

HISTORIAS DE ÉXITO EN PUERTO RICO UTILIZANDO TECNOLOGÍAS IMPULSADAS POR EL PROGRAMA CADA DÍA CUENTA (EDC, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)¹

Maribell Pérez²

Resumen: La Administración Federal de Carreteras (FHWA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Transportación Federal de los Estados Unidos estableció un programa innovador a nivel nacional denominado Cada Día Cuenta (EDC, por sus siglas en inglés). Las metas principales de este programa son reducir el tiempo de ejecución de proyectos de carreteras, mejorar la seguridad en las carreteras y proteger el medio ambiente. Esta ponencia describe cinco iniciativas del programa Cada Día Cuenta que han sido implantadas en Puerto Rico por el Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP) y la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT), a saber, Mezclas Tibias de Asfalto (WMA); Elementos y Sistemas Prefabricados para la Construcción de Puentes (PBES); Controles Adaptivos de Semáforos (ASCT); Bordes de Seguridad en Pavimentos (SE); y Suelos Reforzados con Geosintéticos-Sistema Integrado de Puentes (GRS-IBS). Los beneficios asociados a la implantación de estas iniciativas también se describen en la ponencia.

Palabras claves: Cada Día Cuenta (EDC), iniciativas, mejoras, pavimentos, puentes, seguridad, señales de tránsito, transportación.

SUCCESS STORIES IN PUERTO RICO USING TECHNOLOGIES PROMOTED BY THE EVERY DAY COUNTS (EDC) PROGRAM

Abstract: The Federal Highway Administration (FHWA) of the United States Department of Transportation established an innovative national program named Every Day Counts (EDC). The principal goals of this program are: reduction in project delivery time, improvement of highway safety and environmental protection. This article describes five EDC initiatives that have been implemented by the Puerto Rico Department of Transportation and Public Works (PRDTPW) and the Puerto Rico Highway and Transportation Authority (PRHTA), namely, Warm Mix Asphalt (WMA); Prefabricated Bridge Element Systems (PBES); Adaptive Signal Control Technology (ASCT); Safety Edge (SE); and Geosynthetic Reinforced Soil-Integrated Bridge System (GRS-IBS). The benefits associated with the implementation of these initiatives are also described herein.

Key words: bridges, Every Day Counts (EDC), improvements, initiatives, pavements, road sign, safety, transportation.

INTRODUCCIÓN

El programa Cada Día Cuenta (EDC) consiste de la implantación de una serie de iniciativas innovadoras. Este programa está siendo impulsado a nivel nacional y surge por el interés del Administrador de la Administración Federal de Carreteras (FHWA), Sr. Víctor Méndez en reducir el tiempo de ejecución de nuestros proyectos, mejorar la seguridad en nuestras carreteras y a la misma vez proteger nuestro medio ambiente (FHWA, 2012a). El mismo consiste de 15 distintas tecnologías que ya habían sido desarrolladas pero que no habían sido utilizadas ampliamente en los distintos estados. En diciembre de 2010 personal de FHWA junto con representantes de la Autoridad de

¹ Artículo recibido el 20 de noviembre de 2012 y aceptado para publicación el 21 de diciembre de 2012.

² Ingeniero en Transportación, Administración Federal de Carreteras, División de Puerto Rico, Ave. Chardón #350, Suite 210, San Juan, PR 00918-2161. E-mail: maribell.perez@dot.gov

Carreteras y Transportación de Puerto Rico (PRHTA, por sus siglas en inglés) participaron de la primera cumbre del programa Cada Día Cuenta. En este evento se presentó la primera ronda de iniciativas bajo este programa.

Las mismas fueron divididas en dos grandes grupos; iniciativas dirigidas a acelerar la implantación de nuevas tecnologías y aquellas dirigidas a acortar la ejecución de los proyectos. La Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico decidió acoger nueve de estas para ser implantadas.

