

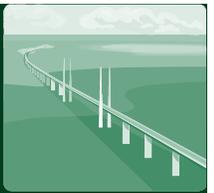


EL PUENTE

Boletín del Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación
Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico

Volumen 25, Número 3, 2011

www.uprm.edu/prt2/



SafetyEDGE

Haciendo que CADA DIA CUENTE en el Caribe

Esta edición es la primera de una serie dedicada a las actividades de implantación de las estrategias de EDC en Puerto Rico y las Islas Vírgenes EEUU



CADA DIA CUENTA (EDC) es una iniciativa de la Administración Federal de Carreteras (FHWA) para ayudar a los Estados y Territorios a utilizar tecnologías y procedimientos innovadores para mejorar la seguridad de las carreteras, proteger el ambiente y acortar el tiempo de terminación de los proyectos. Para más información acerca de EDC visite la pagina de FHWA en la Internet: <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/>.

El Centro de Transferencia de Tecnología de Transportación colabora con la Autoridad de Carreteras y Transportación como Revisor Técnico y Coordinador de Entrenamiento en nueve estrategias de EDC: 1) Mezclas Tibias de Asfalto, 2) Borde de Seguridad, 3) Tecnologías de Controles Adaptivos de Semáforos, 4) Diseño-Construcción, 5) Elementos Prefabricados de Puentes, 6) Suelos Reforzados con Geo-sintéticos, 7) Asistencia Técnica en DIA's, 8) Flexibilidad en Servidumbres y 9) Flexibilidades en la Relocalización de Utilidades.

El Centro también colabora con el Departamento de Obras Públicas de las Islas Vírgenes EEUU como el Coordinador de Entrenamiento para de tres estrategias de EDC: 1) Mezclas Tibias de Asfalto, 2) Borde de Seguridad y 3) Flexibilidades en Servidumbres.

EN ESTA EDICIÓN

- | | |
|---|------|
| Haciendo que CADA DIA CUENTE en el Caribe | P.1 |
| FHWA Propone Enmendar la Definición de Estándar y las Fechas de Cumplimiento en el MUTCD 2009 | P.2 |
| Implantación del BORDE DE SEGURIDAD en el Caribe | P.4 |
| Noticias del Centro: Estudiantes de Intercambio Participan de Investigación durante el Verano | P.8 |
| Nuevas Guías de Diseño de Rotondas Modernas | P.10 |
| Seminarios y Conferencias Futuras | P.12 |
| Conoce al Entrenador | P.12 |
| Mensaje del Editor | P.13 |

El Centro de Transferencia de Tecnología de Transportación de Puerto Rico es parte de una red de 58 centros a través de los Estados Unidos que compone el Programa de Asistencia Técnica Local (LTAP) y el Programa Tribal de Asistencia Técnica (TTAP), que permite a los gobiernos locales, condados y ciudades, mejorar sus carreteras y puentes mediante el suministro de programas de capacitación, un centro de información, tecnologías nuevas y existentes, asistencia técnica personalizada y boletines informativos.



FHWA Propone Enmendar la Definición de Estándar y las Fechas de Cumplimiento en el MUTCD 2009

El Manual de Dispositivos Uniformes de Control de Tránsito (MUTCD) define los estándares, guías y opciones a ser usados por los gerentes de carreteras a nivel nacional para instalar y mantener los dispositivos de control de tránsito en toda carretera y calle pública, ciclo ruta y camino privado abierto al público. La edición actual del MUTCD puede ser bajada en formato digital en: mutcd.fhwa.dot.gov/kno_2009.htm.

Adopción del MUTCD 2009

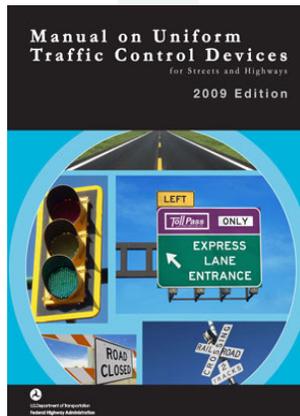
La fecha de efectividad del MUTCD 2009 fue el 15 de enero de 2010, proveyendo a los Estados una ventana de 2 años para adoptar esa versión como su estándar legal para los dispositivos de control de tránsito o para tener su MUTCD Estatal o Suplemento conforme sustancialmente con el MUTCD Nacional. Puerto Rico adoptó el MUTCD Nacional junto a un Suplemento Estatal, el cual puede leerse en: www.dtop.gov.pr/carretera/det_content.asp?cn_id=131.

Juicio Ingenieril y la Definición de Estándar en el MUTCD 2009

El Registro Federal publicó el 2 de agosto de 2011 una propuesta de enmienda de las Secciones 1A.13 y 1A.09 para atender la definición del ESTÁNDAR y el uso del juicio ingenieril y el estudio de ingeniería.

El MUTCD 2009 añadió en su definición de Estándar que **“Los enunciados de Estándar no pueden modificados o comprometidos en base al juicio ingenieril o un estudio de ingeniería”**. La interpretación de esta definición levantó preocupaciones de litigio por fiscales generales si los departamentos de transportación no cumplían al 100% lo establecido en todos los Estándares.

