



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Estructural, N° 1, Volumen 4, Año 2019 · ISSN: 2215-4566

Gestión de puentes (Entrega I): Componentes básicos e implementación

Ing. Pablo Agüero Barrantes, M.Sc.

Unidad de Puentes

Programa de Ingeniería Estructural

pablo.aguerobarrantes@ucr.ac.cr

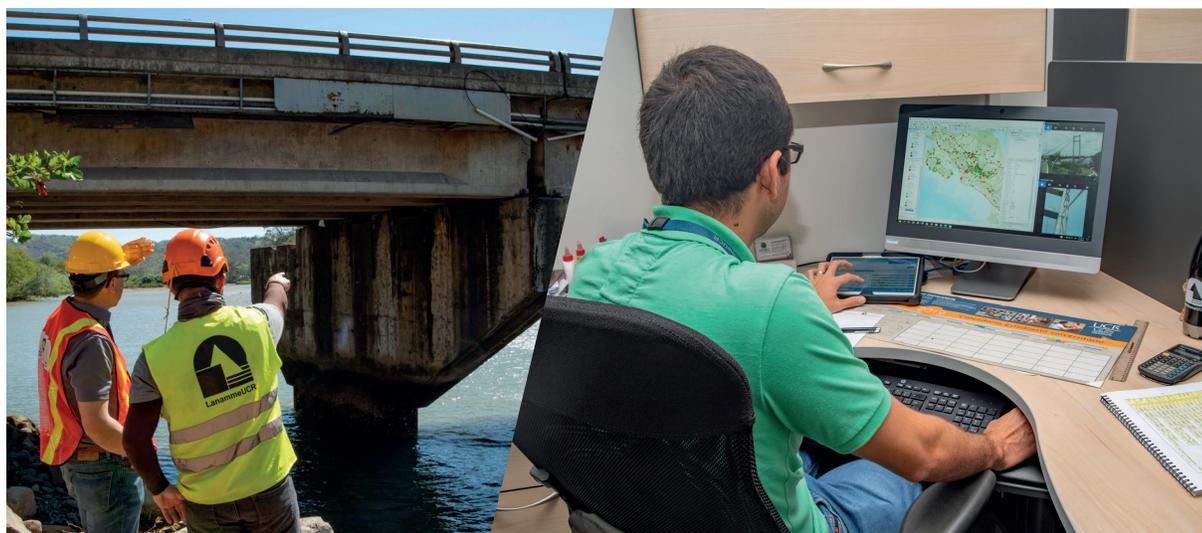
Ing. Esteban Villalobos Vega, M.Sc.

Coordinador

Unidad de Puentes

Programa de Ingeniería Estructural

esteban.villalobos@ucr.ac.cr



Comité editorial:

Ing. Esteban Villalobos - Vega, M.Sc.

Coordinador Unidad de Puentes

Programa de Ingeniería Estructural

Ing. Rolando Castillo - Barahona, Ph.D.

Coordinador General

Programa de Ingeniería Estructural

El presente boletín técnico introduce los aspectos conceptuales básicos de la gestión de infraestructura del transporte enfocada a puentes. Se hace énfasis en que el tema es de una complejidad tal, que se explica a modo de un primer acercamiento y de una manera introductoria. En futuros boletines técnicos, se ahondará más en detalle en aspectos específicos de este tema ausente pero tan necesario en el contexto actual costarricense.

Gestión de activos de infraestructura enfocada a puentes

Los conceptos de la gestión de infraestructura del transporte enfocada a puentes provienen de la gestión de empresas privadas, y las empresas públicas propietarias y administradoras de la infraestructura pública los han adoptado, principalmente en el caso de países desarrollados, en busca de la optimización de recursos en la gestión de distintos tipos de activos, como: pavimentos, puentes, puertos, sistemas de tuberías, túneles, etc.

En este sentido, el modelo de negocio varía con respecto al de una empresa privada, ya que el producto es un servicio público y no uno mediante el cual se pretende obtener un dividendo: en este caso es ofrecer la infraestructura necesaria para el transporte de personas y productos de una forma segura, minimizando al mismo tiempo el costo en el ciclo de vida y maximizando el retorno de la inversión, y los clientes son los contribuyentes que pagan impuestos o peajes y financian la obra pública.

El lector puede inferir en este punto, que los criterios para medir la eficiencia de la gestión de infraestructura difieren por mucho de los criterios para una empresa privada, donde, por lo general, maximizar ganancias para un propietario o un grupo de éstos, es uno de los objetivos principales.

