



Certificación ISO 9001:2008 ‡

Transporte federal de personas en México: transición hacia la sustentabilidad y la resiliencia

Luz Angélica Gradilla Hernández

**Publicación Técnica No. 401
Sanfandila, Qro, 2014**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Transporte federal de personas en México:
transición hacia la sustentabilidad y la resiliencia**

Publicación Técnica No. 401
Sanfandila, Qro, 2014

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales, del Instituto Mexicano del Transporte, por la Dra. Luz Angélica Gradilla Hernández. Se reconoce el apoyo brindado así como las aportaciones del Ing. Roberto Aguerrebere Salido, Coordinador Operativo del Instituto.

Contenido

| | |
|--|----|
| Resumen | iv |
| Abstract | vi |
| Resumen ejecutivo | ix |
| Introducción | 1 |
| 1 Transición | 3 |
| 1.1 Administración de la transición | 3 |
| 1.2 El dilema en las políticas de transporte | 6 |
| 1.3 Sistemas de transporte sustentable | 7 |
| 1.3.1 Principios de la economía ecológica | 8 |
| 1.4 Las políticas públicas ante el cambio climático | 8 |
| 2 Políticas para la mitigación de externalidades negativas | 11 |
| 2.1 Descarbonización del transporte | 11 |
| 2.2 Corredores verdes | 12 |
| 2.2.1 El tren de alta velocidad para personas | 13 |
| 2.3 Planeación y optimización de la infraestructura | 15 |
| 2.4 Comodalidad | 16 |
| 2.5 Impuestos al combustible y normas de emisiones | 17 |
| 2.6 El factor social en las políticas públicas | 17 |
| 2.6.1 La mercadotecnia social en las políticas para la mitigación | 18 |
| 2.6.2 Otros enfoques y métodos para la comunicación | 19 |
| 3 Las políticas de adaptación ante el cambio climático | 21 |
| 3.1 La resiliencia del autotransporte en México | 21 |
| 3.1.1 Factores para aumentar la resiliencia dura | 28 |
| 3.1.2 Factores para aumentar la resiliencia blanda | 28 |
| 3.2 El capital social en las políticas para la adaptación | 30 |
| 4 Herramientas geotecnológicas para aumentar la resiliencia blanda | 33 |
| 4.1 SIG colaborativo | 33 |
| 4.2 Otras herramientas a través de telefonía móvil | 33 |
| 4.2.1 El caso de Japón | 34 |
| 4.2.2 El caso de España | 35 |
| 4.2.3 Waze, aplicación de mapas, tráfico y navegación | 38 |
| 5 Conclusiones | 41 |
| Bibliografía | 43 |

Resumen

En el presente trabajo, se describen algunos de los mecanismos y políticas públicas que podrían alimentar el proceso de transición en México, hacia un transporte de personas -tanto sustentable como más resiliente- en el ámbito interurbano; además, se presenta el enfoque necesario para administrar dicho proceso de transición y aprovechar el capital social en México a través de geotecnología. A lo largo de la descripción, se indican algunos de los mecanismos y políticas que podrían complementar los esfuerzos que ya se realizan en el sector transporte; en el marco de la meta indicativa de México, ante la mitigación del cambio climático, de reducir -para el año 2050- el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero, con respecto a los niveles que tenía en el año 2000. Finalmente, se hace hincapié en los retos que continuarán suscitándose para moldear políticas públicas con visión a largo plazo; tanto para la mitigación como para la adaptación al cambio climático.

Abstract

The present work describes some of the policies and measures that could encourage the transition process to a sustainable and more resilient passenger transport in Mexico, for interurban flows; besides, the approach for the transition process management and for getting advantage of the social capital through geotechnology is included. During the description, it is indicated which policies and measures could complement the ongoing efforts, in transport sector, circumscribed in the Mexican indicative target, to mitigate climate change; a reduction of 50% in its greenhouse gas emissions by 2050, compared with the volume emitted in the year 2000. Finally, some challenges for shaping public policies with long-term vision are underlined; for mitigating as well as adapting to climate change.

Resumen ejecutivo

México ha mostrado un gran compromiso -a nivel internacional- ante la mitigación del cambio climático, eso lo demuestra su meta indicativa ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de reducir, para el año 2050, el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con respecto a los niveles que se tenían en el año 2000. Sin embargo, existe el pronóstico de que para el año 2050 el transporte contribuirá a nivel mundial con el 50% del dióxido de carbono (CO₂) emitido y habrá la misma tendencia en países en vías de desarrollo -como México- mientras no se logre desacoplar el crecimiento económico del uso intensivo del transporte, y que a su vez no logre ser de bajas emisiones de CO₂. Por lo que el sector transporte cada vez jugará un papel más importante para el logro de la meta de México.

Consciente de ello, y en el marco de las políticas públicas del Gobierno Federal encaminadas a la mitigación del Cambio Climático y hacia un desarrollo económico sustentable, el Instituto Mexicano del Transporte -como uno de los actores en la gobernabilidad del transporte- ha desarrollado el presente trabajo que puede ser usado como una guía en el proceso de transición.

En la primera parte, se describe el enfoque necesario para administrar el proceso de transición hacia la sustentabilidad, en donde debe haber cambios graduales hacia una visión definida; la que puede ajustarse por cómo la sociedad y la tecnología cambian en el tiempo.

En la segunda parte, se presentan algunas de las políticas que pueden ser aplicadas en México, para la mitigación de los gases de efecto invernadero y el uso más eficiente de la energía, en el sector del transporte terrestre de personas entre ciudades o localidades; tales como la inclusión de corredores verdes con sistemas inteligentes de transporte que fomenten la comodalidad. Posteriormente, se describen algunos de los mecanismos y políticas públicas que podrían ayudar a aumentar la resiliencia del sistema de transporte terrestre de personas, para el ámbito interurbano. En ambas partes, se hace hincapié en la importancia de la mercadotecnia social para implementar las políticas públicas, en donde se destaca que la construcción del capital social podría ayudar a aumentar la resiliencia blanda de los sistemas de transporte. Por lo que, en la última parte, se presentan algunas herramientas geotecnológicas que podrían ayudar a la construcción y aprovechamiento del capital social en México, de tal manera que propicie el mejoramiento de la resiliencia blanda del sistema de transporte carretero.

Introducción

Un sistema de transporte eficiente requiere de un proceso continuo de planeación y de ajustes conforme la economía y la sociedad cambian en el tiempo. Debido al inminente cambio climático, algunos de los diferentes actores que consolidarían una gobernabilidad del transporte en México -al igual que en muchas economías en vías de desarrollo- están interesados en seguir las tendencias internacionales y moldear las políticas públicas para alcanzar un sistema de transporte sustentable a largo plazo.

En concordancia con la definición propuesta por Dalkmann y Huizenga (2010), en América Latina el transporte sustentable ha sido definido como la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y productos, necesarios para el desarrollo económico y social; que ofrecen acceso seguro, confiable, económico, eficiente, y al alcance de todos, al tiempo que reducen los impactos negativos en la salud y el medio ambiente local y global, en el corto, mediano y largo plazo, sin comprometer el desarrollo de futuras generaciones.

México ha mostrado un gran compromiso, a nivel internacional, ante la mitigación del cambio climático; ya que estableció su meta indicativa ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de llegar a reducir para el año 2050 el 50% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), con respecto a los niveles que había en el año 2000 (Cuarta Comunicación, 2009). Sin embargo, se pronostica que para el año 2050 el transporte contribuirá a nivel mundial con el 50% del CO₂ emitido y existirá la misma tendencia en países en vías de desarrollo, como México, mientras no se logre desacoplar el crecimiento económico del uso intensivo del transporte; el que, a su vez, no logre ser de bajas emisiones de CO₂ (Banister et al. 2011). Por lo tanto, el sector transporte cada vez jugará un papel más importante para el logro de la meta de México.

Por otro lado, entre más tempranamente sigamos actuando con políticas coordinadas entre diferentes sectores, estas podrán implementarse a un menor costo; ya que desde diversos puntos se podría continuar impulsando la transición hacia la eficiencia del sistema de transporte, al reducir su intensidad energética y sus emisiones de GEI. Sin embargo, si no se logran consolidar tempranamente los puntos de apalancamiento de bajo costo, las medidas que habrán de tomar en un futuro deberán ser cada vez más radicales, lo que conllevará a un aumento en el costo de su implementación.

Consciente de ello, y en el marco de las políticas públicas del Gobierno Federal encaminadas a la mitigación del Cambio Climático y hacia un desarrollo económico sustentable, en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se desarrolló un proyecto enfocado a resaltar los retos que continuarán suscitándose en el proceso de transición hacia un transporte sustentable de carga en México (Gradilla, 2012), así como los mecanismos y políticas públicas que podrían ser uno de los motores de dicha transición. En dicho proyecto se planteó como una fase subsecuente el enfoque al transporte federal de personas, por lo que el presente proyecto representa esa segunda fase, en donde se sugieren políticas públicas complementarias y acciones específicas encaminadas hacia la construcción de un sistema sustentable del transporte federal de personas en México, así como más resiliente ante los embates del medio ambiente, en el marco de las metas y programas planteados por el Gobierno Federal ante el cambio climático.

1 Transición

En las siguientes subsecciones se presenta el concepto de transición, así como el proceso para administrarla; posteriormente, se menciona el dilema que se presenta durante el desarrollo de políticas en el sector transporte, así como el posible enfoque de estas ante el cambio climático.

1.1 Administración de la transición

De acuerdo con Kemp y Loorbach (2006), una transición es un proceso gradual que genera un cambio en la sociedad, en el cual esta última o un subsistema importante de ella cambia estructuralmente. La complejidad de las transiciones radica en que no son causadas por una sola variable, sino que es el resultado de los desarrollos en varios dominios que se apoyan entre sí; tales como la tecnología, la economía, las instituciones, el comportamiento de la sociedad, la cultura, la ecología y los paradigmas. Por lo que el proceso de transición no es lineal; es decir, un cambio lento puede transformarse en un cambio rápido debido al reforzamiento que se da entre diversas variables, que después puede volverse nuevamente en un cambio lento cuando llega a una etapa de estabilización.

De acuerdo con Smith et al. (2005), una transición intencional es aquella en donde se genera una respuesta coordinada que refleja los intereses de la sociedad, de tal manera que se produzca una presión planeada sobre la parte del sistema que se desea cambiar y al mismo tiempo se provea de los recursos necesarios para lograr dicho cambio. Por tanto, ha surgido un enfoque para administrar dichas transiciones y dar orientación sobre la dinámica necesaria para establecer las metas deseables.

El proceso de la administración de la transición tiene varias etapas; en las primeras fases, las políticas deben ser enfocadas en la formulación de las metas para la transición y de las visiones o escenarios, en donde las metas son reajustadas durante etapas posteriores. El objetivo radica en establecer un proceso flexible, sin perder de vista el enfoque a largo plazo (por ejemplo, sustentabilidad y mayor resiliencia en el sector transporte); por lo que, se hace un ajuste continuo entre los diversos actores que influyen en la gobernabilidad del transporte, tomando en cuenta los nuevos avances tecnológicos, las tendencias, las formas de vida, etc. (ver el enfoque de la administración de la transición en la Figura 1.1).

A través de la administración de la transición, no se pretende controlar el futuro, pero no se confía completamente en las fuerzas del mercado; ya que se tiene una preocupación por las condiciones bajo las cuales operan las fuerzas de mercado y

se buscan mecanismos para controlar algunas variables del entorno, de tal forma que sea posible orientar la dinámica del mercado hacia las metas de la sociedad. El control del entorno consiste en las regulaciones, en los instrumentos económicos (el uso de los impuestos, de los subsidios, del comercio de emisiones de GEI, etc.), en el uso de metas y en los acuerdos políticos, así como en los tipos de planeación (tales como la planeación del uso de suelo). De tal manera que el Gobierno actúe para asegurar las circunstancias que maximicen las posibilidades de un desarrollo social progresivo, a través de la promoción de la innovación y la mitigación de efectos negativos.

