



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-50-2018

CRITERIO TÉCNICO SOBRE APOYOS ELASTOMÉRICOS

San José, Costa Rica
14 de noviembre de 2018



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



1. Informe No.: LM-PIE-50-2018		
2. Título: Criterio técnico sobre apoyos para puentes..		3. Fecha 14 de noviembre de 2018
4. Persona quien prepara el informe Ing. Sergio Lobo Aguilar, PhD Investigador – Programa de Ingeniería Estructural (PIE) Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica		
5. Persona y organización a quien va dirigido el informe Ing. Raquel Arriola Guzmán Coordinadora Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT) Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica		
6. Palabras clave Apoyos para puentes, puentes, construcción.		
7. Informe preparado por: Ing. Sergio Lobo Aguilar, PhD Investigador Programa de Ingeniería Estructural		
Fecha: 14/11/18		
		8. Revisión y aprobación: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Coordinador Programa de Ingeniería Estructural
		Fecha: 14/11/18



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
1. 1. Justificación	7
1. 2. Objetivos	7
1. 3. Limitaciones	8
2. ANÁLISIS	8
2. 1. Revisión de la normativa FP-03	9
2. 2. Revisión de la normativa FP-14	10
2. 3. Revisión de la normativa CR-2010	11
2. 4. Revisión de la normativa AASHTO LRFD BDS 2017	11
2. 5. Revisión de la normativa AASHTO LRFD BCS 2017	12
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
4. REFERENCIAS	14



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

Este informe se realizó ante la solicitud de la ingeniera Vanessa Vega, de la Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT) del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), que se hizo por correo electrónico el 26 de octubre de 2018. En dicho correo electrónico, se solicita criterio técnico para determinar si es recomendable modificar el artículo 717.10 de las *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes* (CR-2010, versión 12/2010), para que quede escrito de la siguiente forma:

717.10 Apoyos.

Apoyos elastoméricos simple o laminado. De acuerdo con la norma AASHTO M 251.

Apoyos elastoméricos de carga alta de rotación confinada. De acuerdo con la norma ASTM D 5212.

Apoyo esférico de carga alta de rotación. De acuerdo con la norma ASTM D 5977.

Además, en dicha solicitud se menciona que la norma para ensayar los apoyos elastoméricos confinados de gran capacidad de carga y rotación (ASTM D 5212), fue discontinuada en 2004 sin reemplazo. Por lo tanto, se solicita evaluar si es conveniente mantener este tipo de apoyos en las especificaciones del CR-2010.

1.2. Objetivos

El objetivo general de esta investigación es dar respuesta a la solicitud de criterio técnico que presentó la UNAT-PITRA. Para cumplir con el objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- I. Consultar referencias técnicas pertinentes al tema en cuestión, con énfasis en las publicaciones del USDOT FHWA (United States Department of Transportation Federal Highway Administration) y AASHTO (American Association of State Highway and



Transportation Officials). En dichas publicaciones, analizar las secciones donde se tratan los temas relacionados con apoyos estructurales para puentes.

II. Comparar y analizar la información recopilada para emitir el criterio técnico solicitado.

1. 3. Limitaciones

El presente informe se limita a presentar un criterio técnico con base en la revisión de la normativa nacional e internacional, así como en las referencias complementarias consultadas.

2. ANÁLISIS

En puentes, es necesario utilizar dispositivos de apoyo que sean capaces de transmitir las cargas de la superestructura hacia la subestructura de los puentes. Entre los dispositivos de apoyo existentes, se pueden mencionar: elastoméricos (simples y reforzados con placas de acero), tipo “pot”, de disco, esféricos y metálicos, entre otros.

Los apoyos elastoméricos confinados de gran capacidad de carga y rotación , también conocidos en inglés como tipo “pot”, se diseñan para transmitir las cargas de un puente desde la superestructura hacia la subestructura, o para acomodar el movimiento relativo entre ambas partes del puente, incluyendo rotaciones, o ambas. Este tipo de apoyos son fabricados por distintas compañías a nivel mundial, como por ejemplo Mageba, Goodco Z-Tech y Maurer, entre otros.

A continuación, se describe la información que se encontró en la documentación consultada, relativa al tema general de apoyos para puentes y al caso particular de los apoyos tipo “pot”. En particular, se analiza la información encontrada en los documentos: *Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-03 y FP-14*, *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010*, *ASTM International* (norma ASTM D 5212), *AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications 2017* (en este documento se hace referencia a la misma como AASHTO LRFD BCS 2017) y *AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications 2017* (en este documento se hace referencia a la misma como AASHTO LRFD BDS 2017).



Nota:

Debe tomarse en consideración que la numeración del CR-2010 presenta gran similitud con la numeración de los manuales FP-03 y FP-14. Para facilitar la comprensión de la lectura, cada sección o artículo que se menciona en el análisis siguiente se identifica con su respectiva numeración consecutiva y se le adiciona entre paréntesis el nombre del código al cual pertenece.