La optimización del presupuesto disponible para atender los puentes existentes, se convierte entonces en uno de los principales objetivos para los gestores de puentes, ya que siempre es limitado no importa si se está en un país desarrollado o no. Por ejemplo, la inversión destinada para puentes existentes en los Estados Unidos fue de \$USD 11,5 millardos en el 2006 y \$USD 17,5 millardos en el 2012. A pesar de estas cifras tan impresionantes, dichas inversiones han sido insuficientes y se ha estimado que el retraso en proyectos de rehabilitación de puentes es de \$USD 123 millardos (ASCE, 2017). Para el 31 de diciembre del 2017, en Estados Unidos se tienen inventariados 615 002 puentes, de los cuales el 8,9 % presentan una condición deficiente, lo que quiere decir que requieren una intervención fuerte de rehabilitación o remplazo (FHWA, 2018). En la Figura 1 se presenta la totalidad del inventario de puentes en Estados Unidos en el periodo entre los años 2007 y 2018 (línea celeste con círculos), el cual ha aumentado aproximadamente en un 2,5 % la totalidad de puentes; por otra parte, en la línea amarilla con rombos se muestra, para el mismo periodo, el porcentaje de puentes clasificados como estructuralmente deficientes, donde se puede observar que, si bien es cierto dicho porcentaje ha ido en disminución, la cantidad total es de 54 560 puentes, es decir, 36 veces el inventario total de puentes de la Red Vial Nacional de Costa Rica.

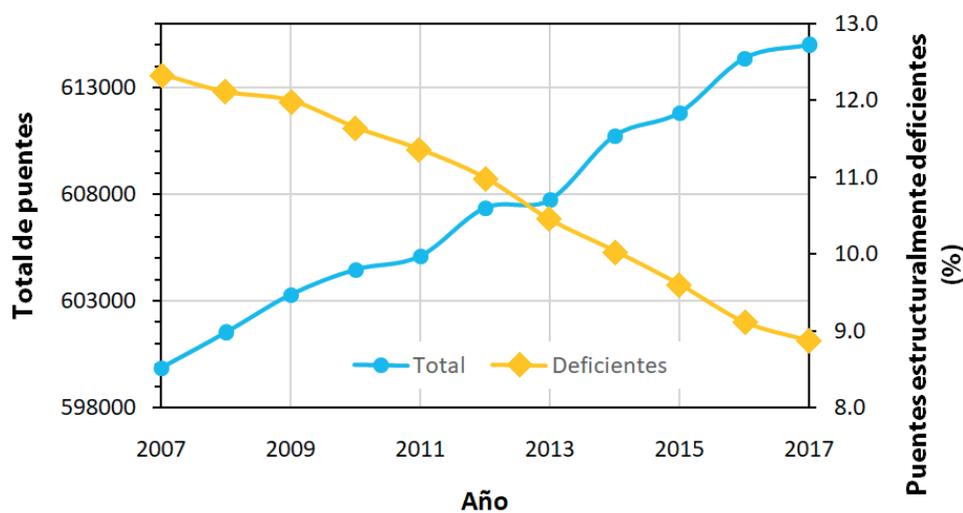


Figura 1. Total de puentes y porcentaje de puentes estructuralmente deficientes de los Estados Unidos en el periodo 2007-2017 (FHWA, 2018).

Así como el caso de Estados Unidos, se pueden citar otros ejemplos como el de Alemania. Para una calificación de la condición de 6 niveles y en el periodo que va del 2001 al 2013, si bien es cierto el porcentaje de puentes en peor estado se logró mantener constante, este ronda un alto 15 %, y en el caso de los niveles 4 y 5 cuya condición es entre “suficiente” e “insatisfactoria”, el porcentaje subió de 50 % a 73 %, disminuyendo con ello el porcentaje de puentes en buena condición (Peil, Clobes, Thiele, 2015).

Este desfase, además de estar asociado a la cantidad de recursos disponibles, se relaciona también con el hecho de que los puentes y en general la infraestructura, se deteriora con el tiempo a diferentes tasas, por lo que, sin mantenimiento ni reparaciones adecuadas en el tiempo correcto y a los activos apropiados, se vuelve difícil cerrar la brecha o reducir su tasa de crecimiento.

En el caso de economías en desarrollo, como el caso de Costa Rica, el uso de técnicas que aseguren el uso eficiente de los recursos se hace más necesario, ya que en nuestro caso disponemos de menos recursos que los países desarrollados.

El caso de Costa Rica

En Costa Rica aún no se cuenta con una estimación del estado de la condición oficial del inventario de puentes, o por lo menos no un registro histórico del mismo, ni de un cálculo de la inversión necesaria para llevar ese inventario a un estado aceptable, tomando en cuenta no sólo los puentes en muy mal estado, sino adicionalmente los que están en un estado aceptable, pero en donde es muy importante y hasta más efectivo llevar a cabo trabajos de conservación (FHWA, 2018).

