****

****

**XII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ESTRUCTURAS, GEOTECNIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.**

**III COLOQUIO DE INGENIERÍA VIAL Y OBRAS DEL TRANSPORTE**

**Título: Experiencias en la implantación de un manual de inspección de puentes ferroviarios en Cuba. ¿Vamos en la dirección correcta?**

***Title: Experiences in the implementation of an inspection manual for railway bridges in Cuba. Are we heading in the right direction?***

**Autor**:

Ing. Eriel Chaviano Machado. Maestrante en Vías de Comunicación Terrestres, Facultad de Construcciones, UCLV. Email**:** eriel1503@yandex.com

Ing. Alejandro Fernández Brito.

Msc. Ing. Marja Rodríguez Castellanos.

**Resumen:**

Hoy en Cuba existe gran falta de información sobre la condición estructural y funcionalidad de sus puentes ferroviarios debido a que no existe un sistema de gestión de puentes; no es un secreto, que muchos puentes de nuestro país exhiben problemas estructurales como no estructurales lo cual ha quedado demostrado en los informes que rutinariamente prepara la Estación Comprobadora de Puentes sobre el estado de nuestros puentes. Para comenzar a dar los primeros pasos en la implantación de un sistema digital de gestión de puentes ferroviarios en Cuba se hace necesario comenzar a actualizar los inventarios y llevar a cabo las labores de inspección. Por ende, es de vital importancia contar con un manual que sirva de guía para acometer las labores antes mencionadas y estandarice las informaciones a recopilar y los procedimientos a ejecutar, desafortunadamente en la actualidad, Cuba no cuenta con este instrumento. Es por ello, que nos dimos a la tarea de confeccionar el mismo, sirviendo como base para realizar las inspecciones en la provincia de Sancti Spíritus y arrojando una gran cantidad de datos que sirvieron en primer lugar para conocer el estado actual de los puentes de ferrocarril, en segundo lugar, permitió la priorización de las estructuras a reparar de inmediato y finalmente se utilizará para la confección de la base de datos del sistema de gestión de puentes ferroviarios cubanos.

***Abstract:*** *In Cuba there is a lack of information about the structural condition and functionality of its railway bridges because there is not a bridge management system. However, it is not a secret that many bridges in our country exhibit structural as well as non-structural problems, which has been demonstrated in the reports that the Bridge Checking Station routinely prepares on the state of our bridges. To start taking the first steps in the implementation of a railway bridge management digital system in Cuba, it is necessary to start updating the inventories and carry out the inspection tasks. Therefore, it is of vital importance to have a manual that serves as a guide to undertake the aforementioned tasks and standardize the information to be collected and the procedures to be executed, unfortunately at present, Cuba does not have this instrument. That is why, we took on the task of making the same, serving as a basis for conducting inspections in the province of Sancti Spíritus and throwing a large amount of data that served in the first place to know the current status of rail bridges , secondly, it allowed the prioritization of the structures to be repaired immediately and finally it will be used for the preparation of the database of the management system of Cuban railway bridges.*

**Palabras Clave:** Manual, Inspección, Puentes, Ferrocarril, Sistema, Gestión.

***Keywords:*** Manual, Inspection, Bridges, Railways, System, Gestión.

**Introducción**

En los años 80 existía en la Unión de Ferrocarriles de Cuba un departamento de puentes consolidado con alrededor de 16 profesionales entre cubanos y soviéticos que se dedicaban a la gestión de puentes, estando bien estructurada esta actividad. A principio de la década de los 90 se retiran los especialistas soviéticos y la parte compuesta por los especialistas cubanos se desintegra por problemas de cambios administrativos y nunca más se recupera, por tanto, todo lo creado por estos especialistas con el transcurso del tiempo se pierde.

A partir del 2001 con la reaparición nuevamente del grupo de trabajo de la Estación Comprobadora de Puentes se comienzan a hacer nuevos avances en la actividad de puentes en el ferrocarril cubano al rescatarse las labores de inspección en las provincias de Villa Clara, Sancti Spíritus y Cienfuegos, pero con el transcurrir de los años u las reestructuraciones administrativas se vuelve a desaparecer tan importante actividad y hoy en día a lo largo y ancho de la isla de Cuba se puede apreciar un amplio desconocimiento del estado técnico actual de los puentes ferroviarios, por lo que la gestión de puentes se realiza de forma desorganizada y sin lograr una optimización de recursos y prioridades. Entonces la pregunta que uno se hace es: ¿Cómo una administración puede mantener en buen estado sus puentes si no conoce la condición de estas estructuras?

