



**Nova Scientia**

E-ISSN: 2007-0705

[nova\\_scientia@delasalle.edu.mx](mailto:nova_scientia@delasalle.edu.mx)

Universidad De La Salle Bajío

México

De la Torre, Elizabeth; Martner, Carlos; Moreno Quintero, Eric; Martínez, José Luis; Olivares Benítez, Elías

Herramienta para la evaluación del riesgo de robo en el autotransporte de carga

Nova Scientia, vol. 7, núm. 13, 2014, pp. 438-469

Universidad De La Salle Bajío

León, Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203332667022>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

*Revista Electrónica Nova Scientia*

**Herramienta para la evaluación del riesgo de  
robo en el autotransporte de carga  
Risk's assessment tool for road freight theft**

**Elizabeth de la Torre<sup>1</sup>, Carlos Martner<sup>1</sup>, Eric Moreno  
Quintero<sup>1</sup>, José Luis Martínez<sup>2</sup> y Elías Olivares Benítez<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup>Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México

<sup>2</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

---

**México**

*Elizabeth de la Torre Romero.* E-mail: [edltorre@imt.mx](mailto:edltorre@imt.mx)

## Resumen

**Introducción:** En México el robo se ha convertido en uno de los riesgos más importantes para la eficiencia y la competitividad de las cadenas de suministro. Esta propuesta busca identificar las variables que influyen sobre el riesgo de robo en el autotransporte como paso previo de una metodología para evaluar cuantitativamente la influencia de las variables identificadas y crear una aplicación que permita evaluar el riesgo de robo, apoyando así a la toma de decisiones en la creación de esquemas de seguridad.

**Metodología:** El proceso para identificar estas variables de riesgo fue el análisis estadístico de la información disponible de robos de carga mediante el método de Análisis de Componentes Principales, determinando un primer conjunto de variables de interés para el diseño de una encuesta que se aplicó a expertos en seguridad de la cadena de suministro empleando la metodología Delphi y estableciendo ponderaciones a través del Proceso de Jerarquización Analítica.

**Resultados:** Con la metodología propuesta se obtuvieron los factores más relevantes en el riesgo de robo en el autotransporte y se construyó una función para obtener un índice del riesgo. La función propuesta se programó en una aplicación computacional que facilita el cálculo del indicador propuesto con información de pares origen-destino determinados. Los resultados de la metodología permitirán confirmar las variables usadas o identificar nuevas variables considerando las cuantificaciones de su influencia en el riesgo.

**Discusión y Conclusión:** Obtener información confiable sobre robos de carga es muy difícil, por lo sensible del tema y la inexactitud de los datos publicados. Estas imprecisiones y las percepciones subjetivas asociadas se atenúan con esta metodología basada en opiniones de expertos y en las técnicas cuantitativas referidas para integrar el índice de riesgo propuesto. Este índice permite dimensionar y comparar estrategias de seguridad para las empresas, apoyando su toma de decisiones. Mejoras futuras en la información disponible y en las encuestas a transportistas afinarán los resultados incrementando la seguridad del subsector.

**Palabras clave:** riesgo, robo, autotransporte, crimen

Recepción: 13-03-2014

Aceptación: 13-10-2014

## Abstract

**Introduction:** In Mexico theft has become one of the most significant risks to the efficiency and competitiveness of supply chains. This proposal aims to identify the variables that influence the risk of theft in trucking transportation as a preliminary step of a methodology to quantitatively evaluate the influence of the identified variables and measure the risk of cargo theft, thereby supporting decision making by creating security schemes.

**Methodology:** The process for identifying these risk variables was the statistical analysis of available information on road freight theft with the method of principal components analysis, to determine a first set of variables of interest for the design of a survey that was applied to experts in supply chain security using the Delphi method and establishing weights through the analytic hierarchy process.

**Outcomes:** With the proposed methodology the most relevant factors in the risk of theft were obtained, building besides a function to obtain a risk index. The proposed function was programmed in a software application facilitating the calculation of the proposed indicator for determined origin-destination pairs. The results of the methodology will allow to confirm the variables used or identify new variables, considering the quantifications of their influence on risk.

**Argument and Conclusion:** Gathering reliable information on cargo theft is very difficult, because of the sensitivity of the subject and the inaccuracy of the published data. These inaccuracies and the subjective perceptions associated are attenuated with this methodology, based on expert opinions and known quantitative techniques to integrate the risk index. This index is used to evaluate and compare safety strategies for companies, thus supporting their decision making. Updates of the available information and future surveys to hauliers will improve the results and the security in the subsector.

**Keywords:** risk, theft, freight transport, crime

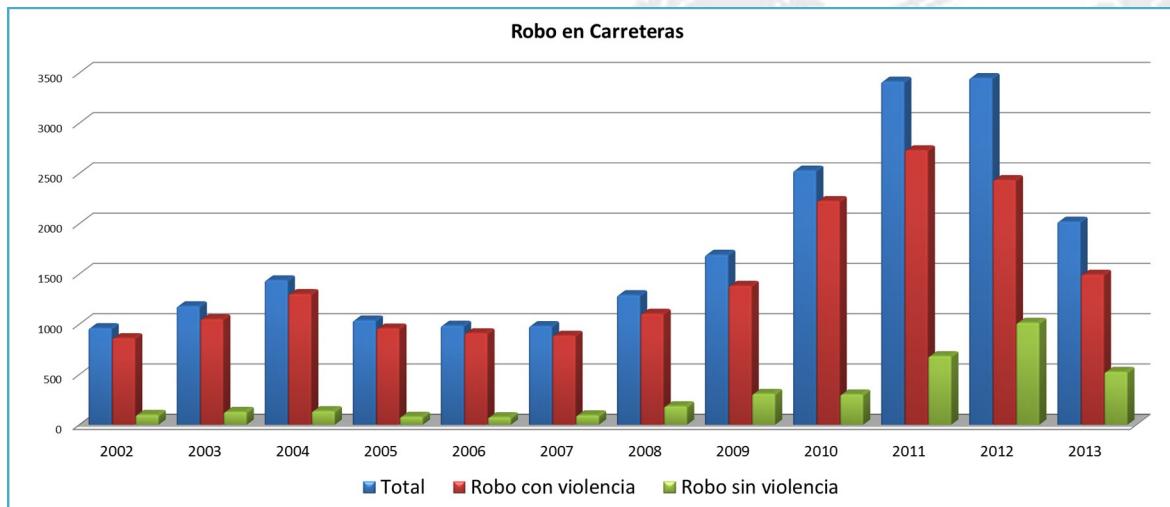
## Introducción

Desde finales del Siglo XX, el tema de la seguridad y el riesgo en la cadena de suministro ha sido ampliamente abordado; sin embargo las contribuciones sobre el tema de la seguridad en el autotransporte son aún escasas, sobre todo con respecto al robo. La importancia de esta temática se ha evidenciado en las iniciativas y certificaciones en materia de seguridad, que enfatizan el impacto que tiene en las cadenas de suministro a nivel internacional.

Según Lucas Urciuoli (2010) “El impacto de la inseguridad en el transporte puede implicar enormes pérdidas para los dueños de la carga y los operadores, pero también puede poner en peligro a toda la comunidad”. México está en ese caso, pues la alta incidencia de robos en carretera reduce la competitividad logística del país, por las pérdidas económicas y los retrasos en el abastecimiento. Además, el aumento del nivel de violencia amenaza la integridad de los operadores; esto los motiva a dejar su trabajo por actividades de menor riesgo, agravando la actual carencia de operadores calificados de servicio federal de carga.

La Figura 1 muestra el notable incremento de robos al autotransporte federal de carga en México en los últimos cinco años, lo cual se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la iniciativa privada, del Gobierno Federal y de diversos organismos nacionales por las importantes pérdidas que este fenómeno ha ocasionado al sector empresarial.

**Figura 1.** Estadística de robo en carreteras en México.



**Fuente:** Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública 2013

En México hay escasos elementos técnicos para identificar las principales variables relacionadas con el riesgo de robo al autotransporte; igualmente, tampoco se conoce la magnitud o influencia de éstas, ni hay una base analítica para su evaluación al tomar decisiones para conformar esquemas de seguridad. No obstante, se puede considerar la opinión de Uhlig (2008), quien señala que para implementar un sistema de gestión de riesgos efectivo, las empresas deberán entender primero las diferentes categorías de riesgo y sus elementos generadores.