Sin embargo, siendo Costa Rica un país en vías de desarrollo, como muchos otros de la región, es una necesidad imperante la implementación de un sistema de gestión de puentes (SGP) por parte del MOPT, el CONAVI y las municipalidades (ausente en todos los casos), de forma tal que administren los limitados recursos de la forma más eficiente posible, al mismo tiempo que se logre un nivel adecuado de servicio (los costos directos e indirectos de la salida de operación de un puente podrían ser muy altos y superar por mucho los costos de hacer mantenimiento preventivo en cada caso específico) y seguridad a los usuarios (fallas y daños en puentes pueden llevar a la lesión o pérdida de vidas humanas). Además, se debe tener en cuenta de que la demanda en infraestructura

continúa creciendo y es necesario, por lo tanto, establecer los límites de capacidad del sistema actual. Adicionalmente, las expectativas y exigencias de la sociedad costarricense con respecto al accionar de la Administración en el tema de infraestructura han crecido mucho en los últimos años, principalmente en el caso de los puentes.

Definiciones de gestión de puentes

Una definición sencilla de la gestión de puentes es la siguiente (Ryall, 2007):

“Son los medios por los cuales se les da mantenimiento a un inventario de puentes desde su conceptualización hasta el final de su vida útil.”

La definición anterior, aunque válida, debe ser ampliada para los propósitos del presente boletín técnico, para ofrecer un panorama más extenso al lector. En el Informe 300 del Programa Nacional Cooperativo de Investigación Vial de los Estados Unidos o NCHRP por sus siglas en inglés (1987), se propone el siguiente enfoque:

“El objetivo (...) es desarrollar una forma de gestión de puentes efectiva a nivel de la red (esto es, enfrentarse a un conjunto de puentes en vez de a uno solo), que asegurará el uso efectivo de los fondos disponibles e identificará los efectos de distintos niveles de financiamiento. La gestión de puentes (...) requiere una apreciación práctica, objetiva y sistemática del problema, con un conjunto de herramientas técnicas y económicas que no fueron combinadas previamente para resolver el problema. Específicamente, un sistema de gestión de puentes es un enfoque racional y sistemático para organizar y llevar a cabo las actividades relacionadas con la planificación, diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación y reposición de puentes, vitales para la infraestructura del transporte.”

La Guía Canadiense para Infraestructura Municipal Sostenible o InfraGuide (2005), define gestión de activos de la siguiente forma:

“Es la combinación de prácticas de gestión, financieras, económicas, de ingeniería y operativas, y otras, aplicadas a activos físicos con el objetivo de proveer el nivel de servicio requerido de la manera más costo-efectiva.”

La siguiente es la definición incluida en el Manual de Evaluación de Puentes (AASHTO, 2018):

“La gestión de activos de transporte es un proceso estratégico y sistemático para operar, mantener, actualizar y expandir los activos físicos a través de su ciclo de vida.”



Se enfoca en prácticas de negocios e ingeniería para la asignación y utilización de recursos, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones con base en información de calidad y objetivos bien definidos”.

Las definiciones anteriores coinciden en algunos aspectos claves que se indican a continuación:

- La gestión de puentes contempla el ciclo de vida de la estructura: desde su conceptualización hasta su salida de operación, incluyendo el mantenimiento.
- La gestión de puentes incluye el nivel de red o inventario, además del nivel de proyecto o nivel individual.
- La gestión de puentes es un enfoque coherente, racional, efectivo, sistemático y objetivo, que incluye prácticas destinadas a establecer las mejores acciones costo-efectivas.

Con respecto al primero de los tres puntos anteriores, se hará énfasis en que mientras la estructura preste servicio a la red de carreteras, debe recibir mantenimiento preventivo tanto cíclico como basado en la condición (FHWA, 2018), para preservar su valor como activo o al menos minimizar la depreciación en el tiempo, y que estas actividades son más efectivas efectuarlas cuando la condición del puente es buena.

Lo anterior puede ser fácilmente comprendido si se realiza una analogía con un bien con el cual la mayoría de los lectores estarán familiarizado como lo es un automóvil y el mantenimiento que debe recibir durante su vida útil para que este opere en el corto y largo plazo, el cual incluye tareas cíclicas básicas como el cambio de aceite según las especificaciones del fabricante, así como tareas basadas en la condición como ajuste de holgura de las válvulas.

El segundo punto implica que los encargados de la gestión deben incluir criterios para evaluar el inventario de activos como un todo (a nivel de red), en lugar de tomar decisiones a partir de criterios de puentes individuales (a nivel de proyecto). Lo anterior reduce la subjetividad y fomenta las mejores decisiones a un nivel global. Además, permite hacer un uso más racional de los recursos ya que con tan sólo unos pocos proyectos, se podría llegar a consumir el financiamiento que se podría utilizar en una mucho mayor cantidad de activos o en aquellos de importancia estratégica, de una manera más costo-efectiva.