- Mezclas Tibias de Asfalto (WMA)
- Elementos y Sistemas Prefabricados para la Construcción de Puentes (PBES)
- Controles Adaptivos de Semáforos (ASCT)
- Borde de Seguridad en Pavimentos (SE)
- Suelos Reforzados con Geosintéticos – Sistema Integrado a Puentes (GRS-IBS)
- Flexibilidades en el Derecho de Vía
- Flexibilidades en la Relocalización y Acomodo de Utilidades
- Mejoras en la Asistencia Técnica en Estudios de Impacto Ambiental en Curso
- Ejecución de Proyectos Utilizando Contratos Diseño – Construcción

Utilizando la asistencia técnica del Centro de Transferencia y Tecnología de Transportación (LTAP, por sus siglas en inglés) y el apoyo de FHWA, la Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico comenzó con la implantación de las distintas iniciativas, promoviendo el entrenamiento técnico requerido.

A continuación se describen cada una de las iniciativas que han sido implantadas en Puerto Rico con éxito.

MEZCLAS TIBIAS DE ASFALTO (WMA, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Esta iniciativa consiste de una serie de tecnologías que permite reducir las temperaturas a las cuales típicamente se producen y se depositan las Mezclas Asfálticas Calientes (HMA) manteniendo igual o mejor desempeño. Usualmente la reducción de temperatura varía desde -1.11 hasta 48.8 grados centígrados si se compara con la temperatura que se utiliza para producir HMA (FHWA, 2012b). Entre los beneficios principales de esta tecnología se encuentran:

- Reducción de los costos de producción.
- Mejorar la compactación del asfalto.
- Extender las distancias de acarreo
- Mejora las condiciones de trabajo, reduciendo la exposición a las emisiones de combustible y olores.
- Reducción de emisiones de CO₂ al medioambiente.
- Permite una dosificación mayor de mezcla asfáltica reciclada (RAP por sus siglas en inglés). Esta dosificación adicional mejoraría las propiedades de ingeniería de las nuevas mezclas asfálticas como también reduciría la necesidad de extracción de material virgen de la corteza terrestre.

Esta iniciativa tuvo una gran acogida en Puerto Rico. Los representantes de la industria de Asfalto, personal clave de PRHTA y FHWA junto con el Centro Nacional para Tecnologías de Asfalto localizado en Auburn, Alabama (NCAT por sus siglas en inglés) unieron esfuerzos para la implantación de la misma. Se lograron bajar las temperaturas de producción del asfalto entre 4.44 y 10 grados centígrados. La primera sección de prueba se realizó

en la carreta PR-2 en Yauco y se depositaron alrededor de 700 toneladas de asfalto (FHWA, 2012c). Luego de esta prueba inicial se han depositado sobre 60,000 toneladas de asfalto tibio en la isla. PRHTA desarrolló las provisiones especiales 962 (metodología diseño Marshall) y 964 (metodología de diseño Superpave) que regula los controles de construcción requeridos para el depósito de asfaltos tibios (Bonet y Hernández, 2012). En la Figura que se muestra a continuación se observa la diferencia entre la producción de las Mezclas Asfálticas calientes a temperaturas entre 157.2 y 160 grados centígrados y la producción de mezclas tibias de asfalto a una temperatura de aproximadamente 137.8 grados centígrados.



Figura 1: Producción de Mezclas Asfálticas Tibias
(adaptado de Betteroads Asphalt Corporation).

ELEMENTOS Y SISTEMAS PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES (PBES, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Esta iniciativa promueve el uso de varios elementos y sistemas prefabricados en la construcción de puentes. El uso de estos elementos y sistemas reducen grandemente el tiempo de construcción de los proyectos. Minimiza la interrupción del tráfico y mejora la seguridad en las áreas de trabajo (FHWA, 2012d).

En la construcción tradicional de puentes se construyen inicialmente las fundaciones luego las subestructuras y finalmente las superestructuras. Utilizando PBES estos tres componentes se pueden construir concurrentemente en un ambiente controlado fuera del área del proyecto. Esto permite obtener una reducción en costos y en el tiempo de construcción del proyecto. En adición reducimos el tiempo de exposición de los trabajadores a los distintos riesgos que envuelven las construcciones típicas de puentes. Mejorando así la seguridad en nuestros proyectos.

Esta tecnología ya se había utilizado exitosamente en Puerto Rico en la década de los 1990 cuando se construyeron en San Juan, Puerto Rico varios puentes totalmente prefabricados (Figura 2). Los puentes tenían 200 y 275 metros de largo. La construcción se completo de manera rápida y dentro del presupuesto esperado.