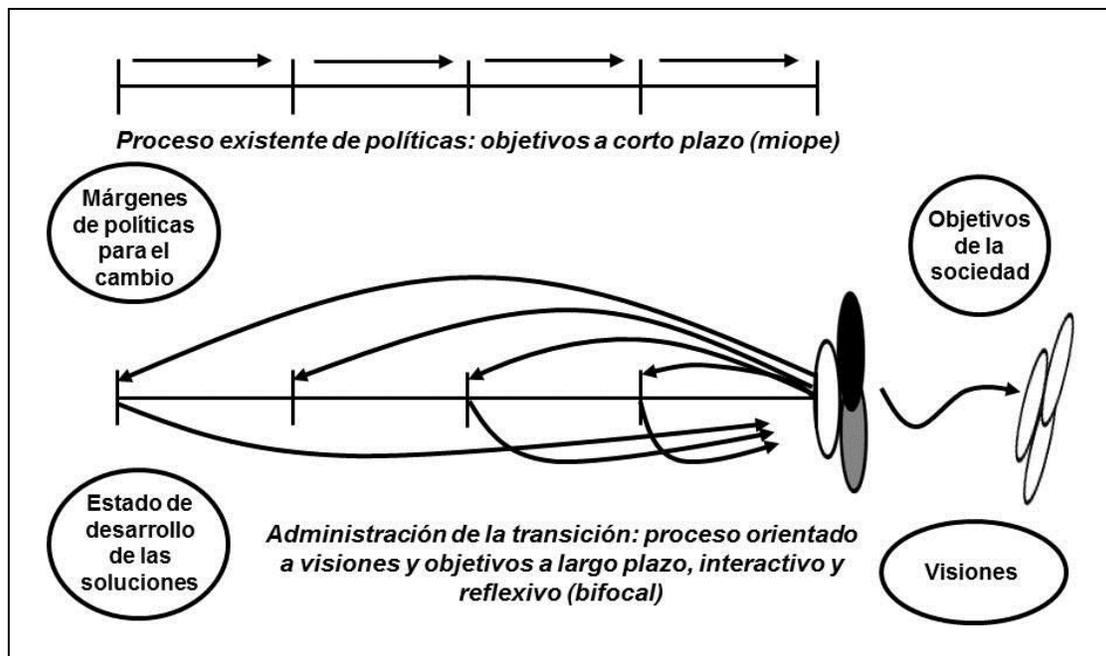


Figura 1.1 Enfoque de la administración de la transición

Fuente: Kemp y Loorbach (2006)

Para llevar a cabo la administración de la transición, es recomendable el establecimiento de una plataforma, que funja como una institución que facilite la interacción, el intercambio de conocimiento y el aprendizaje entre los actores.

En la primera fase, la plataforma de transición es una red relativamente pequeña de los pensadores estratégicos e innovadores con diversos perfiles y experiencias profesionales, que permite la discusión del problema de transición de una forma integral y la delineación de las metas de la transición. En una etapa subsecuente del proceso, la red será expandida para incluir actores como autoridades y personas con conocimiento práctico sobre los procesos de cambio, con la finalidad de desarrollar rutas de transición y ligarlas con las políticas existentes, que no sólo incluya las gubernamentales. Por último, de las metas y rutas derivarán proyectos piloto y acciones a corto plazo, por lo que en la plataforma serán involucradas las organizaciones y los actores con mayor orientación operativa.

A su vez, la administración de la transición es una estrategia de red que también intenta aprovechar las redes de los participantes en la plataforma de transición para divulgar los pensamientos e ideas generadas. Ya que, los participantes llevarán las nuevas ideas, el conocimiento y la perspectiva a sus propias “plataformas”; de tal forma que en ellas se traten elementos mucho más específicos, de esa forma la estructura permite generar, difundir e integrar el conocimiento.

Un elemento clave de la administración de la transición es que adopta un proceso adaptativo; es decir, opta por un modelo paso a paso y por consiguiente tiene las siguientes ventajas:

- Es factible porque no se interrumpe debido al punto de vista de intereses especiales.
- Se mantiene bajo el costo si se incurre en algún error, en cada paso.
- Permite cambiar la dirección.
- Es posible aprender lecciones útiles para los pasos subsecuentes.

Por tanto, los objetivos elegidos están en continuo reajuste así como las políticas para alcanzarlos; ya que uno de los elementos cruciales del proceso de la administración de la transición es la evaluación continua en términos del proceso mismo así como del contenido.

La evaluación se organiza en forma sistemática; de tal forma que puedan ser adaptados los objetivos formulados, los proyectos o estudios piloto así como los enfoques de políticas; dicho proceso cae dentro de la clasificación de “aprender-haciendo”¹. El proceso cíclico y de elementos interactivos de la administración de la transición se muestra en la figura 1.2.

¹ Del término en inglés *learning-by-doing*

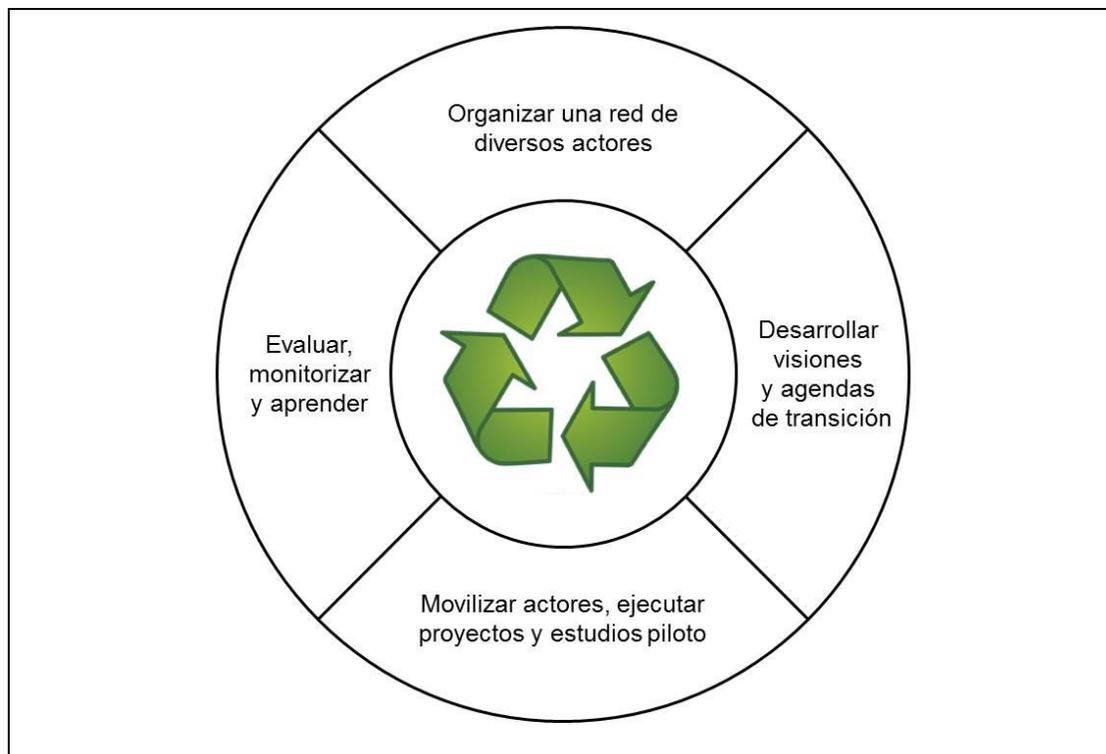


Figura 1.2 El proceso cíclico en la administración de la transición

Fuente: Kemp y Loorbach (2006)

1.2 El dilema en las políticas de transporte

Los desarrolladores de políticas en materia de transporte se encuentran en un dilema; ya que -por un lado- altos niveles de movilidad no sólo conducen a un mayor crecimiento económico, sino que también han sido definidos como una medida de la calidad de vida; pero, por otro lado, la movilidad causa un incremento continuo de los altos costos en términos del deterioro al medio ambiente, a la salud humana y al equilibrio social. Por ejemplo, si no se hace algo, el congestionamiento ralentizará el crecimiento económico y minará la calidad de vida; pero si se construyen más carreteras, la degradación medioambiental así como las patologías sociales recortarán los beneficios del crecimiento económico. Por tanto, las políticas en materia de transporte se encuentran limitadas por criterios que forman un espacio triangular (ver figura 1.3) y que hacen más complejo el desarrollo de políticas para una movilidad sustentable (Ney, 2009).

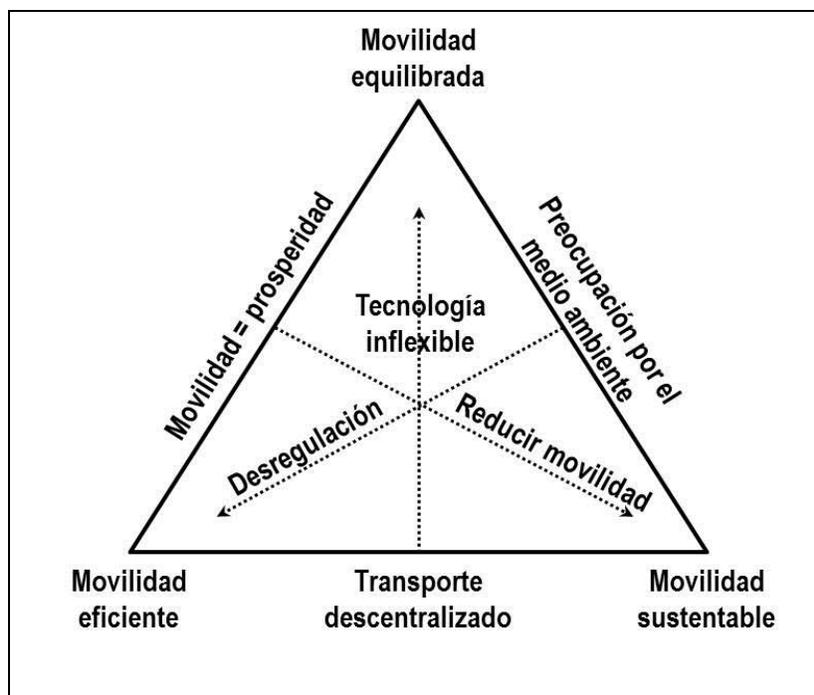


Figura 1.3 El espacio triangular del debate en las políticas de transporte

Fuente: Ney (2009)

1.3 Sistemas de transporte sustentable

En concordancia con la definición propuesta por Dalkmann y Huizenga (2010), en América Latina el transporte sustentable ha sido definido como la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y productos, necesarios para el desarrollo económico y social, que ofrecen acceso seguro, confiable, económico, eficiente, y al alcance de todos, al tiempo que reducen los impactos negativos en la salud y el medio ambiente local y global, en el corto, mediano y largo plazo, sin comprometer el desarrollo de futuras generaciones.

Como tantos otros países, México enfrenta el reto de asegurar un crecimiento económico, y conciliar el aumento en la demanda de transporte con una infraestructura limitada; que al mismo tiempo debe ser parte de un sistema de transporte sustentable y resiliente. Sin embargo, todos los proyectos en torno a la sustentabilidad del transporte se circunscriben en un concepto más amplio que está relacionado al enfoque de la economía ecológica. Por lo que en la siguiente subsección se describirá en qué consiste dicho enfoque.

1.3.1 Principios de la economía ecológica

La economía ecológica es una ciencia interdisciplinaria que estudia las interacciones entre la economía y el medio ambiente; enfocada en una descripción precisa de los procesos, conexiones y realimentaciones, de tal forma que se puedan tomar mejores decisiones a nivel regional, nacional e internacional; al tomar en cuenta las implicaciones económicas, medioambientales y sociales, así como encontrar prácticas, políticas y caminos exitosos para dirigir la economía hacia un desarrollo sustentable (Shmelev, 2012). Los economistas ecológicos han mostrado una seria preocupación sobre la resiliencia de los ecosistemas, la cual depende de una conexión compleja entre los procesos tanto bioquímicos como geoquímicos y las funciones que soportan la vida en la biosfera; que están bajo severa presión debido a las actividades humanas, entre ellas el transporte de personas.