Retomando la analogía de los automóviles, no es lo mismo ser propietario de un vehículo que ser propietario de una flotilla vehicular, por ejemplo, en el caso de una empresa. El administrador de la flotilla debe velar porque todos los vehículos estén en operación de la forma más eficiente posible sin enfocar y consumir todos los recursos en uno solo o unos pocos, lo que le podría traer consecuencias como que la restante flotilla quedara fuera de operación, con todos los costos directos e indirectos que traería esto como consecuencia, y además tomar la decisión de cuando sacar un vehículo de operación y reponerlo.

Un componente adicional de los Sistemas de Gestión de Puentes, muy importante en el contexto de la infraestructura costarricense que está expuesta a una gran cantidad de amenazas, incluyendo a futuro los impactos del cambio climático (IFHV-RUB, 2018), es la posibilidad de incorporar la gestión del riesgo en la toma de decisiones.

Niveles y horizontes de gestión

El AASHTO (2011) define tres niveles de gestión con diferentes alcances y diferentes horizontes de planificación (ver Figura 2).

En el nivel estratégico, que vendría a ser el pináculo de la pirámide, se gestionan portafolios o inventarios en un horizonte a largo plazo. Un portafolio se define como proyectos, programas, portafolios secundarios y operaciones gestionados como un grupo, con el fin de cumplir los objetivos estratégicos de una organización (PMI, 2017).

El segundo nivel, el táctico, representa la planificación a mediano plazo y se maneja mediante programas. Los programas son grupos de proyectos relacionados, programas secundarios y actividades gestionados de una forma coordinada para obtener beneficios no disponibles al ser gestionados individualmente (PMI, 2017). Por ejemplo, el estado de California tiene un programa de mejoramiento de las barreras vehiculares de puentes, enfocado a reemplazar las barreras que no cumplen las especificaciones de contención vehicular (NHI, 2016).

El nivel base, el operativo, comprende los proyectos a ejecutarse en el corto plazo, en donde un proyecto se define como un esfuerzo temporal para crear un producto, servicio o resultado (PMI, 2017).

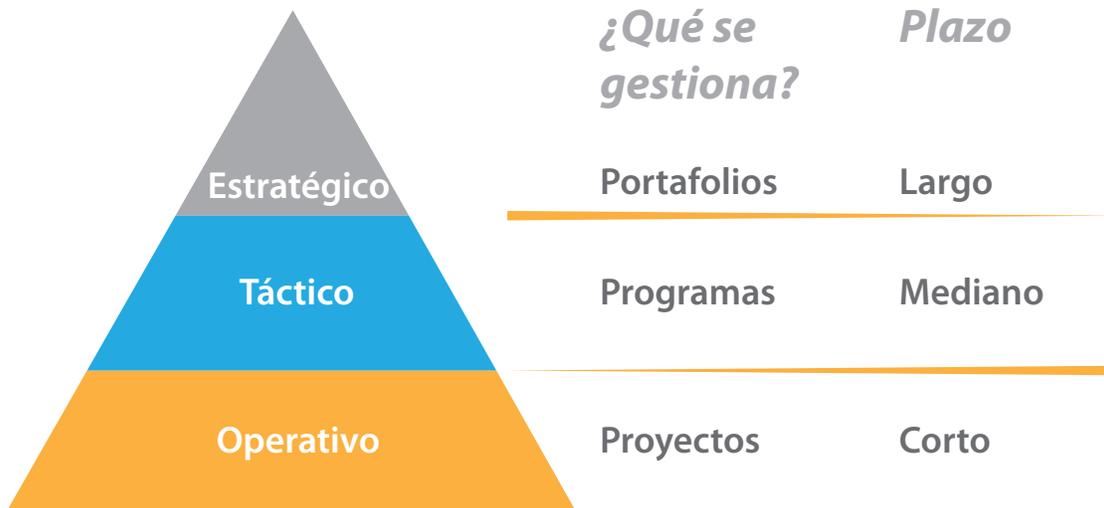


Figura 2. Los tres niveles de gestión según AASHTO (2011).

La responsable de la gestión estratégica es la alta gerencia, la cual es la que dicta los objetivos estratégicos de la institución y en algunos casos, se recurre a la figura de la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO, por sus siglas en inglés) para apoyar a la alta gerencia. Los encargados de la gestión táctica es la dirección de

cada programa y el encargado de la gestión operativa es el Director de Proyectos (Project Manager, en inglés).

A este nivel, el lector conoce los tres niveles de gestión; la forma en que se interrelacionan se explica en los siguientes apartados y en el próximo boletín técnico relacionado con gestión de puentes.