La finalidad de este trabajo es identificar los factores que influyen sobre el riesgo de robo en el autotransporte y evaluar cualitativamente su influencia para apoyar la toma de decisiones en la creación de esquemas de seguridad. Asimismo, se propone una herramienta para evaluar el riesgo de robo en el transporte con base en la identificación de los principales factores de riesgo con información de entrevistas a actores relevantes del sector logístico en México, y datos estadísticos de robos de carga en carretera.

El trabajo está organizado como sigue. La sección 2 presenta una breve revisión bibliográfica de estudios sobre el riesgo en la cadena de suministro; la sección 3 describe la metodología empleada; en la sección 4 se presentan los principales factores identificados en el desarrollo del estudio. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones del estudio y algunas líneas de trabajo futuro a desarrollar sobre el tema.

### **Revisión bibliográfica**

Sheffi (2001) presenta una introducción para entender el riesgo de la cadena de suministro, y en particular el relacionado con acontecimientos terroristas; además propone algunas ideas para lograr capacidad de reacción en el diseño de la cadena. Willis y Ortiz (2004), dan un marco de referencia para la evaluación y gestión de la seguridad de la cadena de suministro. Su reporte se centra en mejorar la seguridad y eficiencia de la cadena en el transporte intermodal para la prevención de ataques terroristas.

Chopra y Sodhi (2004) dan una clasificación de los riesgos en la cadena de suministro y los eventos o factores que conducen a éstos, entre los que destacan los riesgos del transporte

atribuibles tanto a interrupciones permanentes como a demoras por factores clave, como congestión o catástrofes.

Cavinato (2004) identifica la destrucción de la carga y la pérdida de mercancía como interrupciones del transporte. Particularmente, en el proceso de abastecimiento la “interrupción del transporte” es considerado por diversos autores (Young y Esqueda, 2005; Martner, Morales y de la Torre, 2005), como uno de los eslabones más vulnerables y de alto riesgo en la cadena logística.

Por su parte, Hendricks y Singhal (2005), destacan la necesidad de entender cómo la disrupción afecta una cadena de suministro para desarrollar estrategias adecuadas que aminoren su impacto.

Wilson (2007) distingue interrupciones en general y de transporte. Esta última referida como cualquier interrupción del flujo de los bienes, mientras que otros tipos de perturbaciones incluyen por ejemplo, las interrupciones en la fabricación de los productos. Su trabajo examina los efectos de las interrupciones del transporte en el rendimiento de la cadena de suministro utilizando dinámica de sistemas en dos escenarios diferentes de la cadena. Por su parte, Uhlig (2008) argumenta que en general los autores no mencionan explícitamente la interrupción del transporte como categoría de riesgo aparte, y por tanto, considera que este tema no se ha abordado con el detalle que se merece.

Rodríguez, Stantchev, Potter, Naim y Whiteing (2008) investigan el impacto de la incertidumbre en las operaciones de transporte en las cadenas de suministro, pero no cuantifican el impacto por su interrupción. Tsamboulas y Moraiti (2008) diseñaron un modelo multicriterio para evaluar el riesgo de las cadenas de suministro internacionales a fin de prevenir actos terroristas.

Pérez, González y Ascencio (2011) analizan la implicación de la seguridad logística en la competitividad de los países y señalan: *“La seguridad logística tiene una relación directa con la competitividad de una economía, ya que a las pérdidas directas ocasionadas por los delitos, se debe agregar los costos relacionados con la gestión posterior a los incidentes (...) además de*

*importantes pérdidas en la productividad nacional que terminan encareciendo el proceso de exportación y restando con ello competitividad de su economía.”*

Speier, Whipple, Closs, & Voss (2011) desarrollan un marco de referencia para examinar la amenaza de posibles interrupciones en los procesos de la cadena de suministro y se enfoca en las posibles estrategias de diseño de la cadena de suministro y de mitigación que se pueden implementar para mitigar el riesgo.

Curkovic, Scannell y Wagner (2013) exploran el uso del análisis modal de falla y efecto, como parte de un proceso de calificación de proveedores para la gestión del riesgo en la cadena de suministro de la misma manera que se manejan productos y defectos de proceso, mientras que Burgholzer , Bauer, Posset & Jammerlegg (2013) emplean micro simulación de tráfico en el análisis de redes de transporte intermodal con la finalidad de identificar el tiempo de retardo de transporte resultante debido a una interrupción específica, identificando secciones y redes críticas. De la Torre et al (2013) analizan el fenómeno del robo al autotransporte de carga, proponen tipos de afectaciones que deben ser considerados al evaluar el impacto y los factores que influyen en el riesgo de robo.

Böhle, Hellingrath y Deuter (2014) exploran y evalúan el modelo SCOR, a fin de sentar las bases para integrar medidas de seguridad a los indicadores del modelo SCOR, por otra parte, Cedillo et al, (2014) propone un modelo de dinámica de sistemas para el análisis de la incertidumbre causada por los retrasos y las interrupciones en la frontera México-Estados Unidos, y cómo sus efectos se propagan a través de las cadenas de suministro transfronterizas; Bueno y Cedillo, (2014) buscan entender las interrupciones y la propagación de sus efectos a través de un modelo de dinámica de sistemas como un enfoque cuantitativo para analizar la difusión simultánea de trastornos producidos por actos terroristas en el desempeño de las cadenas de suministro internacionales.

GU, Tagaras y Gao (2014) examinan una cadena de suministro inversa, integrada por tres miembros (colector, centro de desmontaje, reconstructor), sujetos a cuatro tipos diferentes de interrupción del suministro, cada uno con un impacto distinto sobre los miembros de la cadena,

utilizando la metodología de dinámica de sistemas, introducen el concepto de "grado de impacto" para cuantificar los efectos de las interrupciones en el suministro.

## Metodología

Los problemas de seguridad tienen tres características básicas (Li, Chandra y Shiao, 2008): son complejos, dinámicos en el tiempo y carecen de información estadística; el robo a camiones presenta estas tres características. Dada la escasez de datos estadísticos, se inició entrevistando a empresarios, sin embargo, considerando las observaciones de Puljić (2010), la evaluación subjetiva del riesgo realizada por éstos puede tener sesgos cognitivos que llevan a una evaluación distorsionada. Para evitar estos sesgos en la identificación de factores de riesgo se complementó la información obtenida de empresas transportistas y usuarias, con análisis estadísticos de datos disponibles y entrevistas a expertos en seguridad de transporte.

Para la identificación inicial de factores que influyen en el riesgo de robo se consideró la consulta a expertos en el tema y el uso del Método Delphi (Dalkey y Helmer, 1963; Dalkey, Brown y Cochran, 1969; Linstone y Turoff, 2002; Okoli y Pawlowski, 2004) así como el Proceso de Jerarquización Analítica (Saaty, 1990; Triantaphyllou, 1995; Lai, Trueblood y Wong, 1999; Sánchez, 2003) para estimar las importancias relativas de estos factores. La información estadística disponible sobre robos a camiones, se manejó con el Método de Componentes Principales, para buscar relaciones de interés entre las variables analizadas (Daultrey, 1976; Gurrea, 2000; De la Garza, Morales y González, 2013).

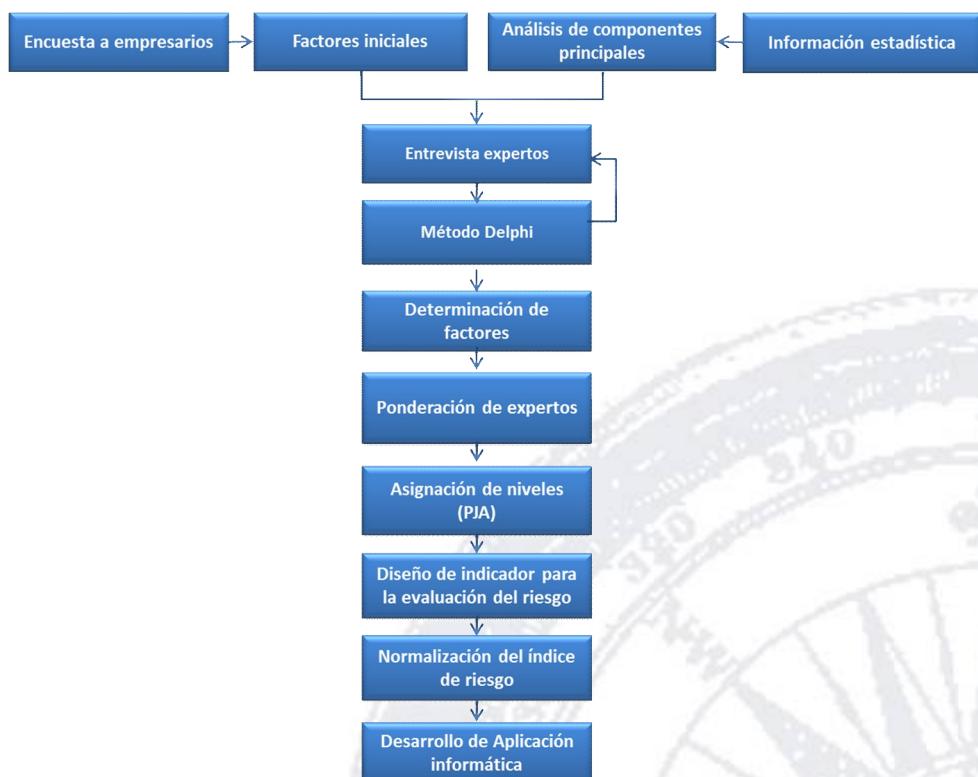
La Figura 2 muestra la metodología para identificar factores de riesgo. Se inició aplicando entrevistas a 17 empresarios y transportistas para conocer su percepción del robo de carga en carretera; esta encuesta generó las primeras hipótesis sobre los factores relevantes en el riesgo de robo. De estas encuestas se identificaron los primeros factores de riesgo.