La enmienda propone remover el enunciado en controversia de la Sección 1A.13. Además, se propone añadir una guía y una opción a la Sección 1A.09 para indicar el uso del juicio ingenieril y el estudio de ingeniería para decidir el uso de un dispositivo de control o para cuando desviarse de un Estándar en un lugar particular.



Fechas de Cumplimiento en el MUTCD 2009

El Registro Federal publicó el 31 de agosto de 2011 una propuesta para enmendar las fechas de cumplimiento de ciertas reglas en el MUTCD. La edición 2009 en su Tabla I-2 indica 58 fechas de cumplimiento establecidas por la FHWA para la implantación de los requisitos o diseños nuevos o revisados de dispositivos. Estas fechas fueron establecidas en los años 2000, 2003, 2007 y 2009.

Las fechas de cumplimiento indican el reemplazo de dispositivos existentes que no cumplen con lo establecido en el MUTCD. Las instalaciones nuevas tienen que cumplir automáticamente con el MUTCD 2009 en proyectos con fondos federales, o en todos los proyectos una vez el Estado adopte el nuevo MUTCD.

La enmienda propone eliminar 8 fechas ya expiradas y 38 fechas futuras del MUTCD 2009, además de extender o revisar 4 otras fechas.

Algunas de las fechas que permanecen inalteradas son:

- 2A.19—Soportes de rótulos probados para choques en carreteras de velocidad límite de 50 mph o mayor, si el rotulo esta dentro de la zona libre. **(17 de enero de 2013)**
- 2B.40—Uso de rótulo regulador de tránsito en calles de tránsito en una dirección. **(31 de diciembre de 2019)**
- 2C.06 a 2C.14—Uso de los rótulos de advertencia de alineación horizontal. **(31 de diciembre de 2019)**
- 2E.31, 2E.33 y 2E.36—Uso de placa en rampas de salida a la izquierda en autopistas y expresos. **(31 de diciembre de 2014)**
- 6D.03, 6E.02 y 7D.04—Uso de vestimenta de alta visibilidad por todo trabajador, abanderado, guardia de cruce escolar que esté ubicado en la servidumbre de una carretera. **(31 de diciembre de 2011)**



Fechas de Cumplimiento para Semáforos

La Sección 4D.26 del MUTCD 2009 requiere que la duración de los intervalos de amarillo y todo rojo sean calculados usando las prácticas recomendadas en la ingeniería, al **31 de diciembre de 2014**, o cuando se hagan ajustes en el tiempo de la señal.



La propuesta busca extender la implantación de este requisito por 5 años adicionales luego de la fecha de efectividad de la regla final de la revisión del MUTCD.

La Sección 4E.06 requiere que el tiempo de las señales de peatones incluya un intervalo mínimo de 3 segundos luego del final del intervalo de la fase de cambio peatonal o la fase intermitente de conteo y el comienzo del verde de cualquier movimiento conflictivo en la intersección. Estos 3 segundos pueden integrarse solo al tiempo de amarillo y todo rojo, o solo en el periodo de todo rojo. Además, los 3 segundos pueden integrarse al tiempo de verde del movimiento vehicular que no está en conflicto con el movimiento peatonal.



La propuesta busca extender la implantación de este requisito por 5 años adicionales luego de la fecha de efectividad de la regla final de la revisión del MUTCD.

Fechas de Cumplimiento a Remove

Algunas reglas del MUTCD 2009 incluyen fechas que ya han expirados y no son esenciales dado que las agencias posiblemente ya actualizaron estos dispositivos. Algunas de estas fechas son:

- 2B.09—Cambio en la aplicación de rótulos de CEDA EL PASO.
- 2C.30—Eliminación del símbolo en rótulo TERMINA PAVIMENTO.
- 2C.50, 7B.11, 9B.18—Eliminación de las líneas de cruce de los rótulos y el uso de placa con flecha diagonal.
- 7B.11—Uso de placa ADELANTE o de distancia en rótulos de cruces peatonales en zonas escolares.



¿Qué pasó con los Niveles Mínimos de Retroreflectividad para Rótulos?

El MUTCD 2009 requiere que las agencias hayan implantado un método de avalúo o de gerencia de sus rótulos para mantener la retroreflectividad de los rótulos en o por encima de los niveles mínimos en la Tabla 2A-3 al **22 de enero de 2012**.



La enmienda propone extender la fecha de cumplimiento del método de avalúo o de gerencia de los rótulos por dos años adicionales luego de la fecha de efectividad de la regla final de la revisión del MUTCD. Además, los requisitos del método solo aplicarán a los rótulos regulatorios y de advertencia.

La enmienda propone eliminar las fechas de cumplimiento para el reemplazo de los rótulos que no cumplan los niveles mínimos de retroreflectividad publicados en el MUTCD 2009. La remoción de estas fechas no significa que una jurisdicción no está requerida ya de reemplazar aquellos rótulos que su retroreflectividad se haya degradado por debajo del mínimo, sino que no se establece una fecha específica de cuando esto tenga que llevarse a cabo. La jurisdicción tiene ahora la flexibilidad de decidir cuando el reemplazo es necesario basado en su método de avalúo o de gerencia. Por lo tanto, la jurisdicción todavía tiene que justificar su gerencia de rótulos y sus prácticas de reemplazo si tiene algún litigio o reclamación.