Para entender la problemática antes expuesta, solo basta mencionar el daño o colapso a estructuras de puentes que han ocurrido en años recientes. Por ejemplo, recordemos el fallo de la armadura del puente Km 19,500 del ramal Herrera- Felton en el 2006, el accidente en el puente Km 360,026 de la Línea Central en el tramo Guayos – Siguaney, la falla en la viga metálica del puente km 172.011 en la línea oeste en el 2015, el colapso del estribo del puente Km 10,856 de la Línea Central (Foto 1) mientras circulaba un tren de pasajeros en septiembre del 2016 que dejó un saldo de 43 lesionados, etc., situaciones que son clara evidencia de que el país debe mejorar su gestión de puentes.



Foto1. Colapso del estribo del puente km 10.856 Línea Central. Fuente: el autor.

Con la finalidad de llegar a resolver la problemática del casi total desconocimiento de la situación del estado técnico de los puentes ferroviarios de Cuba y comenzar a dar los primeros pasos se planteó como objetivo la creación de un manual de inspección de puentes que sirviera de guía para acometer dichas labores de recopilación y tratamientos de datos y como segundo objetivo aplicarlo en una de las UEB de Vías y Puentes del país y ver qué resultados se obtenían al llevar a cabo esta práctica que constituirá en un futuro en Cuba, la base para crear un Sistema de gestión de Puentes a nivel nacional.

**Desarrollo**

La Gestión de Puentes se define como el “proceso integral que une las actividades de inspección y evaluación de puentes con las necesidades de la comunidad y con las fuentes de financiación, para planificar, priorizar, financiar y procurar la operación, el mantenimiento, la rehabilitación, mejora y sustitución de los activos de puentes existentes” (Austroad, 2004). Esta definición pone en evidencia las actividades que nuestra administración debe realizar para asegurarse el buen estado de sus puentes. Sin embargo, es claro que la mayoría de estas acciones no se llevan a cabo o, en el mejor de los casos, se realizan sin existir de por medio una priorización o plan establecido que justifique las intervenciones.

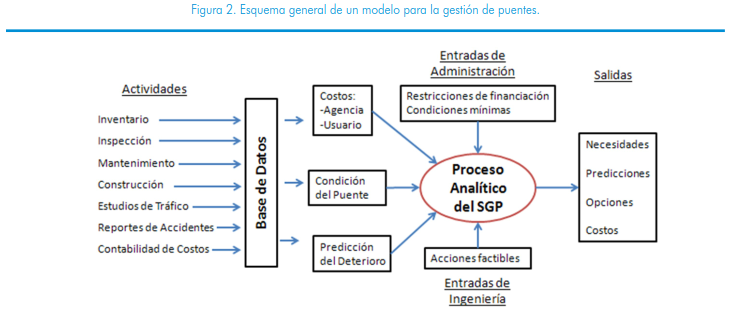
Los departamentos de transporte de países organizados que realizan gestión de puentes generalmente utilizan Sistemas de Gestión de Puentes (SGP) los cuales no son más que programas informáticos bastante completos que permiten el procesamiento de información recopilada por parte de los diferentes profesionales involucrados en la administración de estas estructuras. Estos sistemas son de desarrollo propio o han sido desarrollados por terceros, pero adaptados a las necesidades del país o estado que lo adopta y son diseñados para apoyar la toma de decisiones sobre el uso óptimo de los recursos humanos y económicos para el mantenimiento, reparación y rehabilitación de puentes con base en información registrada en el sistema (Austroad, 2004).

La Unión de Ferrocarriles de Cuba y junto con ella el Centro de Administración del Transporte Ferroviario desafortunadamente no cuentan con un departamento de gestión de puentes con recurso económico y humano asignado que se dedique a tiempo completo a esta labor. La falta de implementación de un sistema de gestión de puentes, y aún más grave, la falta de personal calificado realizando labores de inspección, evaluación y mantenimiento, entre muchas otras actividades que involucra la gestión de puentes, hacen que Cuba siga sin contar con planes concretos para mantenimiento y rehabilitación de puentes existentes definidos a partir de una priorización, la cual permita una administración eficientemente de recursos.

