

SESION DE ORIENTACION ESTRATEGICA ST3

18 de septiembre de 2007 (p.m.)

GESTION DE RIESGOS: UN NUEVO ENFOQUE PARA MEJORAR LA SEGURIDAD

INFORME DE INTRODUCCION

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
MIEMBROS DEL COMITÉ QUE PARTICIPARON EN EL INFOME.....	3
1. INTRODUCCION.....	4
1.1. El Impacto Mundial de los Índices de Mortalidad y Daños Producidos en las Vialidades	4
1.2. Desastres Naturales y Creados por el Hombre.....	6
1.3. Un Enfoque de la Gestión de Riesgos	6
2. LA CIENCIA DE LA GESTION DE RIESGOS	7
2.1. Lexicón de Términos.....	8
2.2. Tipos de Riesgos	9
2.3. El Proceso de Gestión de Riesgos.....	10
2.4. Herramientas: Concepto de Análisis de Riesgo por Escenario (RAS, <i>Risk Analysis by Scenario</i>).....	13
2.5. Conjunto de Herramientas para la Gestión de Riesgos del Comité Técnico 3.2 de la AIPRC.....	15
3. SEGURIDAD VIAL.....	17
3.1. Una Estrategia Integral para Reducir los Riesgos	19
3.2. Mega-complejidad.....	20
3.3. Análisis de Riesgos para Tratar los Prototipos de Colisiones Fatales y el Sistema Ferroviario.....	21
3.4. Uso Práctico de la Identificación, Análisis, Evaluación y Tratamiento de Riesgos..	21
3.5. Mejoras en la Seguridad Vial para los Motociclistas	22
3.6. Las Vialidades y la Salud	23
3.7. La Necesidad de Contar con Datos Fundamentales y Veraces.....	24
4. SEGURIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA EN CASOS DE DESASTRE NATURAL O CREADO POR EL HOMBRE.....	25
4.1. Análisis de Riesgos para Mejorar la Seguridad de los Túneles de Carretera	28
4.2. Análisis de Riesgos en la Transportación de Materiales Peligrosos	31
4.3. Eventos Causados por el Terrorismo.....	31
4.4. Anticiparse a un Derrumbe Puede Hacer que Se Evite	34
4.5. Análisis de Riesgos para Mejorar los Estándares de las Columnas de Puentes	36
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38
CONCLUSIONES PRELIMINARES	42

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años, ha cobrado auge la importancia de tomar decisiones transparentes y bien fundamentadas, no solo las referentes a los riesgos tradicionales, sino de todas en general. En consecuencia, el campo de acción de la gestión de riesgos ha pasado de los temas tradicionales, tales como seguridad vial, seguridad de la infraestructura en casos de desastres naturales o creados por el hombre, calidad y eficiencia, a uno más general¹. Como disciplina, la gestión de riesgos comprende una secuencia repetitiva y estructurada de pasos para la identificación, análisis, evaluación y solución de riesgos. Dicho proceso forma un ciclo que se basa en la toma de decisiones para establecer un análisis y evaluación sistemáticos y continuos.

Al mismo tiempo, es necesario que la atención internacional se centre en reducir el índice de muertes resultante de los accidentes viales. Los desastres recientemente sucedidos – tanto los naturales como los creados por el hombre- han destacado la importancia de las vialidades y elevado nuestro sentido de vulnerabilidad. Los riesgos a los que están sujetas las carreteras del mundo son accidentes vehiculares, transporte de materiales peligrosos, vehículos sobrecargados, incendios de túneles, inundaciones, sismos, derrumbes, tormentas de viento, oleadas y marejadas, tsunamis, nevadas, erupciones volcánicas, avalanchas, desprendimientos de rocas, incendios forestales, niebla, hielo y sequía. Los eventos indirectos –tales como accidentes sucedidos cerca de las vialidades no producidos por los automovilistas, incendios, accidentes industriales y actos bélicos o de terrorismo- también pueden afectar las carreteras. Tanto para las naciones industrializadas como para los países en desarrollo es importante reducir los riesgos que conllevan los accidentes viales, así como los desastres naturales y creados por el hombre, que afectan las carreteras. La determinación de las opciones que resultan ser las más informadas con respecto a la asignación de recursos adecuada conforma el fundamento de la gestión de riesgos y constituye un enfoque científico de lo que con frecuencia es un proceso intuitivo.

El Comité Técnico de Gestión de Riesgos para las Carreteras (TC 3.2) es uno de los 18 que forman parte de la AIPRC. Dicho Comité avoca su labor de manera especial hacia la gestión integral de riesgos y lleva a cabo actividades adicionales de evaluación de riesgos, procesos de toma de decisiones y aspectos de seguridad de infraestructura. En el cumplimiento de su misión, el TC 3.2 ha participado activamente en diversas labores como son el lanzamiento de una encuesta internacional, la recopilación de buenas prácticas de gestión de riesgos, un manual de gestión de riesgos y la organización de seminarios internacionales con la finalidad de facilitar el intercambio de conocimientos.

¹ J. Hansen y L. Nilsson, *Risk Management: A New Approach To Improving Safety* (Gestión de Riesgos: Un Nuevo Enfoque para Mejorar la Seguridad), Informe Nacional Sueco, Sesión de Orientación Estratégica TS 3, (Borlänge, Suecia: Administración de Carreteras Sueca, 2007).

MIEMBROS DEL COMITÉ QUE PARTICIPARON EN EL INFOME

Sr. r. Hans-Joachim Vollpracht, Alemania

Dr. Michio Ohakara, Japón

Sr. Didier Lacroix, Francia

Sra. Gudrun OBERG, Suecia

Sra. Elizabeth Alicandri, Estados Unidos

Sr. Paul Pisano, Estados Unidos

Sr. Jesus Rohena, Estados Unidos

1. INTRODUCCION

La seguridad de las carreteras es una preocupación en todo el mundo. En virtud de que las muertes y los daños resultantes de los accidentes viales atraen cada vez más el interés mundial, numerosas organizaciones internacionales, así como instituciones nacionales o locales, están realizando esfuerzos para elevar la conciencia con respecto a los temas de seguridad de las carreteras, promover dicha seguridad en términos generales y reducir, de manera específica, los índices de mortalidad en las mismas. En parte, la Organización de las Naciones Unidas sensibilizó a la población sobre este grave problema con la aprobación de la Resolución 58/290², la cual demanda la cooperación de los estados miembros para abordar estas problemáticas.

1.1. El Impacto Mundial de los Índices de Mortalidad y Daños Producidos en las Vialidades

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha encontrado que el número de vehículos que transitan por las carreteras es elevado y va en aumento en los países miembros de esta organización, por lo que la reducción de accidentes en estas vialidades es un asunto de vital interés mundial³. De acuerdo con el Banco Mundial, cada año mueren más de 1.17 millones de personas en accidentes automovilísticos en todo el mundo y dichos eventos tienen un costo aproximado de 1 a 3% del producto nacional bruto (GNP) de un país. Estos son recursos que ninguna nación está en condiciones de perder. A nivel internacional, existen muchos grupos que están trabajando para sensibilizar a la gente sobre la problemática de la seguridad en las carreteras, promover dicha seguridad y reducir el número de muertes en las mismas.

La mayoría (aproximadamente el 70%) de los 1.17 millones de muertes provocadas por accidentes viales ocurren en los países en desarrollo, en donde las prácticas de gestión de riesgos y las herramientas asociadas (tales como bases de datos y programas – *software*- de diseño) son menos sofisticadas que en otras partes del mundo. Las causas de accidentes y muertes en las carreteras incluyen el acelerado incremento en el número de vehículos y conductores, infraestructura inadecuada, congestionamiento vehicular y acceso insuficiente a los servicios médicos. El 65% de los decesos corresponden a de peatones y de éstos, 35% son niños. Más de 10 millones de personas son heridos o lisiados cada año. Se calcula que, a menos que se tomen medidas urgentes, durante los próximos 10 años por lo menos seis millones morirán y 60 millones quedarán lisiados en los países en desarrollo. La mayoría de las víctimas de accidentes en carretera (lesiones y muertes) en dichos países no son los ocupantes de los vehículos motorizados, sino peatones, motociclistas, ciclistas y pasajeros de vehículos no motorizados.

² Naciones Unidas: Resolución adoptada por la Asamblea General, 58/289, <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N03/511/86/PDF/N0351186.pdf?OpenElement>.

³ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico: Libro de datos estadísticos de 2006 – Estadísticas Económicas, Sociales y Ambientales, <http://puck.sourceoecd.org/vl=4113641/cl=16/nw=1/rpsv/factbook/10-05-02.htm>.

Se estima que para el año 2020, los decesos en las carreteras de los países de bajos y medianos ingresos aumenten a 83%, en tanto que en las naciones con un nivel alto de ingresos, el número anual de dichas muertes se espera que tenga una disminución del 27%⁴. Se observó que los países africanos en conjunto exhibían un índice de mortalidad de aproximadamente 10% de las muertes mundiales en 1999, pero tan sólo 4% de los vehículos motorizados de todo el planeta⁵. El índice promedio de decesos en las carreteras durante el periodo de 1985-1986 a 1995-1996 (sin incluir a los dos países dominantes, Nigeria y Sudáfrica) fue de más de 40%, en comparación con los correspondientes a Europa Occidental y América del Norte, los cuales presentaron un decremento en el mismo periodo de aproximadamente 20%. Mientras las naciones en desarrollo determinan cómo asignar sus recursos, las estimaciones del costo nacional total de los accidentes en carretera ayudarán a sus gobiernos a darse cuenta de las pesadas pérdidas económicas en que incurren anualmente, así como los aspectos socio-económicos de los accidentes viales. Los gobiernos deben tratar de reducir dichas pérdidas mejorando la seguridad de las carreteras y considerar los costos inherentes como una inversión y no como un gasto. No obstante, por alarmantes que parezcan las estadísticas de mortalidad en las carreteras de países en desarrollo como las de África deben contemplarse en el contexto de otras causas de morbilidad, como el VIH/SIDA o la malaria. Si bien el registro de seguridad vial de África es el más desalentador del mundo en términos de muertes por vehículo, las otras muchas causas de mortalidad prematura en la región indican que es muy poco probable que la seguridad de las carreteras sea una de las principales prioridades médicas o políticas en cualquiera de los países con los más altos índices de mortalidad por este motivo. El intercambio de conocimientos a nivel internacional es decisivo para reducir las muertes y accidentes viales en dichas naciones.

El Comité Técnico de Gestión de Riesgos para las Carreteras (TC 3.2) es uno de los 18 que forman parte de la AIPRC. Dicho Comité avoca su labor de manera especial hacia la gestión integral de riesgos y lleva a cabo actividades adicionales de evaluación de riesgos, procesos de toma de decisiones y aspectos de seguridad de la infraestructura. De manera más específica, los tres temas estratégicos del TC 3.2 son introducir las técnicas de gestión de riesgos en el sector de las carreteras, introducir la gestión de riesgos en los megaproyectos y perfeccionar la seguridad de la infraestructura de los sistemas viales. En el cumplimiento de su misión, el TC 3.2 ha participado activamente en diversas labores como son el lanzamiento de una encuesta internacional, la recopilación de buenas prácticas de gestión de riesgos, un manual de gestión de riesgos y la organización de seminarios internacionales con la finalidad de facilitar el intercambio de conocimientos. En el informe final⁶ del TC 3.2 se encuentra disponible más información al respecto.

⁴ Organización Mundial de la Salud. *World Report on Road Traffic Injury Prevention: Summary* (Informe Mundial sobre la Prevención de Accidentes en las Carreteras: Compendio) (Ginebra, 2004).

⁵ Departamento de Transporte de Estados Unidos, Administración Federal de Carreteras: *Africa Road Safety Review Final Report* (Informe Final sobre la Revisión de la Seguridad de las Carreteras en África), No. PR/INT/2000, <http://safety.fhwa.dot.gov/about/international/africa/chap8.htm>.

⁶ Asociación Mundial de Carreteras: *Towards Development of a Risk Management Approach* (Hacia un Método para la Gestión de Riesgos), Versión de febrero de 2007, Informe Final del Comité Técnico de la AIPRC, Gestión de Riesgos para las Carreteras, 2007.

1.2. Desastres Naturales y Creados por el Hombre

Además de las inquietudes mundiales referentes a la seguridad de las vialidades derivadas de los accidentes, los recientes acontecimientos han despertado una creciente preocupación en relación al impacto de los desastres, tanto los naturales como los ocasionados por el hombre, en carreteras. En muchos de estos desafortunados eventos, el acceso a la infraestructura del transporte se daña o destruye en un momento en el que más se requiere para operaciones de rescate, ayuda y reconstrucción.

En la década de los años noventa, los ingenieros de carreteras de todo el mundo, influenciados por la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (IDNDR, *International Decade for Natural Disaster Reduction*), iniciativa de 1987 de la Organización de las Naciones Unidas, por su propia iniciativa establecieron contramedidas eficientes para prevenir y reducir los desastres naturales en las carreteras⁷. Reducir los riesgos de pérdida de vidas y sufrimiento humano, daños a propiedades e interrupción de las actividades sociales y económicas es la meta de la gestión de riesgos cuando se aplica a desastres naturales, como el devastador tsunami de 2004 en Sir Lanka que acabó con la vida de 35,322 personas y que se requerirán de 3 a 5 años proyectados y \$2.2 mil millones de dólares antes de que se vean completamente restablecidos los bienes y servicios⁸; y desastres provocados por el hombre, como el ataque terrorista del 11 de septiembre de 2001 al *World Trade Center* de Nueva York. Este último tipo de desastres puede ser accidental (por ejemplo, el derrame de materiales peligrosos en una carretera sumamente transitada) o, en el caso del 9/11, intencional. Independientemente de su causa, los desastres representan un potencial catastrófico de pérdida de infraestructura y vidas, así como la interrupción de la movilidad y los servicios básicos durante prolongados periodos.

En algunos casos, no es posible evitar construir carreteras en áreas expuestas a eventos naturales, como son sismos, deslave, nevadas, vientos huracanados o lluvia. A fin de estar preparados para mitigar éstos y otros riesgos, las dependencias que proporcionan los servicios esenciales deben contar con un proceso de identificación de riesgos y gestionarlos mediante su inhibición o reducción. Dicho proceso puede empezar con el conocimiento de la disciplina de la gestión de riesgos como una herramienta que sirva como fundamento para la toma de decisiones. De conformidad con lo mostrado en la siguiente sección, un proceso integral de gestión de riesgos es incluyente pero complicado, además de que se puede llevar a cabo de una mejor manera cuando se cuenta con datos exactos y contundentes.

1.3. Un Enfoque de la Gestión de Riesgos

Los riesgos para los usuarios de las carreteras son abrumadores: ¿cómo determina una autoridad de transporte en dónde concentrar sus esfuerzos? La determinación de las elecciones que representan las mejores y más informadas decisiones conforma la base de la gestión de riesgos y ofrece un enfoque científico de lo que a menudo se conoce como proceso intuitivo. Gestionar riesgos, particularmente los causados por desastres naturales o creados por el hombre que con frecuencia tienen una rápida evolución, por lo general es un intento por controlar lo desconocido antes de que suceda.

⁷ Asociación Mundial de Carreteras: Estudio sobre la Gestión de Riesgo para las Carreteras, 2005.

⁸ Asociación Mundial de Carreteras: Seminario Internacional sobre la Gestión de Riesgo para las Carreteras, abril 26- 28, 2006, Hanoi, Vietnam.