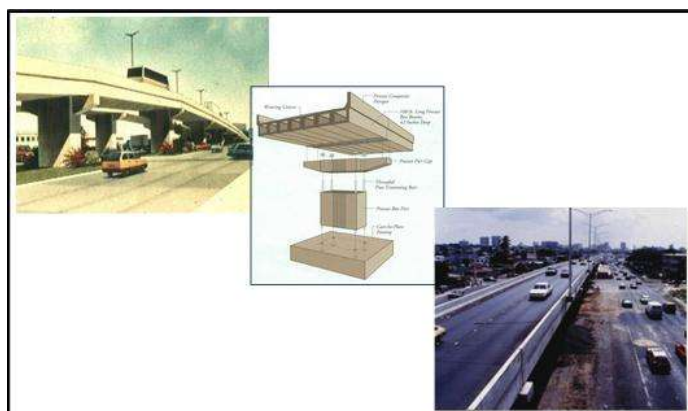


Figura 2: Ave. Baldorioty de Castro, San Juan, Puerto Rico, 1992.

La Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico estará implantando esta tecnología nuevamente en tres proyectos que se espera estén en construcción a principios del año 2013. En estos proyectos se utilizarán vigas prefabricadas tipo cajas entre otros componentes. En adición PRHTA ya seleccionó un consultor de diseño para que prepare los planos de construcción del remplazo de un puente en el lado este de la isla utilizando tecnologías PBES (Laureano, 2012).

TECNOLOGÍAS DE CONTROLES ADAPTIVOS DE SEMÁFOROS (ASCT, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Esta iniciativa consiste en el uso de distintas tecnologías de Controles Adaptativos de Semáforo para optimizar y ajustar las señales de tránsito en tiempo real. Algunos de los principales beneficios de esta tecnología comparada con los sistemas convencionales son:

- Distribuir el tiempo de luz verde, continua y equitativamente para todos los movimientos de tráfico en una intersección.
- Reducir la congestión mediante la creación de un flujo continuo.
- Extender la efectividad de la sincronización de las señales de tránsito.

El proceso de optimización es relativamente simple. Primero los sensores de tráfico recopilan la información, la misma es evaluada y se desarrollan las medidas correctivas. Finalmente los sistemas ASCT implantan los cambios determinando cuales semáforos deben tener luz verde y cuales deben tener luz roja. El proceso se repite cada cierto intervalo de tiempo hasta lograr mantener un flujo continuo y suave (FHWA, 2012e). En promedio estas tecnologías pueden mejorar el tiempo de viaje por más de un 10%. En la Figura 3 se puede observar una representación gráfica del procedimiento antes descrito.

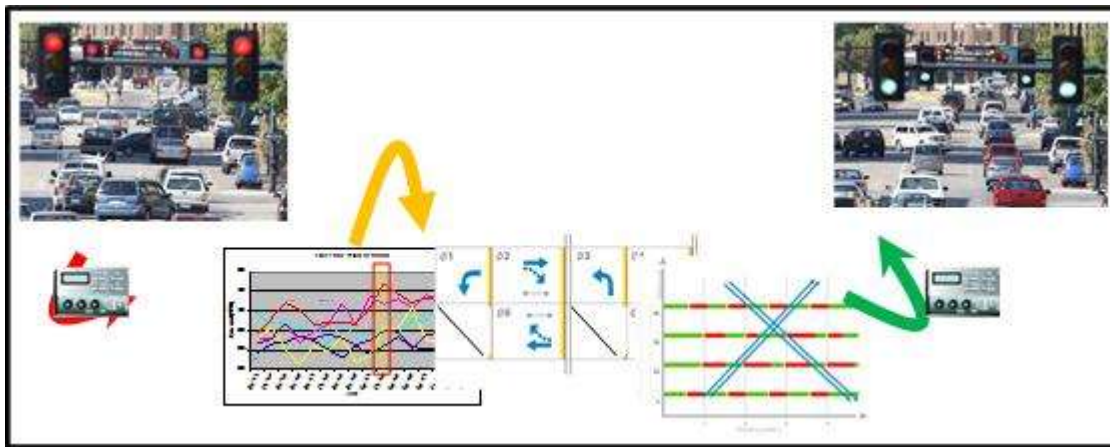


Figura 3: Ilustración del funcionamiento típico de los sistemas ASCT (foto cortesía de la página web del programa Cada Día Cuenta).