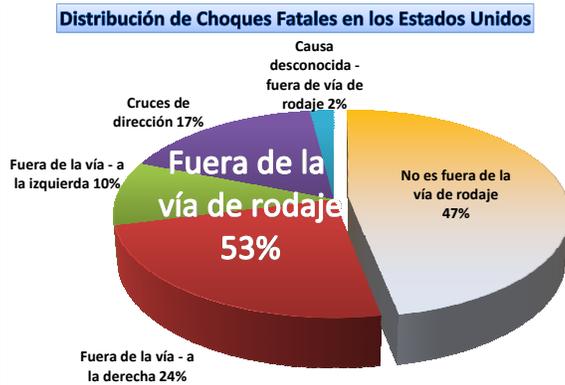


Para obtener la información completa de los cambios propuestos al MUTCD 2009 y la publicación de la Regla Final de la Revisión, visite la página oficial del MUTCD en la FHWA <http://mutcd.fhwa.dot.gov/index.htm>.



Implantación del BORDE DE SEGURIDAD en el Caribe

El Borde de Seguridad es una de las estrategias de EDC que busca promover la seguridad en las carreteras. Esta estrategia es una simple, pero efectiva solución para reducir los choques fuera de la vía de rodaje en carreteras rurales. Los choques fuera de la vía de rodaje representan el 53% de los choques fatales anualmente en los Estados Unidos.



Las muertes por choques fuera de la vía de rodaje en Puerto Rico representan aproximadamente el 20% de todas las muertes en carreteras. Las carreteras rurales están predominantemente relacionadas a los choques fuera de la vía de rodaje con cerca de 65% de todas las muertes.

El proceso típico de pavimentación con asfalto crea un desnivel vertical de 1 a 6 pulgadas con respecto al carril adyacente.



El desnivel previene que un conductor pueda regresar a la vía de rodaje y en ocasiones causa que un conductor reajuste demasiado el ángulo del volante para montar sobre el desnivel, causando que se pierda el control de vehículo y una colisión. Lugares con promesa para el borde de seguridad incluye curvas horizontales, cercano a buzones, accesos sin pavimentar y en recubrimientos.

Muchas agencias mitigan la presencia del desnivel con un reacondicionando el nivel del material adyacente al nivel del pavimento nuevo, pero a medida que este paseo se consolida o se erosiona con el tiempo, el desnivel queda expuesto nuevamente. Esta situación crea otro problema con el borde del pavimento, según este se agrieta y se deteriora con el paso de las cargas de los vehículos, afectando su durabilidad.

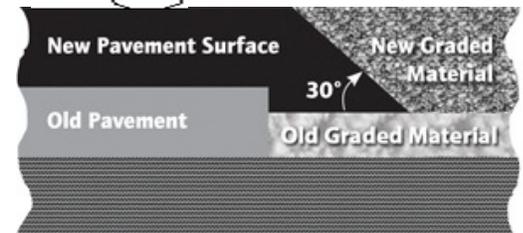
Observe un video de una prueba mostrando un vehículo a través de un desnivel vertical.

<http://fhwa.na3.acrobat.com/safetypedrop>

Esta nueva técnica de pavimentación consiste en crear un ángulo de aproximadamente 30 grados en el borde del pavimento para eliminar el desnivel vertical. El ángulo diagonal del borde de la carretera se localiza en donde el pavimento interactúa con el material adyacente.



El Borde de Seguridad permite al conductor regresar a la vía de rodaje con mayor estabilidad, reduciendo los choques.



Beneficios de Seguridad

Un estudio de la FHWA evaluó la implantación del Borde de Seguridad en los estados de Georgia, Indiana y New York. El estudio se llevó a cabo en carreteras rurales de dos carriles y de múltiples carriles con paseos pavimentados de 4 pies o menos de ancho y en carreteras rurales de dos carriles con paseos sin pavimentar. La evaluación se llevó a cabo con la técnica antes-después Empirical Bayes.

Aunque la efectividad del Borde de Seguridad en prevenir choques se combina con el efecto del pavimento suave (i.e. velocidades más altas), el estudio encontró una reducción de choques de 5.7% para todas las carreteras de dos carriles. Esta reducción es sugerida solo como



un estimado dado que los resultados del estudio no fueron significativos estadísticamente.

La Experiencia en el Caribe con el Borde de Seguridad

En toda la nación, 44 Estados y Territorios están construyendo el Borde de Seguridad en proyectos de pavimentación o han adoptado la técnica como una Practica Estándar en el año 2011. Cuatro compañías manufactureras de equipo ofrecen los dispositivos de zapato a ser instalados en las máquinas pavimentadoras para crear el Borde de Seguridad en pavimentos asfálticos.

La Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT), la Administración Federal de Carreteras (FHWA) y el Centro de Transferencia de Tecnología de Transportación (PR-LTAP) trabajan para implantar el Borde de Seguridad.

Las siguientes tareas han sido realizadas:

- Adquisición del Advant-Edge Model Ramp Champ y TransTech Shoulder Wedge Maker como parte del programa de préstamo de FHWA a los Estados y Centros LTAP.
- Participación en actividades de entrenamiento sobre la instalación y los requisitos de medición para los experimentos del Borde de Seguridad.
- Selección de proyectos de pavimentación para implantar el Borde de Seguridad.
- Visitas a la planta de Betteroads Asphalt Corp. para el entrenamiento e instalación de los zapatos del Borde de Seguridad.
- Preparar la pavimentadora para la instalación de los zapatos del Borde de Seguridad.
- Establecer el plan experimental del Borde de Seguridad y las mediciones de densidad.
- Llevar a cabo la construcción del Borde de Seguridad en proyectos de pavimentación.
- Visitar la planta de Robles Asphalt para el entrenamiento e instalación de los zapatos del Borde de Seguridad.
- Llevar a cabo experimentos del Borde de Seguridad con arena saturada.

La siguiente tabla provee la comparación de los dos zapatos usados en Puerto Rico. Gracias al Centro LTAP de Colorado LTAP y FHWA por el préstamo de los zapatos.

Comparación de los Zapatos	
TransTech Shoulder Wedge Maker (SWM)	Advant-Edge Ramp Champ (RC)
	
Tiene un ángulo fijo de 30°.	Ángulo puede ajustarse de 5° a 30°.
No tiene lados ajustables; requiere un par de zapatos para ambos lados de la pavimentadora.	Tiene un zapato removible que permite que sea usado en cualquier lado de la pavimentadora.
Tiene un perfil fijo del Borde de Seguridad.	Crea un Borde de Seguridad o una junta longitudinal central.
El proceso de instalación no requiere entrenamiento técnico.	El proceso de instalación no requiere entrenamiento técnico.
Requiere ajustes continuos para cambiar el perfil de superficie.	Diseñado para seguir automáticamente la elevación del paseo.
Peso = 50 lbs.	Peso = 115 lbs.
Costo inicial ≈ \$4,200	Costo inicial ≈ \$4,600

Para las especificaciones e información acerca de los dos zapatos del Borde de Seguridad visite:

www.advantedgepaving.com
www.transtechsys.com

(continúa en la siguiente página)



En junio 2011, el Centro, junto a Betterroads Asphalt Corp., llevó a cabo dos experimentos donde el Borde de Seguridad fue construido en una sección de carretera de 1-km. Los experimentos fueron hechos en proyectos existentes usando el Advant-Edge Ramp Champ y el Trans-Tech Shoulder Wedge Maker en la Carretera PR -184 en Patillas y la Carretera PR-182 en Yabucoa, respectivamente.

La primera tarea en el proyecto de la PR-182 consistió en pavimentar el carril hacia el oeste usando el Advant-Edge Model Ramp Champ con una mezcla tipo S. Tres camiones llevaron la mezcla inicial. El experimento comenzó cerca de las 9:30 a.m.

Una vez tal carril fue completado y compactado, el zapato Advant-Edge Safety Edge fue reemplazado con el zapato TransTech Shoulder Wedge Maker y el proyecto continuó en dirección hacia el este con tres camiones adicionales con aproximadamente 24.5 toneladas de mezcla asfáltica.



Instalación de Ramp Champ (desde izquierda): Ramón Caunab (Betterroads), Reinald Silvestry (RUM), Leilany Benejam (Purdue), Eric Rivera (PUPR), Benjamín Cuccini (PR-LTAP), Daniel (Betterroads) and Freddie Salad (RUM).



Fotos del lugar de prueba del Borde de Seguridad en la Carretera PR-184 en el Municipio de Patillas.

Analisis Preliminar: Compactacion y Angulo del Borde de Seguridad - PR-184 Patillas

TransTech: Shoulder Wedge Maker

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Media	Máximo
% Compactación	93.49	0.98	92.3	93.3	95.1
% Compactación @ 1 ft	82.90	2.56	78.2	83.1	86.8
Pendiente (°)	25.8	5.69	13.8	27.2	36.4

Advant-Edge: Ramp Champ

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Media	Máximo
% Compactación	94.31	1.29	92.6	94.1	96.0
% Compactación @ 1 ft	83.60	3.38	79.1	85.2	87.4
Pendiente (°)	26.3	5.21	16.8	29.0	29.8



El experimento del Borde de Seguridad hecho por Robles Asphalt fue llevado a cabo en su planta en Ponce. Una arena lavada con un 10% de humedad fue usada en vez de una mezcla asfáltica para hacer la prueba del Borde de Seguridad con cada zapato. Una capa superficial de aproximadamente 4-1/2" y 50 pies de largo fue construida con cada zapato. La temperatura y pendiente fueron medidas en el lugar en cada 5 pies para propósitos estadísticos.



Fotos del lugar de prueba del Borde de Seguridad en la Planta de Robles Asphalt.