En el campo de la economía ecológica se confía más en los análisis de sistemas complejos que incorporen mecanismos de realimentación entre la economía, el crecimiento, la calidad del medio ambiente, los recursos naturales, el crecimiento de la población, así como el nivel de bienestar social. Esta visión permitiría que el futuro a largo plazo de la Tierra no se pusiera en riesgo por ganancias locales y a corto plazo, de algunos países.

1.4 Las políticas públicas ante el cambio climático

El calentamiento atmosférico y oceánico resultante de las actividades del ser humano es un fenómeno observado en las últimas décadas; ha causado cambios en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, la actividad de los ciclones, el deshielo glaciar y el aumento del nivel del mar. Los niveles promedios del mar han ido aumentando alrededor del mundo durante las últimas décadas, pero con una llamativa variación regional. La expansión termal, o el aumento del volumen del agua del océano al calentarse, es considerada una causa fundamental del aumento del nivel del mar, pero la desaparición de las placas de hielo podría llegar a adquirir más importancia en el futuro. Podría haber umbrales térmicos o puntos de inflexión que aceleren el deshielo hasta niveles no observados en tiempos modernos.

En el sector transporte, los efectos del cambio climático a menudo ocasionan problemas en los sistemas de transporte por condiciones climáticas, que tienen repercusiones inmediatas en el trayecto; ya que, los daños pueden causar interrupciones de larga duración en el servicio. Por ejemplo, en ciudades costeras, el aumento del nivel del mar puede inundar autopistas y causar la erosión de las bases de carreteras y puentes. Por otro lado, las fuertes precipitaciones y sus efectos en forma de inundaciones y desprendimientos de tierra pueden causar un

daño duradero en las infraestructuras del transporte como autopistas, puertos marítimos, puentes y pistas de aeropuertos. Además de que las elevadas temperaturas, especialmente en largos periodos de sequía y de altas temperaturas diarias, ponen en peligro la integridad de las calles y carreteras pavimentadas; por lo que se necesitan reparaciones frecuentes (ONU-HABITAT, 2011).

Por tanto, es necesario adaptarse al cambio climático, pero también es necesario mitigar las fuerzas de origen humano que lo están produciendo; por lo que la sociedad está respondiendo al cambio climático adaptándose a sus impactos y reduciendo las emisiones de GEI, de tal forma que disminuya la tasa y la magnitud del cambio. Ya que, es sabido que ni la mitigación ni la adaptación por separado pueden proteger al mundo de los impactos no deseados del cambio climático, ambos conceptos deben ser parte de la respuesta global. Por consiguiente, la política para el cambio climático comprende dos pilares: (1) la mitigación del cambio climático y (2) la adaptación al cambio climático (Rübbelke, 2011).

Las políticas efectivas de mitigación benefician en forma global; pero, en cambio, las políticas de adaptación benefician en forma local o regional. La mitigación en respuesta al cambio climático representa principalmente la ejecución de actividades para proteger la naturaleza de la sociedad, mientras que la adaptación constituye los caminos para proteger a la sociedad de la naturaleza (Aakre y Rübbelke, 2010).

Las emisiones de GEI deben ser significativamente reducidas para combatir efectivamente la amenaza del calentamiento global; por lo que la mitigación es fundamental para atenuar los efectos del cambio climático tanto como sea posible, aunque algunos impactos ya no se pueden evitar y, por tanto, sea esencial la adaptación a estos. Las acciones de mitigación se consideran urgentes, ya que si no se actúa en los próximos diez años, se pronostica que los impactos crecerán exponencialmente. Dichos efectos variarán de región a región debido a la vulnerabilidad física, el grado de desarrollo socioeconómico, la capacidad adaptativa de la naturaleza y humana, los servicios de salud y los mecanismos de seguimiento de los desastres.

Para el caso de la adaptación, las políticas pueden ser introducidas gradualmente con el tiempo y será un proceso continuo en las próximas décadas (ONU-HABITAT, 2011). Dicha tarea representará un ajuste en el sistema económico, social y ecológico; en respuesta a los estímulos climáticos y sus efectos o impactos tanto actuales como esperados. Dichos ajustes abarcarán cambios en los procesos, en las prácticas y en las estructuras para reducir los daños potenciales asociados con el cambio climático (Rübbelke, 2011).

2 Políticas para la mitigación de externalidades negativas

A continuación, se presentan algunas de las políticas para mitigar los gases de efecto invernadero; así como para el uso eficiente de la energía e infraestructura, de tal manera que sea posible potenciar el proceso de transición hacia la sustentabilidad de los sistemas de transporte de personas, en el ámbito interurbano.

2.1 Descarbonización del transporte

Entre los gases de efecto invernadero, el Dióxido de Carbono (CO₂) es clave debido a que contribuye en dos terceras partes al calentamiento global provocado por el hombre. Se pronostica que para el año 2050 el transporte -tanto de carga como de personas- contribuirá a nivel mundial con el 50% del CO₂ emitido y tendrá la misma tendencia en países en vías de desarrollo, como México; mientras los vehículos no logren ser de bajas emisiones de CO₂ (Banister et al. 2011).

Por tanto, la brecha en el uso de energía -proveniente del petróleo- entre los diferentes modos de transporte muestra la importancia que tiene la competencia intermodal en los mercados de transporte y sus potencialidades para una mayor eficiencia energética; es decir, para la gradual descarbonización (Bonilla, 2010); ya que el proceso de reducción de carbono también incluye aquellas acciones para disminuir la proporción entre el CO₂ emitido y el uso de energía del transporte.

Además, para lograr un rápido crecimiento de las economías, es vital establecer un sistema de transporte con menor intensidad energética; de tal forma que sea más resiliente a los altos precios de petróleo y se contribuya a la descarbonización del transporte. Entre mayor sea el incremento en la flota vehicular de un país, mayor será la importancia de la adopción de estándares para ahorro del combustible; tales estándares pueden regular también la eficiencia en el uso del combustible en los nuevos vehículos así como la cantidad de emisiones de GEI por cada kilómetro recorrido (Bonilla, 2010).

Las políticas que ha tomado el Gobierno Federal en México para la capacitación en la conducción técnica² (que debería ser obligatoria para la obtención de la licencia de manejo federal) dentro del programa “Transporte Limpio”, así como los

² Del término en inglés *ecodriving*.

mecanismos para la modernización de la flota vehicular, son un ejemplo de las acciones que deben llevarse a cabo para aumentar la eficiencia energética e incentivar la descarbonización del transporte; sin embargo, los enfoques de las políticas deben estar sustentados en estrategias múltiples para lograr un mayor éxito en la transición hacia sistemas de transporte sustentables.

2.2 Corredores verdes

Un corredor se podría considerar verde cuando promueva la intermodalidad, usando mayoritariamente el modo de transporte con menor consumo de energía y que produzca menores emisiones de GEI, tanto para el transporte de personas como de mercancías; es decir, que permita el uso de un transporte más sustentable. Por tanto, se recomienda crear una red intermodal estratégica y sustentable medioambientalmente; para ello, no sólo sería necesario desarrollar los corredores como rutas individuales, sino también los sistemas de interconexión; en donde los nodos de intercambio o plataformas intermodales cuenten con estacionamientos³ para vehículos automotores a un precio muy bajo y si es posible gratuitos, así como los enlaces al transporte público urbano.

Los sistemas de cobro electrónico y automático en las carreteras, así como los impuestos sobre el carbono, son medidas que fomentarían el uso de modos de transporte más sustentables. Por lo que, es importante fomentar el modo de transporte ferroviario que es más sustentable y eficiente en términos energéticos; en detrimento del transporte por carretera y por aire, que son menos sustentables. La rapidez del transporte aéreo así como la introducción de aerolíneas de bajo costo han colocado al modo aéreo en una posición muy atractiva para los usuarios, pero éste aún no logra aumentar su eficiencia energética ni disminuir su impacto al medio ambiente; por lo que la proliferación del transporte aéreo de bajo costo no ayuda a las políticas de mitigación de emisiones de GEI.

Debido a que el ferrocarril es más eficiente que el transporte carretero, sería recomendable su inclusión en algunos tramos de los corredores verdes; de tal forma que hubiera un tren de pasajeros entre las ciudades con mayor demanda de viajes de personas, en donde a lo largo del corredor -así como en su nodo inicial y final- existieran las plataformas intermodales. Al respecto, actualmente en México se planea la construcción y adecuación de tres tramos ferroviarios para el transporte de personas, entre el Valle de México y Toluca, el Valle de México y Santiago de Querétaro, así como entre Mérida y Punta Venado -con un plan de ampliación que permitiría conectar Punta Venado con Cancún y Tulum, así como Mérida con Campeche; para formar el tren transpeninsular con una vocación turística. En la figura 2.1 se pueden observar los proyectos antes mencionados, se sugiere que sea incluido el corredor del Bajío; ya que, debido a las características

³ Que se conocen como estacionamientos disuasorios y que son parte de los sistemas “Park & Ride”, diseñados para facilitar el paso entre el transporte privado y el transporte público.

industriales del corredor, muchas personas requieren hacer varios viajes a la semana entre diversos puntos de dicha megarregión, y los fines de semana debido a actividades de índole personal.

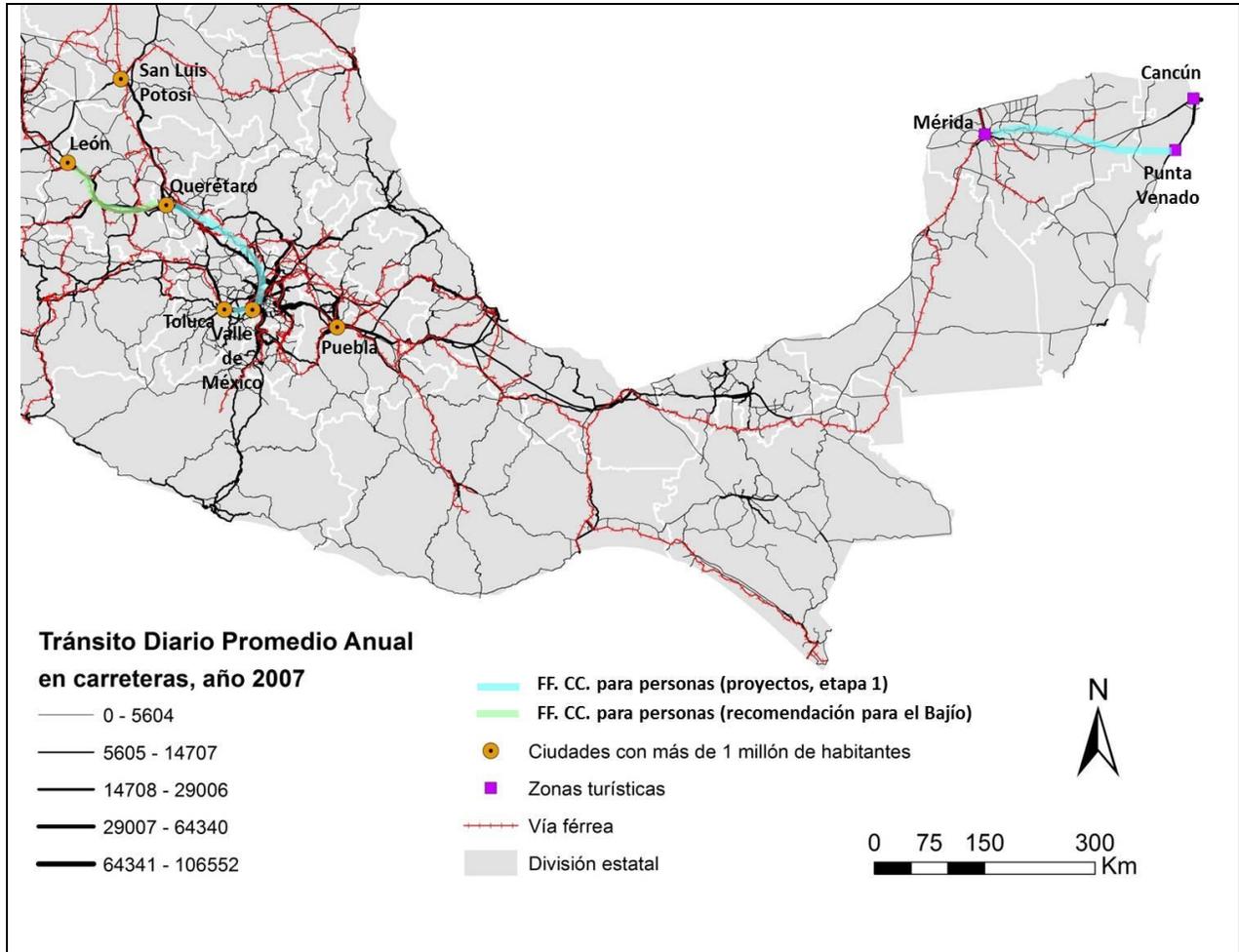


Figura 2.1 Proyectos ferroviarios para transporte de personas y propuesta de ampliación

Fuente: Elaboración propia con información de la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial (USIG)-IMT

2.2.1 El tren de alta velocidad para personas

Chris Nash (2009) argumenta que los beneficios medioambientales no son un argumento clave a favor del tren de alta velocidad; ya que la intensidad energética del tren de alta velocidad es aproximadamente el doble de la de un tren convencional, un efecto parcialmente compensado por los mayores factores de carga. El tren de alta velocidad no ahorra energía, pero puede evitar las emisiones de CO₂, si la energía es producida con bajas emisiones de GEI. Por otro lado, se requieren altos volúmenes de tránsito, del orden de 9 millones de pasajeros al año

en promedio (con variaciones dependiendo de los costos de construcción), para que una línea de tren de alta velocidad tenga beneficios.