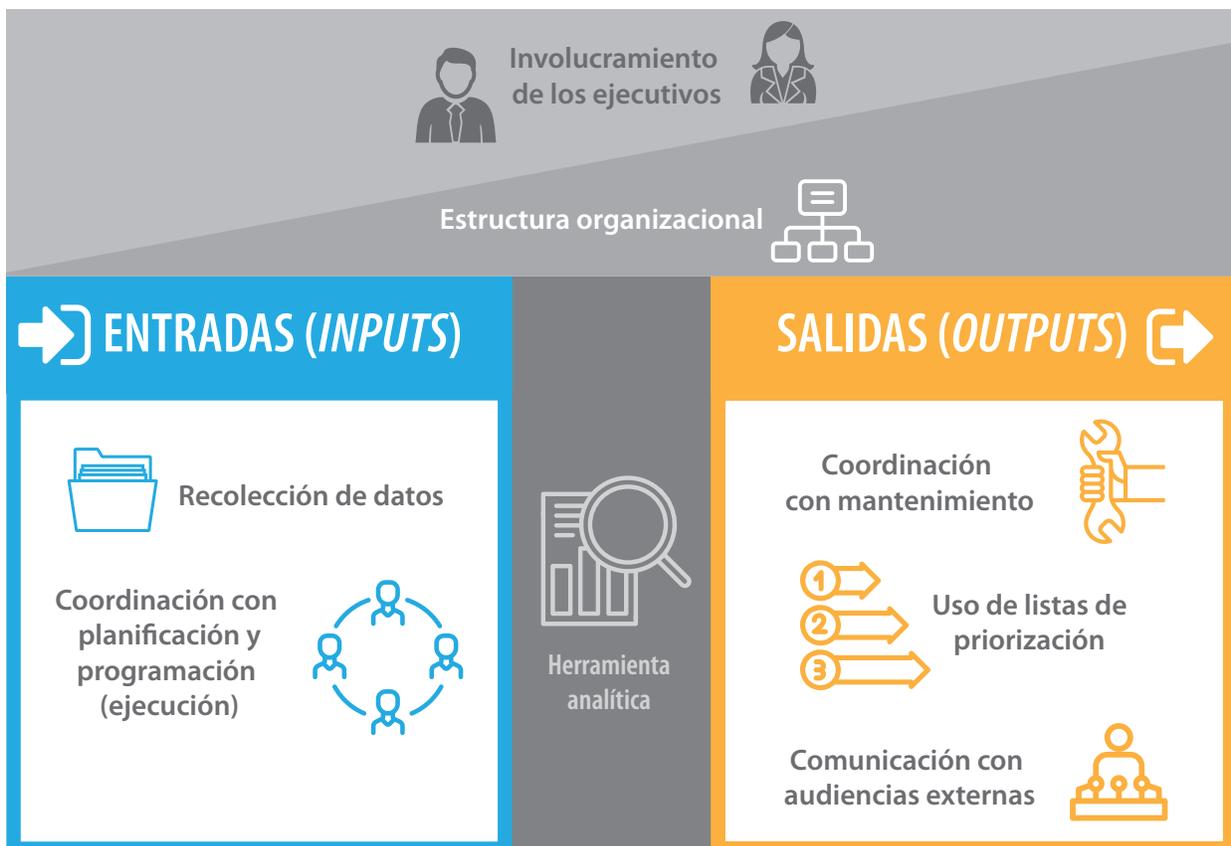


Figura 3. Elementos de un sistema de gestión de puentes (Modificado de FHWA, 2016).

Componentes de un sistema de gestión de puentes

Cuando se deben gestionar decenas, centenas o hasta miles de puentes, los propietarios (administradores) requieren de formas efectivas para gestionar sus activos e implementar sus políticas de preservación. Tal y como se indicó anteriormente, un Sistema de Gestión de Puentes (SGP) provee de un proceso sistemático para organizar los puentes de un inventario y de esta forma puede ayudar a los propietarios de los puentes a (FHWA, 2016):

- Priorizar recursos.
- Preservar o extender la vida útil de los puentes del inventario.
- Operar los puentes eficientemente.
- Usar principios ingenieriles para priorizar las actividades y recursos en lugar de utilizar solamente prácticas históricas.
- Usar principios ingenieriles para priorizar las actividades y recursos basados en un análisis exhaustivo de todos los puentes y sus necesidades específicas.

Según la FHWA (2016), los sistemas modernos de gestión de puentes deben contar con al menos los siguientes siete elementos (ver Figura 3), que son de igual importancia dentro del SGP y se presentan sin ningún orden particular.

Elemento 1 - Participación y compromiso ejecutivo. Cuando hay un involucramiento temprano y participación del grupo ejecutivo, el proceso de implementación es más sencillo, efectivo y permanente. Además, el grupo ejecutivo es capaz de asignar los recursos y fondos necesarios al SGP.