La búsqueda de datos estadísticos fue difícil por la escasez de información de robos. Se consultaron diversas fuentes pero la mayoría sólo contabilizaba el número de robos agregados por estado; adicionalmente se encontró incongruencia entre los reportes de robos de las asociaciones de transportistas y los reportes del Gobierno Federal.

La información recopilada se separó por el nivel de detalle. Se obtuvo información sobre configuración vehicular, día de la semana y ubicación al momento del robo; con estos datos se hizo un análisis de componentes principales (ACP) para identificar si existía correlación o “preferencia” por alguna de las variables con respecto al número de robos, decidiendo así aceptar o descartar el factor como relevante para el riesgo.

Se eligieron estados con información suficiente para el análisis, destacándose el Estado de México, Puebla, Distrito Federal, Hidalgo y Morelos y se procesaron datos de la configuración vehicular, la zona y el día de la semana.

**Figura 2.** Metodología para identificación y medición del riesgo



**Fuente:** Elaboración propia.

Del ACP se encontró preferencia en algunas configuraciones vehiculares con respecto a otras; igualmente al analizar el número de robos por zonas, pero para los días de la semana no se encontró preferencia por ningún día.

Los resultados de los factores iniciales y del análisis estadístico se discutieron con ocho expertos en seguridad en la cadena de suministro, con experiencia de entre los 10 y 20 años; seis de ellos en la Ciudad de México, uno en Chihuahua y uno más en Querétaro. Estos resultados se analizaron con la técnica Delphi en dos fases; en la primera encuesta se tuvo retroalimentación del por qué estas variables impactan en el riesgo de robo, agregándose otras variables más por recomendación de los expertos, resultando así doce variables de riesgo.

En la segunda encuesta, con base en los resultados previos, los expertos eligieron las cinco variables principales, asignando una ponderación con base 100 a este nuevo grupo de variables. A los factores identificados se les asignó una ponderación con base en el número de expertos que los eligió y el peso otorgado a dicha variable. Ya identificados los principales factores de riesgo, se establecieron diferentes niveles para cada uno y se ponderaron por importancia con el Proceso de Jerarquización Analítica.

Con la ponderación de los criterios y de sus respectivos niveles, se construyó el índice de riesgo, normalizado a una escala de 0 a 1 para estandarizar comparaciones de diversas opciones de embarque. Finalmente se programó una aplicación que calcula el índice de riesgo facilitando su uso para el tomador de decisiones.

## Resultados

De las entrevistas y del ejercicio Delphi, se identificaron los factores de riesgo más relevantes. El tipo de mercancía y el factor humano, resultaron los principales. En las entrevistas a los transportistas y usuarios se observó el sesgo de percepción indicado por Puljić (2010), pues las empresas sin robo en los últimos dos años consideraron cero la probabilidad de padecerlo en el futuro mientras que los que habían sufrido robos en ese lapso calificaron su probabilidad mayor al 50%, aunque el número robos resultó lejos de esa proporción.

**Tabla 1:** Las variables usadas en el análisis fueron las siguientes:

Variable	Descripción
TDPA_E	Tránsito Diario Promedio Anual en cada estado
Robos_E	Número de robos registrado en cada estado

Robos_1000TDPAE	Número de vehículos robados por cada 1000 vehículos en el tránsito promedio estatal,
Flota_E	Flota vehicular de carga registrada en cada estado
Zona	Estado donde ocurrió el robo
Tipo_Producto <sup>1</sup>	Tipo de mercancía por número de robos registrados de acuerdo con la clasificación usada por Freight Watch
Tipo_Veh	Tipo de vehículo robado: Articulado, C2, C3, Camioneta 3.5t, Pickup
Fac_Hum	Factor humano, respecto al grado de certificación de seguridad del personal en las empresas
Tipo_Carr	Tipo de carretera según sea de peaje o libre de peaje

**Fuente:** Elaboración propia.

Primeramente se analizaron correlaciones entre los robos ocurridos, las flotas registradas y el TDPA en los estados, buscando interrelaciones entre los siniestros ocurridos, los flujos y los vehículos oficialmente presentes en cada estado. La Tabla 2 muestra las correlaciones entre las primeras cuatro variables, con el coeficiente de correlación de Pearson y su valor-p de significación.

**Tabla 2:** Correlaciones entre robos y TDPA en los Estados

**Correlations: RobosE, Robos\_1000TDPAE, FlotaE, TDPA\_E**

	RobosE	Robos_1000TD	FlotaE
Robos_1000TD	0.961		
	0.000		
FlotaE	0.819	0.809	
	0.000	0.000	
TDPA_E	0.301	0.131	0.423
	0.094	0.473	0.016

Cell Contents: Pearson correlation

P-Value

**Fuente:** Elaboración propia. (Resultados con Minitab)

La Tabla 2 muestra una alta correlación entre el número de robos en cada estado con el número de robos por cada 1000 vehículos en el TDPA estatal y el tamaño de flota estatal registrada. Igualmente hay alta correlación entre el número de robos por cada 1000 vehículos en el TDPA estatal y la flota registrada. Estas correlaciones son significativas. Las correlaciones no significativas se dan entre el TDPA estatal y el resto de las variables.

<sup>1</sup> Debido a que no se generan datos anuales sobre las mercancías que circulan en autotransporte por la red carretera nacional se optó por hacer el análisis con el número de robos registrados.

Estas correlaciones sugieren que no hay interrelación directa entre los flujos medidos por el TDPA estatal y el número de robos; el número de robos por cada 1000 vehículos de flujo y la flota registrada. Sin embargo sí se ve interrelación del número de robos por cada 100 vehículos en el TDPA con el número de robos y la flota vehicular registrada en cada estado.

### Identificación de Factores

La Tabla 3 muestra la lista de posibles factores de riesgo. La primera columna indica el factor y las otras su fuente de identificación. La columna “Datos estadísticos” se refiere a datos de robo obtenidos de Recurso Confiable (2011) y FreightWatch (2011); de esta última fuente se identificaron mercancías con mayor índice de robos. La columna “Empresarios” muestra la opinión de los transportistas y usuarios del servicio entrevistados y la última columna presenta los factores relevantes según los expertos.

**Tabla 3:** Identificación de factores.

Factor	Datos estadísticos	Empresarios	Expertos
<b>Ruta</b>	n.d.	Sí	No
<b>Zona</b>	Sí	No	Sí
<b>Tamaño del vehículo</b>	Sí	No	Sí
<b>Tipo de mercancía</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Factor Humano</b>	n.d.	Sí	Sí
<b>Día de la semana</b>	No	No	No
<b>Carretera libre o cuota</b>	n.d.	No	Sí

**Fuente:** Elaboración propia con base en entrevistas.

n.d. = no hay dato disponible.

### Ruta

Las primeras entrevistas a transportistas y usuarios del transporte de carga sugirieron que el mayor factor de riesgo era la ruta; es decir, autopistas y puntos específicos por donde pasa el embarque. Sin embargo el análisis con el método de componentes principales no apoyó esa hipótesis inicial sobre la ruta como factor principal de riesgo de robo.

Para aclarar esto, se entrevistaron a empresas y personal con casos de éxito en reducción de robos, quienes indicaron que el cambio de ruta no garantiza la reducción de robos, al menos en

el largo plazo, pues quienes cambiaron rutas, no redujeron los robos significativamente, pues en breve su nueva ruta era igual de problemática. Los expertos coincidieron en que la ruta no es factor de riesgo, pues un grupo criminal no se posiciona en cierto punto de la carretera a robar vehículos al azar, sino que trabaja sobre demanda, buscando embarques previamente identificados, quizá por fugas de información de la propia empresa.