¿Cómo planifica una autoridad de transporte lo imprevisible? Si bien no es posible eliminar los riesgos, sí es una meta asequible el análisis y la evaluación de riesgos a fin de reducir al mínimo los resultados negativos. Como ya se mencionó con anterioridad, el Comité Técnico TC 3.2 ha puesto especial énfasis en la gestión de riesgos integral –con investigación adicional sobre los procesos de evaluación de riesgos y de toma de decisiones, al igual que aspectos de seguridad de la infraestructura- para lograr avances en las mejoras de las vialidades en todo el mundo, según se pudo observar en el informe final del TC 3.2⁹.

En los últimos años, ha cobrado auge la importancia de tomar decisiones transparentes y bien fundamentadas, no solo las referentes a los riesgos tradicionales, sino de todas. En consecuencia, el campo de acción de la gestión de riesgos se ha ampliado de los temas tradicionales como seguridad, calidad y eficiencia, a una gestión general¹⁰. Como disciplina, la gestión de riesgos comprende una secuencia repetitiva y estructurada de pasos para la identificación, análisis, evaluación y solución de riesgos. Dicho proceso, descrito en la Sección 2, forma un ciclo que se basa en la toma de decisiones para establecer un análisis y evaluación sistemáticos y continuos.

En las Secciones 3 y 4 se analiza la seguridad vial y la seguridad de la infraestructura en casos de desastre natural o creado por el hombre, respectivamente. En estas secciones se señalan algunos ejemplos de la gestión de riesgos relacionados con las carreteras, así como los logros y las deficiencias observados en todo el mundo. Asimismo, se mencionan las herramientas, técnicas y publicaciones relevantes.

2. LA CIENCIA DE LA GESTION DE RIESGOS

La gestión de riesgos facilita la buena toma de decisiones. Utilizada en el transporte, también ayuda a que las carreteras sean más seguras y mejora las operaciones de servicio y mantenimiento, incrementando de esta manera la completa seguridad de los usuarios.

La gestión de riesgos es un proceso complejo que posiblemente lo sea más al ser definido de manera distinta por diferentes industrias y países e, inclusive, por diferentes organismos dentro de la misma organización. Es necesario poder adaptar el proceso de gestión de riesgos de manera que responda a los valores y metas específicas de la organización para que tenga éxito. No obstante, esta misma flexibilidad puede llevar a usos diferentes de términos idénticos y crear confusión. Es dudosa la posibilidad crear un lenguaje común y sencillo para todos los propósitos. Sin embargo, los términos aquí definidos, ofrecen un punto de partida para entender cómo se utilizan en la gestión de riesgos en el contexto del transporte y en este documento.

⁹ Asociación Mundial de Carreteras: *Towards Development of a Risk Management Approach* (Hacia un Enfoque de la Gestión de Riesgos).

¹⁰ J. Hansen y L. Nilsson, *Risk Management: A New Approach To Improving Safety* (Gestión de Riesgos: Un Nuevo Enfoque para Mejorar la Seguridad), Informe Nacional Sueco, Sesión de Orientación Estratégica TS 3, (Borlänge, Suecia: Administración de Carreteras Sueca, 2007).

2.1. Definición de Términos

Riesgo es un concepto humano, un resultado posible y por lo general negativo que difiere de una condición deseada. Puede ser la exposición a lesiones, daños o pérdidas, o la incertidumbre con respecto a consecuencias potencialmente dañinas asociadas con algún evento.

Los métodos para gestión de riesgos son enfoques específicos aplicados a un problema o situación.

Las auditorías de riesgo son un método para identificar las causas, frecuencia y consecuencias de los riesgos. Las auditorías de riesgo deben incluir la identificación de proyecto, el trabajo de auditoría realizado por un equipo interdisciplinario, información previa a la auditoría, una revisión de campo, o revisiones múltiples bajo diferentes condiciones, análisis, informes y la implementación de los hallazgos, según sea conveniente.

El *plan de gestión de riesgos* debe proponer medidas apropiadas y eficaces para controlar y tratar los riesgos. Debe incluir un programa de aplicación y definir las responsabilidades del personal. Debe ser flexible y con revisiones y actualizaciones periódicas.

Flexibilidad es la habilidad para recuperarse de consecuencias negativas. Una recuperación pronta indica una gran flexibilidad.

Tolerancia es el nivel de comodidad bajo riesgo o alguna situación, la disponibilidad de aceptar una situación o solución no perfecta.

Los eventos de riesgo son incidentes o eventos que amenazan el statu quo y pueden ser naturales o creados por el hombre.

Los modelos de gestión de riesgos son utilizados para predecir riesgos.

La Gestión de riesgos fue definida por la Guía ISO/IEC 73:2002 como “las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto al riesgo”¹¹. De manera más específica, la gestión de riesgos es el proceso estructurado para identificar, analizar y evaluar los riesgos, así como tomar decisiones basadas en metas, vulnerabilidad, flexibilidad, tolerancia, conocimientos y experiencias. Se centra específicamente en estrategias para evitar, reducir o mitigar el riesgo. Transmite la posibilidad de que existan desviaciones negativas del estado deseado. La gestión de riesgos incluye la determinación cultural, estructural y orientada a un proceso de oportunidades potenciales. Cada decisión requiere un análisis relevante, tratamiento y seguimiento continuo.

La identificación de riesgos coloca el riesgo en un contexto. Puede iniciar con un problema o la identificación de la fuente de un problema. Los métodos convencionales para identificar un riesgo se basan en objetivos, escenarios, categorías, listados o gráficas de riesgo. Los activos críticos deben identificarse y catalogarse en términos de condición y puntos vulnerables. En términos de transporte de carretera, los activos críticos pueden incluir, autopistas, carreteras, túneles y puentes.

¹¹ International Organization for Standardization: ISO Guide 73: Risk Management—Vocabulary—Guidelines for Use in Standards, 2002.

a valoración de riesgos es el proceso de determinación de *análisis y evaluación*. El *análisis de riesgos* utiliza la información y experiencias disponibles para determinar la probable frecuencia y magnitud de un evento. La probabilidad de incidencia y el impacto potencial pueden ser difíciles de determinar, pero son factores importantes que deben ser tratados en las evaluaciones.

La valoración del riesgo se puede expresar como una ecuación matemática:

$$R = O \times V \times I$$

en donde,

O = Factor de incidencia—o la posibilidad de que un evento suceda sobre un blanco.

V = Factor de vulnerabilidad—la debilidad o sensibilidad del blanco ante un peligro.

I = Factor de importancia—la consecuencia del daño o pérdida.

En términos de riesgos de seguridad vial, estos factores de valoración de riesgos muestran atributos especiales. El suceso es más probable si el blanco es atractivo, altamente visible y con la probabilidad de generar gran publicidad, y si tiene una historia de amenazas o ataques anteriores. La vulnerabilidad refleja el grado anticipado de daño, tiempo de baja esperado, número de víctimas y otras variables.

La importancia de un blanco se mide por la consecuencia de pérdida, sin importar el tipo de peligro. Además del costo y tiempo que se requieren para re-construir o reemplazar, la pérdida de ingresos y el efecto en la economía regional y los servicios críticos, la importancia también se puede evaluar en términos de la población expuesta, valor militar, valor histórico o cultural, pérdida de uso y otros factores.

La valoración del riesgo compara los niveles de riesgo, consecuencias y opciones contra un estado o estándar predeterminado y deseado. Las consecuencias, tanto menores como catastróficas, se relacionan con la tolerancia al riesgo o nivel de riesgo aceptable. Las opciones son oportunidades para evitar el riesgo o estrategias para mitigarlo. Las opciones relacionadas con la prevención o reducción y mitigación deben ser investigadas. Un análisis estructurado del costo-beneficio debe reflejar factores políticos, sociales, de comportamiento, económicos y de ingeniería, así como la asignación de recursos y aplicación de estrategias.

El tratamiento del riesgo puede resultar en la evasión, reducción con el caso especial de eliminación, retención y transferencia del riesgo.

2.2. Tipos de Riesgos

Existen herramientas para la gestión de riesgos, tales como la HARM (*Highways Agency Risk Management*) de Inglaterra y el PSC (*Public Sector Comparator*) y el PPC (*Public-Private Comparator*) de los Países Bajos, que se utilizan para protegerse de gastos excesivos en proyectos de inversión y garantizar estimaciones de costo y tiempo más precisas para la construcción de carreteras.¹²

¹² U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration: Risk Assessment and Allocation for Highway Construction Management, Report No. FFHWA-PL-06-032, Washington, D.C., 2006.

Sin embargo, en este documento, la gestión de riesgos no se centra en metas financieras, sino en su potencial para reducir el impacto de los riesgos de la seguridad vial y la de la infraestructura de las carreteras en todo el mundo. Los riesgos se pueden categorizar utilizando una variedad de esquemas, pero en este trabajo se conceptualizan como de origen natural o creados por el hombre.

Los riesgos también pueden ser vistos como una cadena de eventos que detona la pérdida de activos o valores existentes. El riesgo de una oportunidad perdida es la no realización de planes y esfuerzos. De acuerdo con esta teoría, la gestión de riesgos, como se lleva a cabo en Suecia, implica valorar los riesgos y equilibrarlos con las oportunidades de manera que se puedan percibir como lo más favorable.¹³

2.3. El Proceso de Gestión de Riesgos

El proceso de gestión de riesgos ofrece una estructura formal y lógica para la toma de decisiones. Puede ser adaptado a diferentes metas, valores y organizaciones. No existe ningún método único que se adapte a todas las situaciones. La flexibilidad del proceso provee múltiples formas para tratar distintos aspectos de la gestión de riesgos.

La Figura 1 muestra el proceso general de la gestión de riesgos que ha sido adoptado ampliamente por diversos países alrededor del mundo. Las diferentes autoridades de transporte tratarán la gestión de riesgos de diferentes formas, asignando prioridades de acuerdo a lo que es más importante para su organización. Este proceso se puede diseñar apegándose a las circunstancias específicas de las distintas organizaciones responsables de las carreteras.

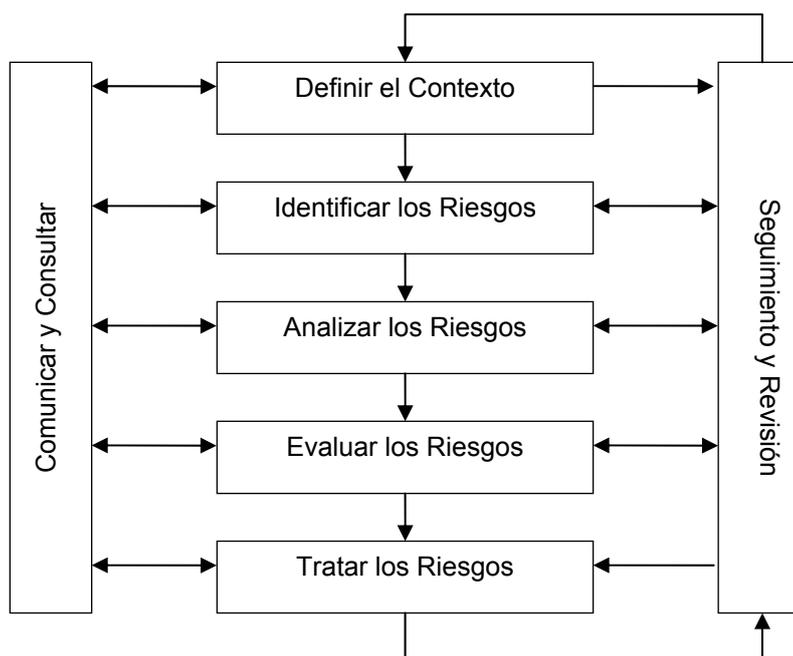


Figura 1. Proceso de Gestión de Riesgos¹⁴

¹³ J. Hansen and L. Milsson. Risk Management: A New Approach To Improving Safety.

¹⁴ Source: Adapted from Towards Development of a Risk Management Approach, February 2007 version, Final Report from PIARC TC 3.2.

Definir el Contexto

Las autoridades de transporte trabajan con otras dependencias para definir una estructura organizacional y legislativa. La labor más importante de dichas autoridades es la de identificar a todos los grupos de interés a los que tal vez necesite consultar, elaborar planes y cooperar durante la evaluación de los riesgos y la aplicación de las medidas de emergencia. La gestión de riesgos debe ser llevada a cabo por las autoridades de transporte tomando en cuenta las funciones y capacidades de las unidades organizacionales y, sobre todo, de manera coordinada a fin de cumplir con los objetivos estratégicos de la dependencia y mantener comunicación con los grupos de interés. El contexto de la gestión de riesgos debe definirse de conformidad con estos parámetros.

Identificar los Riesgos

Una vez definido el contexto, las autoridades de transporte tal vez procedan a inventariar e identificar sus riesgos individuales, como pueden ser los objetivos, prerrequisitos, presupuestos, aspectos de ejecución, planes o activos de cualquier tipo (físico o intangible) que pueden verse interrumpidos o destruidos por causa de eventos desafortunados con resultados negativos.

Este proceso debe brindar la seguridad de que todos los riesgos sean identificados. Asimismo, debe considerarse la posibilidad de la existencia de eventos raros o inusuales y actos deliberados de guerra o terrorismo: ¿Qué puede pasar? ¿Cómo y por qué podría pasar?

Las herramientas y técnicas de este proceso incluyen listas de revisión, apreciaciones, experiencia, registros, diagramas de flujo, gran creatividad, análisis de sistemas y de situaciones, al igual que técnicas de ingeniería de sistemas. En términos generales, los riesgos naturales son más fáciles de identificar y traducir a la magnitud del evento, en comparación con la frecuencia de incidencia. Los riesgos cuya causa es atribuible a actos humanos son, con frecuencia, más difíciles de identificar, especialmente con los nuevos sistemas de transporte desarrollados en las últimas décadas, en donde no se cuenta con antecedentes para calcular el efecto de eventos inusuales y sumamente desafortunados.

Los criterios para evaluar los riesgos también deben determinarse en esta etapa, los cuales pueden incluir:

- operativos
- técnicos / de ingeniería
- financieros
- legales
- sociales / políticos
- ambientales

Algunos de estos criterios pueden ser establecidos por las autoridades de transporte, en tanto que otros deben ser impuestos por la legislación o la política o mediante consulta pública. Se debe tener cuidado para mantener un equilibrio de criterios.

Analizar los Riesgos

El análisis de riesgos debe conformar el fundamento de las decisiones sensatas que apoyarán la gobernabilidad. Deberá ser la parte primordial de lo que podría denominarse un sistema de preparación¹⁵. En virtud de que la gestión de riesgos por lo general depende de la información proporcionada por otros sistemas de gestión, es en este punto en que resulta indispensable identificar otros sistemas y procedimientos técnicos de gestión a fin de controlar los riesgos y evaluar las fortalezas y debilidades de dichos sistemas. Los errores o desviación en la aplicación de los mismos se verán reflejados en el proceso de la gestión de riesgos.