Con base en lo expuesto anteriormente, surge la interrogante de si a Cuba le conviene continuar por el camino elegido hasta ahora o si es preferible comenzar a restructurar nuevamente y dar los primeros pasos para implementar un sistema digital de gestión de puentes ferroviarios. Es por ello que en este artículo se presenta una breve descripción de los procesos de actualización de los inventarios y las actividades de inspección que constituyen los pilares de un sistema de gestión de puentes, así como las experiencias de la realización de estas dos actividades en las vías férreas pertenecientes a la UEB de Vías y Puentes de Sancti Spíritus.

**Los SGP como parte de un Modelo de Gestión de Puentes**

El Ministerio de transporte de un país se encarga de definir su propio Modelo de Gestión de Puentes, es decir, la forma como realizará la gestión de puentes de su red nacional. Un esquema general de un modelo para la gestión de puentes podría ser el sugerido por la Asociación del Transporte por Carretera y Autoridades del Tráfico de Australia y Nueva Zelanda (Austroads, 2002) el cual se muestra en la Figura 1. De acuerdo con este modelo, la gestión de puentes inicia con la recolección de información por parte de un ingeniero de puentes calificado para su respectivo almacenamiento en una base de datos. Seguidamente, el SGP o programa informático analiza la información de manera automática con base en una calibración de variables, definida por profesionales calificados en las áreas de la administración y la ingeniería de puentes, que permite definir prioridades y costos.



Esquema. 1. Esquema general de un modelo de gestión de puentes. Fuente: (Austroads, 2002)

Como producto final, se obtiene información relevante que sería analizada y utilizada por los ingenieros de puentes para ejecutar acciones que buscan brindar el mantenimiento o rehabilitar los puentes existentes.

**La localización de los puentes. Su caracterización básica.**

El primer problema que se plantea suele ser el desconocimiento del objeto del sistema. Es decir, no se sabe ni cuántos puentes se deben tratar, ni dónde están, ni sus características morfológicas y constitutivas principales. Por eso, el primer paso de cualquier sistema a implantar pasa por la localización y caracterización genérica de todas las obras a tratar.

Conocidos los itinerarios basta, para este trabajo, proceder a recorrerlos pausadamente y registrar la vía férrea y su punto kilométrico de ubicación. Se deben recoger también datos referentes a la geometría (tipo de puente, longitud total, número de luces y su longitud, altura máxima, distancia entre ejes de vigas) y a los materiales componentes de la subestructura y superestructura.

Esta definición básica se debe completar con la toma de fotografías generales del puente que permitan una posterior localización, sin posibilidad de error, por parte de los equipos de inventario.

Una vez efectuados todos estos trabajos se debe procesar la información obtenida con el fin de planificar las actuaciones posteriores, como es la toma de datos de inventario.

**El inventario**

El conocimiento detallado de las características geométricas y de los materiales constitutivos de cada uno de los elementos de un puente, así como de las limitaciones funcionales (de velocidad, de sobrecarga máxima, de gálibo...) y parámetros generales, en cuanto a localización geográfica, tipología estructural, obstáculo salvado, proporciona al sistema, datos fiables de los puentes existentes. El conjunto de todos estos datos de caracterización de cada puente de una red es lo que se conoce con el nombre de "inventario".

Cabe hacer una mención especial al registro de las características del ámbito del puente inventariado, dígase si es posible acceder al mismo mediante transporte automotor o si la vía en la cual se encuentra el puente tiene empalme o está aislada del resto de la red ferroviaria, ambos aspectos son realmente de gran utilidad, fundamentalmente a la hora de decidir itinerarios alternativos en casos de cierre del paso del material rodante sobre ellos y de planificar el acceso de recursos humanos y materiales para ejecutar los trabajos de reparación.

**El programa de inspección.**

Conocidos la ubicación y características de todos los puentes de una determinada Red, se debe proceder a su inspección, tratando de determinar su estado de conservación. Según la NRMT 235:1986, las inspecciones deben realizarse como mínimo una vez al año, es decir, anualmente. Hasta no hace muchos años, las vías férreas de la provincia de Sancti Spíritus pertenecían a la UEB de Vías y Puentes de Placetas, por lo que las inspecciones de puentes eran realizadas por un equipo de ingenieros responsables de esta actividad de manera rutinaria hasta el año 2009, luego al parecer se fue perdiendo esta actividad hasta llegar a considerar la estructura del puente, sin duda, un elemento imperecedero. Afortunadamente, en algunas UEB de Vías y Puentes esta tendencia ha variado sustancialmente hacia políticas de conservación preventiva con la llegada de nuevos mandatos de jefaturas interesadas por el conocimiento del estado de sus puentes, aunque existe aún resistencia por parte de la entidad inversionista que es la encargada de velar por el correcto estado de los puentes.