### **Zonas Conflictivas**

Este factor, propuesto por algunos empresarios y confirmado por la mitad de los expertos, extiende la importancia relativa de la ruta más bien hacia una perspectiva de zona, pues aunque las rutas pueden cambiar fácilmente, el dominio de una región por un grupo criminal es menos volátil, constituyendo así un riesgo para el robo.

En la tabla 4 se presenta la clasificación de estados de acuerdo al número de robo registrados por Freight Watch, la cámara Nacional de Autotransporte de Carga (CANACAR), la Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD) y la Asociación Mexicana de Seguridad Privada, Información, Rastreo e Inteligencia Aplicada (AMSIRIA).

**Tabla 4:** Identificación de factores.

Freight Watch	CANACAR	ANTAD	AMSIRIA
Estado de México	Estado de México	Distrito Federal	Estado de México
Distrito Federal	Distrito Federal	Estado de México	Distrito Federal
Nuevo León	Nuevo León	Nuevo León	Querétaro
Puebla	Coahuila	Jalisco	Guanajuato
Jalisco	Tamaulipas	Sinaloa	Colima
Veracruz	San Luis Potosí	Puebla	Veracruz
Guanajuato	Zacatecas	Durango	Jalisco

**Fuente:** Elaboración propia con base en FreightWatch, CANACAR, ANTAD Y AMSIRIA 2012.

Las clasificaciones presentadas en la Tabla 4 no consideran el efecto del volumen de vehículos que transitan con cada estado, por lo cual se propone la clasificación de la Tabla 5 con base en el número de robos registrados por la empresa Recurso Confiable y el Tránsito Diario Promedio Anual.

**Tabla 5.** Zonas de Riesgo por Robos\_1000TDPAE

Número de vehículos robados por cada 1,000 vehículos en el tránsito promedio estatal.		
Severo	DF	Estado de México
	Quintana Roo	Jalisco
	Morelos	Puebla
	Sinaloa	Oaxaca
Alto	Hidalgo	Guerrero
	Tabasco	Michoacán
	Querétaro	Tlaxcala
	Guanajuato	Chiapas
Veracruz		
Medio	Nuevo León	Nayarit
	Sonora	Aguascalientes
	San Luis Potosí	Baja California
	Yucatán	Chihuahua
Bajo	Zacatecas	Campeche
	Durango	Colima
	Tamaulipas	Coahuila
	Baja California Sur	

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Transito Diario Promedio Anual de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y número de robos por estado del año 2010 reportado por Recurso Confiable.

Para asignar el tipo de zona de riesgo a cada estado, ver Tabla 5, se analizo su porcentaje de robos en relación con el Transito Diario Promedio Anual (TDPA). Los datos presentan un fuerte sesgo hacia la izquierda por lo que fueron sometidos a una transformación logarítmica para su normalización y así establecer los cuatro niveles propuestos: Severo, Alto, Medio y Bajo. Los niveles fueron asignados en relación a los puntos de inflexión de la curva normal y su media. De esta manera se evalúa la ruta según su paso por los diferentes estados y el nivel de riesgo implícito, considerando la parte proporcional del trayecto que pasa por las distintas zonas.

Se observa que en todas las clasificaciones se mantiene el Distrito Federal y el Estado de Mexico en los niveles más altos, seguidos por Jalisco, Guanajuato, Veracruz y Puebla. Nuevo León baja en la clasificación de la tabla 5 debido a que si bien el número de robos es elevado, el volumen de vehículos que transitan por sus vialidades también es elevado por lo cual de acuerdo al número de vehículos robados por cada 1000 vehiculos que transitan.

## **Tipo de Vehículo**

Para analizar el tipo vehicular como factor de riesgo, se examinó la información de robos registrados en 2010 en 13 delegaciones del Distrito Federal (datos de Recurso Confiable). La variable que se analizó fue el porcentaje de robos ocurrido a cada tipo vehicular en cada delegación del Distrito Federal, en comparación con el total de robos registrados. Un análisis de correlaciones se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6** Correlaciones entre tipos vehiculares robados en el DF

Correlations: Artic, C3, C2, Cam_3.5t, Pick_up				
	Artic	C3	C2	Cam_3.5t
C3	0.731			
	0.004			
C2	0.891	0.774		
	0.000	0.002		
Cam_3.5t	0.702	0.695	0.836	
	0.007	0.008	0.000	
Pick_up	0.913	0.681	0.861	0.757
	0.000	0.010	0.000	0.003

Cell Contents: Pearson correlation

P-Value

**Fuente:** Elaboración propia. (Resultados con Minitab)

Todas las correlaciones observadas resultaron en general altas; las correlaciones entre vehículos C3 con Camioneta 3.5 t y Pickup resultaron moderadas (0.695 y 0.681). En todos los casos se observa que las correlaciones son positivas y significativas al nivel del 5% de significación, lo que sugiere que las variaciones en las incidencias de robo en los distintos tipos vehiculares se mueven en el mismo sentido. Así, por ejemplo, se espera que si aumentan las incidencias para los tipos articulados también aumentarán en los demás tipos, y viceversa.

Para detallar más esta observación, se realizó un Análisis de Componentes Principales buscando aspectos de la información que pudieran revelar diferencias entre las incidencias que ocurren en las delegaciones que registraron robos en 2010.

El Análisis de Componentes Principales genera componentes principales, que son combinaciones lineales de las variables originales (Porcentaje de incidencia de los tipos vehiculares) donde los coeficientes indican el grado de correlación con las variables originales. La independencia de los componentes principales se asegura con la condición de tener correlación nula entre ellos. Examinando estos componentes principales se pueden observar tendencias en la incidencia de robos a los tipos vehiculares y también diferencias o semejanzas entre los integrantes de la muestra (las delegaciones con robos).

A continuación, Tabla 7 muestra el resultado de Componentes Principales realizado.

**Tabla 7** Análisis de Componentes Principales. Tipos vehiculares robados en el DF

Principal Component Analysis: Artic, C3, C2, Cam\_3.5t, Pick\_up

Eigenanalysis of the Covariance Matrix

Eigenvalue	0.0014650	0.0002001	0.0000365	0.0000077	0.0000030
Proportion	0.856	0.117	0.021	0.005	0.002
Cumulative	0.856	0.972	0.994	0.998	1.000
Variable					
	PC1	PC2	PC3	PC4	
Artic	0.803	0.549	-0.145	-0.138	
C3	0.202	-0.059	0.970	-0.115	
C2	0.209	-0.044	0.070	0.974	
Cam_3.5t	0.507	-0.832	-0.170	-0.134	
Pick_up	0.114	0.023	-0.065	-0.013	

**Fuente:** Elaboración propia. (Resultados con Minitab)

La variabilidad total de la muestra se indica en el renglón “Cumulative”. Los tres primeros componentes acumulan el 99.4% del total, lo que se considera suficiente en este tipo de análisis. El primer componente PC1 muestra una alta correlación con los vehículos articulados, sugiriendo una mayor incidencia en este tipo de camión; el segundo componente PC2 muestra una fuerte correlación negativa con la camioneta de 3.5 toneladas y el tercer componente PC3 muestra una muy alta correlación con el tipo C3, de tres ejes.

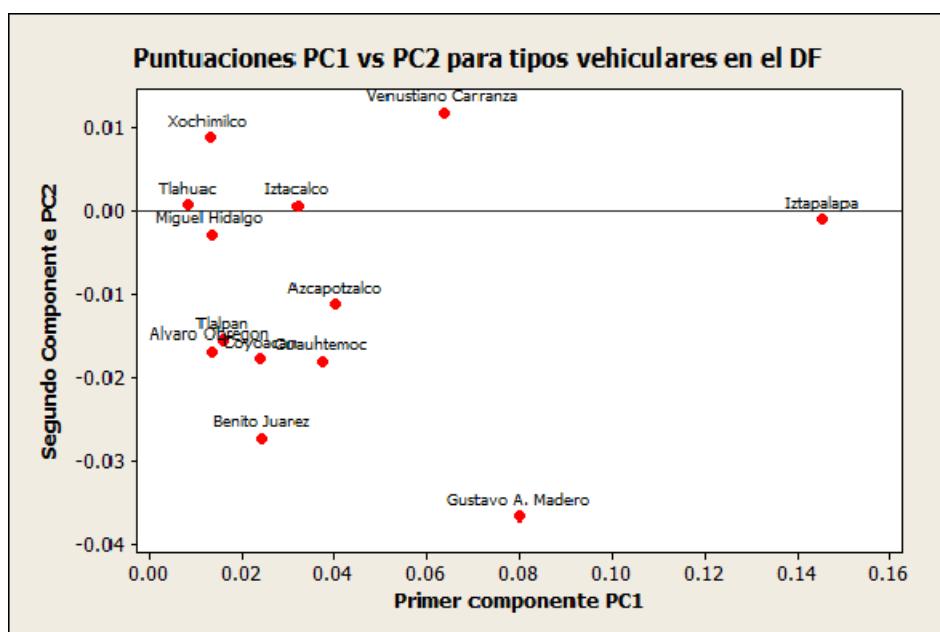
El análisis sugiere que los articulados, las camionetas de 3.5 toneladas y los camiones C3 son los principales tipos vehiculares participantes en las incidencias de robos. Los elementos de

la muestra (Delegaciones) con altos valores en PC1 tienen mayor propensión a sufrir incidentes en camiones articulados y viceversa, bajos valores PC1 indican lo contrario. En el caso del segundo componente, las delegaciones con valores altos tienen baja propensión a sufrir robos en camionetas 3.5 t y para los que tienen valores altos ocurre lo contrario.