Bajo el mismo enfoque, Per Kågeson (2009) señala que el tren de alta velocidad puede generar ahorros en las emisiones de GEI, especialmente cuando reemplaza al transporte aéreo; pero después de tomar en cuenta los viajes generados, los altos requerimientos de energía y la intensidad de carbono de la electricidad marginal utilizada, los beneficios resultan pocos y caros. Por otro lado, los servicios que ofrece el tren estándar de pasajeros podrían ser lo suficientemente buenos, desde una perspectiva tanto medioambiental como económica; especialmente cuando los volúmenes de viajes son bajos y no se espera que crezcan significativamente. El tránsito entre ciudades que se encuentran a una distancia entre 400 y 600 km representa un segmento en donde el avión, los autobuses, el tren y el automóvil naturalmente compiten por una porción del mercado. Los principales parámetros que influyen en la elección modal por parte de los usuarios son: el precio, el tiempo de viaje, la frecuencia, el confort y la seguridad personal. Las consideraciones medioambientales también pueden jugar un rol, aunque aparentemente pocos desean hacer un sacrificio mayor en términos de costo para contribuir a un mejor medio ambiente; por lo que, es necesario la introducción de campañas basadas en la mercadotecnia social para construir una mayor conciencia medioambiental entre los usuarios.

En resumidas cuentas; entre más energía renovable sea utilizada para generar la electricidad, más amigable con el medio ambiente será el tren eléctrico con respecto a otros modos de transporte (Givoni, 2009) y más para el caso de los trenes estándares o convencionales que utilizan menos energía para la aceleración que los trenes de alta velocidad. Por lo tanto, sería menester -para el caso de México- impulsar la transición para generar energía renovable; ya que, como aparece en la figura 2.2, aún queda mucha brecha por transitar para lograrlo; aún se depende en mayor medida de los combustibles de origen fósil.

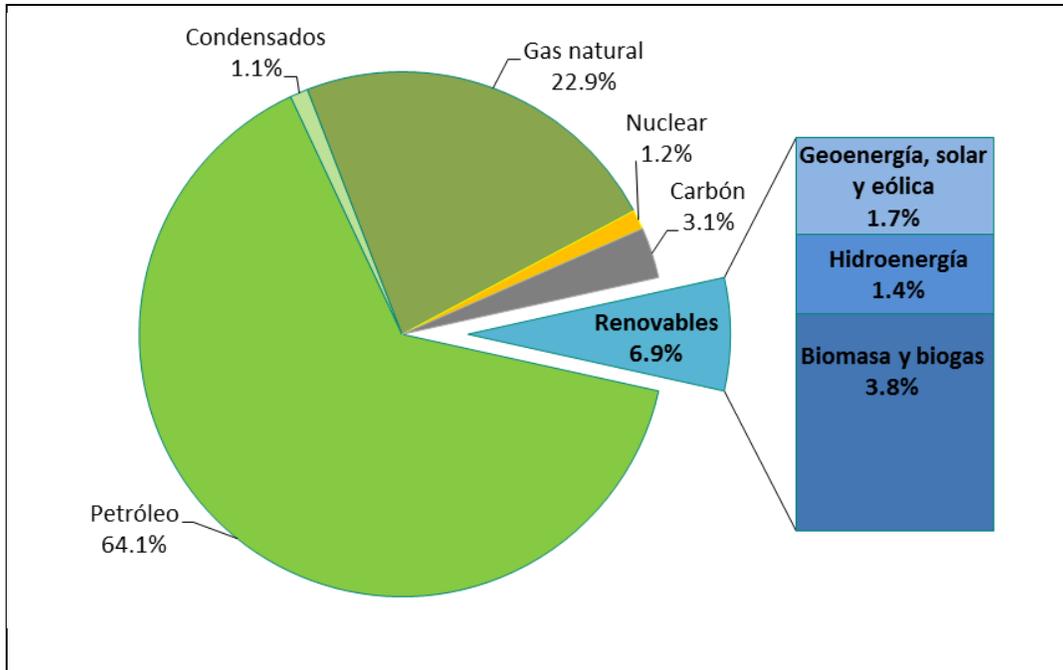


Figura 2.2 Estructura de la producción de energía primaria en el año 2011

Fuente: SENER (2012)

2.3 Planeación y optimización de la infraestructura

La Comisión Europea (2011) -en su reciente libro blanco- recomienda la planeación de la infraestructura en una forma tal que maximice el impacto positivo en el crecimiento económico y minimice el impacto negativo en el medio ambiente; es decir, utilizar los recursos de una manera más eficiente, para que el transporte utilice menos energía y que esta a su vez sea limpia, que se utilice la infraestructura de mejor manera, con el propósito de reducir los impactos negativos en el medio ambiente. Por lo que, nuevos patrones de transporte deben emerger; de tal forma que mayores volúmenes de personas accedan a una movilidad que combine eficientemente los modos de transporte.

Además, es importante enfatizar que la planeación y el financiamiento de infraestructura de transporte deben enfocarse desde una perspectiva de integración modal, así como de optimización de la red de transporte en su totalidad; de tal forma que se integren corredores “verdes” (con altos volúmenes tanto de carga como de personas y de bajas emisiones de GEI) en una red completamente integrada y haciendo un uso óptimo de la infraestructura existente.

En forma paralela, se podrían seguir desarrollando los Sistemas Inteligentes de Transporte en México, para que cualquier interrupción en la infraestructura fuera

comunicada y existieran menores pérdidas de tiempo; es decir, proveer al sistema de transporte federal en México de un sistema que permitiera la comunicación eficiente entre los usuarios y operadores, de tal forma que el sistema llegue a ser más resiliente ante los embates de los eventos meteorológicos extremos a los que está expuesta la infraestructura, los que seguirán incrementándose como consecuencia del cambio climático.

Otra medida recomendada es que a través de los Sistemas Inteligentes de Transporte se dé prioridad en ciertos horarios a los vehículos automotores de alta ocupación⁴ de personas y a los vehículos eléctricos⁵, en algunos tramos carreteros de los corredores verdes; además de que en momentos de alta congestión indiquen la velocidad a la que deben transitar los vehículos en cada carril, de tal forma que haya un flujo continuo que evite así el frenado constante, el mayor consumo de combustible y la alta tasa de emisiones de GEI. En general los Sistemas Inteligentes de Transporte pueden ser de gran utilidad para maximizar el aprovechamiento de la capacidad del sistema de transporte en su totalidad.

2.4 Comodalidad

Con base en el concepto de comodalidad, desarrollado por la Comisión Europea (2006), la CEPAL ha propuesto la siguiente definición: es el uso de un modo o combinación intermodal para un viaje o grupo de viajes, de personas o mercancías, que maximiza la eficiencia del trayecto o los trayectos. La comodalidad, por tanto, busca la integración y complementariedad modal bajo estándares eficientes, competitivos y sustentables; pone el énfasis en las necesidades del usuario por sobre el modo de transporte que utiliza. En consecuencia, la comodalidad es un elemento central e irremplazable en una estrategia de cambio modal, la cual forma parte de una política integrada y sustentable de logística y movilidad.

El concepto de comodalidad busca entonces una determinada forma —combinada o integrada— en que deberían ser usados los diferentes modos de transporte por parte de los actores o usuarios del sistema, procurando la utilización óptima de cada modo o de cada combinación de modos para que un trayecto completo resulte eficiente y sustentable. Es decir, no sólo se recomienda una política más integrada, sino también una política más proactiva; de modo que los actores del sistema actúen y tomen decisiones de determinada manera o en un determinado sentido. Esto implica que la política tenga que establecer un marco regulatorio que delimite normativamente un cierto espacio decisional para los actores del sistema.

⁴ El carril carretero para los vehículos de alta ocupación de pasajeros es conocido con el término en inglés “high-occupancy vehicle lane (HOV)”.

⁵ Un carril carretero que da prioridad a los vehículos eléctricos es conocido, en inglés, como “electric priority lane”.

Además -y de manera crucial- la política tiene que identificar, parametrizar y procurar alinear un conjunto de estímulos que orienten el proceso decisional de los actores o usuarios del transporte hacia el uso combinado y óptimo de los diferentes modos; cuando en el trayecto que se necesita recorrer se tiene la posibilidad de usar diferentes modos (CEPAL, 2012). Dichos programas de estímulos podrían darse a conocer a través de los mecanismos de la mercadotecnia social, de tal forma que las políticas tuvieran un mayor impacto.

2.5 Impuestos al combustible y normas de emisiones

Mientras los combustibles fósiles sigan siendo utilizados como fuente principal de energía para los vehículos de los diversos modos de transporte, seguirán los esfuerzos para incorporar normas que los regulen, de tal manera que aumente su rendimiento y emitan menos contaminantes. Esta medida, a pesar de ser conservadora, es la más comúnmente utilizada; por ejemplo, para el caso del autotransporte en México, se estableció el plan para vender a nivel nacional el diésel Ultra Bajo en Azufre⁶ (UBA), pero mientras la red de suministro no se logre integrar, estará limitada la introducción de autobuses de personas con mayores eficiencias energéticas y menor grado de emisiones de GEI.

Existen medidas más severas que consisten en aumentar el impuesto a los combustibles fósiles, generalmente implementados para gasolina y no para diésel, por ser el primer tipo el más usado en los vehículos privados, de uso personal.

Para el caso de México, sería importante continuar con el fortalecimiento del programa de promoción para la renovación de la flota vehicular, así como modificar la normatividad necesaria que exija una mayor eficiencia energética y menor cantidad de emisiones contaminantes de los vehículos, para personas que circulan en el país; así como incentivar el buen mantenimiento de dicha flota vehicular.

2.6 El factor social en las políticas públicas

Se recomienda ampliamente que todas las políticas y los programas para alcanzar un transporte sustentable vayan acompañados por una campaña de mercadotecnia social realizada por expertos en la materia; por lo que, a continuación se describen algunos de los elementos a tomar en cuenta, así como las ventajas de fomentar un cambio en el comportamiento social y de la construcción del capital social.