En octubre 2011, una sección de 2.2-mi de largo de la Ruta 70 Queen Mary en Santa Cruz fue pavimentada usando el Borde de Seguridad. El TransTech Shoulder Wedge Maker fue usado para construir ambos lados de la carretera. La Virgin Island Pavement Company y el Ing. Thomas John del Departamento de Obras Públicas estuvieron a cargo del proyecto.

(continúa en página 9)



Fotos del lugar de prueba del Borde de Seguridad en la Ruta 70 en Santa Cruz, Islas Vírgenes EEUU.

Analisis Preliminar: Angulo del Borde de Seguridad - PR-Robles Asphalt, Ponce

TransTech: Shoulder Wedge Maker

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Media	Máximo
Pendiente (°)	29.04	1.04	27.40	29.10	31.20
Temperatura (F)	88.96	0.86	87.00	89.00	90.00

Advant-Edge: Ramp Champ

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Media	Máximo
Pendiente (°)	30.80	1.63	26.40	31.10	32.40
Temperatura (F)	88.91	0.83	87.00	89.00	90.00

El Recinto Universitario de Mayagüez (RUM) llevó a cabo su Programa de Investigación de Intercambio de Verano durante el 2011 con la participación de la Universidad de Rhode Island (URI) y la Universidad de Purdue. Este año marca la primera vez que Purdue participa en el Programa de Intercambio, mientras que URI participó por la séptima vez.

El objetivo del programa es promover la colaboración de las universidades en proyectos de investigación en temas en transportación. Además, el programa busca motivar a estudiantes a seguir una carrera en la transportación. Los Coordinadores del programa son Dr. Alberto Figueroa (RUM), Dr. Deborah Rosen (URI) e Ing. John Habermann (Purdue) y Sr. Henry Mardach (FHWA) del Programa de Becas en Transportación Dwight D. Eisenhower.

Durante el pasado verano, 4 estudiantes del RUM, 2 estudiantes de URI y 2 de Purdue participaron del Programa de Intercambio.



Los estudiantes y sus proyectos de investigación son:

- Leilany Benejam, Purdue BSCE, *Implementation of Safety Edge in Puerto Rico.*
- Davis Chacón, UPRM MSCE, *Establishing a Method for Extraction of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Contaminated BMP Soils*
- Jean Elías, UPRM BSCE, *Workforce Development Documentation for the Safe Use of Traffic Control in Spanish*
- Claudio Figueroa, UPRM BSCE, *Evaluation of Sign Replacement Projects in Rural Indiana*
- José Ortiz, UPRM BSCE, *Message Signs Study to Improve the Bottleneck Issue at Work Zones.*
- Matthew Perkins, URI BSCE, *Design Wave Conditions for Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands.*
- Susan Refai, Purdue BSCE, *Geosynthetic Reinforced Soil Integrated Bridge Systems in Puerto Rico.*
- Lara Schifman, URI PhD, *Possible Impacts on High Pre-term Birth Rates in Puerto Rico.*

Gracias a los Consejeros de Investigación por su colaboración con los estudiantes: Dr. Miguel Canals, Dr. Benjamín Colucci y Dra. Ingrid Padilla (RUM); Ing. John Habermann de Purdue; Dra. Vinka Craver y Dr. Jyh-Hone Wang de URI.



Implantación del BORDE DE SEGURIDAD...

(continúa de la página 7)

¿Cómo el Borde de Seguridad compara con el proceso convencional de pavimentación?

El Borde de Seguridad puede ser instalado en equipo de pavimentación nuevos o existentes. El aditamento del zapato crea un borde compactado en el ángulo deseado de 30°. El costo adicional de implantar el Borde de Seguridad es mínimo; se estima que el costo es menos del 1% del material asfáltico adicional necesario.

El costo unitario de implantar el Borde de Seguridad en los Estados Unidos es aproximadamente \$536 a \$2,145 por milla para una aplicación en ambos lados de la vía, basado en el volumen de asfalto requerido para crear el Borde de Seguridad.

Ventajas:

- Mejora la seguridad de la carretera a corto y largo plazo.
- Mejora la densidad del pavimento, el cual aumenta la durabilidad del borde.

Desventajas:

- Inversión inicial de compra del zapato (menos del 1% del material adicional).
- Entrenamiento especial es necesario para la brigada de pavimentación.

La ACT, el USVI-DPW y FHWA continuarán la implantación del Borde de Seguridad en proyectos futuros integrando la colaboración de otras compañías de asfalto.

Para recursos de implantación del Borde de Seguridad visite:

http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/pavement/safedge.

Para información acerca de otras iniciativas de EDC visite:

<http://www.fhwa.dot/gov/everydaycounts>.