Considerando los dos primeros componentes PC1 y PC2, que explican el 97.2% de la variabilidad, la Figura 3 muestra la puntuación de cada elemento de la muestra en un plano con PC1 en el eje horizontal y PC2 en el vertical.

**Figura 3.** Puntuaciones de Componentes Principales.

**Tipos vehiculares robados en el DF**



**Fuente:** Elaboración propia. (Resultados con Minitab)

La Figura 3 muestra que las delegaciones Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza tienen los valores más altos de PC1, sugiriendo mayor propensión a sufrir robos en vehículos articulados. La delegación Gustavo A. Madero muestra valores bajos en PC2, lo que sugiere una baja propensión a tener robos en camionetas de 3.5 t; Benito Juárez en cambio tiene bajos valores en ambos componentes, lo que sugiere baja propensión a tener robos en articulados y en camionetas 3.5t. Los puntos que están muy cercanos, como Tlalpan y Álvaro Obregón

indican que estas dos delegaciones tienen similitud en las propensiones al robo en los distintos tipos vehiculares.

Los resultados anteriores indican que los tipos vehiculares pueden ser un factor a considerar, y que la ubicación geográfica de las delegaciones, sus condiciones de tráfico y su cercanía a áreas periféricas de la zona urbana que suelen conectar a carreteras que facilitan las salidas de la zona le dan distintas tendencias a las incidencias de robo en los distintos tipos vehiculares.

### **Tipo de mercancía**

El tipo de mercancía fue identificado por los expertos como factor de riesgo por la existencia de una demanda regular de productos de alto valor como la ropa, el calzado deportivo, los perfumes, etc., que son mercancías cuya marca les da un valor mayor que el simple costo de fabricar.

Esto sucede también con bienes de alta densidad económica. En estos casos, el riesgo se relaciona con la existencia de un mercado gris de esta mercancía donde se comercializa a un precio más bajo comparado al del mercado formal. Por ello, los productos con demanda continua en el mercado gris son muy atractivos para los grupos criminales.

Según las estadísticas consultadas, las mercancías con mayor incidencia número de robos reportados son los productos terminados, lo que concuerda con la opinión de expertos y empresarios. La Tabla 8 muestra los productos más robados según FreightWatch (2013), durante el primer cuatrimestre del 2013 en México. Con base en esta información se definieron tres categorías: Alta, Media y Baja considerando el incremento del riesgo de robo por tipo de mercancía.

**Tabla 8.** Productos más robados primer cuatrimestre 2013.

Nivel	Tipo de mercancía	Porcentaje
Alto	Comida y bebidas	29%
	Material de construcción	19%
Medio	Químicos	8%
	Misceláneos	5%
	Autopartes	4%
	Cuidado personal	3%
	Casa y jardín	3%
	Electrónicos	2%
	Alcohol	2%
Bajo	Ropa y zapatos	1%
	Farmacéuticos	1%
	Tabaco	1%
	Otros	20%

**Fuente:** FreightWatch 2013.

Cabe señalar que en las estadísticas nacionales del transporte no hay registros anualizados del tipo de mercancía que circula por la red nacional de caminos, por lo tanto el impacto del robo por tipo de producto no puede medirse en términos relativos con respecto al total de los embarques transportados.

Por otra parte, los empresarios también reportaron robo de materias primas, que no aparecen en las estadísticas con dicha clasificación, lo que sugiere que el rastreo de robo de materias primas es un tema por estudiar, pues algunos de ellos son muy particulares, de gestión especializada y de desconsolidación difícil para su venta en el comercio minorista en el mercado gris. Esto coincide con la opinión de los expertos en que muchos de los robos se realizan por encargo y no de manera aleatoria.

## El factor humano

Este factor se refiere a la complicidad de empleados de la empresa transportista con los grupos criminales, al dar información sobre el contenido de los envíos, destino e itinerario. No es posible identificar este factor con los datos estadísticos; fue mencionado por 11% de los empresarios entrevistados, y en referencia sólo al conductor del vehículo.

Los empresarios consideraron la posible complicidad del conductor, suponiendo que se simula un asalto para luego vender la mercancía; sin embargo, esta complicidad también podría venir del personal de oficina que conoce la información sobre los envíos. Los expertos en la Gestión de Riesgos en la Cadena de Suministro (SCRM por sus siglas en inglés) coincidieron en la importancia de este factor, poniéndolo en primer lugar con el mayor peso.

Para este factor se definieron tres clasificaciones, para los transportistas:

- Empresas sin control alguno del personal que ingresa y maneja información de embarques.
- Empresas que limitan la contratación de operadores de unidades de carga solo a personal certificado con base en investigación de antecedentes y referencias comprobables.
- Empresas que realizan un diagnóstico del personal clave que maneja información de la empresa e investigan antecedentes y referencias previas a la contratación.

Para establecer su ponderación, se utilizó el Proceso de Jerarquización Analítica (PJA) con el software Expert Choice 11. El cuestionario para el factor humano se ve en la Figura 4.

**Figura 4.** Cuestionario de Factor Humano.

Model Name: Factores de riesgo																	
Compare the relative importance with respect to: Factor Humano (L, 330)																	
Circle one number per row below using the scale:																	
1=Equal	3=Moderate	5=Strong	7=Very strong	9=Extreme													
1 No aplicar controles	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Certificar solo operadores
2 No aplicar controles	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Identificar y certificar personal clave
3 Certificar solo operadores	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Identificar y certificar personal clave

**Fuente:** Elaboración Propia en Expert Choice 11.

Las importancias relativas respecto al riesgo de estas clasificaciones de empresas resultaron como sigue. No aplicar controles con 0.595, Calificar sólo a operadores con 0.279 e Identificar y certificar personal clave con 0.126. La mayor ponderación resultó para empresas sin control alguno del personal, y la de menor ponderación para empresas que hacen un diagnóstico detallado de su personal. Estos resultados son consistentes con la opinión de los expertos.

### **Carretera con o sin peaje**

Según los expertos, utilizar autopistas de peaje reduce el riesgo de robo, pues en las libres de peaje es más fácil escapar y ocultar la mercancía, mientras que la autopista de peaje está más vigilada y con acceso controlado. Esto se refleja en el requisito de las compañías aseguradoras, que exige que en las secciones del camino donde existan carreteras de peaje, éstas deberán elegirse, sobre otras opciones.

Cabe destacar que en las zonas urbanas se puede presentar alto riesgo de robo ya que transitar por áreas densamente pobladas obliga a los conductores a circular a baja velocidad, lo que facilita la intercepción de la unidad.

De los datos estadísticos de Recurso Confiable para 2010, se observó que además del Distrito Federal y Estado de México, los estados de Nuevo León y Jalisco muestran un alto número de robos en zonas urbanas.

Para evaluar el efecto del tipo de carretera se clasificaron las rutas como:

- Carretera de cuota: Rutas que pasan solo por autopistas de peaje, desde el origen al destino.
- Carretera libre de peaje: Rutas en que el recorrido completo es por carreteras libres de peaje.
- Mixto: Rutas con recorridos mixtos donde no se tiene la alternativa de autopista de cuota en su totalidad, con parte del recorrido sobre autopista libre de peaje.