Los riesgos nunca podrán reducirse a cero, únicamente hasta un “nivel aceptable”. Los objetivos de este análisis son el de diferenciar los riesgos menores (y permisibles) de los mayores –los cuales requieren cierto control (para reducirlos o evitarlos)- y proporcionar datos que ayuden en la evaluación y las medidas de solución. En esta fase del proceso de gestión de riesgos es posible y muy conveniente aplicar la precisión de la ecuación matemática y de probabilidad al factor de riesgo, ya que de otra forma sólo sería subjetiva. Los riesgos son calculables y, mediante el uso de un árbol de decisión aceptable, es posible llegar a una decisión sensata y conveniente. Los códigos de diseño de estructuras que emplean métodos de probabilidad y límites de resistencia generalmente tienen definidos claramente los riesgos en términos de probabilidad de incidencia (por ejemplo, una inundación en 100 años, con una probabilidad anual de incidencia de 0.01) y “resultados definidos aceptables” o límites de resistencia (por ejemplo, daño limitado o demolición). En términos generales, los riesgos se medirán a través de dos variables: frecuencia (por ejemplo, una inundación en 100 años) y severidad (por ejemplo, crecida de tres metros por arriba del promedio). Con el uso de herramientas de medición, los riesgos identificados se pueden evaluar calculando o estimando la magnitud y frecuencia de los eventos, de manera independiente o combinada. Para ello, es necesario conocer dos conceptos estadísticos básicos: la media y la desviación. Dichos conceptos se utilizan para describir un suceso o evento particular en condiciones “normales” o promedio (media) y establecer una escala de posibles desviaciones de la norma. La desviación denota el riesgo inherente a las decisiones tomadas en base a la media. Por lo tanto, se requiere medir el riesgo para conocer no solo la frecuencia y severidad de un fenómeno, sino también su desviación potencial de la media.

Cabe destacar que la disponibilidad de los datos que se comparten internacionalmente, en particular los referentes a eventos raros pero importantes, son de gran ayuda para las autoridades de transporte que llevan a cabo análisis estadísticos realistas. Por ejemplo, los datos sobre choques automovilísticos de un gran número de sistemas similares en distintos países ofrecen un contexto más amplio a partir del cual se pueden basar las conclusiones. Las fuentes de datos pueden incluir:

- registros anteriores
- experiencia y juicio de los expertos

¹⁵ H. Hansen y L. Milsson. *Risk Management: A New Approach To Improving Safety* (Gestión de Riesgos: Un Nuevo Enfoque para Mejorar la Seguridad).

- práctica y experiencia
- encuestas y literatura publicada relevantes
- modelos de sistemas y análisis informáticos
- experimentos y prototipos

Evaluar los Riesgos

La evaluación de riesgos implica comparar el nivel de riesgo detectado durante el proceso de análisis con los criterios previamente establecidos. El análisis de riesgos y los criterios empleados en una evaluación deben ser del mismo tipo (cualitativos y cuantitativos). El producto de un estudio de evaluación de riesgos es una lista de prioridades que permite decidir las acciones que habrán de realizarse. Deben tomarse en cuenta los objetivos de la organización y el grado de oportunidad que podría resultar de la decisión de tomar el riesgo. Se debe considerar los costos y beneficios para todos los grupos de interés y la comunidad, no sólo para la organización dedicada a la gestión de carreteras.

Tomar acciones con respecto a los Riesgos

Las opciones típicas, que no necesariamente son mutuamente exclusivas o siempre apropiadas, incluyen:

- Evitar el riesgo al decidir no continuar con la actividad o proyecto que lo genera (siempre que dicha decisión resulte práctica).
- Reducir la probabilidad de incidencia mediante sistemas y procedimientos técnicos y de gestión adecuados.
- Reducir las consecuencias a través de la planificación, diseño, construcción, definición de estándares, planificación de gestión de desastres, etcétera.
- Transferir el riesgo. (Esto únicamente es apropiado para pérdidas financieras por medio de seguros. No es práctico transferir el riesgo de muerte o accidente.)
- Correr el riesgo y planificar enfrentar las consecuencias si éste ocurre.

2.4. Herramientas: Concepto de Análisis de Riesgo por Escenario (RAS, *Risk Analysis by Scenario*)

El análisis de riesgo por escenario, de conformidad con lo aquí descrito, es un modelo o metodología universal básica para analizar riesgos. Dicha metodología debe ajustarse, adaptarse o enmendarse para aplicaciones especiales. Por lo tanto, los datos o herramientas de otros métodos o modelos desarrollados para otras situaciones podrían y deberían usarse como apoyo o, si se usan de manera separada, estructurarse o presentarse posteriormente de acuerdo con el modelo.

En general, un escenario es la descripción de una situación futura basada en una actual y el trayecto o transición presumible de dicha situación presente al futuro. Para fines de esta presentación, cada conjunto de intereses, peligros y factores de riesgos conforman un escenario. Se centra la atención en cada interés de manera independiente para su análisis. A continuación se describe lo que esto significa y la manera en la que se lleva a cabo tal análisis.

Centro de Atención o Focus

El punto central es un "interés" específico que se crea o mantiene a lo largo de las actividades realizadas por una organización. Aquí, un interés podría ser un objetivo, requisito previo, presupuesto, aspectos de ejecución, planes o activos de cualquier tipo, físicos o intangibles. Es una parte crucial del análisis de que evalúa la sensibilidad de una organización (es decir, sus recursos, operación y desempeño) ante desviaciones o daños.

Peligros

La fuerza que resulta potencialmente nociva para un interés se conoce como "peligro". Dicho concepto debe asumirse en el sentido más generalizado posible. Lo que constituye un peligro varía dependiendo de la naturaleza del interés.

Factores de Riesgo

En este ámbito, las causas de los peligros se llaman "factores de riesgo" y se ven como contribuyentes. La causa de un peligro puede depender de uno o más factores de riesgo. Algunos de éstos tal vez tengan que estar presentes de manera combinada para detonar el peligro. Es posible que el surgimiento de dichos factores sea afectado por medidas preventivas.

Cadena de Eventos

Esta metodología de análisis de riesgos se denomina "por escenario" debido a que analiza una cadena de eventos que inicia con el surgimiento de un peligro y un interés que se encuentran en una situación de daño y termina con la evaluación del daño total resultante. En consecuencia, es necesario describir, con precisión suficiente para el análisis en cuestión, lo que pasa desde el inicio hasta el final. El escenario puede y debe incluir estimaciones y cálculos relevantes, además de poder repetirse con un número de variaciones que permita producir distintos resultados (caso afortunado = mínimo; típico = moda; sumamente desafortunado = máximo).

Una cadena de eventos es la representación de la teoría de causa y efecto. En dicha cadena, toda trayectoria ascendente a partir de un punto específico se considera una causa y toda trayectoria descendente, un efecto o consecuencia. Todo depende del punto seleccionado. Con frecuencia, el término "consecuencia" se utiliza para definir el impacto o la magnitud, lo cual constituye otro aspecto.

Proceso

El proceso de análisis se describe en la Figura 2. La parte esencial es decidir el plan de acción a seguir para los riesgos más altos y efectuar un seguimiento para observar que el plan se ejecute. A fin de facilitar el análisis, se incluyen algunas guías, entre las que se encuentran las guías para clasificar los riesgos mediante una matriz universal dada, según se indica en el diagrama. Sin embargo, el grupo de interés principal debe determinar (calibrar) dicha matriz.

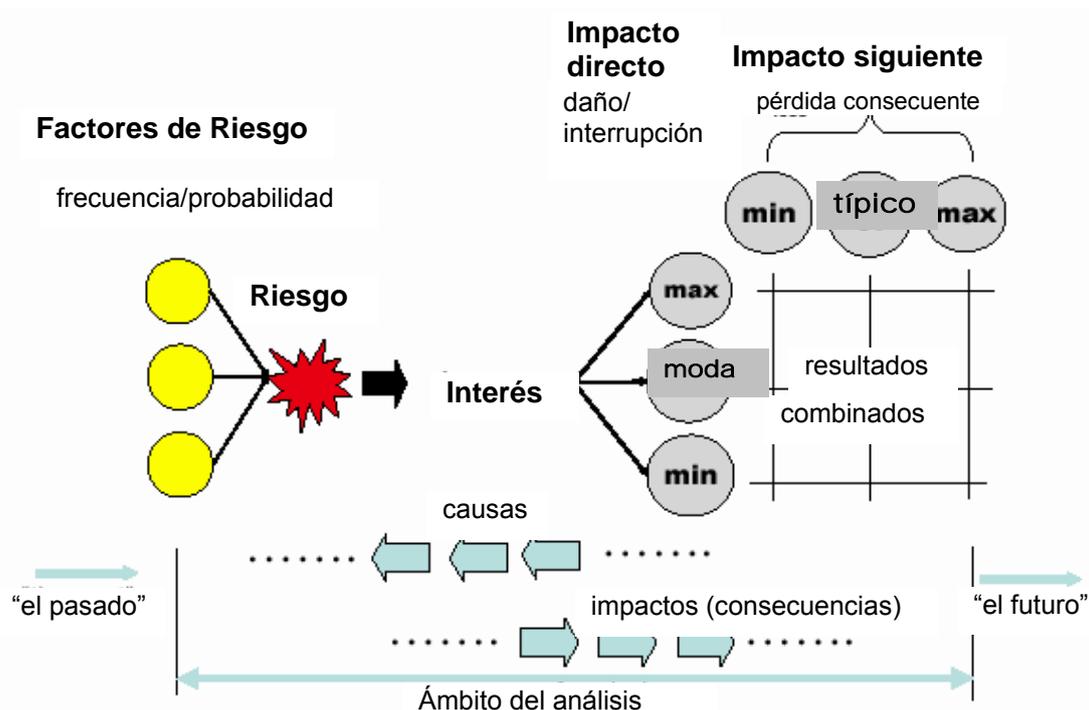


Figura 2. Proceso del Análisis de Riesgos por Escenario

2.5. Conjunto de Herramientas para la Gestión de Riesgos del Comité Técnico 3.2 de la AIPRC

Según se mostró, el proceso de gestión de riesgos es sumamente amplio y complejo. El conjunto de herramientas técnicas para la gestión de riesgos del Comité Técnico 3.2 incluirá las mejores prácticas internacionales. El comité empezó a conjuntar dichas herramientas con la realización de dos encuestas internacionales entre los países miembros con la finalidad de evaluar el nivel de aplicación de los principios de la gestión de riesgos como una herramienta para mejorar el sistema de carreteras.

Del total, 23 países respondieron 25 preguntas de la primera parte de la encuesta. (Se recibieron dos respuestas de Canadá y Noruega.) Contrario a lo que se esperaba, hay más países que cuentan con modelos generales para la gestión de riesgos que los que han desarrollado políticas o guías al respecto. Se encontró que el 76% (19 de 25) incluye la gestión de riesgos en el sistema de toma de decisiones de su organización; 53% (13 de 25) cuenta con guías o directrices, y 60% (15 de los 25) tiene modelos generales. La gestión de riesgos para proyectos de redes viales es utilizada por el 68% (17 de los 25) en lo que concierne a planificación, 80% (20 de 25) para proyectos de infraestructura y 32% (8 de los 25) tienen modelos de gestión de riesgos específicos para las redes de carreteras. Los modelos de presupuesto de calidad total son empleados por el 36% (15 de los 25 países). De las naciones que respondieron a la encuesta, el 68% (17 de 25) usan métodos de gestión de riesgos para estudios detallados referentes al medio ambiente, transportación de materiales peligrosos y construcción de carreteras, túneles y puentes. Para proyectos específicos, el 76% (19 de 25) de los países consideran los aspectos de seguridad de la infraestructura durante la etapa de diseño, 72% (18 de los 25) en la de planeación y 76% (19 de 25) en la fase de operación.

Los inventarios se revisan fácilmente de manera electrónica y proporcionan información general sobre las tecnologías/herramientas, uso, costos y otros aspectos de construcción. El resumen de cada inventario ayuda a los encargados de tomar las decisiones a adoptar las mejores tecnologías/herramientas para gestionar los riesgos; además de que promueve la transferencia de tecnología a otros países. Los anexos contienen información adicional.

Actualmente, se encuentran disponibles 115 formatos de inventario para la gestión de eventos naturales y 11 para eventos creados por el hombre. Se planea presentar ejemplos adicionales de los distintos países, así como otros formatos, y se espera que el conjunto de herramientas continúe creciendo. Estos formatos se distribuirán de manera electrónica y en fotocopias.

3. SEGURIDAD VIAL

La seguridad vial se ha reconocido a nivel internacional como un tema de interés que cada día cobra mayor importancia. La Organización Mundial de la Salud, el Banco Mundial y la Organización de las Naciones Unidas han centrado su atención de manera particular en este problema, al igual que otros organismos regionales y nacionales. Además de la Asociación Mundial de Carreteras, la Asociación de las Naciones del Sureste Asiático, la Unión Europea, la Organización Internacional de Seguridad Vial, la OCDE y muchos otros organismos están tratando el problema, el cual ha llegado a niveles críticos en algunas áreas.

Los datos de la OCDE muestran que en el año 2004, las muertes por millón de habitantes oscilaron de 240 en la Federación Rusa a 50 en los Países Bajos. Sin embargo, los índices han disminuido en todos los demás países, con marcados descensos en Portugal, Nueva Zelanda, Hungría, Luxemburgo y Francia. La OCDE advierte que las tasas de mortalidad en las vialidades por millón de habitantes son un indicador ambiguo de la seguridad vial, en virtud de que el número de accidentes depende en gran medida del total de vehículos en cada nación. Los índices por millón de vehículos se ven afectados por los hábitos de uso del automóvil, las legislaciones de tránsito y la eficacia de su ejecución, el diseño de las vialidades, así como otros factores cuyo control está a cargo de los gobiernos. En 2004, los porcentajes de mortalidad por millón de vehículos fueron de menos de 110 en los Países Bajos, Suecia, Noruega y el Reino Unido, pero superiores a 400 en Polonia, Hungría, Corea y Turquía, y mayores a 1,200 en la Federación Rusa¹⁷.

Los datos referentes a decesos en accidentes viales con frecuencia caen en categorías que tienen relación con tres causas: el conductor, la vialidad o el vehículo. Las muertes relacionadas con el conductor representan el 93%, con la vialidad el 34% y con el vehículo 12%¹⁸, con algunas combinaciones de causas. Este es un estimado bruto, además de que no todos los países muestran las mismas tendencias de mortalidad y accidentes viales, cuyos índices son superiores en la mayoría de las naciones con bajos y medianos ingresos. El Departamento de Transporte Vial y de Carreteras de India informó 282,600 accidentes en 1990 y 429,800 en 2004 –un incremento de 52%. En el mismo periodo, los daños subieron de 229,700 a 464,600, un aumento del 102%.

¹⁷ OCDE: Datos estadísticos de 2006 la OCDE – Estadísticas Económicas, Sociales y Ambientales.

¹⁸ E. Alicandri. *Road Safety Fundamentals* (Fundamentos de la Seguridad Vial) (documento presentado en el Seminario Internacional sobre Seguridad Vial, Lome, Togo, octubre de 2006).

Las muertes se elevaron de 54,100 a 92,500, lo cual equivale a un incremento de 71%. África, como región, revela el índice de mortalidad más desalentador del mundo con 28 muertes por cada 100,000 habitantes –los accidentes viales son la segunda causa de muerte de personas de 5 a 44 años de edad¹⁹.

