil, J. J. (1990). *Manual teórico y práctico de seguros*. Porrúa.

Morales Alzate. J.J. (2025). *Inteligencia artificial. Una legislación a futuro*. Consejo de Estado Colombia.

Narváez Bonnet, J.E. (2016). De la responsabilidad civil por el daño ambiental y seguro ecológico en Colombia. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 588-602). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

Nixon, S. (1936). *The invention of the automobile*. Edizioni Savine

Palacios Sánchez, F. (2016). El derecho del consumo y la protección al consumidor de seguros. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 17-44). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 300/2008, (UE) n.º 167/2013, (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 y (UE) 2019/2144 y las Directivas 2014/90/UE, (UE) 2016/797 y (UE) 2020/1828 (Reglamento de Inteligencia Artificial). Diario Oficial de la Unión Europea.

Pereira Fredes, E. (2022). La responsabilidad objetiva. En D. M. Papayannis (Coord.), *Manual de derecho de daños extracontractuales* (pp. 235–269). Suprema Corte de Justicia de la Nación. https://www.scjn.gob.mx/derechos-humanos/sites/default/files/Publicaciones/archivos/2022-12/Manual%20de%20derecho%20de%20dan%CC%83os%20extracontractuales.pdf

Pinzón Caicedo, W. O.(2016). La selección del riesgo. En Palacios Sánchez, F. (Ed.) *Seguros: Temas esenciales*.(pp. 588-602). Ecoe Ediciones – Universidad de La Sabana.

Rodríguez, P., Calatayud, A., & Riobó, A. (2021). *Vehículos autónomos y el rol del sector público: Sandbox regulatorio: Guía para formuladores de política en América Latina y el Caribe*. BID https://doi.org/10.18235/0003089

Russell, S. & Norvig, P. (2022). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

SAE International. (2021). *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles* (SAE Standard J3016). SAE International.

Sáinz Martínez, J.P. & Contreras Buzeta (coords.) (2019*). Derecho de seguros y reaseguro en América Latina*. Tirant Lo Blanch.

Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2021). Amparo directo en revisión 1324/2021. Ponente: Norma Lucía Piña Hernández. https://www2.scjn.gob.mx/juridica/engroses/1/2021/10/2_281552_5872.docx

Tiwari, A, & Farag, H. E. Z. (2025). Responsible AI framework for autonomous vehicles: Addressing bias and fairness risks. *IEEE Access, 13,* 58800–58822. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3556781

Toalombo Vargas, V. M. (2022). Seguridad activa y pasiva de vehículos [Active and passive security in vehicles]. ESPOCH Congresses: *The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M., 2(2*). https://doi.org/10.18502/espoch.v2i2.11426

Zurich Insurance Group. (2021, julio). Artificial intelligence gives rise to algorithmic liability. https://www.zurich.com/insights/business/artificial-intelligence-gives-rise-to-algorithmic-liability

Zurich Insurance Group, & Microsoft Corporation. (2021, julio). Artificial intelligence and algorithmic liability: A technology and risk engineering perspective from Zurich Insurance Group and Microsoft Corp. https://edge.sitecorecloud.io/zurichinsurfb3d-zwpcorp-uat-db43/media/project/zurich/dotcom/industry-knowledge/cyber-risk/docs/artificial-intelligence-and-algorithmic-liability.pdf