El reporte de Movilidad Urbana preparado por el Instituto de Transportación de Texas (TTI por sus siglas en inglés) para el 2010 estima que el costo anual de la congestión, por persona en la hora pico en Puerto Rico es de aproximadamente \$665.00 (Schrank et al., 2011). Esto corresponde a un total de \$1.01 millones al año, para el área metropolitana de San Juan solamente. Estas estadísticas presentan la importancia de mejorar nuestros sistemas viales y el potencial directo de beneficio para la población al utilizar estas nuevas tecnologías.

PRHTA en colaboración con LTAP y FHWA se dio a la tarea de implantar esta iniciativa en la isla. Como parte de estos esfuerzos se han ofrecido una serie de seminarios y talleres presentados por expertos reconocidos en esta materia dirigidos a ampliar los conocimientos en esta área así como promover el uso de esta tecnología.

La Autoridad de Carreteras y Transportación ya ha seleccionado un tramo de prueba para la implantación de este sistema de aproximadamente 8.9 km. El mismo estará en operación para el próximo año. El costo estimado de la inversión inicial de este segmento de prueba es alrededor de \$300,000.00 por kilometro.

El pasado mes de octubre PRHTA inauguró el Centro de Manejo de las Señales de Transito Avanzadas (Figura 4), el mismo esta localizado en las Oficinas centrales de PRHTA en San Juan. El centro manejará cuatro principales corredores arteriales PR- 2 (desde Hatillo hasta Hormigueros), PR-1(desde San Juan a Caguas), PR-3 (desde Río Grande a Fajardo), PR-2 (Ponce bypass) y desde Río Piedras a Caguas Avenidas Ponce de León y Luis Muñoz Rivera. Los distintos corredores tienen aproximadamente 300 señales de tráfico. Este sistema también integra cámaras de monitoreo de transito, comunicación inalámbrica y recopilación de datos de tráfico mediante el uso de radares de microondas (FHWA, 2012f).



Figura 4: Inauguración de Centro de Manejo de las Señales de Transito Avanzadas (Ing. José F. Pagán, PRHTA; Ing. Daniel Camacho, FHWA).

BORDE DE SEGURIDAD EN PAVIMENTOS (SE)

Un vehículo puede perder el control y salir de su carril por varias razones como podrían ser pobre condición de la superficie de rodaje, un error del conductor o movimientos del conductor para evitar el impacto de otro vehículo. Cuando estas situaciones ocurren el desnivel vertical producido por el proceso típico de pavimentación entre la superficie de rodaje y el material adyacente representa un riesgo potencial en la seguridad (Figura 5).



Figura 5: Caída vertical en el rodaje (foto cortesía de la página web el programa Cada Día Cuenta).

Esta condición en las carreteras ha sido asociada a muchos accidentes serios (Foundation for Traffic Safety, 2006). La Administración Nacional de Seguridad en las Carreteras (NHTSA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos indica que el 53% de los accidentes fatales ocurren fuera de la vía de rodaje (Centro de

Transferencia de Tecnología en Transportación de Puerto Rico, 2011). Para solucionar este problema típicamente se deposita material al borde de la carretera pero con el paso del tiempo este material se erosiona y se pierde.

El borde de seguridad es una solución sencilla pero muy eficaz que puede ayudar a que los conductores que se desvían de la vía de rodaje a regresar a la carretera de forma segura. Esta tecnología permite moldear el borde utilizando un ángulo de 30° (Figura 6). Investigaciones han demostrado que este es el ángulo óptimo que les permite a los conductores volver a entrar en la carretera de forma segura. El Borde de seguridad proporciona una transición fuerte y duradera para los vehículos que son particularmente vulnerables, como los pequeños y los vehículos de motor más ligeros. Incluso a altas velocidades, los vehículos de motor pueden volver a la carretera pavimentada suave y fácilmente (FHWA, 2012b).