De este nuevo enfoque surge la necesidad de realizar inspecciones sistemáticas, que permitan, periódicamente, conocer el estado funcional y resistente de cada uno de los puentes inventariados: las inspecciones principales.

La inspección principal de una estructura se define como el conjunto de acciones técnicas realizadas de acuerdo con un plan previo, que facilitan los datos necesarios para conocer en un instante dado el estado de la estructura. Las inspecciones principales tienen como objeto la obtención, de una forma sistemática y ordenada, de los datos sobre los daños o deterioros existentes en los diferentes elementos que constituyen un puente.

La inspección principal trata de ser una "fotografía" del puente inspeccionado, debiendo reflejar exclusivamente los hechos que se observen en el momento de realizar la inspección. Evidentemente, el sistema más sencillo para aportar datos para el conocimiento del estado de una estructura es la simple observación visual de la misma. Para que de ella puedan extraerse datos útiles deben cumplirse tres condiciones básicas (Martinez, 2012):

Poder ver: lo que significa tener accesibilidad a todos los elementos del puente, y en su caso con ayuda de algunos medios complementarios al ojo humano.

* Saber ver: para lo cual se necesita un Equipo de inspección cualificado y con suficiente experiencia que siga, además, un método de inspección prefijado.
* Saber lo que se quiere ver: es decir, hay que programar con antelación las inspecciones, analizando los datos del inventario y los informes obtenidos en anteriores inspecciones, si existen.

La inspección principal debe consistir, por tanto, en una observación visual detallada de todos los elementos visibles del puente, que no precisen la utilización de medios auxiliares especiales. Los elementos que no se puedan inspeccionar no deben ser reflejados, por consiguiente, en los resultados de la inspección. Si se observase alguna deficiencia que pudiera haber sido inducida por estos elementos no inspeccionados es recomendable la realización de una "Inspección Especial" del elemento en cuestión.

Como ya se ha comentado, este tipo de inspección no requiere de medios especiales de acceso. Tan sólo es necesario disponer de alguna herramienta de mano (navaja, piqueta, escalera de mano...), aparatos complementarios a la percepción humana (flexómetro, pie de rey, fisurómetro, espejo, binoculares, cámara fotográfica...), útiles de escritura y, por supuesto, equipos de seguridad, tanto de protección individual como de señalización.

La casuística de este tipo de inspección hace muy relevante la necesidad de ser escrupulosamente metódico a la hora de abordar la misma. Una metodología inadecuada puede evidenciar una carencia de registros o un trastorno en el traspaso de los mismos a la base de datos.

Los datos relativos a la ubicación de cada estructura deben ser facilitados por el organismo dueño y responsable de las obras de fábrica, antes del inicio de los trabajos de inspección. Asimismo, se deben entregar al equipo de inspección unas fichas con los datos que existan en el inventario del sistema de cada uno de los puentes. Entonces el equipo de inspección comprobará que:

* No existe ningún puente en el itinerario fuera de los relacionados en la lista de estructuras a inspeccionar que le ha sido facilitada.
* Los datos sobre la ubicación y las características principales de cada puente que figuran en el inventario del sistema coinciden con la realidad existente. De no ser así, se realizará un levantamiento geométrico de los parámetros no coincidentes, a fin de corregir el inventario del sistema.

En definitiva, los aspectos que se deben definir claramente para el buen funcionamiento del sistema son:

* La metodología para realizar las inspecciones.
* El catálogo de deterioros que muestra los daños que se pueden encontrar en todos los puentes a inspeccionar.
* La forma de evaluar cada deterioro detectado.

La definición clara y precisa de estos tres factores es, como se ha indicado, clave para asegurar la utilidad del sistema de gestión puesto que, si no se fijan estos criterios de forma extremadamente precisa, la heterogeneidad de las propias obras a inspeccionar y de los propios inspectores llevará a la existencia de una gran cantidad de datos cuya interpretación será difícil o de escasa fiabilidad o difícilmente comparable.