En Estados Unidos, en comparación con los datos antes expuestos, el índice de mortalidad es de 1.5 muertes por cada 100 millones de millas recorridas²⁰. El número de decesos en accidentes viales durante el periodo 1995–2005 aumentó en 1%. Los daños por esta causa disminuyeron a casi 2.7 millones en 2004, último año del que se tienen datos, de una estimación de 3.5 millones en 1995. Las millas recorridas por vehículo ascendieron 22% -a casi 3 billones en 2005 de aproximadamente 2.5 billones en 1995²¹. Si bien el número de millas recorridas por vehículo se ha incrementado de manera significativa, el total de accidentes ha bajado, con un importante descenso en daños. Al mismo tiempo, el número de choques y muertes ha aumentado. La conclusión es que mucha más gente está viajando por carretera en Estados Unidos y que si bien son menos los accidentes por millas recorridas por vehículo, también son más severos.

Es importante mejorar la seguridad vial tanto en las naciones industrializadas como en los países en desarrollo. Por ejemplo, la meta de la Unión Europea de salvar 25,000 vidas anualmente para el año 2010 y la “*Road Safety Vision 2010*” (Visión de la Seguridad Vial para el 2010) de Canadá, que tiene como objetivo nacional hacer que las carreteras canadienses sean las más seguras del mundo²², son muestras representativas de muchos programas ambiciosos que buscan aumentar la seguridad vial en los países industrializados²³. En las naciones en desarrollo, se estima que aproximadamente \$100 mil millones de dólares se pierden cada año debido a accidentes automovilísticos –cifra que casi duplica el total de ayuda para desarrollo que reciben dichos países en todo el mundo. Estas pérdidas sin duda inhiben su desarrollo económico y social.

De acuerdo con el Banco Mundial, cada año mueren más de 1.17 millones de personas en accidentes viales en todo el planeta. La mayoría de estas muertes, casi el 70%, ocurren en los países en desarrollo. En la medida en las condiciones económicas mejoran, el uso de vehículos motorizados por lo general aumenta con mayor rapidez que la infraestructura para dar capacidad al volumen adicional. El índice de accidentes vehiculares también se incrementa.

¹⁹ “Africa addressing road safety” (África aborda la seguridad vial), *Road Ahead*, 6 (Junio de 2006): 8.

²⁰ Departamento de Transporte de Estados Unidos, Administración Federal de Carreteras: Datos sobre Seguridad Vial, http://safety.fhwa.dot.gov/facts/road_factsheet.htm.

²¹ *National Center for Statistics and Analysis* (Centro Nacional de Estadísticas y Análisis): Fatality Analysis Reporting System (FARS) Web-Based Encyclopedia, <http://www-fars.nhtsa.dot.gov>.

²² *Risk Management* (Gestión de Riesgos): *A New Approach to Improving Safety* (Un Nuevo Enfoque para Mejorar la Seguridad), *Canada National Report for Strategic Direction Session ST3* (Informe Nacional de Canadá para la Sesión Estratégica ST3), París, 2007.

²³ *Commission of the European Communities* (Comisión de las Comunidades Europeas): “*European Transport Policy for 2010: Time to Decide*” (Política de Transporte Europeo para 2010: Tiempo de Decidir) (Informe Oficial de Transporte), Bruselas, Commission of the European Communities. 12.9.2001 COM(2001)370 final, 2001.

Este avance lineal alcanza su punto máximo a un nivel de ingresos de aproximadamente \$8,600 dólares en 1985 y después baja en la medida en la que la relación entre el índice de mortalidad en vehículo motorizados y el ingreso per cápita disminuye²⁴.

¿Cómo pueden aplicarse mundialmente las prácticas de gestión de riesgos o las partes más sobresalientes del proceso a fin de proporcionar un medio que permita contar con carreteras más seguras, especialmente para los países que no poseen los recursos para instituir en sus programas viales una gestión de riesgos integral y completamente desarrollada? El conjunto de herramientas de gestión de riesgos puede ser un medio para alcanzar este objetivo mediante la introducción de las mejores prácticas de todo el mundo. En la siguiente subsección se presentan ejemplos de éxitos y fracasos de la gestión de riesgos, centrándose en las prácticas de seguridad vial que se llevan a cabo en todo el mundo.

3.1. Una Estrategia Integral para Reducir los Riesgos

Las acciones aplicadas por la Dirección General de Carreteras de España, que forma parte del Ministerio de Fomento, buscan cumplir satisfactoriamente el compromiso del gobierno de reducir a la mitad, para el año 2010, el índice de choques de vehículos registrado en 2002 y a una cuarta parte para el 2020, de conformidad con el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT).

Para ayudar a mejorar la seguridad de los conductores en la red de carreteras administradas por la Dirección, se está adoptando una serie de procedimientos específicamente diseñados para contemplar la seguridad desde la concepción real de un derecho de tránsito hasta su vida de servicio –desde la planeación hasta el diseño, construcción, puesta en operación y mantenimiento. Esta estrategia integral intenta cubrir todos los factores condicionantes derivados de factores humanos, diseñando las carreteras de manera tal que las interacciones entre el medio ambiente, la vialidad y el usuario se efectúen con el menor nivel de riesgo posible. Se pone en práctica un sistema de auditoría de seguridad vial durante las etapas de planificación y diseño, el cual constituye una parte independiente del proceso de diseño. Este sistema incluye un equipo independiente de expertos en seguridad e ingeniería de carreteras que examinan la configuración de los elementos físicos de una vialidad y sus interacciones con la finalidad de detectar riesgos potenciales para la seguridad del usuario. Posteriormente, el equipo emite sus recomendaciones al grupo de planificación y diseño con respecto a las medidas adecuadas para evitar cualquiera de estos riesgos antes de pasar a la fase de construcción. Además, se lleva a cabo una auditoría de las carreteras estatales que actualmente están en servicio, la cual se avoca principalmente a la condición de seguridad vial y busca garantizar que las características de seguridad de cada sección de la vialidad sean compatibles con la clasificación de funcionalidad. Esta verificación se realiza para detectar cualquier situación que pudiera convertirse en un problema de seguridad. Hasta la fecha, en 2006, nueve equipos de expertos examinaron la infraestructura de las carreteras y su interacción con el medio ambiente, emitiendo las propuestas de mejoras correspondientes.

²⁴ Elizabeth Kopits y Maureen Cropper, *Traffic Fatalities and Economic Growth* (Mortalidad en Vialidades y Crecimiento Económico), Vol 1 (Washington, D.C.: Banco Mundial, 2003).

Además de estos esfuerzos dirigidos a la seguridad, continuarán realizándose en España las campañas anuales, que se iniciaron en 1986, para mejorar la seguridad de las carreteras. Estos programas incluyen un conjunto de acciones destinadas a disminuir el número de choques en las secciones de carreteras que exhiben mayor incidencia y para efectuar mejoras preventivas de las condiciones de seguridad mediante la rectificación de los errores de funcionalidad detectados. Estas acciones deben abatir el riesgo de choques potenciales en la red en su conjunto.

3.2. Mega-complejidad

Los megaproyectos, que por sí mismos constituyen una clase aparte debido a su grado de complejidad y exposición de riesgos, presentan muchas áreas en las que se pueden aplicar prácticas de gestión de riesgos. El trabajo de construcción de los megaproyectos involucra riesgos para todas las partes que intervienen directamente, y a menudo indirectamente. Por su naturaleza, estos proyectos también conllevan riesgos considerables para el propietario. Con frecuencia, su alcance o nivel de ambición se ven modificados durante el desarrollo y la ejecución. Es posible que los cambios se deban a imprecisiones en las primeras etapas del proyecto (por ejemplo, el corredor exacto, los estándares técnicos, interfaces del proyecto o condiciones geotécnicas y ambientales). Estas imprecisiones pueden dar lugar a riesgos de retraso o un excedente de costos significativo. Asimismo, existe un potencial de incidencia de accidentes mayores durante los megaproyectos; y, para los que se realizan en zonas residenciales, hay el riesgo de dañar los intereses de terceros o propiedades. Finalmente, hay la posibilidad de que su curso se vea afectado por protestas públicas o reacciones políticas derivadas de los problemas que el megaproyecto pudiera ocasionar a la población. Por estas razones, los megaproyectos se han descrito como una “raza diferente”²⁵.

Diversos megaproyectos daneses nuevos²⁶ han aplicado una gestión de riesgos sistemática de distintas maneras con la finalidad de mejorar de manera significativa la calidad de las decisiones de los ingenieros. El uso de estas técnicas ha demostrado que los problemas potenciales pueden identificarse claramente de manera que las iniciativas apropiadas para reducir los riesgos puedan tomarse a tiempo para que sean eficaces. El proyecto Oresund Link, que consta de un túnel y puente para conectar a Suecia con Dinamarca, es un megaproyecto que aplica la gestión de riesgos en toda la organización.

Oresund Link fue abierto el 1 de julio de 2000 y comprende ocho kilómetros de puente y cuatro kilómetros de túnel inmerso, los cuales están unidos por cuatro kilómetros de isla artificial. Se estableció un análisis de riesgos operativos (ORA, *operational risk analysis*) como parte integral del Sistema de Gestión de Riesgos del Oresund Link. La finalidad del ORA es la de resumir las instalaciones riesgosas y las principales interrupciones de la fase operativa, comparar el riesgo con criterios de tolerancia y, si es posible o necesario, tomar las medidas pertinentes para reducir los riesgos.

²⁵ J. R. Capka. “*Megaprojects—They Are a Different Breed*” (Megaproyectos- Una Raza Diferente), *Public Roads Magazine*, 68 (Julio/Agosto de 2004):1.

²⁶ World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “Risk Management on Mega Projects: An Example of an Operational Risk Analysis,” Plovgaard Anders, Dinamarca, Septiembre 19 de 2007.

Los ejemplos prácticos de la gestión proactiva y uniforme de los riesgos durante todo el proyecto incluyen:

- identificación de riesgos (fuego, explosión, liberación de sustancias tóxicas; errores de diseño y construcción, de procedimiento o del operador; descarrilamiento o choque de trenes; viento);
- criterios de tolerancia de riesgo ALARP (tan bajo como sea razonablemente práctico) que, para la porción de carretera, equivalían a menos de 33 muertes por mil millones de pasajes; y, para la porción de vías, correspondían a menos de cuatro muertes por mil millones de pasajes;
- riesgo del usuario de manera individual y riesgo colectivo (por ejemplo, 93.2% de riesgo de verse involucrado en un accidente ordinario si el traslado es por carretera, en comparación con 64.4% de riesgo de participar en un accidente ordinario si viaja por tren en el Link);
- medidas de reducción de riesgos (asunciones) que estipulen que los vehículos y trenes deben detenerse en caso de que se presente un derrumbe en el túnel o en el tren, y que se activen los ductos de ventilación del túnel en caso de que se presente un accidente con materiales peligrosos, sustancias tóxicas u otros materiales riesgosos.

3.3. Análisis de Riesgos para Tratar los Prototipos de Colisiones Fatales y el Sistema Ferroviario

En su trabajo por cumplir las metas de la “*Road Safety Vision 2010*”, Canadá inició la labor de observar los datos sobre las tendencias de colisiones anteriores a fin de determinar los aspectos del sistema vial que requieren mejoras. Se tomaron datos sobre colisiones de 20 años atrás, de 1984 a 2003, de la TRAIID (*Transport Canada’s Traffic Accident Information Database*). Dichos datos se analizaron y compararon con los correspondientes al periodo de 1999-2003; posteriormente, se documentaron y se emitieron las recomendaciones referentes a las formas para mejorar las condiciones de seguridad vial canadiense. A partir de este análisis de riesgos, Canadá ha recopilado un grupo de aspectos prioritarios que requieren atención para abordar las colisiones fatales en todo el país. Se concluyó que los elementos de valor de los datos antes mencionados debían analizarse con mayor profundidad a fin de reducir las causas y características específicas de las colisiones en la preparación de las recomendaciones de las contramedidas necesarias que ofrecen las mejores oportunidades para incrementar la seguridad de las carreteras en Canadá.

3.4. Uso Práctico de la Identificación, Análisis, Evaluación y Tratamiento de Riesgos

En Estados Unidos, si bien la *Michigan Office of Highway Safety Planning* (Oficina de Michigan de Planeación de la Seguridad de las Autopistas) no afirma que sus operaciones se rigen por los principios de la gestión de riesgos, sí utilizan un proceso similar para dirigir sus esfuerzos de seguridad vial.

Michigan, que goza de un muy buen registro de seguridad vial, con 1.1 muertes por 100 millones de millas recorridas por vehículo (en comparación con el promedio nacional norteamericano de 1.46 muertes)²⁷, está recopilando y analizando datos sobre choques automovilísticos, identificando las áreas problemáticas, definiendo metas, desarrollando un plan estratégico y otros de acción, poniendo en práctica soluciones, revisando y siguiendo el avance hacia tales metas y volviendo a revisar el plan estratégico conforme se tienen disponibles nuevos datos y las medidas de solución modifican las estadísticas de choques.

De manera similar a los esfuerzos por mejorar la seguridad vial, este estado está trabajando para reducir un 15% las muertes en las vialidades y los daños graves para el año 2008²⁸. Para apoyar más esta labor, se ha llevado a cabo una revisión de la situación actual de la seguridad vial y se han analizado los datos del sitio en Internet de los *Michigan Traffic Crash Facts*. Este sitio contiene una base de datos sobre estadísticas de choques muy completas que se compendian anualmente²⁹. Los datos son proporcionados por el gobierno federal y otras dependencias y se organizan de acuerdo con las áreas de importancia del plan estratégico de la AASHTO (*American Association of State Highway Transportation Officials*). Los conjuntos de datos son: choque, vehículo/ unidad y ocupante/persona/parte. Los datos incluyen más de 135 rubros independientes que pueden seleccionarse por zona geográfica, así como por área del plan estratégico de la AASHTO. La abundancia de datos disponibles y las capacidades de investigación del sistema brindan numerosas opciones para obtener estadísticas y efectuar análisis más completos. El sistema cuenta con información muy detallada mediante la cual el gobierno y las dependencias federales pueden evaluar los riesgos, determinar contramedidas y ejercer acciones o programas relacionados con aspectos de seguridad vial.

3.5. Mejoras en la Seguridad Vial para los Motociclistas³⁰

En España, los choques en los que se vieron involucrados motociclistas en el periodo 1999-2003 representaron el 12% del total con desgracias ocurridos en la red de carreteras estatales. Los accidentes resultantes de la salida de vía de los motociclistas equivalió a 2.4% del total de percances fatales. El número de eventos con desgracias ha provocado que se busque gradualmente mejorar el diseño de estos distribuidores con miras a reducir este tipo de incidentes. La legislación española, en apego a las directivas de la Organización de Estandarización de la Comisión Europea, coloca protecciones o guardarríes sin ángulos (en C) en las carreteras troncales y postes tubulares en las vías convencionales. Estos guardarríes y postes están diseñados para evitar heridas a los motociclistas al proyectarse contra dichas protecciones y, en consecuencia, constituyen una mejora con respecto a los anteriores guardarríes en L o angulares. A pesar de la instalación de dichas protecciones metálicas y de la sustitución, durante las reparaciones, de las anteriores con estas nuevas guarniciones, aún sigue habiendo guardarríes en L que se están protegiendo con defensas especiales para amortiguar el posible impacto de los motociclistas.

²⁷ Governor's Traffic Safety Advisory Commission: State of Michigan Strategic Highway Safety Plan...all roadway users arrive safely at their destination, Lansing, 2006.

²⁸ Governor's Traffic Safety Advisory Commission. State of Michigan Strategic Highway Safety Plan.

²⁹ Michigan Traffic Crash Facts website (<http://www.michigantrafficcrashfacts.org>).