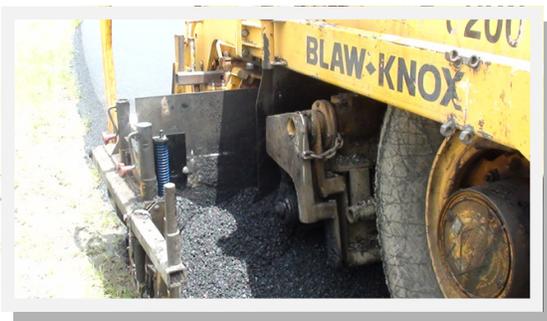
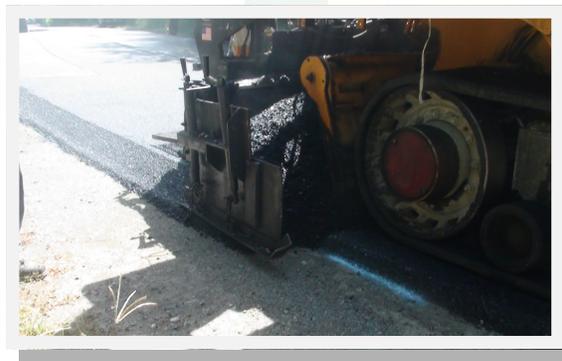
Para información acerca de la implantación de EDC en Puerto Rico y las Islas Vírgenes EEUU visite:

<http://www.uprm.edu/prt2>.

Referencias:

FHWA. 2011. *Safety Evaluation of the Safety Edge Treatment. Summary Report. FHWA-HRT-11-025.*

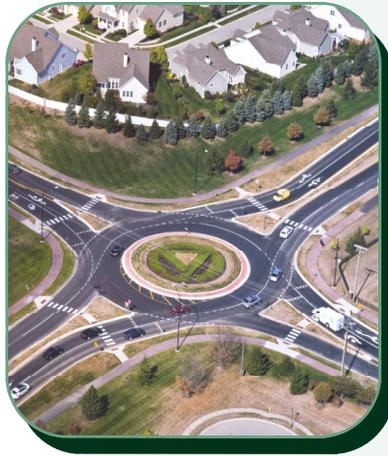
FHWA. June 2011. *Building Better Pavements that Save Lives: The Safety Edge. Focus Magazine.*



Nuevas Guías de Diseño de Rotondas Modernas

Diferentes tipos de intersecciones circulares o círculos de tráfico han sido usados extensivamente para el diseño geométrico de calles en Europa. En los Estados Unidos las intersecciones circulares han sido parte del sistema de transportación;

pero su uso ha decrecido luego de los años 1950 cuando estas intersecciones comenzaron a mostrar problemas de congestión y seguridad. Las rotondas modernas son un tipo de intersección con una forma circular, de circulación a favor



del reloj, con prioridad a los vehículos circulando en el círculo, con controles de CEDA en todas las entradas y elementos geométricos que promueven un ambiente de velocidades bajas.

El National Cooperative Highway Research Program publicó recientemente el **Reporte 672—Roundabouts: An Informational Guide**, que sustituye la guía de FHWA publicada en el año 2000. En octubre 1997, un total de 38 rotondas modernas habían sido construidas en los Estados Unidos. Luego de la publicación de la guía en el 2000, más de 2,000 nuevas rotondas han sido construidas en los Estados Unidos.

Las rotondas se clasifican en 3 categorías basadas en su tamaño y el número de carriles.

La siguiente tabla muestra ejemplos de lugares donde las rotondas son más beneficiosas.

Aplicaciones comunes	Ventajas
Escuelas	Reducción en velocidades de vehículos a través de la rotonda, mejora los cruces peatonales
Intersecciones rurales	Reduce choques fatales y heridos, aun en altas velocidades
Tratamientos de entradas	Crea oportunidad de puntos focales en la comunidad, jardinería y otros elementos de entrada
Desarrollos comerciales	Alternativa de diseño estéticamente placentera a semáforos de igual necesidad de capacidad vial
Intersecciones con demora	Reduce demoras en intersecciones de prioridad o semaforizada
Subdivisiones residenciales	Baja velocidad y ruido con poco mantenimiento rutinario
Intercambios	Uso más eficiente de los puentes entre rampas, extiende la vida de servicio y reduce los costos de construcción
Corredores	Produce eficiencia a través del proceso de aceptación de brechas, no hay necesidad de progresión de pelotones, reduce la cantidad de carriles y el impacto de servidumbre

Elemento de Diseño	Mini rotondas	Rotondas de carril sencillo	Rotondas de carriles múltiples
Velocidad de diseño máxima en entradas (mph)	15 a 20	20 a 25	25 a 30
Cantidad máxima de carriles de entrada por acceso	1	1	≥2
Rango de diámetro de círculo inscrito (pies)	45 a 90	90 a 180	150 a 300
Tratamiento de isleta central	Completamente montable	Elevada (puede tener borde montable)	Elevada (puede tener borde montable)
Volumen diario típico máximo en rotonda de 4-accesos antes de requerir análisis detallado de capacidad (vpd)	Hasta 15,000	Hasta 25,000	Hasta 45,000