⁶ Del inglés *Ultra-low sulfur diesel*

2.6.1 La mercadotecnia social en las políticas para la mitigación

La mercadotecnia social es una aplicación sistemática de los conceptos y técnicas de la mercadotecnia para alcanzar metas específicas de comportamiento que son relevantes para el bienestar social. Debido a la naturaleza flexible de las estrategias de la mercadotecnia social, y a que se encuentran bien soportadas empíricamente para lograr cambios concretos en el comportamiento, dichas estrategias han aumentado en popularidad -tanto para los actores gubernamentales como para los no gubernamentales- que buscan incentivar un comportamiento en pro del medio ambiente, e involucrar a la sociedad en la problemática del cambio climático. Además, la mercadotecnia social tiene como meta alcanzar impactos medibles sobre lo que la gente hace; y no sólo sobre el conocimiento, la conciencia o las creencias que tiene sobre un problema (Corner & Randall, 2011); lo cual implica considerar las maneras en que se pueden incrementar los incentivos o remover las barreras para alcanzar un comportamiento positivo, como el uso del transporte público o del modo de transporte más eficiente y con menor emisión de GEI; mientras se hace lo opuesto para un comportamiento negativo o problemático, como el uso intensivo del automóvil.

El efecto cascada se logra cuando pequeños cambios en el comportamiento generan otros más profundos y significativos para el medio ambiente. Sin embargo, Corner y Randall (2011) argumentan que la evidencia del efecto cascada en el comportamiento es muy limitada; ya que aún no se entienden bien las condiciones bajo las cuales este tipo de efecto ocurre y hay sugerencias de que adoptar un comportamiento particular en pro del medio ambiente puede crear "permisos morales". Es decir, si alguien se compromete con una ley medioambiental significativa, como el reciclaje, entonces esa persona puede sentir que ha ganado el derecho de tener otro tipo de comportamientos no sustentables como el tomar un avión a un destino exótico. Lo anterior es conocido como el efecto cascada negativo o el efecto permisivo, que es un peligro potencial de las campañas con base en información enfocada en un simple comportamiento individual de bajo impacto, sin considerar un contexto social más amplio.

Por otro lado, las campañas de la mercadotecnia social enfocadas en incentivar el comportamiento a través de beneficios financieros no causan efectos cascada, ya que fallan en promover la identidad en pro del medio ambiente. Si bien, la expectativa de ahorrar dinero puede motivar el comportamiento de ahorro de energía en los hogares y el uso menos intensivo del automóvil, no da lugar a los mecanismos psicológicos críticos que hacen más probable la ocurrencia de otros comportamientos en pro del medio ambiente; es decir, la gente que ahorra energía por razones financieras no se sentirá obligada a ahorrar energía cuando esas razones no existan. Del mismo modo, el ahorro de energía por razones financieras no motiva a la gente a verse a sí misma como "el tipo de persona que actúa de manera sustentable".

Además, al concentrarse tan intensamente en las diferencias entre los individuos – así como en la creación de diferentes mensajes y enfoques basados en dichas diferencias– las técnicas de mercadotecnia social pueden inhibir los sentimientos de empatía, y anular el poder de las redes sociales para promover el cambio en pro del medio ambiente. Mientras que la segmentación no necesariamente reduce el capital social, sin duda tampoco hace nada para aumentarlo. Por lo tanto, algunas de las herramientas de la mercadotecnia social, como la segmentación, pueden resultar contraproducentes (Corner & Randall, 2011).

2.6.2 Otros enfoques y métodos para la comunicación

Se ha argumentado que para involucrar a un gran número de personas en el gran reto de la mitigación del cambio climático, la mercadotecnia social por sí sola no es suficiente. Por lo que a continuación se presentan los enfoques y métodos adicionales que Corner y Randall (2011) sugieren para la comunicación de programas o políticas, que van más allá de las limitaciones del enfoque de la mercadotecnia social:

1. *Las campañas basadas en valores y la estructura profunda.* El cambio climático es uno de los problemas denominados “mayores a uno mismo”⁷, que se caracterizan por no despertar el interés inmediato de una persona para invertir energía y recursos que ayuden a resolverlos. Por lo tanto, cualquier intento de motivar el compromiso del público hacia problemas “mayores a uno mismo” -tales como el cambio climático- debe tratar en última instancia de promover razones para solucionar el problema, que están basadas en valores; por ejemplo, la preservación de un bosque -por su belleza- en lugar de su valor económico.

La estructura profunda se refiere a las conexiones forjadas entre una estrategia de comunicación en particular o política pública y un conjunto de valores o principios más profundos; la que ofrece un método de vinculación de las estrategias para crear un compromiso hacia el cambio climático con los valores que sean más conducentes a la resolución de problemas “mayores a uno mismo”. Por lo tanto, las organizaciones que busquen emplear técnicas de mercadotecnia social para lograr cambios en el comportamiento en pro del medio ambiente deberían encauzarlas al servicio de los valores y a las estructuras que favorezcan la solución de los problemas “mayores a uno mismo”⁷, o de lo contrario su eficacia a largo plazo sería cuestionable.

2. *Las redes sociales y el capital social.* La evidencia sobre las redes sociales y la difusión de la conducta en general sugiere que el cambio de comportamiento en pro del medio ambiente se intensificará al poner como objetivo las redes sociales, en lugar de los individuos. Si el comportamiento en pro del medio

⁷ Del término en inglés “Bigger-than-self”

ambiente se incorpora a este nivel y se convierte en la definición de un grupo social, sería posible que se facilitaran cambios de comportamiento más significativos (reforzados a través de la presión de grupo).

En segundo lugar, el enfoque en las redes sociales ayuda a aumentar el capital social; algo que es fundamental para la construcción de la resiliencia⁸, para hacer frente y adaptarse a las circunstancias que amenazan con agotar los recursos existentes.

En tercer lugar, se ha demostrado en numerosas ocasiones la eficacia de los programas basados en grupos, para promover un cambio duradero del comportamiento en pro del medio ambiente. Para la mayoría de la gente es poco probable que sus redes sociales tengan como tema central el cambio climático; por lo que, una función importante que los gobiernos locales y nacionales pueden desempeñar es la de alentar y apoyar a las redes sociales preexistentes para que hagan suyo el problema del cambio climático (en lugar de que sea sólo un problema al que le hacen frente los grupos ecologistas). Aunque las estrategias de la mercadotecnia social pueden centrarse en el cambio de las normas sociales, parece que la construcción de capital social es algo que va conceptualmente más allá del alcance de una campaña individualizada.

3. *Educación ambiental y ciudadanía ambiental.* La educación desempeña un papel crucial en la conformación de las actitudes, valores y comportamientos de los niños, en su edad adulta. Por tanto, la educación también puede crear ciudadanos que con mayor probabilidad sean responsables, se involucren y comprendan el lugar que juegan en la preservación del medio ambiente natural; de tal forma que opten por modos de transporte más sustentables. Dicha estrategia no debe limitarse a la educación formal obtenida a través de la instrucción dada en los salones de clases, ya que deben ser incluidas algunas actividades al aire libre (actividades verdes), que son un ejemplo del tipo de estrategia que ayuda a cubrir algunas de las limitaciones de las campañas realizadas por la mercadotecnia social.

En resumidas cuentas, lo que se necesita es un proceso de comunicación que promueva el compromiso ciudadano y el diálogo público, en lugar de la receptividad pasiva a cambios de comportamiento a pequeña escala. Un sentido de equidad y de justicia entre los seres humanos -que requiere un compromiso para conservar y proteger los recursos naturales- juega el papel más importante; además hay que tener en cuenta que los valores son más propensos a producir un comportamiento en pro del medio ambiente y, por tanto, el uso de sistemas de transporte sustentables.

⁸ La capacidad que tiene un sistema de recuperarse después de los embates del medio ambiente.

3 Las políticas de adaptación ante el cambio climático

Las políticas de adaptación podrán ser introducidas gradualmente con el tiempo y representarán un proceso continuo en las próximas décadas (ONU-HABITAT, 2011). Dicha tarea conllevará un ajuste en el sistema económico, social y ecológico; en respuesta a los estímulos climáticos y sus efectos o impactos tanto actuales como esperados. Tales ajustes abarcarán cambios en los procesos, en las prácticas y en las estructuras para reducir los daños potenciales asociados con el cambio climático (Rübelke, 2011).

En México, el sistema carretero es uno de los sectores que requiere los mayores costos de reconstrucción y que representa anualmente perjuicios considerables a los estados. Dentro de los recursos que aporta el FONDEN (Fondo de Desastres Naturales), el sector carretero es al que se le ha proporcionado el más alto monto de recursos; pues ha llegado a representar el 57% del total otorgado entre los años 2000 y 2011 (FONDEN, 2012).

En el año 2013, el Gobierno Federal de México estableció tres ejes estratégicos para la adaptación ante el cambio climático, en donde una parte de la red federal de carreteras se considera como infraestructura estratégica y, por tanto, se tomó en cuenta en el segundo eje estratégico que consiste en reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático. Dentro de dicho eje estratégico, se tienen dos acciones relacionadas con la infraestructura estratégica, que son: (a) Fortalecer la infraestructura estratégica existente (comunicaciones, transportes, energía, entre otras) considerando escenarios climáticos; y (b) Incorporar criterios de cambio climático en la planeación y construcción de nueva infraestructura estratégica y productiva (ENCC, 2013). Por lo tanto, en las siguientes secciones se incluyen sugerencias para aumentar la resiliencia del autotransporte en México, debido a que es el modo de transporte más utilizado.

3.1 La resiliencia del autotransporte en México

Hay indicios de que aumentará la frecuencia y severidad de los desastres naturales debido a los efectos del cambio climático; sin embargo, existe mucha incertidumbre para pronosticar cuándo sucederán y en dónde; por lo que una de las políticas internacionales que acompaña a la mitigación del cambio climático es la adaptación a este, de tal forma que mejore la respuesta y la recuperación ante dichos fenómenos, además de minimizar las pérdidas humanas y económicas.

Para medir la adaptación de los países al cambio climático, se han sugerido conceptos que miden la resiliencia de los países en diversos sectores; es decir, la capacidad que tienen dichos sectores de recuperarse después de los desastres naturales. A continuación se definen los tipos de resiliencia y algunas de las medidas que se pueden tomar para aumentarla en el autotransporte.

La resiliencia puede ser entendida como “la habilidad de manejar el estrés de una manera adaptativa”, tanto en instituciones como en regímenes o sistemas complejos⁹. La resiliencia es una cuestión de grado y nunca una cuestión de completa inmunidad contra el estrés o los eventos perturbadores. Por lo tanto, las sociedades y los ecosistemas pueden ser más o menos resilientes, pero los sistemas altamente robustos eventualmente sucumbirán si los eventos que perturban al sistema se vuelven más poderosos o si se mezclan con un tipo de estrés hacia el cual el sistema no está adaptado (Janssen y Anderies, 2007).

A su vez, el concepto de la resiliencia de un sistema se puede dividir en dos, dura y blanda, de acuerdo con las características a que se refiere.

La *resiliencia dura* está orientada a las características físicas de un sistema y podría ser medida a través de:

- 1) La *robustez* del sistema, que tiene que ver con la fortaleza de la infraestructura y de los enlaces para mantener su nivel de servicio, a pesar de los embates del medio ambiente;
- 2) La *redundancia* en el sistema, en donde los recursos, las instalaciones o las conexiones redundantes pueden tomar provisionalmente el lugar de los que han sido afectados; de tal forma que el sistema continúe prestando el servicio.

Para ejemplificar los conceptos de la *robustez* y de la *redundancia*, en la figura 3.1 se muestra parte de lo acontecido del 15 al 20 de septiembre del 2013, debido a la tormenta tropical “Manuel”. Como resultado de este evento perturbador de la normalidad del sistema, ocurrió la interrupción total de las dos rutas carreteras (libre y de cuota) que unen Acapulco y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En el ejemplo, se puede apreciar que algunos túneles, puentes y terraplenes no fueron lo suficientemente robustos para soportar los embates de la tormenta; además de que la redundancia de la ruta terrestre, existente en este caso, sirvió de poco debido a que las dos rutas prácticamente paralelas y relativamente cercanas, estuvieron sujetas a la misma perturbación, en intensidad, extensión y magnitud. Por lo que, para restablecer temporalmente el flujo necesario de personas y bienes, fue utilizado el enlace aéreo.