Elemento 2 -Estructura organizacional. Dicha estructura debe establecer la jerarquía de responsabilidades. Se deben definir los diferentes departamentos y sus responsabilidades propias: el encargado del SGP y la herramienta analítica, el encargado de la recolección de los datos, el encargado de utilizar la información generada, etc.

Elemento 3 -Recolección de datos. Al existir diferentes departamentos que proveen datos (Diseño, Mantenimiento, Costos, Planificación y Programación), la gestión e integridad de los datos se vuelve más compleja al aumentar el número de departamentos relacionados con el SGP. Adicionalmente, la recolección

de datos es un proceso cíclico que debe actualizarse periódicamente.

Elemento 4 - Coordinación con los responsables de Planificación y Programación. Si existe coordinación entre el SGP y los encargados de planificación tanto a nivel de programa (táctico) como a nivel de proyecto (operativo), el SGP puede tomar en cuenta la retroalimentación del departamento de planificación.

Elemento 5 - Coordinación con los encargados de mantenimiento. La coordinación entre los encargados del SGP y los encargados de mantenimiento produce beneficios; por ejemplo: las recomendaciones para el grupo de mantenimiento pueden considerar la retroalimentación del mismo grupo y se hace el mejor uso de los fondos. Además, se puede alimentar la herramienta analítica con datos provenientes del grupo de mantenimiento.

Elemento 6 - Priorización de intervenciones. La priorización se realiza con base en la información disponible en el SGP y no está influenciada por un pequeño grupo. El propósito de la optimización a nivel de red es seleccionar un grupo de proyectos de puentes de tal forma que el beneficio derivado de la implementación de los proyectos seleccionados sea maximizado, o sea, minimizar costos y riesgo. Además, el sistema debe ser capaz de calcular el financiamiento necesario para alcanzar los objetivos de desempeño o para identificar vacíos presupuestarios que afecten el desempeño (AASHTO, 2018).

Elemento 7 - Rendición de cuentas y transparencia a las audiencias externas. Es recomendable establecer políticas y procedimientos para informar a las diferentes audiencias. Así se previene que algún grupo dentro de la agencia revele información inadecuada, pero además se da una imagen de transparencia hacia los usuarios.

Debido a que la gestión de puentes requiere de gran cantidad de datos de cientos o miles de puentes para generar información para la toma de decisiones, se recurre al uso de herramientas analíticas (programas informáticos). En el centro de la Figura 3, se incluye la herramienta analítica, la cual funge como mecanismo de apoyo entre los siete componentes antes mencionados. Ahora bien, se debe hacer énfasis en que las herramientas analíticas, por si solas, no conforman ni comprenden un Sistema de Gestión de Puentes exitoso (FHWA, 2016).

Una herramienta analítica es una herramienta o conjunto de herramientas integradas, cuyo objetivo es dar apoyo a la agencia para cumplir los objetivos estratégicos, conectando la gestión del inventario de puentes y la selección de proyectos a través de un proceso regido por datos (AASHTO, 2018).

Estas herramientas sirven como apoyo al sistema de gestión, y la información generada permite visualizar el estado de conservación de los puentes como un inventario en lugar de a nivel individual, o sea, puente por puente. Así, las herramientas analíticas de gestión de puentes cumplen las necesidades tanto del nivel superior de gestión (nivel estratégico), donde es una herramienta de planificación estratégica, como de los tomadores de decisiones técnicas (nivel operativo), donde es una herramienta de ingeniería (AASHTO, 2018).

En el siguiente boletín se explicarán con más detalle los requerimientos de una herramienta analítica de apoyo para gestión de puentes.

Implementación de un sistema de gestión de puentes

Lograr que los elementos mencionados anteriormente funcionen adecuadamente dentro del SGP y lleven a la construcción de una cultura organizacional conlleva a un proceso de implementación. Para estos efectos es recomendable definir un plan de implementación para que el proceso sea organizado, obedezca a un presupuesto y dentro de un cronograma.

A continuación, se presenta la secuencia ordenada de tareas típicas de la implementación de un SGP (ver Figura 4), las cuales deben verse reflejadas en el plan de implementación (FHWA, 2016).

Tarea 1 - Obtener y mantener el apoyo ejecutivo. El apoyo de la alta gerencia asegura el financiamiento de la implementación del SGP. La comunicación es fundamental para obtener y mantener dicho apoyo. Es recomendable facilitar al grupo ejecutivo un plan que detalle las etapas de la implementación del sistema de gestión de puentes.

Tarea 2 - Definir políticas y objetivos. Las políticas establecen una dirección clara para el resto de las funciones del SGP y los objetivos deben ser preferiblemente cuantificables para determinar su cumplimiento. Sin un rumbo claro, medible y evaluable, es muy difícil que los recursos se usen eficientemente.