2. 1. Revisión de la normativa FP-03

La Sección 564 (FP-03) está dedicada a la normativa relacionada con el uso de apoyos para para puentes (en general). Específicamente, en los artículos 564.01 (FP-03) y 564.02 (FP-03), se establece lo siguiente:

564.01 Este trabajo consiste en suministrar e instalar apoyos de puentes. Los dispositivos de apoyo son designados como elastoméricos, balancines, rodillos, placas deslizantes, apoyos tipo "pot", esféricos y de disco.

564.02 Debe estar conforme con las siguientes subsecciones:

Almohadillas de apoyo elastoméricas	717.10
Revestimientos galvanizados	717.07
Lechada que no sufra contracción	725.22 (c)

El resto de la sección contiene especificaciones que deben cumplirse para los apoyos elastoméricos, balancines, rodillos y placas deslizantes.

Por otro lado, la Sección 717 (FP-03) especifica la utilización de metal para uso estructural. Esta sección contiene normativa referente no sólo a estructuras metálicas en sí mismas sino a otros elementos que interactúan con ellas, como por ejemplo resinas de teflón, sellos y revestimientos galvanizados, entre otros. Entre estas regulaciones, también se encuentran las correspondientes a los apoyos para puente, de la siguiente forma:



717.10 Apoyos.

- a) Apoyos elastoméricos simple o laminado. De acuerdo con la norma AASHTO M 251.
- b) Apoyos elastoméricos de carga alta de rotación confinada. De acuerdo con la norma ASTM D 5212.
- c) Apoyo esférico de carga alta de rotación. De acuerdo con la norma ASTM D 5977

De esta forma, las regulaciones de la Sección 564 (FP-03), en conjunto con las de la Sección 717 (FP-03), cubren la totalidad de apoyos que son mencionados en el manual FP-03 (a saber: elastoméricos, balancines, de rodillo, placas deslizantes, tipo “pot”, esféricos y de disco).

Por otra parte, se puede observar que la redacción del Artículo 717.10 (FP-03) coincide con la propuesta de modificación del Artículo 717.10 del CR-2010, que es mencionada en la solicitud de la UNAT-PITRA.

Por último, debe tomarse en consideración que el Artículo 717.10 (FP-03) hace alusión a la norma ASTM D5212 para los apoyos tipo “pot”. De acuerdo con información que aparece en la página web de ASTM International sobre esta norma, se indica que esta fue eliminada sin reemplazo en junio de 2004. En dicha página web, se menciona lo siguiente:

Razonamiento de discontinuación de la norma

Esta especificación cubre apoyos que consisten de un elemento elastomérico que está confinado por acero (apoyo tipo “pot”) cuando la función del apoyo es la de transferir las cargas o acomodar movimientos relativos, incluyendo rotación entre la superestructura y estructura de soporte, o ambas.

Se realizó una encuesta de comités seleccionados, y fue determinado que esta especificación no se está utilizando en la actualidad.

Anteriormente bajo la jurisdicción del Comité D04 sobre Materiales de Pavimentos y Caminos, esta especificación fue discontinuada en junio de 2004.

2. 2. Revisión de la normativa FP-14

En el Artículo 564.01 (FP-14), se eliminaron las especificaciones de los apoyos tipo “pot”, apoyos esféricos y apoyos de disco. Así mismo, en el artículo 564.02 (FP-14), que hace alusión a los materiales a utilizar, se refiere únicamente a almohadillas elastoméricas.

Por otra parte, en el artículo 717.10 (FP-14), se lee lo siguiente:



717.10 Apoyos.

- a) Apoyos elastoméricos simple o laminado. De acuerdo con la norma AASHTO M 251.
- b) Apoyo esférico de carga alta de rotación. De acuerdo con la norma ASTM D 5977.

Se observa entonces que en el artículo 717.10 (FP-14) no es consistente con el artículo 564.01(FP-14) ya que se especifican los apoyos esféricos.

2. 3. Revisión de la normativa CR-2010

De acuerdo con la información consultada, la versión vigente de la Sección 564 (CR-2010, versión 01/17) es consistente con el FP-03. No obstante, se encontró que el artículo 717.10 (CR-2010, versión 12/2010) incluye únicamente a los apoyos elastoméricos. Este artículo está redactado de la siguiente forma:

717.10 Almohadillas elastoméricas de apoyo.
Deben cumplir con la norma AASTHO M 251.

Por lo tanto, existe una inconsistencia entre los tipos de apoyo que se mencionan en la Sección 564 (CR-2010, versión 01/17) con respecto a los de la Sección 717 (CR-2010, versión 12/10).