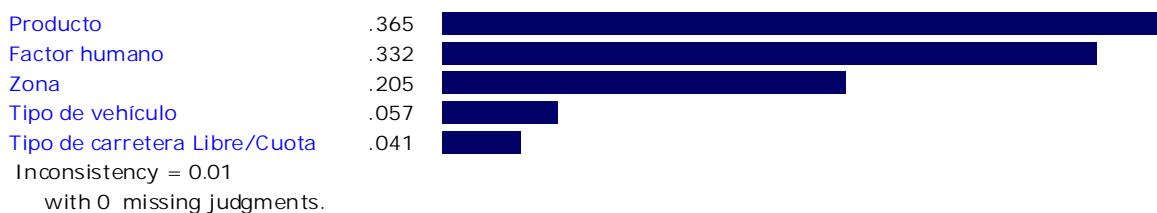
Aunque la discusión previa sugiere alguna influencia del tipo de carretera en el riesgo de robo, la calificación para este factor resultó baja. Según opinión de los expertos, una vez identificado el embarque como objetivo de robo, los ladrones buscarán un punto a lo largo de la ruta donde la unidad sea más vulnerable, por lo cual tomar una autopista de peaje motivará a los

grupos criminales a buscar otro punto donde interceptar la unidad para atracarla, más no desincentiva el robo.

### Ponderación de factores

La lista de factores de riesgo obtenidos se entregó al panel de expertos para ponderar su importancia al finalizar el método Delphi. Posteriormente con su ayuda y usando el software Expert Choice 11 se obtuvieron ponderaciones para los factores considerados más importantes. El resultado se muestra en la Figura. 5.

**Figura 5.** Ponderación de factores.



**Fuente:** Elaboración propia desarrollada con Expert Choice 11.

En esta figura se ve que la mayor ponderación es para el tipo de producto transportado, seguida del factor humano y de la zona por donde transitan los embarques. Las ponderaciones para tipo de vehículo y tipo de carretera en comparación con los tres primeros factores, no resultaron tan relevantes. El índice de inconsistencia de estas comparaciones, que estima la coherencia de los resultados es de 0.01, lejos del umbral del 10% como máximo propuesto en la práctica del PJA. Las ponderaciones para cada factor según sus propias categorías se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9** Ponderacion de factores

Factor de riesgo	Categorías	Ponderación
Factor producto	Alto	0.530
	Medio	0.308
	Bajo	0.162
Factor humano	No aplica controles	0.595
	Certifica solo operadores	0.279
	Identifica y certifica personal clave	0.126
Factor zona	Severo	0.389
	Alto	0.314
	Medio	0.192
	Bajo	0.105
Factor vehículo	Camión 3.5 toneladas	0.401
	Camión de dos ejes (C2)	0.039
	Camión de tres ejes (C3)	0.216
	Camión articulado	0.343
Factor carretera	Libre de peaje	0.393
	Con peaje	0.282
	Mixta	0.325

**Fuente:** Elaboración propia.

Las ponderaciones obtenidas indican el grado de importancia para el riesgo de cada una de las clasificaciones mostradas; a mayor ponderación, más relevancia para el riesgo.

Los índices de inconsistencia para estas comparaciones estuvieron entre 0.00179 y 0.070, también consideradas como indicativo de consistencia en los resultados.

### Evaluación del riesgo

Ya identificados los factores, su clasificación y ponderación, se integra una fórmula que obtiene un indicador del riesgo de robo como muestra la ecuación (1):

$$I_R = Pp + Hh + Z \sum_{j=1}^n A_j z_{aj} + Vv + Cc \quad (1)$$

Donde:

$I_R$  = Índice de riesgo.

$P$  = factor Tipo de Producto.

$p$  = Ponderación de riesgo del tipo de producto.

$H$  = Factor Humano.

$H$  = Ponderación de riesgo del factor humano.

$Z$  = factor Zona.

$A_j$  = porcentaje de la ruta en el Estado j-ésimo.

$Z_{aj}$  = Ponderador de riesgo en el Estado j-ésimo.

$V$  = factor Tipo de Vehículo.

$v$  = Ponderador de riesgo por tipo de vehículo.

$C$  = factor Tipo de Carretera.

$C$  = Ponderador de riesgo por tipo de carretera

Ejemplo:

La ecuación 2 nos muestra el cálculo del índice de riesgo de un embarque de calzado que recorre 60% de su ruta en Guanajuato y 40% de ruta en el estado destino de Aguascalientes, usando camión articulado, la empresa cuenta con conductores certificados y transita por autopista de cuota:

Con un resultado de:  $IR = 0.290527$

$$I_R = 0.365(0.308) + 0.332(0.279) + 0.205[0.6(0.314) + 0.4(0.192)] + 0.057(0.343) + 0.041(0.282) = 0.290527 \quad (2)$$

Este índice estima el riesgo al que están expuestos los embarques, permitiendo la comparación de riesgo entre los mismos y facilitando la toma de decisiones en la gestión de medidas y esquemas de seguridad en el transporte de carga.

Para tener una medida más apropiada de comparaciones y cálculos se normalizaron los valores para obtener una escala de 0 a 1. Los valores que se obtienen de la fórmula original varían en el intervalo [0.136272, 0.509705] y se decidió usar un método común para la tarea de normalización que se muestra en la ecuación 3.

$$n = \frac{i - i_{\min}}{i_{\max} - i_{\min}}, \quad i \in [0.136272, 0.509705] \quad (3)$$

Así,  $n$  toma valores entre cero y uno, el cual es un intervalo de valores más común. Este método no mantiene las proporciones pero es fácil de interpretar como el porcentaje del rango total de variación.

Este nuevo intervalo de valores podría malinterpretarse, ya que el mínimo valor de cero no significa ausencia de riesgo, así como el valor uno no implica un robo necesariamente. Para facilitar al usuario la interpretación de los valores del índice normalizado se definieron cuatro niveles de riesgo entre cero y uno como se muestra en la Tabla 10, así como un color de referencia a cada nivel.

**Tabla 10** Niveles de riesgo

Nivel	Color	Rango
Bajo	Verde	$0 \leq \text{índice} \leq 0.25$
Medio	Amarillo	$0.25 < \text{índice} \leq 0.5$
Alto	Naranja	$0.5 < \text{índice} \leq 0.75$
Severo	Rojo	$0.75 < \text{índice} \leq 1$

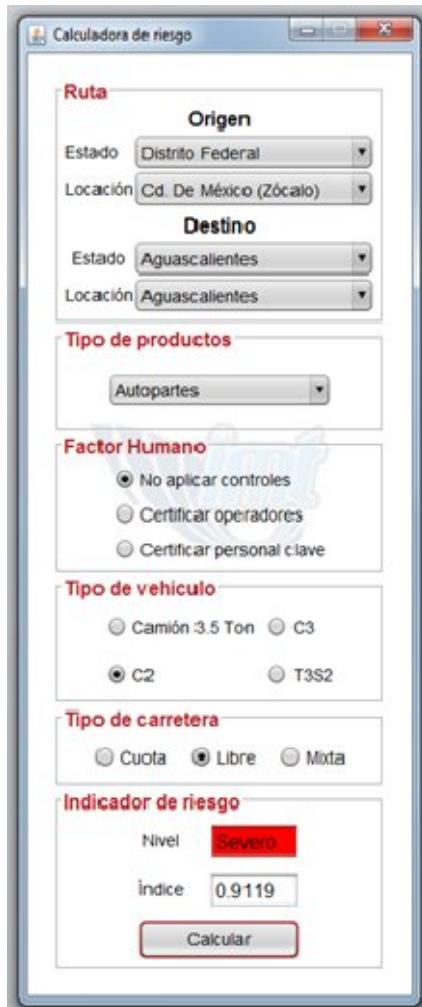
**Fuente:** Elaboración propia.

### Diseño de la aplicación Informática

Para facilitar el cálculo del índice de riesgo para un embarque y apoyar la toma de decisiones, se desarrolló la aplicación “Calculadora de índice de riesgo” cuya portada se ve en la Figura 6. Se buscó que la aplicación contara con una interfaz gráfica que fuera amigable con el usuario final y de esta forma facilitar la realización de cálculos. El desarrollo se hizo en Java7u45. La aplicación

es configurable permitiendo al usuario adaptar los parámetros de la ecuación y las bases de datos, conforme a las necesidades del usuario.