Tarea 3 - Definir roles y responsabilidades. Se define el personal necesario y sus roles y responsabilidades cuando el SGP sea operacional. Dependiendo de las necesidades de la agencia, hay numerosos puestos potenciales en un SGP, involucrando diversos perfiles profesionales.

Tarea 4 - Establecer líneas de comunicación y el formato de los informes. Documentar las líneas de comunicación y el formato de los informes que utilizan las fuentes de datos y los usuarios de estos, es una importante etapa temprana en un plan de implementación. Se puede consultar a departamentos con SGP maduros sobre sus propias política y procedimientos.

Tarea 5 - Seleccionar la herramienta analítica. Debido a que no hay una herramienta que se amolde a todos los SGP, cada SGP debe utilizar la herramienta que se adecue de la mejor forma a sus necesidades, tamaño, políticas y objetivos. Se hace énfasis en que, por los alcances y limitaciones que esta pueda llegar a tener a futuro en la operación del SGP, la selección de la herramienta es uno de los últimos pasos en la implementación

Tarea 6 - Implementar la herramienta analítica. Esta etapa comprende la instalación de la herramienta, comunicar la herramienta con otros sistemas de información, establecer cronogramas y procedimientos para respaldar los datos y otras actividades.

Tarea 7- Evaluación de la efectividad. La mayoría de los planes de implementación concluyen cuando el SGP es operacional. Sin embargo, se debe continuar con procedimientos para evaluar la efectividad del SGP, por ejemplo: procesos para actualizar o reemplazar la herramienta analítica y la determinación de cómo el SGP apoya las metas estratégicas a corto y largo plazo.





Figura 4. Proceso sistemático de implementación de un sistema de gestión de puentes (Modificado de FHWA, 2016).

Políticas, metas y objetivos

Debido a la importancia estratégica de la Tarea 2 del apartado anterior, y sumado al hecho de que la semejanza en los términos puede generar confusión, a continuación se explica con más detalle cómo se define cada uno. Como se verá, va de lo más general a lo más específico y cuantificable, empezando por las políticas, pasando por las metas y terminando en los objetivos.

Políticas

Las políticas establecen una dirección clara para el resto de las funciones del Sistema de Gestión de Puentes. Además, ayudan a definir objetivos, definir la estructura organizacional y a la elección o desarrollo de las herramientas de apoyo del sistema, entre otros. Es importante, por lo tanto, establecerlas desde el inicio, pues dan el rumbo que debe seguir la organización.

Solo para dar un ejemplo, a continuación, se mencionan las directrices estratégicas del departamento de Transportes del estado de California (CALTRANS, 2016).

En primer lugar, se menciona el enfoque de la Dirección Estratégica:

- Proceso de toma de decisiones integrado para planificación, diseño, construcción y mantenimiento, independientemente del método de adquisición o la agencia que lo implemente.

- Puentes y estructuras seguras y sostenibles
- Calidad y manejo del riesgo consistentes y apropiados.
- Reducción de costos de proyectos y de retrasos
- Balance entre el desempeño del activo y los costos totales en el ciclo de vida
- Mejorar herramientas y capacitación
- Uso efectivo de tecnologías emergentes.

Metas

Las metas son propósitos a largo plazo de una organización y son más generales y menos estructuradas que los objetivos (FHWA, 2016); además, son más específicas que las políticas. Por ejemplo, el Departamento de Transportes de Virginia, tiene definidas las siguientes metas (FHWA, 2016):

- Reducir el número de puentes estructuralmente deficientes
- Restaurar las estructuras que pueden llegar a ser clasificadas como deficientes.
- Mejorar la capacidad estructural de acuerdo con el crecimiento del sistema
- Preservar las estructuras que se encuentran en condición buena.

- Proveer de nuevas estructuras que posean mayor resistencia al deterioro que las estructuras actuales.

Por su parte, las metas del Departamento de Transporte de Michigan son (FHWA, 2016):

- Lograr y mantener en condiciones buena y aceptable el 95 % de los puentes de la red interestatal y el 85 % de otros puentes.
- Atender todos los puentes con necesidades críticas.
- Dar mantenimiento preventivo al resto de los puentes.

El departamento de Transporte del Estado de Nueva York tiene las siguientes metas (FHWA, 2016):

- Invertir el 25 % del tiempo del esfuerzo estatal en actividades de mantenimiento preventivo.
- Reducir el número de juntas de expansión en estado deficiente en un 20 % cada año.
- Reducir el número de subestructuras en estado deficiente en un 20 % cada año.

Objetivos

Los objetivos son acciones a corto plazo que deben ser ejecutadas para alcanzar los resultados deseados. Son específicas y usualmente desglosadas en pasos o acciones, que generalmente incluyen fechas límite y limitaciones de presupuesto (FHWA, 2016).