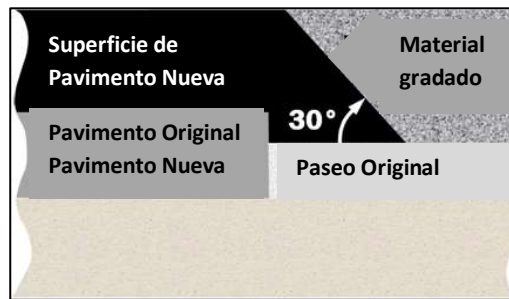


Figura 6: Representación gráfica del Borde de Seguridad (imagen cortesía de la página web del programa EDC).

La Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico y FHWA han trabajado en conjunto para implantar esta iniciativa en la isla. La meta principal de ambas Agencias es incluir la tecnología de Borde de Seguridad en todos los proyectos relacionados con rehabilitación de pavimentos.

La implantación de esta iniciativa comenzó en Puerto Rico para el año 2011. El Centro de Transferencia de Tecnología de Transportación de Puerto Rico participó en el programa de préstamos de la FHWA para obtener dos herramientas que permitieran realizar proyectos de demostración en la isla. Las herramientas o zapatos utilizados fueron “Advant-Edge Model Ramp Champ” y “Trans Tech Shoulder Wedge Maker” (Colucci, 2012).

El primer proyecto de demostración se realizó en junio del 2011 en un tramo de aproximadamente 1 km en la carretera PR-184 en Patillas y en la carretera PR-182 en Yabucoa (Figuras 7 y 8). Durante la construcción se midieron los ángulos del borde de la carretera utilizando ambas herramientas las pendientes obtenidas fluctuaron entre 25.8° y 30.8° .



Figura 7: Construcción del Borde de Seguridad en PR-182, Yabucoa.



Figura 8: Borde de Seguridad PR-182, Yabucoa.

En adición se realizó una demostración del uso de los dos tipos de herramientas utilizando una arena limpia con 10% de humedad. Una capa de aproximadamente 4-1/2 pulgadas de grosor y 50 pies de largo fueron construidas con cada zapato (Figuras 9 y 10). La pendiente y temperaturas fueron medidas cada 5 pies (Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación de Puerto Rico, 2012). Estas actividades fueron muy exitosas y proveyeron el foro adecuado para que la industria se familiarizara con esta tecnología y se formaran alianzas con el propósito de implantar la misma de manera continua.



Figura 9: Demostración utilizando arena.



Figura 10: Ángulo medido en la arena (29.5°).

El Borde de Seguridad es fácil y económico de instalar ya sea en equipos nuevos o existentes. Típicamente se necesita menos del 1% de asfalto adicional para construir el borde, debido a que esta tecnología compacta el asfalto suelto que de otro modo se desmoronaría⁷. La Autoridad de Carreteras y Transportación desarrollo la provisión especial 965 en febrero de 2012. La misma esta siendo incluida en los proyectos más recientes de repavimentación. Actualmente 14 proyectos se incluyen como parte del contrato de la Provisión Especial 965 (Rodríguez y Ortiz, 2012).

SUELOS REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS – SISTEMA INTEGRADO A PUENTES (GRS-IBS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Esta tecnología consiste de un relleno mecánicamente estabilizado que utiliza capas alternas de suelo granular compactado y refuerzo geosintético. Es una manera rápida y costo - efectiva para proveer apoyo a los puentes que integra la carretera a la superestructura, utilizando el suelo mecánicamente reforzado (Figura 11) (FHWA, 2012g).



Figura 11: Sección transversal típica de muros GRS.

Entre los beneficios principales de esta tecnología se encuentran; reducción en los costos de construcción de entre un 20 % a un 60%, reducción en el tiempo de construcción y un diseño flexible entre otros. El método de construcción de este sistema es relativamente simple y no es necesario el uso de mano de obra o equipo especializado. El proceso comienza con la colocación de la primera fila de bloques luego se deposita la primera capa de material granular la cual se compacta para finalmente colocar el geosintético. Este proceso continua hasta alcanzar la altura de muro deseada (Figura 12) (FHWA, 2012g).