⁹ La palabra “régimen” es utilizada para nombrar una serie de fenómenos complejos del mundo real, que relacionan elementos físicos tanto naturales como artificiales, así como atributos sociales, económicos, culturales y cognitivos (Smith et. al 2005).

En el Instituto Mexicano del Transporte se aplicó una metodología (Gradilla, 2011) que permite jerarquizar los tramos carreteros de acuerdo con el nivel en que cada uno de ellos afectaría al funcionamiento de la red carretera, cuando por algún motivo el tramo quedara obstruido por completo. Por lo que, la metodología permite identificar los tramos críticos para el óptimo funcionamiento de la red de carreteras, que en algunos casos podrían dejar incomunicada parte de la red vial.

Al respecto, en la figura 3.1 se muestra la jerarquía -por colores- de los diferentes tramos carreteros, lo que representa el efecto en el tiempo de viaje (AT)¹⁰ que producirían al verse obstruidos; es decir, a mayor valor del índice AT para un tramo, mayor será el retraso que provocará su inhabilitación a los usuarios de la red de carreteras. Así, resulta conveniente que aquellos tramos con el mayor valor del índice AT tuvieran alta prioridad para su reapertura parcial y su rehabilitación total. Resulta también conveniente estudiar la aplicación de esta metodología, para identificar los tramos carreteros que requerirían tramos o rutas redundantes (alternativas); de tal forma que se aumentara estratégicamente la resiliencia dura del sistema carretero en México. Junto con un análisis costo-beneficio que permitiera valorar la conveniencia de emprender el proyecto definitivo de rutas redundantes, habría que valorar la posibilidad de incrementar la robustez.

¹⁰ Los detalles del modelo utilizado para su estimación pueden consultarse en Gradilla (2011).

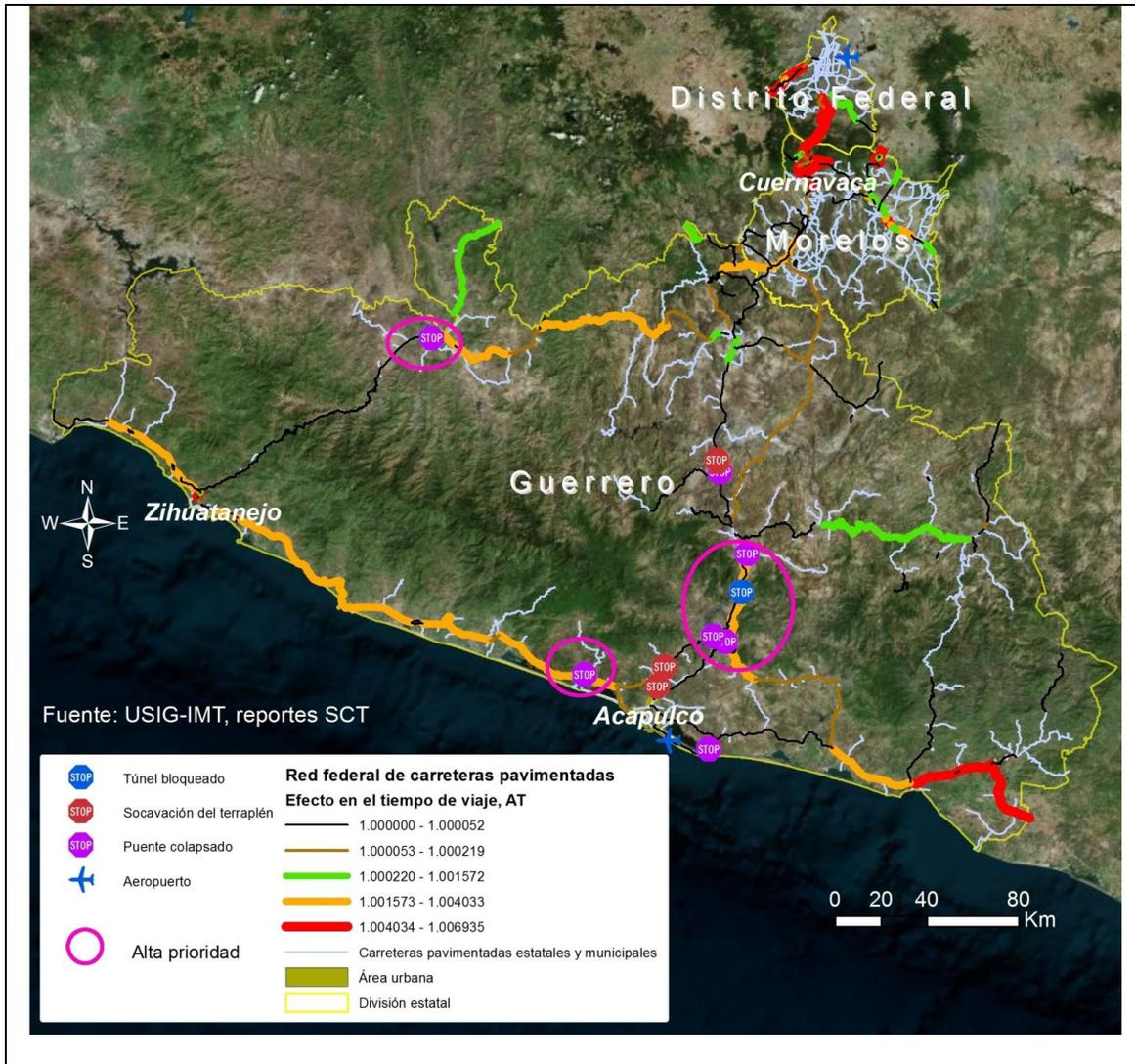


Figura 3.1 Daños de la tormenta tropical “Manuel” que provocaron la interrupción total de tramos, del 15 al 20 de septiembre 2013, en el estado de Guerrero

Fuente: Elaboración propia con información de la USIG-IMT y de los reportes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

En forma similar, en la figura 3.2 se muestra la ubicación de las afectaciones en el estado de Sinaloa, una vez que la tormenta tropical “Manuel” se convirtió en huracán; lo que provocó la obstrucción total, durante una noche, de las dos rutas carreteras que van de Culiacán a Los Mochis (libre y de cuota).



Figura 3.2 Daños del huracán “Manuel” que provocaron la interrupción total de tramos, en la noche del 19 de septiembre

Fuente: Elaboración propia con información de la USIG-IMT y de los reportes de la SCT

La figura 3.3 muestra que la única ruta alterna, la carretera que va de Mazatlán a Hermosillo pasando por los estados de Durango y Chihuahua, no podría ser considerada una redundancia óptima; debido a que dicha ruta hubiese requerido un tiempo de recorrido mayor que el tiempo que estuvieron cerrados los tramos en Sinaloa; aunque en estricto sentido la redundancia significa que exista más de un medio para alcanzar una función, en este caso, para llegar por carretera desde un origen a un destino determinado.

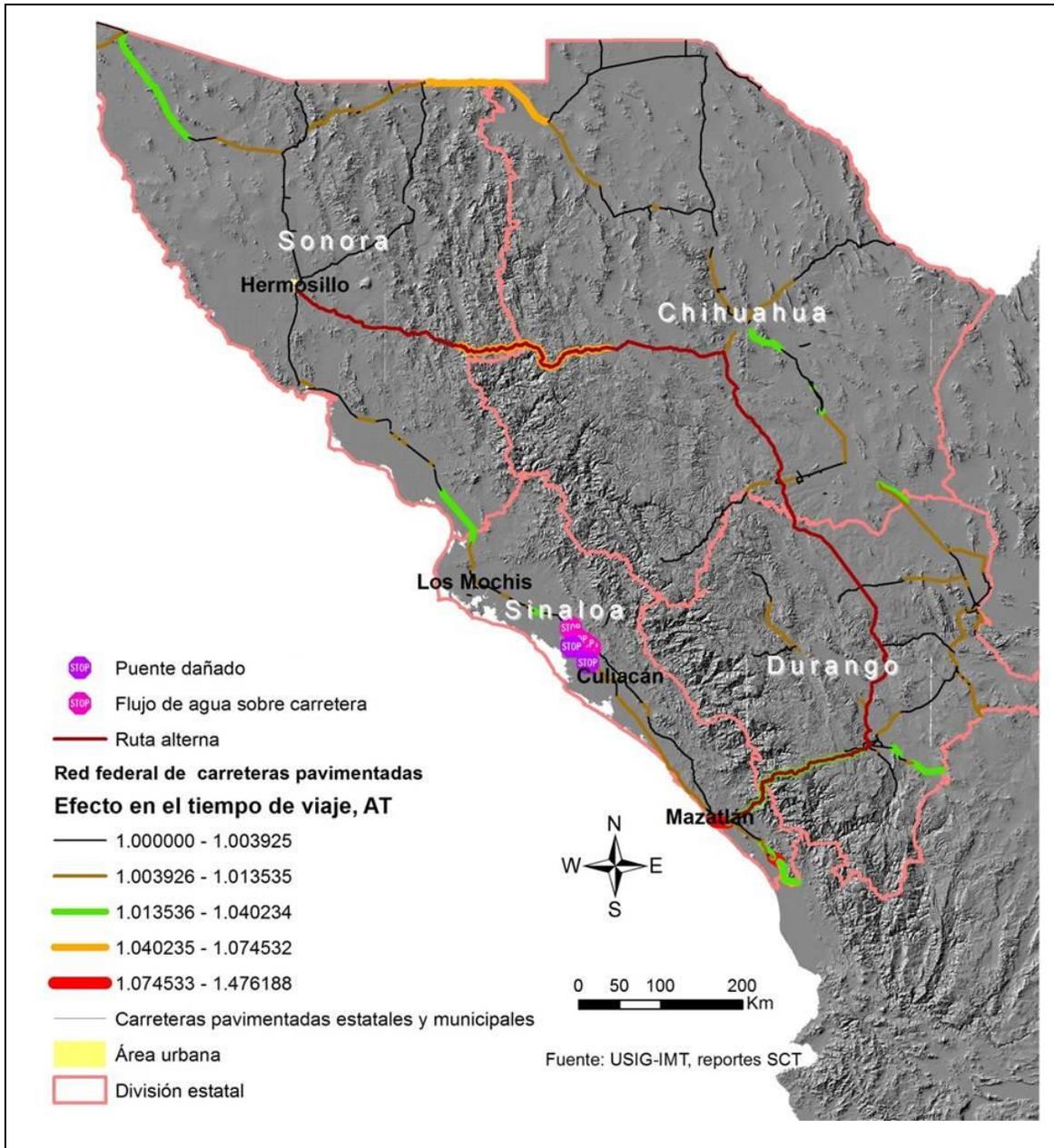


Figura 3.3 Ejemplo de la redundancia del sistema carretero, tomando en cuenta algunos de los daños del huracán “Manuel” que provocaron la interrupción total de tramos, en la noche del 19 de septiembre 2013

Fuente: Elaboración propia con información de la USIG-IMT y de los reportes de la SCT

La *resiliencia blanda*, por otra parte, está orientada al proceso de la gestión integral de riesgos y de la respuesta ante emergencias; por lo que depende de la preparación, la coordinación y la colaboración entre organizaciones para alcanzar:

- (a) *Flexibilidad* en la respuesta, que está representada a través de la comunicación en tiempo real entre departamentos de diversos sectores, incluyendo el sector transporte, y el rango amplio de organizaciones de ayuda; incluyendo la clara y precisa identificación de la evolución del riesgo, la colaboración para resolver problemas así como la reducción sistémica del riesgo;
- (b) *Agilidad* en la respuesta, que representa la reacción rápida ante un desastre, a través de la movilización inmediata y precisa de recursos importantes así como el envío de bienes de consumo adecuados para ayudar en la emergencia (Ponomarov y Holcomb, 2009).