³⁰ A. García-Garay. *Risk Management: A New Approach To Improving Safety*, España –Informe Nacional, Sesión de Orientación Estratégica ST3, XXIII Congreso Mundial de la Carretera, París 2007.

Sin embargo, el avance más importante en cuanto a mejoras en los sistemas de protección para motociclistas incluye la instalación de un nuevo diseño que se define en la Orden Circular 18/2004, "Criterios para el Uso de Sistemas de Protección Para Motociclistas", la cual, después de numerosos ensayo, entró en vigor el 10 de enero de 2005 y consiste en incorporar una segunda protección metálica debajo de la ya existente. Este sistema evita que los motociclistas pasen por debajo de ésta y que exista la posibilidad de estrellarse contra los postes y no dañar otros vehículos en caso de choque.

En Hungría, en donde la presencia de motociclistas ha aumentado ligeramente desde el 2002, el método para reducir los siniestros es incrementar la seguridad de los conductores y pasajeros. Esto puede incluir programas de seguridad dirigidos a educar a los usuarios, en particular con respecto al uso del cinturón de seguridad, y hacer cumplir las leyes existentes de manera más eficiente³¹.

Estas mejoras y estrategias de seguridad pueden ser de gran utilidad en los países en desarrollo, en donde la mayoría de las víctimas de siniestros viales (lesiones y muertes) no son los ocupantes de vehículos motorizados, sino motociclistas, peatones, ciclistas y otros.

3.6. Las Vialidades y la Salud

Si bien en la actualidad se ha puesto gran atención en la reducción de choques en las carreteras con el objetivo de mejorar la seguridad, la protección de la salud pública y del medio ambiente es otro aspecto de la seguridad vial.

Vietnam³² ha puesto en práctica algunas estrategias de gestión de riesgos, tales como tecnologías preactivas para la protección de derrumbes y el continuo reforzamiento del pavimento de concreto, como contramedidas para mitigar el daño ocasionado a la infraestructura de transporte, particularmente por los tifones, lluvias torrenciales e inundaciones. Estos esfuerzos ayudan a que el sistema de transporte por carretera desempeñe mejor su participación en el desarrollo socio-económico del país. No obstante, el incremento del tráfico ha tenido un costo reflejado en el aumento de la contaminación del aire, particularmente en las principales ciudades, como son Ha Noi –capital del país-, Ho Chi Minh, Da Nang y Bien Hoa. En Vietnam, los contenidos de CO, HC, NO_x y SO_x en el aire exceden las especificaciones nacionales de la calidad del aire y los estándares de la Organización Mundial de la Salud. Un estudio realizado en 2005 sobre contaminación ambiental en un número de puestos de peaje examinó la salud de los empleados. Uno de los hallazgos del estudio fue que el 68% de las muestras arrojaron niveles de contaminantes nocivos de cuatro a seis veces superiores a los estándares de sanidad, con una concentración de sílice libre presente en el polvo de 24-28%. Los exámenes médicos de trabajadores en cinco diferentes puestos de peaje también revelaron problemas de salud relacionados con la contaminación del aire.

³¹ P. Holló. *Risk Management: A New Approach to Improving Safety*, Hungría –Informe Nacional, Sesión de Orientación Estratégica ST3, XXIII Congreso Mundial de la Carretera, París 2007.

³² Vietnam Road Administration: *Risk Management in Road Transport and Measures*, presentado en el Seminario Internacional sobre Gestión de Riesgos en las Carreteras, 26-28 de abril de 2006, Hanoi, Vietnam.

3.7. La Necesidad de Contar con Datos Fundamentales y Veraces

El proceso de gestión de riesgos depende de datos extensos, confiables y seguros. Estos se utilizan para ayudar a identificar los puntos peligrosos de la red de carreteras, determinar la ubicación de los siniestros, detectar los puntos que requieren acción inmediata y urgente, así como apoyar campañas de seguridad pública³³. Otros medios para recopilar información pertinente tal vez incluyan la aplicación de auditorías o normas para evaluar las áreas problema de manera proactiva. La inclusión de auditorías de seguridad vial en las fases de diseño, construcción y preapertura de las carreteras debe reducir la necesidad de reunir estadísticas de colisiones en dichas vialidades. En 2005, Noruega creó un útil manual sobre auditorías e inspecciones de seguridad de las carreteras³⁴.

La mayoría de los datos sobre accidentes fatales, y gran parte de la extensa investigación que se está llevando a cabo en relación a la seguridad de las carreteras, se centra en los índices de mortalidad. Una de las principales barreras para analizar la gestión de riesgos tal vez sea la falta de datos consistentes. No todos los países reúnen datos de la misma manera o con los mismos formatos de temporalidad. Por ejemplo, en Canadá (al igual que en muchas naciones industrializadas), cada provincia emplea su propia forma única de información de colisiones con diferentes variables y criterios; es responsabilidad de los oficiales de policía analizar las colisiones y evaluar los factores que las provocan partiendo de sus propios conocimientos y juicio sobre el incidente. A fin de tener una perspectiva nacional referente a la situación general de las colisiones, *Transport Canada* fusiona los datos sobre colisiones de todas las provincias y territorios en una sola base de datos para su consulta. Esto permite al gobierno federal establecer proyectos y programas de seguridad vial para dar solución a los problemas emergentes y ser proactivo al estudiar las tendencias de las colisiones a lo largo de los años.

La falta de consistencia en los datos de diferentes países, o inclusive de distintas dependencias dentro de la misma nación, dificulta la posibilidad de efectuar comparaciones entre países o regiones, o entre años. Los esfuerzos para estandarizar la recopilación de datos y mejorar la capacidad para hacer dichas comparaciones se ven asistidos por sistemas tales como el CARE (base de datos comunitaria de la Unión Europea sobre accidentes en las carreteras europeas), el CODES (sistema de evaluación de datos sobre accidentes) del Departamento de Transporte de Estados Unidos y el IRTAD (base de datos sobre tránsito vial y accidentes).

Esta necesidad mundial de mejorar la seguridad vial movió al Comité Técnico para la Seguridad Vial de la AIPRC a elaborar el *Manual para la Seguridad Vial* de la AIPRC, el cual resume la experiencia de diversos países y presenta la información y guía más reciente y actualizada sobre el diseño y operación de la infraestructura de las carreteras. De manera simultánea a la elaboración de dicho manual, el Comité redactó procedimientos y formas internacionales para que la policía actúe en los siniestros.

³³ L. Ágústsson. "The Importance of Good Accident Data" (La Importancia de Contar con Buenos Datos sobre Accidentes) (documento presentado en el Seminario Internacional sobre Seguridad Vial, Lome, Togo, Octubre de 2006.)

³⁴ Norwegian Public Roads Administration: Norwegian Public Roads Administration Handbook series, Número 222.

La estandarización de esta recopilación de información permitirá contar con datos similares que podrán consultar los encargados de realizar el trabajo de ingeniería referente a las investigaciones sobre choques e inspecciones de seguridad vial (RSI, por sus siglas en inglés). Las RSI son revisiones sistemáticas del lugar en que se ubica una carretera o sección de la misma con el propósito de identificar cualquier condición peligrosa, falla o deficiencia que pueda dar como resultado colisiones graves. Esta estandarización de datos es decisiva para los que buscan emplear procesos integrales de gestión de riesgos que confían en la posibilidad de comparar datos para evaluar riesgos. La falta de datos estandarizados puede ser una barrera para la gestión de riesgos integral. Una presentación de la Asociación Mundial de Carreteras, “Revisiones de Seguridad Vial”, realizada por Australia en el Seminario sobre Seguridad Vial de 2006 también ofrece una buena revisión del proceso RSI.

A pesar de que muchas autoridades de transporte de todo el mundo están desarrollando procesos para la gestión de riesgos, la puesta en práctica de un método de gestión de riesgos sigue siendo un reto, inclusive en las naciones desarrolladas, y lo es todavía más llegar a su potencial total en la materia. En muchos países, los proyectos nuevos –como el Túnel Coronado en California, Estados Unidos, que se encuentra en las etapas preliminares de planeación- están empleando elementos de la gestión de riesgos. En Coronado, por ejemplo, se están desarrollando matrices de riesgos³⁵.

Además de la labor del TC 3.2 por avanzar en la ejecución de los procesos de gestión de riesgos en todo el mundo, el Comité Técnico 3.1 (Seguridad Vial) está trabajando en la elaboración de normas para la recopilación de bases de datos sobre accidentes que pueden ser de particular ayuda para las naciones en desarrollo. Esta labor incluye métodos para diagnosticar la naturaleza de los problemas de seguridad.

4. SEGURIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA EN CASOS DE DESASTRE NATURAL O CREADO POR EL HOMBRE

Uno de los principios básicos de un gobierno organizado es encargarse de la seguridad de sus ciudadanos. En Canadá, por ejemplo, el plan de protección civil³⁶ se define como un proceso actual de seis etapas que comprende:

- el conocimiento del medio ambiente,
- un estudio de vulnerabilidad,
- la puesta en práctica de medidas preventivas.
- La ejecución de medidas para facilitar la intervención,
- continuidad y
- actualización.

³⁵ Jesus Rohena, Complex Structure Engineer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Bridge Technology, conversación telefónica, 7 de marzo de 2007.

³⁶ World Road Association: Strategic Sites in an Autoroute Network: A Planning and Operating Tool in the Realm of Civil Protection, Alexandre Debs, 2004.

La responsabilidad del gobierno y, por extensión, de las autoridades de transporte de proporcionar carreteras seguras para los usuarios y garantizar la movilidad requerida para la prosperidad económica fue cada vez más difícil en la pasada década. Para muchos, el parteaguas lo marcan los ataques del 9/11 a objetivos norteamericanos en el 2001, que destruyeron las Torres Gemelas del World Trade Center de Nueva York y dañaron el Pentágono en Washington, D.C. Para Estados Unidos, fue "darse cuenta que todos somos vulnerables a los ataques terroristas"³⁷ y una confirmación de la función decisiva que desempeñan los sistemas de transporte para las actividades de ayuda en casos de desastre³⁸. Infortunadamente, se llevaron a cabo otros ataques coordinados sobre múltiples objetivos de manera simultánea en todo el mundo, por ejemplo:

- En la isla de Bali, Indonesia, en 2002 los bombardeos terroristas a centros nocturnos asesinaron a 202 personas, la mayoría eran turistas³⁹.
- En Madrid, durante la madrugada del 11 de marzo de 2004, un ataque terrorista a cuatro trenes de pasajeros mató a 191 personas en lo que se ha dado en llamar el peor ataque terrorista en la historia de España.
- En Londres, durante la madrugada del 7 de julio de 2005, bombardeos coordinados sobre trenes subterráneos y un autobús público acabaron con la vida de 52 personas, hirieron a 700 e interrumpieron el transporte. Dos semanas después, un segundo conjunto de explosiones afectaron una estación de autobuses y tres del tren subterráneo⁴⁰.
- En Francia, durante múltiples noches de violencia criminal en octubre y noviembre de 2005, hijos y nietos insatisfechos de emigrantes africanos y árabes musulmanes incendiaron más de 1,000 vehículos emboscaron a francotiradores y policías⁴¹.

La sensación de seguridad en el mundo se vio aún más quebrantada por los desastres naturales de proporciones épicas que parecían culminar en 2005 con la temporada más activa de huracanes en 154 años. Estos desastres naturales incluyeron los siguientes:

- Un terremoto de magnitud 6.6 en Irán que devastó la Antigua e histórica ciudad de Bam, al sureste de Irán, en 2003 mató a 26,200 personas, lesionando a otras 30,000 y dejando sin hogar a otras 75,000 debido a que se derrumbaron las construcciones de adobe.
- En 2004, cuatro grandes huracanes azotaron Florida en seis semanas, acabando con la vida de 167 personas en Estados Unidos y 66 en el Caribe. Los daños totales producidos en Estados Unidos por dichos huracanes se estimaron ser superiores a \$35 mil millones de dólares.
- Un terremoto de magnitud 9.0 en la costa occidental de Sumatra, en Indonesia, el 26 de diciembre de 2004 provocó el tsunami más devastador en la historia del Océano Índico. Golpeó 12 países asiáticos y mató a más de 225,000 personas y dejó a millones sin hogar.

³⁷ James C. Ray. "Risk-Based Prioritization of Terrorist Threat Mitigation Measures on Bridges," *Journal of Bridge Engineering*, March/April 2007: 140–146.

³⁸ U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Operations: Public Safety and Security Program, <http://ops.fhwa.dot.gov/OpsSecurity>.

³⁹ Zakki Hakim. "Asia Winning Some Battles in Terror War", Associated Press, March 5, 2007, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/03/05/AR2007030500034.html>.

⁴⁰ CNN.com. "Bombers target London." <http://www.cnn.com/SPECIALS/2005/london.bombing>.

⁴¹ Christopher Dickey. "Europe's Time Bomb," *Newsweek*, November 21, 2005.

- Un terremoto de magnitud 7.6 con epicentro en la parte controlada por los pakistaníes de la región de Cachemira mató a más de 80,000 personas e hirió a otras 65,000 en 2005. Aproximadamente la mitad de la ciudad capital, Muzaffarabad, fue destruida; otros pueblos y aldeas quedaron reducidos a escombros y se estimó que cuatro millones de personas quedaron sin hogar.
- En 2005, el huracán Katrina azoló la costa del Golfo en Estados Unidos, destruyendo cientos de casas y edificios y provocando una inundación masiva, principalmente en Nueva Orleans, en donde los diques fallaron. Las muertes ascendieron a aproximadamente 1,800 y los daños se calcularon en \$100 mil millones de dólares.
- Asimismo, en 2005, el huracán Wilma cobró 11 vidas en Haití, después se dirigió a Jamaica y México, en donde la tormenta se mantuvo sobre la Península de Yucatán por más de 24 horas antes de seguir hacia Cuba y el sur de Florida, en Estados Unidos. El daño total dejó en estado de indefensión a más de 6 millones de personas y mató a 35, con un costo estimado superior a \$10 mil millones de dólares⁴².

Muchas pérdidas derivadas de desastres naturales son un resultado predecible de la interacción entre el medio natural y el sistema humano, más que el surgimientos de eventos inesperados. No obstante, tanto el sistema humano como el natural son caóticos y fortuitos. Los métodos de análisis de riesgos pueden ayudarnos a conocer lo que posiblemente podría pasar. En la mayoría de los casos, sin embargo, aún no tenemos la capacidad de predecir la cadena detallada de eventos y la cadena de las reacciones humanas⁴³.

En muchos desastres, pero principalmente en los más devastadores -como el tsunami de 2004, el terremoto de 2005 en Pakistán, los ataques terroristas del 9/11 en Estados Unidos u otros de estas magnitudes- el acceso y la infraestructura del transporte por lo general se daña o destruye en una época en la que más se necesita para:

- que las víctimas tengan acceso rápido al tratamiento requerido
- operaciones de ayuda
- operaciones de reconstrucción

Como ya se mencionó en la sección anterior sobre seguridad, en muchos países, la gestión integral de riesgos está pasando de la teoría a la práctica y todavía no llega a su potencial total. Desde Estados Unidos, donde se advierte a las jurisdicciones de carreteras que "si su comunidad no está planificando activamente para optimizar la operación y coordinación de su sistema de transporte durante desastres naturales o eventos de seguridad nacional, está faltando un eslabón en sus planes de preparación para emergencias"⁴⁴, hasta Sri Lanka, que puso en vigor un marco legislativo para establecer una gestión de riesgos de desastres más proactiva ante las consecuencias desastrosas del tsunami de 2004, parece que existe un consenso global de que todos podríamos estar mejor preparados⁴⁵.