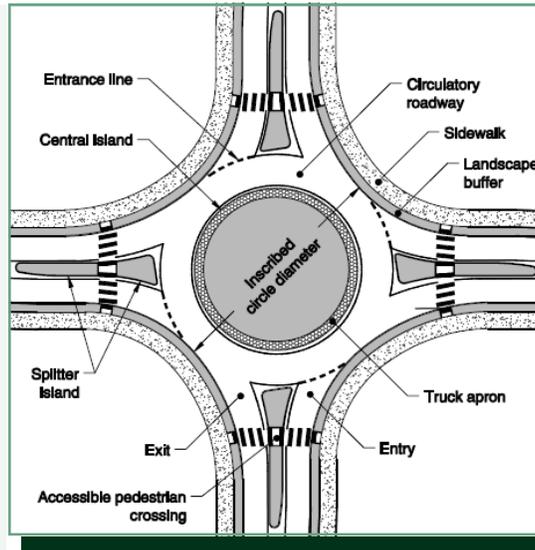


La selección de una rotonda moderna requiere el balance de objetivos competitivos como seguridad, rendimiento operacional, accesibilidad para todo usuario, costos, compatibilidad de usos de terrenos, estética y aspectos ambiental.

Logares	Limitaciones
Intersecciones arteriales	Nivel de servicio en la arterial podría ser mejor con una intersección con semáforos.
Complicaciones físicas	Disponibilidad de servidumbre, conflictos con utilidades, problemas de drenaje, pendientes o topografía no favorable.
Conflictos con flujo peatonal alto	Flujos altos peatonales y ciclistas podrían requerir controles de tráfico suplementarios.
Proximidad de generadores de alto tráfico	Alto volumen de camiones o vehículos de tamaños exagerados.
Proximidad a otras condiciones	Puentes móviles o cruces de ferrocarril que requieren alerta de activación (preemption).
Proximidad a congestión	Tráfico alto rutinario en intersecciones sobre capacidad. Si el tráfico se detiene, la operación de la rotonda se impide.
Demora en acceso principal	Puede ocasionar demoras inaceptables al acceso principal.

El diseño de una rotonda requiere atender los siguientes objetivos principales:

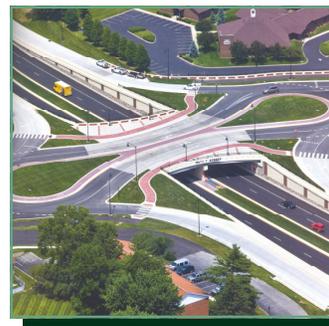
- Velocidades bajas en la entrada y velocidades consistentes a través de la rotonda;
- Numero apropiado de carriles y asignación de carriles para una capacidad adecuada, balance en volumen de carriles y continuidad de los carriles a través de la rotonda;
- Canalización suave que sea intuitiva a los conductores y resulte en vehículos que naturalmente usan los carriles indicados;
- Acomodo adecuado de los vehículos de diseño;
- Un diseño que cumple las necesidades de los peatones y ciclistas; y
- Distancias de visibilidad apropiadas.



Determinar el diámetro del círculo inscrito de una rotonda es el primer paso hacia preparar el diseño y se determina por los objetivos de diseño, entre estos, velocidad de diseño, alineación de la ruta y el vehículo de diseño. La selección del diámetro puede ser algo subjetiva, pero su tamaño es resultado de obtener los otros objetivos (control de la velocidad, vehículo de diseño, etc.).

Tipo de rotonda	Vehículo de diseño	Diámetro de círculo inscrito (pies)
Mini	SU-30	45 a 90
Carril sencillo	B-40	90 a 150
	WB-50	105 a 150
Dos carriles	WB-67	130 a 180
	WB-50	150 a 220
Tres carriles	WB-67	165 a 220
	WB-50	200 a 250

El Reporte NCHRP 672 puede bajarse en: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_672.pdf



Seminarios y Conferencias Futuras

Seminarios y Talleres PR-LTAP

Seminario EDC - Geosynthetic Reinforced Soil for Integrated Bridge Systems

Fecha: 18 de noviembre de 2011
Lugar: CIAPR, Hato Rey

Seminario EDC— Safety Edge

Fecha: 2 de diciembre de 2011
Lugar: CIAPR, Ponce

Seminario EDC— Flexibilities in Right-of-Way Acquisition

Fecha: 14 de diciembre de 2011

Seminario EDC y Demostración de Productos — Traffic Signal Optimization with Adaptive Signal Control Technologies

Fecha: 19-20 de diciembre de 2011
Lugar: CIAPR, Hato Rey

Para más información acerca de los seminarios y de como registrarte, favor de contactar a la Srta. Grisel Villarrubia en (787) 834-6385 o a través de grisel.villarubia1@upr.edu o visita nuestra pagina en la Internet www.uprm.edu/prt2.



Otras conferencias y simposios

- **2011 Institute of Transportation Engineers District 10 Annual Meeting: Transportation Initiatives on the Road to Discovery.** 30 de noviembre—2 de diciembre de 2011; Hilton St. Petersburg Bayfront Hotel, St. Petersburg, Florida. (www.floridasectionite.org/meeting.html)
- **2012 Transportation Research Board Annual Meeting:** 22-26 de enero de 2012, Marriott Wardman Park, Washington, DC. (www.trb.org/AnnualMeeting2012/AnnualMeeting2012.aspx)



Dr. José L. Perdomo es parte de nuestra familia de instructores. El ha ofrecido seminarios y talleres en temas asociados a la Gerencia de Proyectos de Construcción, Programación e Itinerario de Proyectos de Construcción y Reclamos de Contratos Asociados a Proyectos de Obras Públicas y Transportación como parte del programa de entrenamiento del Centro.