A continuación, se presentan algunos ejemplos de objetivos de preservación de puentes (FHWA, 2016):

- Mantener 90 % de los puentes en un estado “bueno”.
- Para mantenimiento cíclico, sellar los tableros de concreto cada 5 años, pintar los extremos de las vigas metálicas cada 10 años o lavar los tableros de concreto cada año.
- Para mantenimiento basado en la condición, mantener el 80 % de las juntas de expansión en un estado de conservación tipo 2 o mejor (de acuerdo a su clasificación), mantener el 70 % de los tableros en buena condición, o mantener 70 % de los sistemas de protección de superficies de acero en buena condición.

Un ejemplo específico de un objetivo del Departamento de Transportes de Virginia (FHWA, 2016) es tener en su inventario de puentes, un porcentaje máximo del 8 % de puentes clasificados como estructuralmente deficientes.

Conclusiones

Como puede entenderse tanto de los componentes mostrados en los apartados anteriores, como de las tareas necesarias para su implementación, un SGP no gira en torno al desarrollo de un sistema informático, sino que debe entenderse desde el inicio como el desarrollo una cultura organizacional, y como tal, es clave, en primer lugar, el liderazgo de la alta gerencia y de los tomadores de decisiones, y luego, que las demás personas de la organización se involucren a través de mecanismos eficientes y de desarrollo de competencias, en donde la efectividad de su implementación debe irse midiendo en el tiempo. Por lo tanto, un SGP no es un proceso estático y burocrático realizado sólo por cumplir requisitos externos, sino que debe entenderse como un proceso de mejora y revisión continua, que alimente la fase de toma de decisiones, no que la sustituya. Al respecto, la bibliografía referente al tema recomienda designar desde el inicio lo que denominan como un “Campeón”, que sea este líder que permita coordinar todo el trabajo interadministrativo que se debe llevar a cabo, dar seguimiento a las tareas y roles asignados, y en general gestionar y velar por el adecuado funcionamiento del SGP.

En el siguiente boletín se presentarán los componentes de las herramientas modernas de gestión de puentes, que diferencian a estas de simples sistemas de información.



Referencias bibliográficas

1. AASHTO (2002). *Transportation Asset Management Guide*. American Association of State Highway and Transportation Officials. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Project 20-24(11). Washington, D.C., USA.
2. AASHTO (2011). *Transportation Asset Management Guide: A focus on Implementation*. American Association of the State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C.
3. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
4. ASCE (2017). *Infrastructure report card*. American Society of Civil Engineers.
5. Caltrans (2016). *California Bridges and Structures Strategic Direction*. California Department of Transportation
6. FHWA (2018). *Deficient Bridges by Highway System* <https://www.fhwa.dot.gov>
7. FHWA (2018). *Bridge Preservation Guide - Maintaining a Resilient Infrastructure to Preserve Mobility*.
8. FHWA (2016). *FHWA-NHI-130109A Bridge Management Fundamentals*. On line course.
9. FHWA (2016). *FHWA-NHI-130109B Performance Based Management of Bridges*. On line course.
10. IFHV-RUB (2018). *World Risk Report*. ISBN 978-3-916785-06-4
11. Peil, U., Clobes, M. y Thiele, K. (2015). *Steel Bridges – Design, Inspection and Maintenance*. Course. University of Costa Rica.
12. PMI (2017). *A guide to the Project management Body of Knowledge PMBOK GUIDE*. Project Management Institute.
13. Ryall, M.J. (2001). *Bridge Management*. Butterworth-Heinemann, Oxford, Great Britain.
14. Yanev, Y. (2007). *Bridge Management*. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey, USA.





LanammeUCR

LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PIE Programa de
Ingeniería Estructural

Ing. Pablo Agüero Barrantes, M.Sc

Ing. Sergio Álvarez González

Ing. Mauricio Araya Con

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D, Coordinador General

Ing. Hellen Garita Durán

Ing. Yi Cheng Liu Kuan, M.Sc

Ing. Sergio Lobo Aguilar, Ph.D

Ing. María José Rodríguez Roblero, Ph.D

Ing. Guillermo Santana Barboza, Ph.D, Asesor

Ing. Luis Guillermo Vargas Alas

Ing. Esteban Villalobos Vega, M.Sc, Coordinador Unidad de Puentes

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación, diseño y control de calidad: Licda. Daniela Martínez Ortiz / Óscar Rodríguez Quintana

GESTIÓN DE PUENTES (ENTREGA I): COMPONENTES BÁSICOS E IMPLEMENTACIÓN / Julio, 2019

Palabras clave: gestión, puentes, herramientas analíticas.

 (506) 2511-2500

 direccion.lanamme@ucr.ac.cr

 Código Postal 11501-2060  www.lanamme.ucr.ac.cr