Figura 3.4 Ejemplo del envío de bienes de consumo vía aérea, debido a la incomunicación por carretera que provocó la tormenta tropical “Manuel”, en septiembre 2013

Fuente: periódico El Universal, 19/09/13

3.1.1 Factores para aumentar la resiliencia dura

Algunos de los factores que pueden aumentar la *resiliencia dura* de la infraestructura carretera son los siguientes:

- La simplificación de los diseños de infraestructura, de tal forma que cualquier mantenimiento o reconstrucción sea más fácil; además de que se adicionen mejoras a la infraestructura una vez que sea reconstruida (NCHRP, 2013).
- A la hora de construir nuevos tramos carreteros, se debe entender su relación con los ya existentes, con los que se consideran críticos para el funcionamiento de la red de carreteras así como con otro tipo de infraestructura estratégica (Gradilla, 2011).
- La disponibilidad de un plan para reducir el tiempo que toma el restablecer un tramo carretero dañado (NCHRP, 2013).
- La planificación de accesos o tramos alternativos; es decir, tramos redundantes (NCHRP, 2013).
- En tanto como sea posible, intentar desarrollar una red de transporte multimodal; de tal forma que en ocasiones los enlaces redundantes sean de otros modos de transporte. Es decir, aumentar la *redundancia* y capacidad remanente en el sistema carretero, así como minimizar la interdependencia de algunos componentes críticos del sistema; de tal forma que se minimice la propagación de los efectos de la obstrucción de un tramo estratégico en el funcionamiento del sistema en una región.
- Una vez identificadas las vulnerabilidades, es posible hacer modificaciones a la infraestructura (por ejemplo, cambiar los materiales superficiales de la carretera, incrementar la capacidad de las alcantarillas) y a los procedimientos de mantenimiento (por ejemplo, revisar las alcantarillas en áreas vulnerables cuando se prevean lluvias intensas, incrementar la supervisión de los terraplenes).

3.1.2 Factores para aumentar la resiliencia blanda

Algunos de los factores que pueden aumentar la *resiliencia blanda* del sistema carretero son los siguientes:

- Mejorar la forma de comunicarse con los usuarios del sistema de transporte carretero; además de desarrollar maneras de advertirles a los viajeros de los problemas en el sistema, así como de informarles sobre sus opciones de transporte (por ejemplo, rutas alternas).

- Desarrollar maneras efectivas de mantener el flujo de información y comunicación entre los administradores del sistema carretero, los trabajadores y los usuarios, bajo condiciones normales y extremas; es decir, desarrollar sistemas múltiples y redundantes de comunicación, de tal manera que la comunicación continúe si un componente falla. La telefonía satelital puede servir en casos extremos, para la comunicación entre las autoridades responsables.
- Hacer planes para administrar la red de carreteras en forma más eficiente (por ejemplo: identificar las rutas alternas, planear las respuestas en contingencias, encontrar la forma eficiente de comunicarles a los usuarios de la red cuando exista un evento adverso o alguna obstrucción en la carretera) y desarrollar una estructura organizacional que pueda albergar acciones de adaptación (por ejemplo: establecer planes de acción y políticas de adaptación, cambiar los estándares del pavimento, incluir la adaptación en los contratos, la toma de decisiones y en las inversiones).

En la figura 3.5 se muestra un comunicado difundido durante los días que permanecieron cerrados algunos tramos de la Autopista del Sol, que apareció en el portal de la SCT y en diversos periódicos. El comunicado pudo haber llegado a más personas si existieran más canales de comunicación, y una vez restablecida la telefonía móvil, indicaciones más precisas (con referencia geográfica) hubiesen podido ser difundidas.

Debido a que las comunidades con altos niveles de capital social ayudan a aumentar la *resiliencia blanda* del sistema carretero; es indispensable construir los canales que permitan el desarrollo del capital social, así como la comunicación en tiempos de emergencia. En la siguiente sección se muestran algunas herramientas geotecnológicas que pueden ayudar en la construcción de dicho andamiaje.



Figura 3.5 Ejemplo de un comunicado de las autoridades para indicar la ruta alterna a la Autopista del Sol, debido a los daños provocados por la tormenta tropical “Manuel”, en septiembre 2013

Fuente: SCT

3.2 El capital social en las políticas para la adaptación

El *capital social* está relacionado al bienestar del ser humano -pero a un nivel social en lugar de individual- que consiste en las redes sociales que propician una sociedad eficiente y cohesiva, además de que facilitan las interacciones sociales e intelectuales entre sus miembros; es decir, el capital social se refiere a la existencia de la confianza social, de las normas y de las redes, adonde las personas pueden recurrir para resolver problemas y crear cohesión social. Ejemplos de capital social son las asociaciones de vecinos, las organizaciones civiles y las cooperativas. Las estructuras legales y políticas que promueven la estabilidad política, la democracia, la eficiencia gubernamental así como la justicia

social (que son buenas para la productividad y deseadas para la sociedad) son también parte del capital social (Ekins et al., 2008).

Debido a las limitadas opciones de previsión de las consecuencias del cambio climático, el capital social juega un papel muy importante para aumentar la *resiliencia blanda* del sistema de transporte; ya que la comunicación ágil entre personas propicia una mejor respuesta en momentos de crisis y más aún con herramientas geotecnológicas.

4 Herramientas geotecnológicas para aumentar la resiliencia blanda

A continuación se describen algunas aplicaciones geotecnológicas que permiten aprovechar el capital social de un país, para aumentar la *resiliencia blanda* de su sistema de transporte carretero.

4.1 SIG colaborativo

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) colaborativo es la integración de teorías, herramientas y tecnologías para estructurar la participación humana en procesos de grupo para la toma de decisiones espaciales (Pirotti et al. 2011). Una de las formas de estructurar dicha participación es a través de los geoservicios vía web, que permiten poner mapas a disposición de otras aplicaciones de cartografía, a través de la red; es decir, desde cualquier computadora conectada a Internet es posible acceder a mapas y servicios específicos. Un rasgo esencial de los geoservicios es su orientación hacia usuarios finales que, en su mayor parte, no poseen conocimientos avanzados en el manejo de la información geográfica. Ello implica que las interfaces y procedimientos han de ser diseñados para que sean inteligibles a usuarios no expertos en SIG (Pueyo et al. 2011).

Por lo que, los geoservicios vía web permiten potencializar los SIG colaborativos, de tal manera que los portales con servicios SIG puedan ser utilizados -por ejemplo- para mejorar la efectividad de la respuesta en casos de emergencia que afecten el sistema carretero, en donde existan protocolos de comunicación entre las autoridades y que incluya la información con referencia espacial de los incidentes. De esa forma, es posible contar con una plataforma única de comunicación que ayude a generar sinergia; en donde todos los actores tengan acceso a la misma información para la toma de decisiones, compartan los mismos términos y puedan tener comunicación en dos vías con los usuarios del sistema carretero.

4.2 Otras herramientas a través de telefonía móvil

Los dispositivos móviles -como teléfonos inteligentes o tabletas con sistemas operativos como Android, iOS o Windows Mobile/Phone- permiten la integración de aplicaciones (*apps*) con geoservicios para su utilización en cualquier momento y lugar (Pueyo et al. 2011).

Adicionalmente, los servicios de SIG en la nube permiten, cada vez más, desarrollar aplicaciones SIG en las tabletas o en los dispositivos móviles. De esta forma, los usuarios pueden conectarse a la nube, para agregar datos de campo (como la posición de un accidente o un derrumbe en la carretera), en tiempo real, a sistemas centralizados. Así, se puede tener acceso a la información en tiempo real y alimentar al sistema, de tal forma que se pueda editar y analizar la información para la toma de decisiones. En las siguientes secciones, se muestran dos ejemplos de la forma en que la telefonía móvil ha ayudado a aumentar la *resiliencia blanda* de los sistemas de transporte carretero en Japón y en España.

4.2.1 El caso de Japón

En Japón, la llamada al #9910 desde cualquier celular es gratis y los usuarios pueden notificar cualquier anomalía en la carretera o cualquier accidente (ver figura 4.1); aunque este sistema es muy sencillo, ha ayudado a administrar en forma más eficiente el sistema carretero en Japón, además de que estimula la participación de los usuarios.

Adicionalmente, si llaman al #8162, los usuarios de la carretera pueden obtener información (que actualizan cada 5 minutos) sobre las condiciones de las carreteras, si existe algún accidente o si hay algún congestionamiento. El caso que se muestra de Japón es un ejemplo de una estructura que permite la comunicación en dos vías, en donde se aprovecha el capital social para administrar de mejor manera el sistema carretero y además se les informa a los usuarios de cualquier incidente para que tome mejores decisiones.



Figura 4.1 Ejemplo de un canal de comunicación entre los usuarios carreteros y los administradores de la infraestructura en Japón

Fuente: NEXCO West "Expressway Driver's Guide"

4.2.2 El caso de España

La Dirección General de Tráfico (DGT) que pertenece al Ministerio del Interior del Gobierno de España ha desarrollado diferentes canales de comunicación con los usuarios de la red carretera, de tal forma que pueda comunicarles cualquier incidente, en tiempo real, y también les proporcione la opción para el cálculo de rutas alternativas. En la siguiente figura aparece el portal utilizado como uno de los canales de comunicación.



Figura 4.2 Ejemplo del portal que utiliza la Dirección General de Tráfico de España, para comunicar incidentes en el sistema carretero

Fuente: Dirección General de Tráfico de España

La figura 4.3 muestra un ejemplo de la aplicación que proporciona de forma gratuita la Dirección General de Tráfico de España, para los dispositivos móviles inteligentes con sistema operativo Android o iOS; es una herramienta útil y sencilla de ayuda al conductor, que permite guardar las rutas más utilizadas para conocer las incidencias que existan en la carretera; además de acceder a las cámaras oficiales de tráfico, localización de radares y a la información de tráfico siempre que se desee. Además ofrece acceso directo al teléfono de emergencias 112 y aviso sonoro de incidencias graves. La aplicación mantiene continuamente el uso del GPS en el dispositivo móvil, lo que permite programar un mensaje a algún destinatario para avisar que el usuario llegó a su destino.



Figura 4.3 Aplicación para dispositivos, que pone a disposición la DGT de España, para comunicar incidentes en el sistema carretero

Fuente: Dirección General de Tráfico de España

En la figura 4.4 se muestra cómo la DGT utiliza también *Twitter* para comunicar los incidentes en las carreteras, con las ligas que llevan a los usuarios a un mapa en donde pueden observar la posición geográfica.

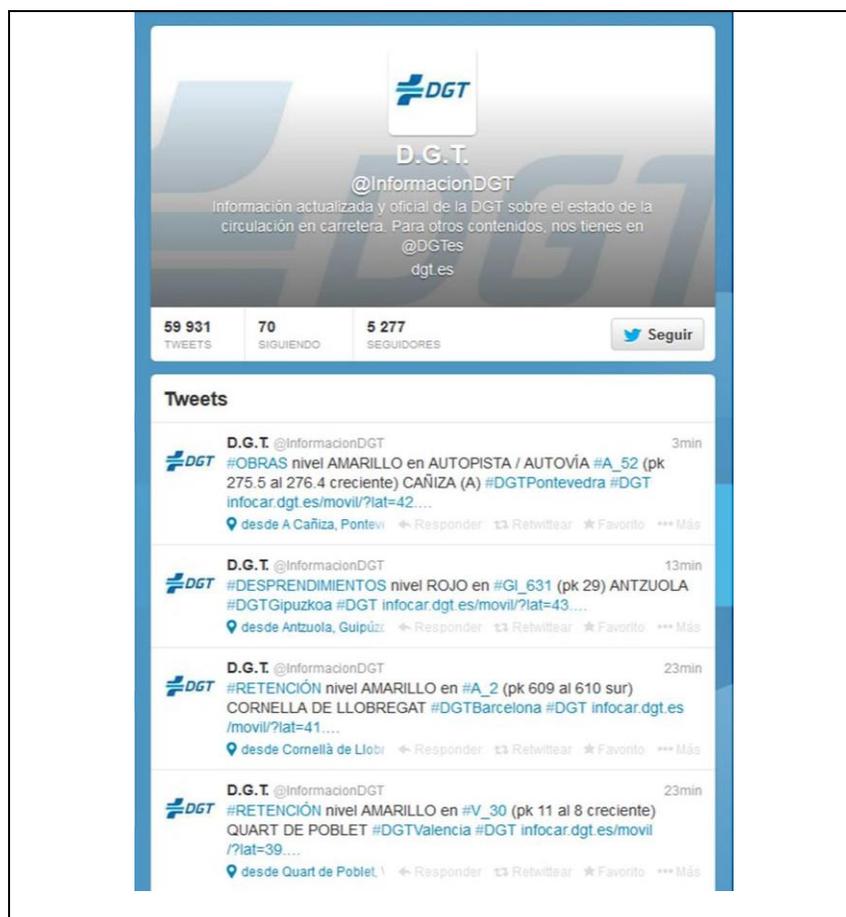


Figura 4.4 Ejemplo de la utilización de *Twitter* por parte de la Dirección General de Tráfico de España, para comunicar incidentes en el sistema carretero