Es Catedrático Asociado del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM) desde enero de 2005 y es miembro del área de Gerencia de Construcción del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura.

El Dr. Perdomo ha sido nominado como Profesor Distinguido del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura del RUM desde el 2006 al 2009. Ha servido como miembro del Comité Evaluador de Acreditación de Universidades del Concilio de Educación Superior, miembro del Comité de Asuntos Académicos del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura y es revisor de la Revista de Ingeniería de Construcción del ASCE, entre otras actividades.



Conoce tu Entrenador: Dr. Jose L. Perdomo

Educación

- *Grado Asociado en Tecnología de Ingeniería Civil del Recinto Universitario de Ponce de la UPR en 1993*
- *Bachillerato en Ingeniería Civil del Recinto Universitario de Mayagüez en 1997.*
- *Maestría en Ciencias en Ingeniería y Gerencia de Construcción de Virginia Tech University en 2001.*
- *Grado doctoral en Ciencias de Planificación y Gerencia de Construcción de Virginia Tech University en 2002.*

Aun cuando dedica un tiempo extenso a sus proyectos de investigación, la redacción de publicaciones de ingeniería y enseñar en el RUM, el Dr. Perdomo también disfruta del ejercicio y el practicar los deportes de beisbol, baloncesto y racquetball.



Mensaje del Editor

Bienvenidos a la Tercera Edición de 2011 de EL PUENTE. Este boletín es el primero en una serie que atiende la experiencia de Puerto Rico y las Islas Vírgenes en la implantación de las actividades de la iniciativa de CADA DIA CUENTA de la Administración Federal de Carreteras. Puerto Rico está implantando nueve estrategias, mientras que las Islas Vírgenes se encuentra implantando tres de estas con el objetivo de mejorar la seguridad y las operaciones de tráfico y reducir la terminación de los proyectos de carreteras y mejorar nuestra calidad de vida.

Esta edición trae también información importante sobre revisiones propuestas al MUTCD con enfoque a remover o extender las fechas de cumplimiento establecidas en el MUTCD 2009. El tercer artículo provee a nuestros lectores con información de diseño general para rotondas modernas a ser usadas en proyectos de mejoras para intersecciones. El perfil de nuestros oradores se dedica al Dr. José Perdomo, uno de nuestros instructores del área de Gerencia de Construcción del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura del RUM.

Alberto M. Figueroa Medina, Ph.D., P.E.



Solicitud de Información Técnica, Publicación, Video o Entrenamiento

Por favor complete el siguiente formulario:

FECHA: _____

NOMBRE _____ POSICION _____

MUNICIPIO/AGENCIA _____

DIRRECCION _____

CIUDAD _____ ESTADO _____ ZIP CODE _____

TELEFONO _____ FAX _____ E-MAIL _____

Ayúdanos a mantener actualizada nuestra lista de correo llenando esta forma y enviándola al **FAX (787) 265-5695**.

AÑADIR A LA LISTA DE CORREO _____ ELIMINAR DE LA LISTA DE CORREO _____ ACTUALIZA MI INFORMACION _____

Provéenos con detalles de situaciones, proyectos, problemas de transporte, etc. que requiera de información o asistencia técnica o pedirnos un documento técnico, de video o de seminario de nuestra biblioteca de transporte.

COMENTARIOS/SUGERENCIAS: _____

El personal del Centro le da la bienvenida a sus preguntas o sugerencias. Para comunicarse con nosotros, favor de enviar la correspondencia a la siguiente dirección o comuníquese con nosotros en:

Teléfono: (787) 834-6385, Fax: (787) 265-5695, E-mail: grisel.villarubia1@uprm.edu

Website: <http://www.uprm.edu/prtz/>





Personal del Centro

Benjamín Colucci Ríos

Director

Alberto M. Figueroa Medina

Director Asociado

Gisela González

Administradora del Programa

Grisel Villarubia

Irmalí Franco

Coordinadoras Administrativas

Josué Ortiz Varela

Giana Zeno

Yari Babilonia

Estudiantes Internos

EL PUENTE es publicado por el Centro de Transferencia de Tecnología de Transportación de Puerto Rico, ubicado en el Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

Boletín EL PUENTE

VOL. 25, NO. 03, 2011



Las opiniones, hallazgos o recomendaciones expresadas en este boletín son aquellas del personal del Centro y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Administración Federal de Carreteras, el Departamento de Transportación y Obras Públicas y la Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico o el Departamento de Obras Públicas de las Islas Vírgenes Estadounidense.



**BOLETÍN
EL PUENTE**

**CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN
TRANSPORTACIÓN DE PUERTO RICO**

Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura
Call Box 9000, Mayagüez, PR 00681

787.834.6385 TEL.

787.265.5695 FAX

www.uprm.edu/prt2/