2. 4. Revisión de la normativa AASHTO LRFD BDS 2017

De acuerdo con la documentación consultada, se encontró que el diseño de estos dispositivos está claramente regulado por la Sección 14 del AASHTO LRFD BDS. Por ejemplo, se puede citar los requisitos de diseño para los apoyos tipo "pot" y deslizantes de superficie curva, que están dados por el artículo 14.4.2.2 (AASHTO LRFD BDS 2017).



2. 5. Revisión de la normativa AASHTO LRFD BCS 2017

La Sección 18 (AASHTO LRFD BCS 2017) está dedicado al suministro e instalación de apoyos para puentes y de los materiales que sirven de soporte a los mismos. El comentario del Artículo 18.1 (AASHTO LRFD BCS 2017) establece:

C 18.1

Los tipos de apoyo incluyen, pero no están limitados a, almohadillas elastoméricas, balancines, rodillos, tipo “pot”, esféricos, de disco y placas deslizantes.

La Sección 18.3 (AASHTO LRFD BCS 2017) regula el caso particular de los apoyos tipo “pot” y de disco. Específicamente, el Artículo 18.3.1 (AASHTO LRFD BCS 2017) especifica lo siguiente:

18.3.1 General

Los apoyos tipo “pot” y de disco:

- Deben ser adecuadas para las cargas y desplazamientos de diseño mostrados en los documentos de contrato y*
- Deben ser ensayadas apropiadamente*

El resto de la Sección 18.3 (AASHTO LRFD BCS 2017), desarrolla requisitos para el ensayo, suministro e instalación del resto de tipos de apoyos que se mencionan en el comentario C18.1 (AASHTO LRFD BCS 2017).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la información analizada, se determinó que sí existen otras normas que incorporan las especificaciones para los apoyos elastoméricos confinados de gran capacidad de carga y rotación (tipo “pot”). Se pudo constatar que este tipo de apoyos para puente estaba regulado por el FP-03, pero fue eliminado en el FP-14. No obstante, está contemplado en las especificaciones de construcción y de diseño de la AASHTO (AASHTO LRFD BCS y AASTHO LRFD BDS, respectivamente).



Por otra parte, a partir de la información consultada, no se puede determinar a ciencia cierta si este tipo de apoyos se sigue utilizando en la actualidad. No obstante, sí se pudo constatar que este tipo de apoyos es fabricado por distintas compañías a nivel mundial.

En conclusión, se considera conveniente mantener los apoyos tipo “pot” en las especificaciones. Este criterio se basa en los siguientes argumentos:

1. Existe normativa vigente de AASHTO que regula el diseño, el suministro y la instalación de estos dispositivos.
2. Existen compañías a nivel internacional que en la actualidad fabrican este tipo de dispositivos.
3. La normativa del FP-14 no es completamente consistente en sus secciones 564 y 717.

Con base en este criterio, se recomienda que el artículo 717.10 del CR-2010 se lea de la siguiente forma (debe observarse que la traducción de los incisos b) y c) se modificó ligeramente para que los términos utilizados sean técnicamente correctos y sean más fáciles de comprender para el usuario del CR-2010):

717.10 Apoyos.

a) Apoyos elastoméricos simples o laminados. De acuerdo con la norma AASHTO M 251.

b) Apoyos elastoméricos confinados de gran capacidad de carga y rotación. De acuerdo con la norma ASTM D 5212.

c) Apoyos esféricos de gran capacidad de carga y rotación. De acuerdo con la norma ASTM D 5977.

Información adicional sobre los diferentes apoyos aquí mencionados se encuentra en la Sección 564.



4. REFERENCIAS

1. *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)*, Dirección General de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, República de Costa Rica. Secciones:
 - *564 Accesorios de Apoyo (versión 01/2017)*
 - *717 Metal de Uso Estructural (versión 01/2017)*
2. *Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-03* (Especificaciones Estándar para la Construcción de Caminos y Puentes en Proyectos Federales de Carreteras FP-03), 2003. Federal Highway Administration of the United States of America.
3. *Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-14* (Especificaciones Estándar para la Construcción de Caminos y Puentes en Proyectos Federales de Carreteras FP-14), 2014. Federal Highway Administration of the United States of America.
4. *AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications* 4th edition, 2017. American Association of State Highway and Transportation Officials (Especificaciones de construcción de puentes AASHTO LRFD 4ta edición, denominada en este informe como BCS).
5. *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* 8th edition, 2017. American Association of State Highway and Transportation Officials (Especificaciones de diseño de puentes AASHTO LRFD 8va edición, denominada en este informe como BDS).
6. *ASTM International. ASTM D 5212. Standard Specification for High Load Rotational Confined Elastomeric Bearing for Bridges and Structures* (Especificación Estándar para Apoyos Rotacionales Elastoméricos Confinados de Carga Alta para Puentes y Estructuras). 2003.
7. *ASTM International*. Página web de la norma ASTM D 5212.
<https://compass.astm.org/Standards/WITHDRAWN/D5212.htm>.