⁴² Data for entire bullet list is from <http://www.infoplease.com/ipa/A0001439.html>.

⁴³ World Road Association: Study on Risk and Crisis Management for Roads, PIARC C18, 2004.

⁴⁴ U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Operations: "Public Safety and Security Program," <http://ops.fhwa.dot.gov/OpsSecurity>.

⁴⁵ World Road Association: Recent Tsunami Disaster Stricken to Sri Lanka and Recovery (paper presented at PIARC Technical Committee 3.2, Fourth Reunion in Tokyo, Japan, October 25–28, 2005).

Cabe destacar que algunos de los peores desastres del mundo ocurren en áreas empobrecidas en las que -sin operaciones de reconstrucción eficaces para edificar casas, escuelas, centros de salud y la infraestructura necesaria para que la gente pueda tener alcance a oportunidades sociales y económicas, tales como empleo y el restablecimiento de sus actividades normales- la recuperación después de los desastres se ve severamente limitada. Sin acceso seguro a oportunidades sociales y económicas, la pobreza florece y el crecimiento económico declina. No resulta sorprendente que un transporte eficiente y confiable, particularmente en las comunidades pobres en donde las opciones son limitadas, es una precondition necesaria para tener acceso al comercio y brindar servicios de educación y salud. En las comunidades rurales, los accesos mejorados están vinculados con mejores estándares de vida⁴⁶.

Es en este contexto de los grandes desastres de la década actual que el mundo ha puesto atención en los problemas de seguridad y la gestión de riesgos. La creciente toma de conciencia experimentada recientemente está cambiando la manera en que las prácticas de la gestión de riesgos están siendo aplicadas por las autoridades de transporte. Desde la fase de planificación, los administradores de proyectos deben considerar las condiciones normales, graves y de crisis. Los que respondieron las dos encuestas internacionales del TC3.2 informaron que las cinco primeras causas de riesgos creados por el hombre son el transporte de materiales peligrosos, vehículos sobrecargados, choques de tránsito, congestión vehicular e incendios; las cinco primeras causas naturales de riesgos para las carreteras son las inundaciones, derrumbes (ver la Figura 3. Muestra de un Formato de Inventario de una Estructura de Talud, en la Sección 2), despeñamiento de rocas, tormentas de nieve/hielo, nevadas copiosas, así como tormentas de aire/luvia y lluvias abundantes⁴⁷.

La intención del TC 3.2 de la AIPRC es que el conjunto de herramientas para la gestión de riesgos cubra la mayor parte de las acciones y contramedidas que deben tomarse para mitigar los riesgos de las carreteras al presentarse cada uno de estos tipos de desastres⁴⁸. Las siguientes secciones contemplan en primer término los desastres creados por el hombre (incluyendo actos terroristas) y, en segundo lugar, los desastres naturales, poniendo especial atención en las aplicaciones, herramientas o tecnología de la gestión de riesgos.

4.1. Análisis de Riesgos para Mejorar la Seguridad de los Túneles de Carretera

Ningún informe sobre seguridad vial y seguridad de la infraestructura en casos de desastre natural o creado por el hombre estaría completo sin tocar el tema de los túneles. La gestión de la seguridad de los túneles de carretera es uno de los tópicos más excitantes de la ingeniería. Incendios como el del túnel Mont Blanc, que ocurrió en 1999 y quitó la vida a 40 personas que sucumbieron a humo y provocó el cierre del túnel por dos años, y el del túnel ferroviario de Baltimore, Estados Unidos, han atraído la atención a este tema.

⁴⁶ Fergus Gleeson et al. South East Asia Community Access Programme (SEACAP): A new Approach—Rural Road Research Applications in Crisis Situations” (paper presented at International Seminar on Risk Management for Roads, Hanoi, Viet Nam, April 26–28, 2006).

⁴⁷ World Road Association: Towards Development of a Risk Management Approach.

⁴⁸ PIARC: Technical Committee on Risk Management, Minutes of October 2005 meeting.

Para llegar a un estándar mínimo unificado para los túneles de las carreteras europeas referente a las instalaciones de seguridad, la Unión Europea emitió la directiva 2004/54/EC sobre los requerimientos mínimos de seguridad para túneles de la Red de Carreteras Transeuropeas. La directiva exige la realización de procedimientos de análisis de riesgos para la evaluación de las medidas de seguridad en ciertos casos. En Alemania, por ejemplo, esta directiva se incluyó como una enmienda de las "Directrices para el Equipamiento y Operación de los Túneles de Carretera"⁴⁹, que son aplicables a todos los de red de troncales federales y los que son operados y propiedad de Länder. También es aplicable para la construcción de nuevos túneles, como el Tiergarten, en Berlín. La seguridad de los túneles de carretera que no forman parte de la Red Transeuropea y no entran en el campo de aplicación de la directiva de la UE se garantiza mediante disposiciones similares.

Mediante la realización de análisis de riesgos, se puede efectuar una medición cuantitativa de los riesgos y las posibles consecuencias resultantes de la producción de eventos iniciales (por ejemplo, incendios en túneles) -en términos de muertes y daños admisibles y la probabilidad de incidencia. De acuerdo con esta directiva, se pide a los estados miembros que desarrollen y empleen una metodología de análisis de riesgos bien definida y unificada. En respuesta, Alemania a creado un modelo de evaluación cuantitativa de riesgos.

El uso de mediciones basadas en análisis de riesgos en otros países, como España, también ha producido mejoras en los túneles existentes y nuevos. En particular, éstas incluyen sistemas de ventilación, los cuales, antes del análisis y la evaluación, se determinó que requerían mejoras. Recientemente, España perfeccionó el Monrepós, que es un túnel no urbano, de doble circulación y con una longitud de 1,500 m sobre una carretera extremadamente importante que une el noreste de España con Francia y que es inevitable para el tráfico fronterizo que también usa otro túnel (el Somport). Debido a la enorme dificultad para instalar galerías de escape hacia el exterior del Túnel Monrepós, los diseñadores presentaron un número de medidas compensatorias de reducción de riesgos a fin de mejorar la seguridad. Estas acciones tomaron en cuenta los planes a futuro de duplicar la carretera actual, lo que implica convertir los túneles existentes de doble circulación en configuraciones de un solo sentido, para los cuales el sistema de ventilación más conveniente es un diseño longitudinal.

El túnel Fréjus⁵⁰ conecta a la ciudad de Bardonecchia, en Italia, con la ciudad de Modane, en Francia, mediante un túnel bidireccional de 12,985 m de longitud. En el primer semestre de 2005, el túnel alpino Fréjus registró un tráfico diario promedio de 5,360 vehículos. Desde su puesta en servicio en julio de 1980, el tráfico ha incrementado de manera constante y proporcional con el flujo de comercio que cruza los Alpes. Al igual que un túnel internacional italiano/francés, el Fréjus es parte de la red transeuropea.

⁴⁹ Wolfgang Hahn and Hans-Joachim Vollpracht. Risk Management: A New Approach to Improving Safety, Germany—National Report, Strategic Direction Session St 3, 23rd World Road Congress, Paris 2007.

⁵⁰ World Road Association: Example of a risk management process in Italy: "The Frejus Tunnel," Robert Arditi Sina, Joel Faure Sfrf and Ugo Jallasse Sitaf, Technical Committee 3.2, Introductory Report, Section 4, Italy, September 19, 2007.

En 2001, la Comisión Intergubernamental evaluó los riesgos técnicos y naturales relacionados con la operación del Fréjus a fin de definir cualesquiera acciones correctivas o de compensación que pudieran reducir los riesgos. Los operadores llevaron a cabo un análisis de riesgos en el túnel y en las plazas relevantes para evaluar todos los riesgos relacionados con la operación de éste. Se tomó en cuenta el flujo de tráfico, así como la división relevante en términos de vehículos pesados y ligeros, autobuses de pasajeros, vehículos que transportan materiales peligrosos y flotas excepcionales. Posteriormente, se analizó la operación del túnel con respecto a los recursos humanos, estructura organizativa, instalaciones y equipo de seguridad, así como criterios de uso relevantes.

Este estudio de escenario de riesgos no solo consideró las interacciones de las diversas anomalías de tráfico, sino también tomó en cuenta los efectos potenciales de un incendio y las reacciones humanas antes situaciones de emergencia, como se muestra en la Figura 4.

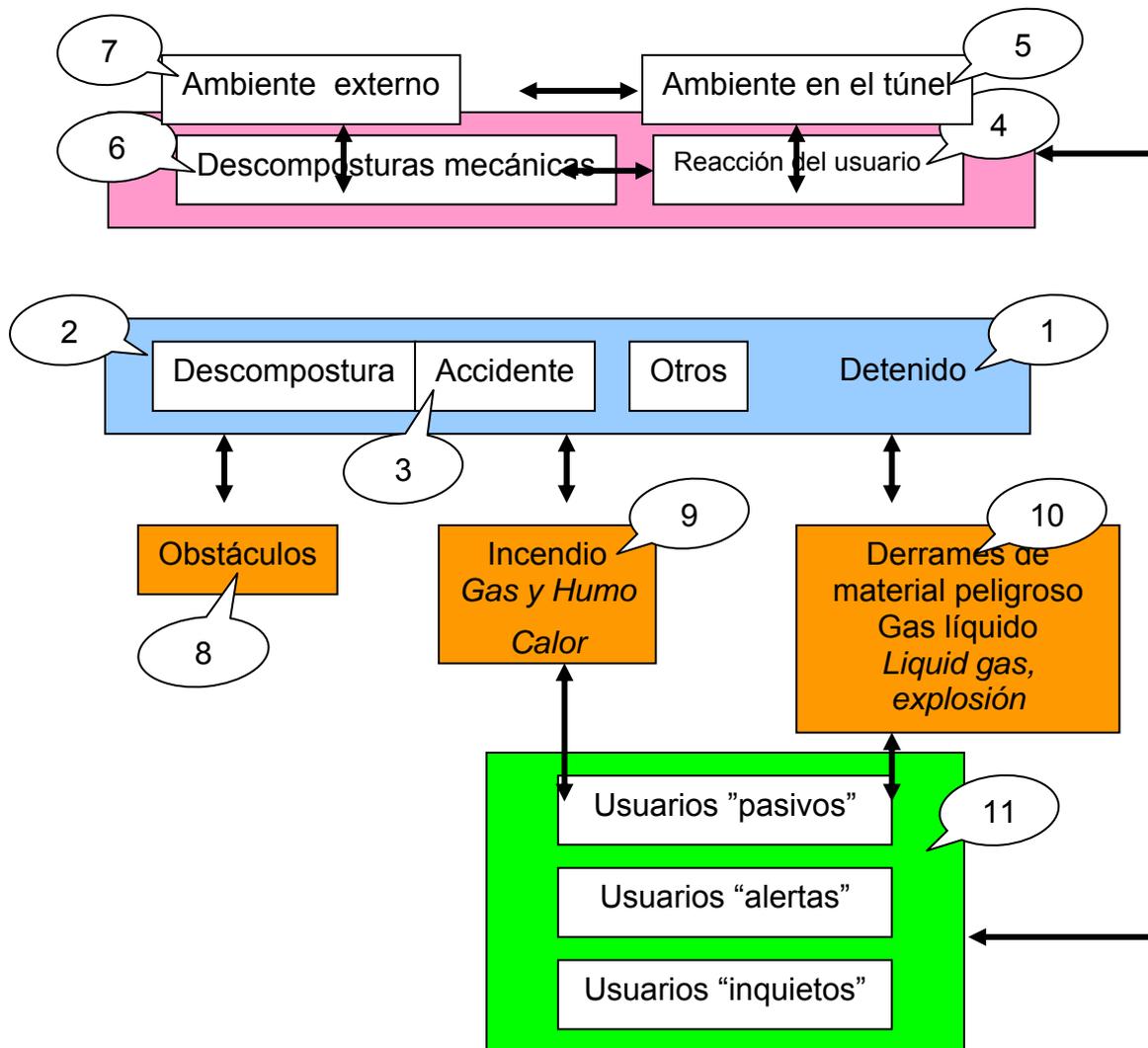


Figura 4. Cuadro descriptivo del Estudio de los Escenarios de Riesgo del Túnel Fréjus

Las herramientas de ayuda de la AIPRC sobre este tópico incluyen el documento "Control de Incendios y Humo en los Túneles de Carretera", elaborado por el Comité Técnico 3.3. Este informe ofrece a los interesados en el diseño, construcción, operación o seguridad de los túneles de carretera recomendaciones e información sobre cómo brindar protección eficiente y razonable en función del costo contra incendios o humo en los túneles.

4.2. Análisis de Riesgos en la Transportación de Materiales Peligrosos

Un ejemplo del empleo de las herramientas para la gestión de riesgos dirigidas a reducir los riesgos inherentes al transporte de materiales peligrosos es el uso de un modelo⁵¹ para estudiar las consecuencias potenciales de transportar cloro a través de una zona poblada en una de las principales carreteras de Argentina. La ciudad de Rosario, Argentina, se localiza en la parte occidental del Río Paraná, en un área agrícola y ganadera. Existen dos corredores importantes, así como la hidrovía Paraguay - Paraná - Río de la Plata, que cruzan la zona. Como resultado, Rosario se ha convertido en un centro industrial y comercial con más de un millón de habitantes.

Para Rosario, el análisis de riesgos se realiza mediante el uso de un modelo matemático de predicción. Este contiene variables y emplea expresiones matemáticas para describir un sistema y las relaciones de las variables que corresponden a algunas características del mismo. Las variables pueden representarse con números o cadenas booleanas para identificar datos, resultados, decisiones o variables limitantes externas.

El análisis de riesgos referente a la transportación de materiales peligrosos implica asumir que un vehículo que transporta este tipo de productos se ve involucrado en una colisión que provoca que el material se derrame. A partir de estas asunciones, se calcula el riesgo individual o de grupo para cada segmento de la carretera y de distribución en un área determinada para cada escenario⁵².

El modelo no solo toma en cuenta las características geográficas del área, sino también incluye parámetros meteorológicos aleatorios (por ejemplo, dirección y velocidad del viento, estabilidad atmosférica, humedad, temperatura) que pueden afectar la difusión de una nube de gas tóxico sobre el área. Las variables externas se denotan en un horizonte temporal mediante una función de probabilidad - densidad. También se contempla la densidad de población a lo largo de la carretera y el volumen de tráfico a diversos intervalos.

Un modelo así, puede proporcionar información de análisis de riesgos que permita a las industrias y dependencias gubernamentales programar el desplazamiento de materiales industriales y planificar medidas de acción en caso de una colisión, ataque terrorista o cualquier otro evento que cause el derramamiento de material tóxico en el medio ambiente.

4.3. Eventos Causados por el Terrorismo

Además de los cinco riesgos comunes identificados en las encuestas del TC 3.2 y como respuesta al terrorismo, se han llevado a cabo nuevas y numerosas investigaciones, la mayoría de Norteamérica, para mejorar la seguridad. Muchos aspectos de seguridad han cambiado en todo el mundo en los años recientes. Las lecciones aprendidas⁵³ incluyen lo siguiente:

⁵¹ N. J. Scenna and A. S. M. Santa Cruz. "Road Risk Analysis Due to the Transportation of Chlorine in Rosario City." *Reliability Engineering and System Safety* 90, no. 1 (2005): 83–90.