Fuente: Dirección General de Tráfico de España

4.2.3 **Waze, aplicación de mapas, tráfico y navegación**

Waze es una aplicación social de tráfico en tiempo real y navegación asistida por GPS, desarrollada por *Waze Mobile*, que fue adquirida por Google en junio de 2013. Con dicha aplicación, los conductores de una cierta área comparten información vial y de tráfico, en tiempo real (por ejemplo, reportan accidentes, congestiones de tráfico u obstrucciones) con lo que ahorran tiempo y dinero de combustible en sus desplazamientos diarios. La aplicación móvil de *Waze* se encuentra disponible de manera gratuita para los siguientes sistemas operativos: Android, BlackBerry, iOS, Symbian y Windows Mobile. La ventaja de esta aplicación, así como de otras similares, será mayor conforme más y más personas

la utilicen; aunque siempre se requerirán canales oficiales que den mensajes a los usuarios. En la siguiente figura se muestran parte de la aplicación y las opciones que tienen los usuarios para alertar sobre problemas en la carretera.



Figura 4.5 Ejemplo de la utilización de la aplicación Waze

Fuente: Waze Mobile

5 Conclusiones

El pensamiento sistémico es muy importante en la propuesta de soluciones a los problemas cada vez más complejos que se tendrán ante el cambio climático; además el factor tiempo juega un papel esencial porque se alcanzarán puntos en donde no habrá retorno, en donde las consecuencias negativas aumentarán en forma exponencial. Por lo que, entre más tempranamente se actúe en forma coordinada, mayores serán las posibilidades de alcanzar en México un sistema de transporte de personas que sea sustentable y más resiliente.

Aunque se esperaría que el desarrollo de la tecnología lograra la sustitución de los combustibles fósiles, se recomienda que se continúe con la implantación de políticas ante el cambio climático, para disminuir la demanda de combustibles fósiles, a través del aumento de la eficiencia en el uso de dicha energía. De tal forma que los nuevos patrones de transporte sean incentivados, en donde un mayor número de personas sean transportadas por una combinación eficiente de modos de transporte; para lograr así la comodidad. Por lo tanto, se sugiere la creación de corredores “verdes” que formen una red intermodal estratégica y sustentable medioambientalmente; pues, una medida clave para la transición hacia un sistema de transporte sustentable y más resiliente es la integración entre los modos de transporte interurbano y urbano, que sean eficientes y amigables con el medio ambiente.

Debido a que la propuesta de soluciones que sean traducidas en políticas de transporte implica un gran reto, se requiere pensar más allá del problema por solucionar, ya que son las interrelaciones dentro del sector y con otros sectores, así como los diversos procesos, los que permiten un mejor análisis. Por ejemplo, si se lograra dar un mayor paso en el sector energético, en términos de mayor eficiencia y del aumento de la producción de energía limpia, entonces se contribuiría a que el sector transporte avanzara hacia sus metas; por tanto, las políticas de energía y transporte deben estar integradas sistemáticamente así como ancladas a una visión a largo plazo, la que debería ser modificada de acuerdo con el aprendizaje, el desarrollo tecnológico, los avances alcanzados, así como de las tendencias nacionales e internacionales.

Se recomienda ampliamente que todas las políticas y los programas para alcanzar un transporte sustentable vayan acompañados por una campaña de mercadotecnia social que esté realizada por expertos en la materia. Debido a que las políticas efectivas de adaptación benefician en forma local o regional, el capital social es de suma importancia tanto en su fase de planeación como de

implementación; además de que es recomendable introducir gradualmente dichas políticas durante las próximas décadas.

Una de las ventajas de mejorar la resiliencia blanda es que resulta menos costoso con respecto al mejoramiento de la resiliencia dura, pero requiere una mayor inversión de tiempo; además, requiere el desarrollo de enlaces transversales entre instituciones o secretarías, así como establecer protocolos de comunicación y responsabilidades, de tal manera que se logre generar una mejor integración y coordinación. Por lo que, una plataforma geotecnológica de comunicación podría ayudar a generar sinergia; ya que todos los actores tendrían acceso a la misma información para la toma de decisiones y compartirían los mismos términos a través de dicha plataforma.

Por lo que ahora toma mayor relevancia que se continúe con el desarrollo de los Sistemas Inteligentes de Transporte en México, además de que se implemente un sistema de comunicación vía internet para dispositivos móviles, de tal manera que cualquier interrupción en la infraestructura carretera sea comunicada a los usuarios y existan menores pérdidas de tiempo; con ello, habría una contribución en el aumento de la resiliencia blanda del sistema ante los embates de los eventos meteorológicos extremos a los que está expuesta la infraestructura, que se pronostica que seguirán incrementándose como consecuencia del cambio climático.

Finalmente, se destaca que las medidas y políticas descritas a lo largo de la presente publicación podrían servir como punto de partida en las discusiones relacionadas al Sector Transporte que sean abordadas en la Comisión Intersecretarial ante el Cambio Climático en México. Dicha comisión puede a su vez ser consolidada para formar parte de lo que sería una plataforma para administrar la transición hacia un sistema de transporte sustentable y más resiliente. De esa forma, se podrían incluir más actores con otras perspectivas que enriquezcan y permitan tener una visión clara hacia dónde encaminar los esfuerzos en el transporte interurbano de personas. Por tanto, la plataforma para la transición en el sector transporte fungiría como una sombrilla unificadora de las diversas perspectivas e intereses de los actores; en donde se actúe para asegurar las circunstancias que maximicen las posibilidades de un desarrollo social progresivo, a través de la promoción de la innovación y la mitigación de efectos negativos.

Bibliografía

Aakre, S. & D. Rübhelke. *Adaptation to Climate Change in the European Union: Efficiency versus Equity Considerations*. Environmental Policy and Governance 20, pp. 159–179 (2010).

Banister, D; K. Anderton; D. Bonilla; M. Givone & T. Schwanen. *Transportation and the Environment*. Annual Review of Environment and Resources, 36 (2011).

Bonilla, D. *Sustainable mobility and options for decarbonizing transport, in Energy Efficiency Policy Development in Southeast Asia and Beyond*. Stallion Press, Singapur (2010).

CEPAL. Institucionalidad, comodalidad y servicios de transporte sostenibles. Boletín FAL. Unidad de Servicios de Infraestructura, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Edición No. 316, número 12 (2012).

Collins, B. *Energy, transport, environment and the policy challenge*. Emergence: Complexity & Organization 12:77–80 (2010).

Comisión Europea. *Keep Europe moving - Sustainable mobility for our continent. Mid-term review of the European Commission's 2001 Transport White Paper*, Bélgica (2006).

Comisión Europea. *Roadmap to a single European transport area- towards a competitive and resource-efficient transport system*. White paper on transport, Bélgica (2011).

Corner, A. & A. Randall. *Selling climate change? The limitations of social marketing as a strategy for climate change public engagement*. Global Environmental Change 21, pp. 1005–1014 (2011).

Cuarta Comunicación. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México (2009).

Dalkmann H. & C. Huizenga. *Advancing Sustainable, Low Carbon through the GEF*, a STAP advisory document, GEF-UNEP (2010).

Dauphiné, A. & D. Provitolo. *La résilience: un concept pour la gestion des risques*. Annales de géographie No. 654, p. 115-125 (2007).

Duit, A.; V. Galaz; K. Eckerberg & J. Ebbesson. *Governance, complexity, and resilience*. *Global Environmental Change* 20, pp. 363–368 (2010).

Eakin, H. & M. C. Lemos. *Institutions and change: the challenge of building adaptive capacity in Latin America*. *Global Environmental Change* 20, pp. 1–3 (2010).

Ekins, P.; S. Dresner & K. Dahlström. *The Four-Capital Method of Sustainable Development Evaluation*. *European Environment* 18, pp. 63–80 (2008).

ENCC. *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. Gobierno de la República. México, D.F. (2013).

FONDEN. *El Fondo de Desastres Naturales de México – una reseña*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. Washington, D.C. (2012).

Geels F.W. & J. Schot. *Typology of sociotechnical transition pathways*. *Research Policy* 36, pp. 399-417 (2007).

Givoni, M.; C. Brand & P. Watkiss. *Are railways ‘climate friendly’? Built environment*, vol. 35 No. 1 (2009).

Gradilla Hernández, L. A. *Planeación de infraestructura del transporte: Identificación de tramos críticos para el funcionamiento de redes carreteras*. Publicación técnica No. 354, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2011).

Gradilla Hernández, L. A. *Transporte de carga en México: transición hacia un sistema sustentable*. Publicación Técnica No.383, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, México (2012).

Janssen, M. & M., Anderies. *Robustness trade-offs in social–ecological systems*. *International Journal of the Commons* 1 (1) (2007).

Kågeson, P. *Environmental aspects of inter-city passenger transport*. 18th International Symposium on Transport Economics and Policy. The future for interurban passenger transport. International Transport Forum, OECD. Madrid, España (2009).

Kemp, R. & D. Loorbach. *Transition management: a reflexive governance approach*. *Reflexive governance for sustainable development*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, Estados Unidos de Norteamérica (2006).

Manson, S. M. *Simplifying complexity: a review of complexity theory*. *Geoforum* 32, pp. 405-14 (2001).

Nash, C. *When to invest in high-speed rail links and networks?* 18th International Symposium on Transport Economics and Policy. The future for interurban passenger transport. International Transport Forum, OECD. Madrid, España (2009).

NCHRP. *A pre-event recovery planning guide for transportation*. Report 753, National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board, Washington, D.C. (2013).

Ney, S. *Resolving messy policy problems. Handling conflict in environmental, transport, health and ageing policy*. Earthscan, UK (2009).

ONU-HABITAT. *Las ciudades y el cambio climático, orientaciones para políticas. Informe mundial sobre asentamientos humanos. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos*. Washington, EE.UU. (2011).

Park, S. E.; N. A. Marshall; E. Jakku; A. M. Dowd; S. M. Howden; E. Mendham & A. Fleming. *Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation*. *Global Environmental Change* 22, pp. 115–126 (2012).

Pirotti, F.; A. Guarnieri & A. Vettore. *Collaborative Web-GIS Design: A Case Study for Road Risk Analysis and Monitoring*. *Transactions in GIS*, 15(2), pp. 213–226 (2011).

Ponomarov, S. & M. Holcomb. *Understanding the concept of supply chain resilience*. *International Journal of Logistics Management*, 20(1), pp. 124–143 (2009).

Pueyo Campos, A.; J. A. Salvador Oliván & S. Escolano Utrilla. *Geo-servicios electrónicos de la administración pública en los niveles autonómico y local en Aragón (España)*. XIII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica, 25-27 mayo. Universidad Autónoma del Estado de México; Toluca, Estado de México (2011).

Rübelke, D. *International support of climate change policies in developing countries: strategic, moral and fairness aspects*. *Ecological Economics* 70, pp. 1470–1480 (2011).

SENER. *Balance Nacional de Energía 2011*, Secretaría de Energía, México (2012).

Shmelev, S. E. *Ecological economics: sustainability in practice*. Springer, Nueva Zelanda (2012).

Smith, A.; A. Stirling & F. Berkhout. *The governance of sustainable socio-technical transitions*. *Research Policy* 34 (2005).



INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE



Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>