**Figura 6.** Calculadora de riesgo



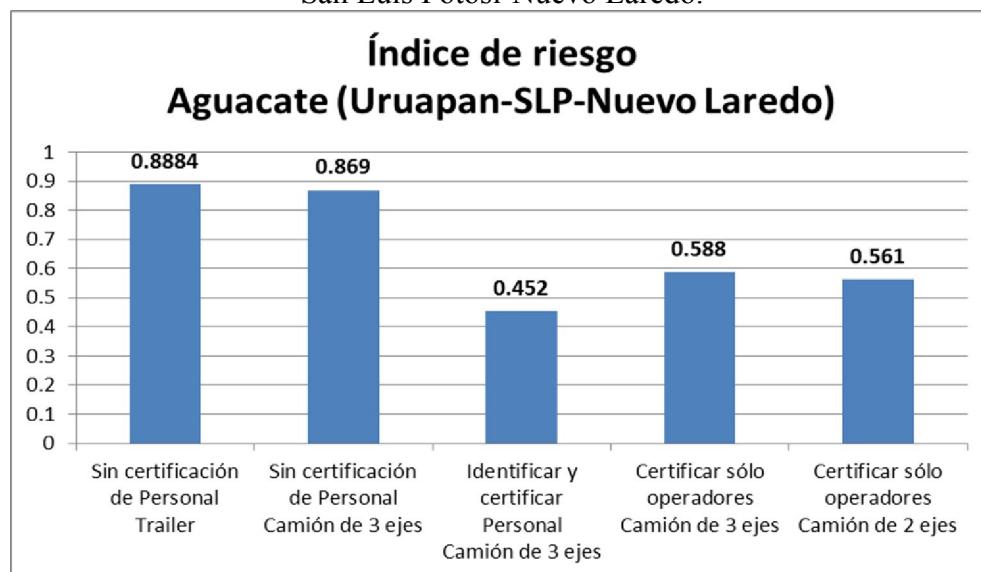
**Fuente:**Elaboración propia.

### Comparación de alternativas

Para evaluar el comportamiento del índice de riesgo, se utilizaron datos de embarques reales de siete empresas que transportan aguacate con origen en Uruapan, Michoacán, de las cuales cuatro reportaron haber sufrido robos en el último año. De estas empresas cinco utilizaban camiones articulados y el resto camión de tres ejes; seis de ellas tienen como destino la ciudad de Nuevo Laredo y una la Ciudad de México.

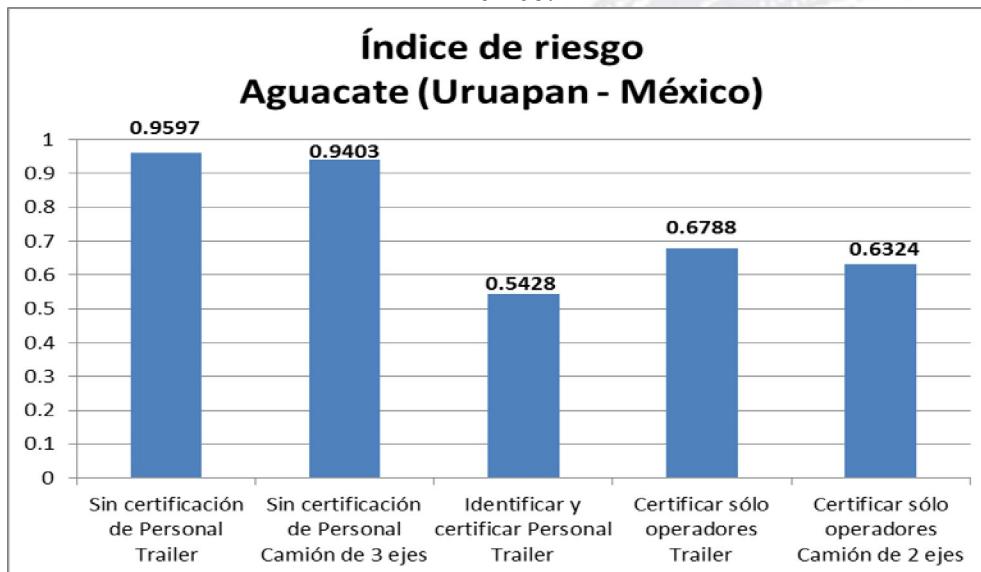
Los cálculos del índice (Figuras 7 y 8), mostraron mayor riesgo en la ruta hacia la Ciudad de México que en la ruta a Nuevo Laredo. Se evaluaron dos posibles rutas hacia Nuevo Laredo, resultando con mayor riesgo la que pasa por San Luis Potosí, aunque es la ruta más corta. En todos los casos el menor riesgo se alcanzó teniendo identificación y certificación del personal.

**Figura 7.** Índice normalizado de riesgo, para un embarque de aguacate con recorrido Uruapan-San Luis Potosí-Nuevo Laredo.



**Fuente:**Elaboración propia.

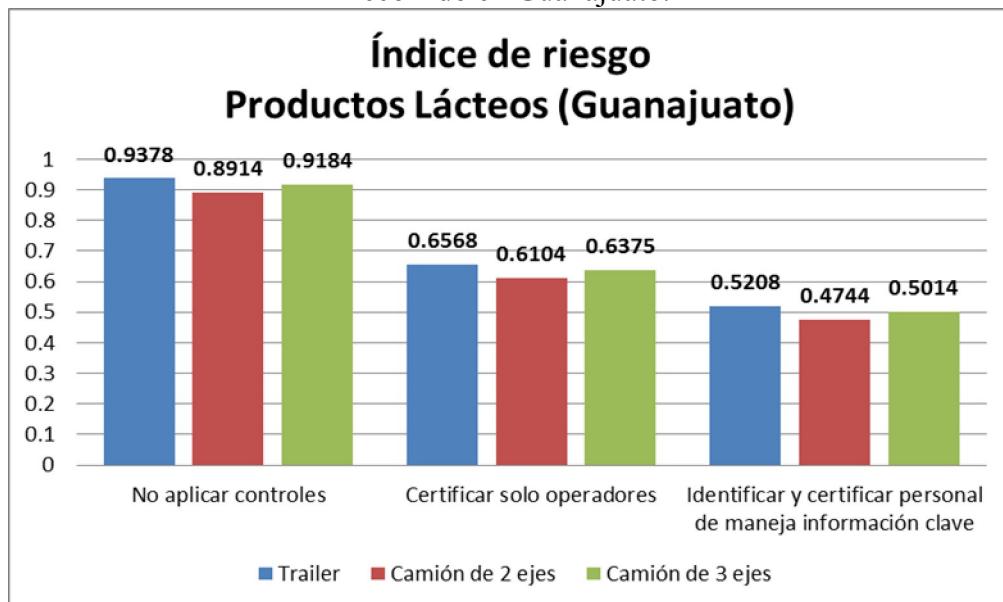
**Figura 8.** Índice normalizado de riesgo, para un embarque de aguacate con recorrido Uruapan-México.



**Fuente:**Elaboración propia.

Una segunda prueba con datos de embarques de productos lácteos en el estado de Guanajuato por carretera libre, se muestra en la Figura.9.

**Figura 9.** Índice normalizado de Riesgo, para un embarque de productos lácteos con recorrido en Guanajuato.



**Fuente:** Elaboración propia.

Los índices mostrados en la Figura 9 muestran consistencia en las evaluaciones, dando valores más altos de riesgo para las empresas que no tienen control alguno en su personal y los valores mínimos para empresas que identifican y certifican al personal clave que maneja la información de la empresa.

### Conclusiones

La herramienta propuesta es un primer paso para establecer una aplicación confiable sobre los riesgos de la cadena de suministros derivados del robo al autotransporte. No obstante, la metodología propuesta en este trabajo, tiene ventajas con respecto al enfoque tradicional de gestión del riesgo, la cual identifica y prioriza el riesgo con estimaciones subjetivas de los empresarios, sensibles a los sesgos cognitivos que llevan al tomador de decisiones a subestimar o sobre estimar el riesgo de un embarque.

A diferencia del método tradicional, aquí se propone una herramienta para aprovechar la información estadística y opiniones de expertos para estimar factores mediante una aplicación informática para que la estimación del riesgo en el transporte se realice rápidamente al interior de la empresa y así establecer políticas sobre las medidas de seguridad aplicables de acuerdo con el nivel de riesgo estimado.

El componente subjetivo en esta metodología, a diferencia de la tradicional, se basa en la opinión de un panel de expertos en seguridad de la cadena de suministro, los cuales tienen larga experiencia y han trabajado en esquemas de seguridad de diversas empresas. Las ponderaciones logradas por el panel de expertos son organizadas y jerarquizadas con el Proceso de Jerarquía Analítica, el cual genera un ordenamiento racional de los factores que refleja su importancia relativa en el riesgo de robo, y que es la base para el cálculo del índice de riesgo.