⁵² F.F. Saccomanno, and K. Cassidy. "QRA and Decision-making in the Transportation of Dangerous Goods." *Transportation Research Record* 1430 (1995):19–25.

⁵³ Transportation Research Board. A Self-Study Course on Terrorism Related Risk Management of Highway Infrastructure, NCHRP Report 525: Surface Transportation Security (vol. 4), 2005.

- la gente es el blanco propuesto,
- no es posible advertir anticipadamente,
- los ataques simultáneos múltiples son posibles,
- los dispositivos de respuesta de emergencias pueden ser los objetivos,
- las armas pueden constituir graves peligros de duración prolongada,
- las armas pueden causar daños gigantescos o contaminar equipo e instalaciones imprescindibles,
- la reacción de la población es impredecible.

De acuerdo con un informe reciente, “una amenaza constante y verosímil para Estados Unidos es el uso del transporte como arma, blanco de ataques y medio para hacer llegar un arma al objetivo”⁵⁴. Otro informe similar señala que “el ataque con gas sarina perpetrado en 1995 en el sistema de transporte subterráneo de Tokio marcó aún más el interés de los ataques terroristas en el transporte al introducir armas de destrucción masiva (WMD, *weapons of mass destruction*) al repertorio del terrorismo”⁵⁵. Otro advierte que “las acciones de los terroristas pueden provocar daños críticos a algunos puentes y, con dispositivos de explosión, ejercer cargas superiores a las que los componentes pueden soportar. En algunos casos, las cargas pueden encontrarse en dirección opuesta al diseño convencional”⁵⁶. Teniendo en mente el terrorismo y las actividades programadas de las distintas organizaciones de carreteras en todo el mundo, se han desarrollado diversas metodologías y planteamientos para asistir a las autoridades responsables en la evaluación de la vulnerabilidad de sus infraestructuras y la identificación de los activos críticos⁵⁷ (ver Cuadro 1). Una forma para gestionar los riesgos es tomar en consideración los tres siguientes factores relevantes:

- la importancia del activo en términos de las consecuencias resultantes de su pérdida,
- la probabilidad o posibilidad de que ocurra un evento no deseado (por ejemplo, un ataque internacional o desastre natural o creado por el hombre),
- la vulnerabilidad del activo de interés para la amenaza (por ejemplo), magnitud del daño que se ocasionaría).

El primer factor implica la manera en la que un activo en particular contribuye a la seguridad pública, territorial y nacional, bienestar económico y otros factores que ayudan a determinar la importancia de dicho activo y las consecuencias (pérdida de vidas, impacto económico y de valor simbólico) resultantes de su pérdida. El segundo factor es en gran medida un asunto de juicio (estimación de la amenaza) o de aprovechar los datos actuariales (incidencias históricas) para pronosticar las probabilidades en el futuro. El tercer factor requiere modelos teóricos y datos experimentales para estimar el daño potencial resultante de amenazas específicas.

⁵⁴ American Association of State Highway Transportation Officials Task Force on Security: Transportation Agency Security Principles, Discussion Draft, Washington, D.C., January 2004.

⁵⁵ Institute For Security Technology Studies at Dartmouth College: On The Road to Transportation Security, 2003.

⁵⁶ U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration: Recommendations for Bridge and Tunnel Security, FHWA-IF-03-036. September 2003.

⁵⁷ Michel Cloutier, “Introduction of RM for Highway Systems Security” (paper presented at International Seminar on Risk Management for Roads, April 26–28, 2006, Hanoi, Viet Nam).

En Estados Unidos, la AASHTO y el NCHRP (*National Cooperative Highway Research Program*) han resumido la fase de evaluación de la gestión de riesgos relacionada con el terrorismo de la infraestructura de las carreteras como sigue:

- identificar los activos críticos,
- evaluar las vulnerabilidades,
- evaluar las consecuencias,
- identificar contramedidas,
- calcular el costo de las contramedidas,
- revisar el plan operativo de seguridad.

INFRAESTRUCTURA	INSTALACIONES	EQUIPO	PERSONAL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redes arteriales ▪ Carreteras interestatales ▪ Puentes ▪ Pasos superiores ▪ Protecciones ▪ Carreteras sobre presas ▪ Túneles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas de almacenamiento de químicos ▪ Estaciones de combustible ▪ Oficinas centrales ▪ Estaciones/patios de mantenimiento ▪ Laboratorios de prueba de materiales ▪ Puertas de entrada ▪ Complejos de distrito/regionales ▪ Áreas de descanso ▪ Estaciones de bombeo de agua de lluvia ▪ Casetas de peaje ▪ Centros de operaciones de tráfico ▪ Estaciones de inspección de vehículos ▪ Estaciones de Tara 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiales peligrosos ▪ Monitoreo de carreteras ▪ Sistemas de señalización y control ▪ Sistemas de transmisión de mensajes ▪ Vehículos ▪ Sistemas de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contratistas ▪ Empleados ▪ Proveedores ▪ Visitantes

Cuadro 1. Identificación de Riesgos: Creación de una Lista Integral de Activos Críticos⁵⁸

Una de las herramientas disponibles para la gestión de riesgos es un curso autodidacta que permite adquirir los conocimientos generales sobre este tema en relación con las amenazas de terrorismo en puentes, túneles y otra infraestructura de la carretera. El libro incluye el contenido de los talleres de trabajo de la AASHTO, *Task Force on Transportation Security* (Grupo de Estudio sobre la Seguridad del Transporte), y presenta a los ingenieros y directores de puentes y estructuras clave los adelantos más recientes referentes a puentes y túneles, así como otros aspectos, para analizar y proteger la vulnerabilidad de la infraestructura de las carreteras. Este libro está diseñado para transmitir suficiente información que permita a las organizaciones de transporte comprender los conceptos y metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad de sus puentes y túneles y poder elaborar planes de protección contra amenazas apropiados.

⁵⁸ Source: Transportation Research Board, Surface Transportation Security, "A Self-Study Course on Terrorism Related Risk Management of Highway Infrastructure" (vol. 4), Chapter II, 19, NCHRP Report 525 2005.

Entre otros recursos para las organizaciones de carreteras interesadas en crear o consultar principios para la seguridad se encuentra el documento “*Transportation Agency Security Principles*” (Principios de Seguridad de la Agencia de Transporte) de AASHTO, el cual propone cinco principios de seguridad (seguridad, sociedad, diferenciación, sistema e interdependencia) que reconocen la diversidad entre las organizaciones de carreteras y presenta y preceptos comunes en los que todos pueden encontrar consenso. También puede resultar de interés el documento “*Effects of Catastrophic Events on Transportation System Management and Operations: Cross Cutting Study*” (Efectos de los Eventos Catastróficos en la Gestión y Operaciones del Sistema de Transporte: Estudio Comparativo), el cual analiza cuatro eventos pasados y las acciones tomadas en respuesta por el sector del transporte. Los estudios de la AIPRC en relación al tema incluyen el “*Study on Risk and Crisis Management for Roads*” (2004) (Estudio sobre la Gestión de Riesgos y Crisis para Carreteras), que reúne hallazgos esenciales e información de gran valor.

4.4. Anticiparse a un Derrumbe Puede Hacer que Se Evite

En Japón, donde la topología necesita construir muchas carreteras cerca de pendientes inestables, la gestión de riesgos que incluye la evaluación y control de riesgos existentes se aplica ampliamente⁵⁹ para identificar las áreas de derrumbes potenciales antes de que ocurran, tomar medidas preventivas eficaces y realizar labores eficientes de restauración.

Después de detectar grietas en los muros de retención de una sección de la Autopista Nacional No. 168 de Japón, que es sumamente transitada por camiones pesados, la organización encargada de su administración, *Gojo Public Engineering* de la Prefectura de Nara, realizó el seguimiento del movimiento del talud desde febrero de 2004 hasta que ocurrió el derrumbe más de seis meses después. Durante este periodo, se tomaron medidas de gestión de riesgos apropiadas (por ejemplo, la instalación de un sistema automático de monitoreo y una estación permanente de observación). En los meses intermedios, la actividad del derrumbe aumentó debido a las fuertes lluvias producidas por tres distintos tifones.

En el mes de julio, se instaló un eficiente sistema de seguimiento, que consistía de un sistema de aviso basado en extensómetros (estándar de control: desplazamiento de 2 mm/hr durante dos horas continuas), un sistema de notificación automática a los teléfonos móviles del personal al darse el aviso y un sistema de registro automático de tiempo real que permitía llevar el seguimiento de los movimientos desde la oficina. Se construyó y puso en servicio una carretera en el banco opuesto como desviación y medida de preparación en caso de que ocurriera un derrumbe⁶⁰. El seguimiento preciso permitió que la administración de la carretera predijera satisfactoriamente el derrumbe y cerrara las carreteras afectadas un día antes del suceso. La restauración de la autopista se está llevando a cabo realizando el seguimiento de los puntos inestables para garantizarla seguridad de los trabajadores. Es posible que la restauración total de la autopista requiera tres años, pero los efectos de un derrumbe pueden continuar durante más tiempo.

⁵⁹Saburo Ikeda. *Encyclopedia of Risks, Strategies and Policies against Risks and Accuracy* (in Japanese), p. 310, 2000.

⁶⁰ World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “Quantitative Risk Estimation of Road Slope Disaster,” Kohashi, Tsuneoka, Tanaka, Takahara, Hamada, Japan, September 19, 2007.

Un hallazgo importante⁶¹ relacionado con el uso de la gestión de riesgos ha sido que la “mitigación crisis”, que se utiliza ampliamente para derrumbes, sólo incluye medidas rápidas *después* de los derrumbes. La gestión de riesgos convencional no ha contemplado anteriormente la mitigación de crisis preliminar a mediano y largo plazo antes de ocurrir un evento, tal como puede ser un derrumbe. A fin de reducir al mínimo los impactos sociales de los derrumbes, se debe retroalimentar la experiencia de tratar con riesgos para establecer un control preliminar.

En base a este trabajo, Japón actualmente está aplicando un concepto tomado del sector de aseguramiento de desastres llamado “curva de riesgo”⁶². El análisis de la curva de riesgo se está usando para cuantificar el nivel de riesgo en los desastres de derrumbes en carreteras. En primer lugar, la curva de fragilidad se calcula en base a datos tales como registros anteriores de fallas, registros de precipitación y resultados de inspecciones de la estabilidad de los taludes. Posteriormente, el riesgo, definido como daños y pérdidas socio-económicos, se calcula en forma de una curva de riesgo en base a datos tales como la proporción estimada de fallas y la magnitud de tráfico. Una curva de probabilidad de exceso de pérdida (es decir, una curva de riesgo) describe la posibilidad de que anualmente se excederá un cierto nivel de pérdida. La curva de riesgo para una sección de carretera se obtiene resumiendo las curvas de riesgo de todos los taludes existentes en dicha sección. El método de estimación cuantitativa de riesgos podría ayudar a las administraciones de carreteras a efectuar una gestión de riesgos eficaz y eficiente.

Los riesgos de derrumbes en Nueva Zelanda⁶³ también han fomentado la evaluación de la estabilidad de taludes mediante el uso de un método de gestión de riesgos. La utopista estatal No. 73 recorre 255 Km. entre Christchurch y la costa occidental de la Isla Sur de Nueva Zelanda. La ruta pasa por Arthur’s Pass a través de los Alpes Meridionales, en donde las montañas llegar a ser de aproximadamente 2,200 m y la carretera alcanza una elevación de 920 m. Lewis Pass, la ruta alternativa, tiene una longitud de 332 Km. sobre la SH7 y, de punto a punto, es 77 Km. más extensa que la SH73.

Se llevó a cabo un proceso de revisión que incluía una evaluación global y el establecimiento de prioridades de los riesgos inherentes a la inestabilidad de los taludes. Los objetivos principales del proyecto eran determinar un programa de mantenimiento preventivo óptimo en términos de costos en diversas secciones de la SH73, entre Springfield y Arthur’s Pass, que requerían una limpieza de escombros y establecer un procedimiento para probar un estándar apropiado de cuidado de autopistas en una zona en la que los usuarios están sujetos a los riesgos que representa la inestabilidad de los taludes.

⁶¹ World Road Association: “An Analysis of Landslide Risk Management on the Basis of the Movement Characteristics.” (paper presented at PIARC Technical Committee 3.2, Fourth Reunion, Tokyo, Japan, October, 25–28, 2005).

⁶² World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “Quantitative Risk Estimation of Road Slope Disaster.”

⁶³ World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “SH73 Springfield to Arthur’s Pass Slope Stability Evaluation,” Terry Brown, Transit New Zealand, September 19, 2007.

Con respecto a la SH73, se han identificado los riesgos de distintos eventos asociados a la inestabilidad de las pendientes que podrían representar una amenaza para los usuarios de las carreteras de Transit New Zealand y la comunidad en general. Los tipos de eventos considerados varían desde una pequeña cantidad de escombros que sólo afectaría parte de un carril hasta una gran inestabilidad que involucraría toda la pendiente por arriba y debajo de la autopista. Asimismo, se identificó el riesgo para la vida y el financiero para Transit New Zealand y la comunidad en general con respecto a 55 cortes de autopista. Se ha establecido la prioridad de los riesgos y evaluado distintas opciones de mitigación. La metodología utilizada permite incorporar las consecuencias económicas de diversos eventos geotécnicos en los cálculos, los cuales se usaron para obtener las proporciones costo-beneficio de las diferentes opciones de mitigación.

De acuerdo con una evaluación de riesgos actualizada, existen 26 cortes en los que el nivel de riesgo anualizado de pérdida de vidas (ALR, *annualized lives risk*) calculado excede un límite intolerable reconocido internacionalmente de 1 en 1,000 (equivalente a 0.001 de probabilidad de muerte al año). Este límite intolerable de ALR se utiliza en las presas en Australasia y ha sido ratificado por el *New South Wales Coroners Court* (Tribunal Supremo de Nueva Gales del Sur) en recientes procedimientos judiciales relacionados con el riesgo de pérdida de vidas por eventos potenciales que no pueden ser controlados por el público general.

Las tendencias actuales en la aplicación de los criterios referentes al riesgo de pérdida de vidas en aplicaciones riesgosas y presas indican que, cuando los receptores del riesgo no pueden controlar el nivel al que están expuestos, se adopta un nivel de riesgo por arriba del cual es inaceptable (el límite intolerable). Por debajo de este umbral, la decisión de si el riesgo es tolerable, o no, se toma en base al principio del ALARP. En esencia, las medidas de reducción de riesgos deben ejecutarse hasta que ya no se pueda reducir más sin tener que invertir una cantidad sumamente significativa de capital u otros recursos que pudieran estar en desproporción con la reducción de riesgo alcanzada.

4.5. Análisis de Riesgos para Mejorar los Estándares de las Columnas de Puentes

El 17 de enero de 1995, terremoto South Hyogo causó el peor daño registrado en la historia de Japón y marcó un importante punto de partida para cambiar el diseño de las estructuras de las carreteras japonesas⁶⁴. En este país, los riesgos creados por los diseños de las columnas de los puentes que fueron insuficientes para soportar sismos de gran intensidad están siendo tratados mediante el perfeccionamiento de estándares y el reemplazo nacional sistemático de las viejas columnas que no cumplen los estándares de diseño sísmico actuales. En los últimos años, se han estado tomando medidas referentes a la resistencia de sismos no solo para mejorar el desempeño de los puentes nuevos y las estructuras de transporte en función de los sismos, sino también para equipar las antiguas estructuras construidas antes de las modificaciones a los estándares promovidas por el terremoto de South Hyogo. La red de autopistas de Japón contaba con 14,100 columnas de puente que fueron diseñadas antes de la aparición de los estándares de diseño sísmico en 1980 y que ahora requieren reforzarse. En la actualidad, aproximadamente el 90% de estas columnas han sido equipadas de manera apropiada.