Figura 12: Proceso de construcción estribo tipo GRS-IBS.

Aproximadamente 44 puentes han sido construidos en los Estados Unidos utilizando tecnología GRS. Puerto Rico comenzó la implantación de este sistema para el año 2011 promoviendo el entrenamiento técnico requerido e introduciendo este concepto tanto a profesionales de la industria como al personal de diseño de PRHTA.

Actualmente se han diseñado en su totalidad tres puentes en Puerto Rico utilizando este sistema en las carreteras PR-140 en Barceloneta y en la PR-2 en Yauco. Se espera que el proceso de construcción comience para marzo del 2013. Además se preparó la provisión especial 983 que regula los procesos de construcción de los mismos. Estos puentes serán instrumentados de forma que se pueda monitorear su desempeño, esta información servirá como guía para el diseño de futuros puentes.

Como resultado de la implantación de estas iniciativas en Puerto Rico, se desarrollaron alianzas entre la industria privada y el estado. Se redactaron las Provisiones Especiales 962 y 964 para Mesclas Tibias de Asfalto y las mismas han sido incorporadas en todos los proyectos de construcción nuevos como una alterna al HMA. También se redactó una provisión especial para el Borde de Seguridad que será incorporada en todos los proyectos de repavimentación. En adición dos puentes serán construidos utilizando tecnologías PBES. Se obtuvieron fondos discrecionales otorgados por FHWA para la construcción de tres puentes utilizando GRS-IBS. Finalmente el pasado mes de octubre PRHTA inauguró el Centro de Manejo de las Señales de Tránsito Avanzadas y se seleccionó un corredor de prueba para la implantación de los sistemas ASCT, el mismo estará en construcción para el próximo año. Implantado estas tecnologías logramos alcanzar nuestras metas de reducir el tiempo de ejecución de nuestros proyectos, mejorar la seguridad en nuestras carreteras y a la misma vez proteger nuestro medio ambiente.

Para obtener más información sobre estas y otras tecnologías puede acceder la página web de la Administración Federal de Carreteras: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycount>.

REFERENCIAS

Bonet, J. C. y Hernández C. J. (2012). "Second Progress Report: Implementation of Warm Mix Asphalt (WMA) in Puerto Rico".

Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación de Puerto Rico (2011). "Implantación del Borde de Seguridad en el Caribe", *Boletín El Puente*, Vol. 25, No. 3, pp. 4-9.

Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación de Puerto Rico (2012). "Historias Exitosas en Adiestramientos e Implantación de las Iniciativas EDC en Puerto Rico", *Boletín El Puente*, Vol. 26, No. 1, pp. 3-5.

Colucci, B (2012). "EDC Implementation Plan in Puerto Rico: Phase II Status Report from January 2012 to June 2012".

Federal Highway Administration – FHWA (2012a). "Every Day Counts", Disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts>, Accedido en: noviembre de 2012.

Federal Highway Administration – FHWA (2012b). "Warm-Mix Asphalt: Introduction", Disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/technology/asphalt/intro.cfm>, Accedido en: noviembre de 2012.

Federal Highway Administration – FHWA (2012c). *Construction & Project Management News*, Vol. 1, No. 1, pp. 5-7.

Federal Highway Administration – FHWA (2012d). "About Every Day Counts: Message from the Administrator", Disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/about>, Accedido en: noviembre de 2012.

Federal Highway Administration – FHWA (2012e). "Accelerating Technology Deployment and Innovation", Disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/technology/adsc>, Accedido en: noviembre de 2012.

Federal Highway Administration – FHWA (2012f). *Weekly Consolidated Report*.

Federal Highway Administration – FHWA (2012g). "GRS-IBS", Disponible en: http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/technology/grs_ibs/, Accedido en: noviembre de 2012.

Foundation for Traffic Safety (2006). "Safety Impacts of Pavement Edge Drop-Off".

Laureano, H. (2012). "Third Quarter EDC Initiative Progress Report".

Rodríguez, A. y Ortiz, J. C. (2012). "Second Progress Report: The Safety Edge".

Schrank, D., Lomax, T. y Eisele, B. (2011). "TTI's 2011 Urban Mobility Report".