En este estudio se pudo observar la afirmación de Puljić (2010): "hay ciertos sesgos cognitivos que conducen a los distintos administradores a sobreestimar su propio conocimiento, las destrezas y su capacidad de influir en las circunstancias en las que trabajan y toman sus decisiones". Esto es de particular importancia en la gestión de la Cadena de Suministro de riesgos, pues la percepción del riesgo y las decisiones sobre la forma de tratar con él dependen en gran medida de la interpretación individual de la situación y las actitudes psicológicas de quien toma las decisiones.

Aunque esta propuesta se ha hecho para abordar el problema del robo de mercancías en México, enfocado a los tramos de transporte carretero; dicha metodología puede ser adaptada para otros eslabones de la cadena de suministro, como almacenes o centros de distribución, y para analizar diferentes riesgos como desastres naturales, tráfico ilegal o terrorismo, cuando la información estadística es escasa para apoyar la toma de decisiones.

La primera conclusión de este estudio es que, contrariamente a lo sugerido al principio por transportistas y usuarios del transporte, la ruta no es un factor determinante en el riesgo de robo, ya que el cambio de ruta para reducir el robo, no es efectivo en el largo plazo. En cambio, el tipo de mercancía, sí es un factor en el riesgo de robo y, tal vez, el factor principal.

Un factor no considerado en un principio que resultó de gran importancia, es la falta de control del personal de las empresas para evitar fugas de información. Esta validación no sólo debe aplicarse a los conductores de las unidades, igualmente importante es identificar al personal con acceso a información sobre los embarques. Los expertos también coinciden en que la empresa debe implementar procedimientos para asegurar la integridad de los datos y evitar su robo.

La correcta identificación de factores de riesgo del fenómeno de estudio podrá ser más cuantitativa a medida que se disponga de mayor número de datos estadísticos que permitan la aplicación del método de componentes principales, no obstante, la obtención de los principales factores de riesgo a través de esta metodología permitirá identificar datos de interés que deberán ser recabados al registrar futuros incidentes.

Como líneas de trabajo futuro están la validación estadística del índice calculado con la frecuencia de robos reales y considerar la influencia de la época del año en que se realiza el transporte de mercancías. Asimismo, queda pendiente el análisis del factor tiempo, considerando que un embarque que cruza grandes distancias pudiera ser más propenso a ser robado que un embarque de recorrido corto; igualmente, el horario en el que pasa por zonas de riesgo para identificar la planificación del horario pudiera tener influencia en el riesgo de robo.

## Agradecimientos

Se agradece al Instituto Mexicano del Transporte por el apoyo otorgado para la realización del proyecto de investigación así como a los empresarios y expertos entrevistados que aportaron datos indispensables para la investigación.

## Referencias

- Böhle, C., Hellingrath, B. y Deuter, P. (2014). Towards process reference models for secure supply chains, *Journal of Transportation Security*. Springer Science Business Media New York.
- Bueno, A. y Cedillo, M. (2014). Dynamic impact on global supply chains performance of disruptions propagation produced by terrorist acts, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Volume 61, Pages 1–12.

- Burgholzer, W., Bauer, G., Posset, M. y Jammernegg, W. (2013). *Analysing the impact of disruptions in intermodal transport networks: A micro simulation-based model Decision Support Systems*. 54 (4), Pages 1580-1586.
- Cavinato, J. (2004). Supply chain logistics risk -From the back room to the board room, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34 (5), 383-387.
- Cedillo, M., Sánchez, C., Vadali, S., Villa, J. y Menezes, M. (2014). Supply chain dynamics and the "cross border effect": The U.S.-Mexican border's case, *Computers and Industrial Engineering*. 72 (1), Pages 261-273.
- Chopra, S. y ManMohan S. (2004). Managing risk to avoid supply chain breakdown, *MIT Sloan Management Review*. Fall, 53-61.
- Curkovic, S., Scannell, T. y Wagner, B. (2013). Using FMEA for Supply Chain Risk Management, *Modern Management Science & Engineering*. Vol. 1, No. 2, 2013.1
- Dalkey, N. y Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts, *Management science*. 9(3), 458-467.
- Dalkey, N., Brown, B. y Cochran, S. (1969). *The Delphi method: An experimental study of group opinion*. (Vol. 3). Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Daultrey, S. (1976). *Principal components analysis*. Norwich: Geo Abstracts Limited.
- De la Garza, J., Morales, S., Blanca. N. y González, B. (2013), *Análisis Estadístico Multivariante*. 1<sup>a</sup> Edición McGraw-Hill Interamericana S.A.
- De la Torre, E., Martner, C., Martínez, J., Olivares, E. y Moreno, E. (2013). Analyzing risk factors for highway theft in Mexico, *WIT Transactions on the Built Environment*. 134, Pages 437-446.
- Tsamboulas, D. y Moraiti P. (2008). Identification of potential target locations and attractiveness assessment due to terrorisms in the freight transport, *Journal of Transportation Security*. 189-207.
- FreightWatch. (2011) *FreightWatch Annual Report Mexico Cargo Theft: 2010*. Austin, TX.
- Gu, Q., Tagaras, G. y Gao, T. (2014). *Disruption Risk Management in Reverse Supply Chain by Using System Dynamics*. International Conference on Management Science and Management Innovation. Atlantis Press: Changsha, China, 512-517.
- Gurrea, M. (2000). *Análisis de componentes principales*. Proyecto e-Math Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD).
- Hendricks, K. y Singhal, V. (2005). An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock Price and equity risk of the firm, *Production and operation Management*. 1(14), 35-52.
- Lai, V., Trueblood, R. y Wong, B. (1999). Software selection: a case study of the application of the analytical hierarchical process to the selection of a multimedia authoring system, *Information & Management*. 36(4), 221-232.
- Li, X., Chandra y Shiau, J. (2008). *Developing Taxonomy and Model for Security Centric Supply Chain Management*, Michigan: Department of industrial and Manufacturing systems engineering, University of Michigan.
- Linstone, H. y Turoff, M. (2002). *The Delphi Method. Techniques and applications*. 53.
- Martner, C., Morales, G. y De La Torre, E. (2005). *Cadenas logísticas de exportación en México*. Sanfandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte
- Okoli, C., y Pawlowski, S. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications, *Information & Management*. 42(1), 15-29.

- Pérez, G., González, R. y Ascencio, L. (2011). Seguridad de la cadena logística y su incidencia en la competitividad de Mesoamérica, *Boletín FAL - Facilitación del Comercio y el Transporte en América Latina*. Unidad de Servicios de Infraestructura de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL). N°300, 2011:8.
- Puljić, M. (2010). The influence of cognitive biases on managerial perceptions, *The 10th International Research Seminar*. United kingdom: Loughborough University, UK.
- Recurso Confiable (2011). *Estadísticas de robo 2010*. Recuperado de Recurso: [http://www.recursoconfiable.com/rep\\_sin\\_state.asp](http://www.recursoconfiable.com/rep_sin_state.asp).
- Rodrigues, V., Stantchev, D., Potter, A., Naim, M. y Whiteing, A. Establishing a transport operation focused uncertainty model for the supply chain, *International Journal of Operations and Production Management*. 2008: 388-411.
- Saaty, T. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process, *European journal of operational research*. 48(1), 9-26.
- Sánchez, G. (2003). *Técnicas participativas para la planeación*. Fundación ICA.
- Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública. (2013). *Secretariado Ejecutivo del Sistema nacional de Seguridad Pública*. Recuperado noviembre de 2013, de <http://www.secretariadoejecutivosnsp.gob.mx/>
- Sheffi, Y. (2011). Supply chain management under the threat of international terrorism, *The International Journal of logistics management*. 12, nº 2: 1-11.
- Speier, C., Whipple, J., Closs, D. y Voss, M. (2011). Global supply chain design considerations: Mitigating product safety and security risks, *Journal of Operations Management*. 29(7-8), Pages 721-736.
- Triantaphyllou, E. y Mann, S. (1995). Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges, *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*. 2(1), 35-44.
- Uhlig, S. (2008). *Managing disruptions in transportation systems*. Faculty of Economics and Business Administration, University Maastricht, Netherlands.
- Urciuoli, L. (2010). Drivers of Security in Distribution Networks- a Survey of Swedish, en *Proceedings of the 10th International Research Seminar on Supply Chain Risk*, de ISCRiM, editado por Samir Dani. UK.
- Willis H. y Ortiz, D. (2004). Evaluating the security of the global containerized Supply Chain. Santa Monica, C.A.: RAND.
- Wilson, M. (2007). *The impact of transportation disruptions on supply chain performance*. California: ELSEVIER.
- Young, R. y Esqueda, P. (2005). Vulnerabilidades de la cadena de suministros:consideraciones para el caso América Latina, *Revista latinoamericana de administración*. 34, CLADEA Bogotá, 63 - 78.