⁶⁴ Y. Maeda, and T. Isayama. "Typical Damages and Risk Management of Expressways Due to Recent Strong Earthquakes in Japan" (paper presented at PIARC International Seminar on Risk Management for Roads, Hanoi, Vietnam, April 26–28, 2006).

La institución a nivel nacional de un plan de tres años (2005-2007) para la rehabilitación sísmica de los puentes de autopistas está garantizando que la infraestructura de éstos concuerde con la resistencia sísmica requerida en base a criterios no anteriores a 1980, año en que se revisaron detalladamente los conceptos de diseño. Este plan de rehabilitación se formuló mediante un análisis de riesgos que utilizó la encuesta de columnas de puente dañadas efectuada en respuesta al terremoto de South Hyogo en 1995. Al clasificar las condiciones de daño de las autopistas nacionales Hanshin, Meishin y Chugoku, de acuerdo con el año de publicación del estándar de diseño con el que fueron construidas, se determinó que el grado de daño se redujo significativamente en las columnas construidas de conformidad con los estándares de 1980, o posteriores. A partir de esta evaluación, se concluyó que el nivel de resistencia sísmica de las columnas de los puentes japoneses debía satisfacer o superar el estándar de 1980.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- “Africa addressing road safety,” *Road Ahead*, 6 (June 2006): 8.
- Ágústsson, L. “The Importance of Good Accident Data” (paper presented at International Road Safety Seminar, Lome, Togo, October 2006.)
- Alicandri, E. Road Safety Fundamentals (paper presented at International Road Safety Seminar, Lome, Togo, October 2006).
- American Association of State Highway Transportation Officials Task Force on Security: Transportation Agency Security Principles, Discussion Draft, Washington, D.C., January 2004.
- American Association of State Highway Transportation Officials Task Force on Security, Transportation Agency Security Principles (Discussion Draft), Washington, D.C., January 2004.
- American Association of State Highway Transportation Officials. “A Guide to Highway Vulnerability Assessment,” 2002.
- American Association of State Highway Transportation Officials. “National Needs Assessment for Ensuring Transportation Infrastructure Security,” 2002.
- Capka, R. J. “Megaprojects—They Are a Different Breed,” *Public Roads Magazine*, 68 (July/August 2004):1.
- Cloutier, Michel. “Introduction of RM for Highway Systems Security” (paper presented at International Seminar on Risk Management for Roads, April 26–28, 2006, Hanoi, Viet Nam).
- CNN.com. “Bombers target London.” <http://www.cnn.com/SPECIALS/2005/london.bombing>.
- Commission of the European Communities: “European Transport Policy for 2010: Time to Decide” (Transport White Paper), Brussels, Commission of the European Communities. 12.9.2001 COM(2001)370 final, 2001.
- Committee on Highway Bridge Damage Caused by the Hyogo-ken Nanbu Earthquake. “Report on Highway Bridge Damage Caused by the Hyogo-ken Nanbu Earthquake of 1995,” 1995.
- Danish Ministry of Transport, Danish Road Safety Commission. “Every Accident Is One Too Many: Road Safety Starts with You. Towards New Objectives 2001–2012,” København, Danish Ministry of Transport, 2000.
- Dickey, Christopher. “Europe’s Time Bomb,” *Newsweek*, November 21, 2005.
- Gleeson, F. et al. “South East Asia Community Access Programme (SEACAP): A New Approach—Rural Road Research Applications in Crisis Situations” (paper presented at International Seminar on Risk Management for Roads, Hanoi, Viet Nam, April 26–28, 2006).
- García-Garay, A. Risk Management: A New Approach To Improving Safety, Spain—National Report, Strategic Direction Session St 3, XXIIIrd World Road Congress, Paris 2007.
- Governor’s Traffic Safety Advisory Commission: State of Michigan Strategic Highway Safety Plan...all roadway users arrive safely at their destination, Lansing, 2006.
- Gutoskie, P. “Canada’s Road Safety Targets to 2010,” Ottawa, Transport Canada, 2001. http://www.tc.gc.ca/roadsafety/tp/tp13736/pdf/CRS_Target.pdf.
- Hahn, Wolfgang, and Hans-Joachim Vollpracht. Risk Management: A New Approach to Improving Safety, Germany—National Report, Strategic Direction Session St 3, 23rd World Road Congress, Paris 2007.

- Hakim, Zakki. "Asia Winning Some Battles in Terror War", Associated Press, March 5, 2007, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/03/05/AR2007030500034.html>.
- Hansen, J. "Risk Management for Projects," presented at International Seminar on Risk Management for Roads, Hanoi, Viet Nam, April 26–28, 2006.
- Hansen, J.; and Nilsson, L. Risk Management: A New Approach to Improving Safety, Sweden National Report, Strategic Direction Session ST 3 (Borlänge, Sweden: The Swedish Road Administration, 2007).
- Highways Agency. "Highways Agency Framework for Business Risk Management." London, England, 2001. <http://www.highways.gov.uk/aboutus/2059.aspx>.
- Holló, P. Risk Management: A New Approach to Improving Safety, Hungary—National Report, Strategic Direction Session St 3, 23rd World Road Congress, Paris 2007.
- Ikeda, Saburo. *Encyclopedia of Risks, Strategies and Policies against Risks and Accuracy* (in Japanese), pp. 310, 2000.
- Institute for Security Technology Studies at Dartmouth College, "On The Road to Transportation Security," 2003.
- Institute For Security Technology Studies at Dartmouth College: On The Road to Transportation Security, 2003.
- International Organization for Standardization, ISO Guide 73: Risk Management—Vocabulary—Guidelines for Use in Standards, 2002.
- International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD) <http://www.cemt.org/irtad/IRTADPUBLIC/index.htm>.
- International Tunnelling Insurance Group. "Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works," 2006.
- Kopits, Elizabeth, and Maureen Cropper, Traffic Fatalities and Economic Growth, Vol 1 (Washington, D.C.: World Bank, 2003).
- Maeda, Y., and T. Isayama. "Typical Damages and Risk Management of Expressways Due to Recent Strong Earthquakes in Japan" (paper presented at PIARC International Seminar on Risk Management for Roads, Hanoi, Vietnam, April 26–28, 2006).
- Michigan Traffic Crash Facts website (<http://www.michigantrafficcrashfacts.org>).
- National Center for Statistics and Analysis: Fatality Analysis Reporting System (FARS) Web-Based Encyclopedia, <http://www-fars.nhtsa.dot.gov>.
- Norwegian Public Roads Administration: Norwegian Public Roads Administration Handbook series, Number 222.
- Okamoto, S., M. Okada, M., and T. Makita."Damages to Roads and Monitoring Systems during the Landslide in Ui District of Ohto Village" (in Japanese), Symposium of the Japan Landslide Society, 2005.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, *OECD Factbook 2006—Economic, Environmental and Social Statistics*,, <http://puck.sourceoecd.org/vl=4113641/cl=16/nw=1/rpsv/factbook/10-05-02.htm>.
- PIARC: Technical Committee on Risk Management, Minutes of October 2005 meeting.
- Ray, J. C. "Risk-Based Prioritization of Terrorist Threat Mitigation Measures on Bridges," *Journal of Bridge Engineering*, March/April 2007: 140–146.
- Risk Management: A New Approach to Improving Safety, Canada National Report for Strategic Direction Session ST3, Paris, 2007.
- Ross, A. and Goodge, M. "Arrive Alive: ASEAN Commits to Cutting Road Deaths: Association of Southeast Asian Nations Regional Road Safety Strategy and Action Plan, 2005–2010," Metro Manila, Philippines: Asian Development Bank, 2005.

- Saburo, I. *Encyclopedia of Risks, Strategies and Policies against Risks and Accuracy* (in Japanese), 2000.
- Saccomanno, F.F., and K. Cassidy. "QRA and Decision-making in the Transportation of Dangerous Goods." *Transportation Research Record* 1430 (1995):19–25.
- Scenna, N. J., and A. S. M. Santa Cruz. "Road Risk Analysis Due to the Transportation of Chlorine in Rosario City." *Reliability Engineering and System Safety* 90, no. 1 (2005): 83–90.
- Transportation Research Board. *A Self-Study Course on Terrorism Related Risk Management of Highway Infrastructure*, NCHRP Report 525: Surface Transportation Security (vol. 4), 2005.
- United Nations General Assembly. Resolution adopted by the General Assembly. 58/289, 2004. <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N03/511/86/PDF/N0351186.pdf?OpenElement>.
- United Nations. First United Nations Global Road Safety Week, 2007. <http://www.who.int/roadsafety/week/en/index.html>.
- United Nations. Resolution Adopted by the General Assembly. 57/309. Global Road Safety Crisis. May 29, 2003. <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/561/91/PDF/N0256191.pdf?OpenElement>.
- United Nations. Resolution adopted by the General Assembly. 58/289. 2004. <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N03/511/86/PDF/N0351186.pdf?OpenElement>.
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration: Africa Road Safety Review Final Report, No. PR/INT/2000, <http://safety.fhwa.dot.gov/about/international/africa/chap8.htm>.
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Operations, "Public Safety and Security Program," <http://ops.fhwa.dot.gov/OpsSecurity>.
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration: Road Safety Fact Sheet, http://safety.fhwa.dot.gov/facts/road_factsheet.htm.
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Risk Assessment and Allocation for Highway Construction Management, Report No. FFHWA-PL-06-032, Washington, D.C., 2006.
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Recommendations for Bridge and Tunnel Security, FHWA-IF-03-036, September 2003.
- U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration: Traffic Safety Facts 2004: A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System, DOT HS 809 919, December 2005.
- U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. Traffic Safety Facts 2001: A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System, 2002.
- U.S. Department of Transportation, National Highway Transportation Safety Administration, National Center for Statistics and Analysis: Traffic Safety Facts: Crash Stats, DOT HS 810 690, January 2007.
- U.S. Department of Transportation, Volpe Center: Effects of Catastrophic Events on Transportation System Management and Operations: Cross Cutting Study, 2003.
- Vietnam Road Administration: Risk Management in Road Transport and Measures (paper presented at International Seminar on Risk Management for Roads, April 26-28, 2006, Hanoi, Viet Nam.)
- World Health Organization: "World Health Day: Road Safety Is No Accident!" 2004, <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr24/en/index.html>.
- World Health Organization: World Report on Road Traffic Injury Prevention: Summary, Geneva, 2004.

- World Road Association: “An Analysis of Landslide Risk Management on the Basis of the Movement Characteristics” (paper presented at PIARC Technical Committee 3.2, Fourth Reunion, Tokyo, Japan, October, 25–28, 2005).
- World Road Association: “Recent Tsunami Disaster Stricken to Sri Lanka and Recovery” (paper presented at PIARC Technical Committee 3.2, Fourth Reunion, Tokyo, Japan, October 25–28, 2005).
- World Road Association: Towards Development of a Risk Management Approach, February 2007 Version, Final Report from PIARC Technical Committee 3.2, Risk Management for Roads, 2007.
- World Road Association: Example of a risk management process in Italy: “The Frejus Tunnel,” Robert Arditi Sina, Joel Faure Sfrf and Ugo Jallasse Sitaf, Technical Committee 3.2, Introductory Report, Section 4, Italy, September 19, 2007.
- World Road Association: International Seminar on Risk Management for Roads, Hanoi, Viet Nam, April 26–28, 2006.
- World Road Association: Strategic Sites in an Autoroute Network: A Planning and Operating Tool in the Realm of Civil Protection, Alexandre Debs, 2004.
- World Road Association: Study on Risk and Crisis Management for Roads, PIARC C18, 2004.
- World Road Association: Study on Risk Management for Roads, 2005.
- World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “Risk Management on Mega Projects: An Example of an Operational Risk Analysis,” Plovgaard Anders, Denmark, September 19, 2007.
- World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “Quantitative Risk Estimation of Road Slope Disaster,” Kohashi, Tsuneoka, Tanaka, Takahara, Hamada, Japan, September 19, 2007.
- World Road Association: Technical Committee 3.2 Introductory Report, Section 4, “SH73 Springfield to Arthur’s Pass Slope Stability Evaluation,” Terry Brown, Transit New Zealand, September 19, 2007.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

La gestión de riesgos es un proceso importante que ha cobrado mayor relevancia en los últimos años. Es una herramienta eficaz del proceso de toma de decisiones. Da forma a un proceso intuitivo y complejo. Dentro de un contexto definido, la gestión de riesgos es un medio para identificar, analizar, evaluar y tratar los riesgos. El uso extensivo de los principios de la gestión de riesgos en el área de seguridad vial ayudará a combatir la crisis de seguridad vial que existe en todo el mundo, lograr avances en lo que respecta a la seguridad de las autopistas y perfeccionar las operaciones de servicio y mantenimiento.

En la medida en la que nos adentramos en el tema de gestión de riesgos, surgen diversos puntos que es necesario recordar:

- *No existe un único método integral para la gestión riesgos.* La flexibilidad del proceso de gestión de riesgos permite el uso de una variedad de herramientas – incluyendo auditorías de seguridad, inspecciones de seguridad vial, listas de verificación y directrices, análisis de datos sobre tendencias anteriores, análisis de escenarios, modelos de sistemas, análisis computacionales, experimentos, prototipos, conocimientos y experiencias locales. A través del Comité Técnico TC 3.2, la AIPRC está ayudando a crear tales herramientas para la gestión de riesgos, por ejemplo, el conjunto de herramientas para a gestión de riesgos en el que los miembros del TC 3.2 comparten su experiencia y presentan a los países en desarrollo las mejores prácticas a nivel internacional.
- *El proceso de gestión de riesgos puede ser muy amplio.* Es sumamente eficaz cuando se definen claramente los objetivos, metas y medidas de ejecución. La información proporcionada por todos los grupos de interés, incluyendo la comunidad en general, permite establecer un proceso de gestión de riesgos de gran extensión y más exitoso.
- *Los datos veraces y consistentes son importantes* para la gestión de riesgos y el análisis estadístico realista. Son el fundamento de gran parte del análisis de la gestión de riesgos. La falta de datos consistentes dificulta el análisis de información entre organizaciones, países o a través del tiempo. La recopilación estandarizada de datos permite mejorar la habilidad para hacer dichas comparaciones y refuerza el proceso de gestión de riesgos. De hecho, la AIPRC ya ha elaborado directrices internacionales y formas que definen el trabajo que debe desempeñar la policía en las locaciones donde ocurren los siniestros y está diseñando directrices para la bases de datos de accidentes de tráfico.

- *El acceso a datos, el intercambio de información y la transferencia de tecnología son vitales para combatir los crecientes problemas de seguridad vial en el mundo. La AIPRC, como asociación, reúne organizaciones de transporte de todo el mundo. La excelente posición de la AIPRC le permite facilitar el intercambio de información y transferencia de tecnología, en particular de los países de altos ingresos hacia las naciones de bajos y medianos ingresos, en donde los índices de mortalidad y lesiones están en aumento y es mayor el impacto económico y social.*