En definitiva, se trata de que los resultados de todas las inspecciones presenten una información que sea:

* Objetiva, porque represente el estado actual de cada obra.
* Congruente, porque sea independiente del inspector que realizó la inspección.
* Comparable, para que se puedan extraer conclusiones referentes a la ordenación de prioridades de actuación.

**Experiencias de la realización de las actividades de inventario e inspección a los puentes ferroviarios pertenecientes a la UEB de Vías y Puentes de Sancti Spíritus.**

La inspección anual de puentes es una actividad que se debe hacer de forma obligatoria en todas las Unidades Básicas de Vías y Puentes del País (según las reglas para el mantenimiento de las Obras de Fábricas en los ferrocarriles) y la norma ramal NRMT 235:1986.

Como es conocido, la actividad de puentes se ha visto muy deteriorada en los últimos 20 años por las siguientes razones:

1. Se desintegró el departamento de puentes de la UFC y trabaja con el personal mínimo y de poca experiencia
2. Se ha perdido la mayoría del personal técnico que conocía de esta actividad en todas las Unidades Básicas de Vías y Puentes y en muchas no se preparó el relevo.
3. Se ha perdido las brigadas que reparaban y daban mantenimientos a todas las obras de fábricas en estas Unidades Básicas, pues en realidad esta actividad paso a ser poco importante, desconocida y relegada para algunos.
4. En muchos casos la mentalidad de la mayoría de los trabajadores de vías y los jefes de brigadas y distritos esta puesta solo en la vía y no hay o hay muy poca responsabilidad y conocimiento por el estado técnico de los puentes en sus tramos.
5. En muchos casos se ha triplicado la cantidad de obras de fábrica que atendían estas unidades con la entrada de vías que antes pertenecían al MINAZ y que hoy estos puentes son “adefesios” que luchan por su estabilidad.
6. La inspección anual de puentes (que es una ley y normativa del Ministerio de Transporte y la Unión de Ferrocarriles desde 1980) hoy no se ejecuta o se hace con muy mala calidad.
7. Hay desconocimiento y poca atención de las “Reglas para el mantenimiento y reparación de las obras de fábricas” puesto en vigor desde 1988 para su cumplimiento estricto por las dependencias ferroviarias.

Con el objetivo de actualizar y digitalizar todo lo concerniente a puentes y que en un futuro inmediato cada directivo tenga desde su ordenador el tipo, las dimensiones, la cantidad de traviesas, el estado de los elementos que componen el puente, sus fotos panorámicas, etc. y con ello dirigir con mayor capacidad, conocimiento y seguridad las transportaciones de cargas y pasajeros por cada vía férrea en el país, se encomendó llevar a cabo la actividad de inspección de puentes ferroviarios en la provincia de Sancti Spíritus.

Previo a la realización de la inspección se hizo necesario la revisión de una amplia literatura con el objetivo de elaborar una metodología de trabajo para enfrentar dicha actividad. Esta metodología de trabajo parte por establecer los pasos a seguir desde que el equipo de inspección llega al lugar. La principal herramienta utilizada en una inspección es la vista, ya que nos permite reconocer y determinar si existen agrietamientos, deformaciones, corrosiones o piezas que deban ser removidas. Por tanto, para lograr una homogeneidad en los trabajos se estableció un listado de actividades a seguir:

1. Toma de foto de la señal P2 del puente.
2. Toma de foto general del puente.
3. Inspección (toma de datos + fotos de deterioros encontrados) en este orden de:

* Cimientos
* Subestructura
* Superestructura
* Cama y accesos
* Cauce

1. Cruce de opiniones entre especialistas en el lugar para emitir una conclusión parcial del estado del puente.

Todos estos datos se plasman en una planilla de campo para luego llevarlos a un formato digital uniforme que muestra una caracterización global (inventario) del puente y los datos particulares de la inspección para finalmente dar una valoración del estado técnico de la estructura en su conjunto y sugerir una acción de mantenimiento.

El conjunto de actividades (inventario + inspección) fue realizado por el equipo de trabajo de la Estación Comprobadora de Puentes pertenecientes a la Empresa Constructora de Vías Férreas Comandante Tony Santiago el cual el 85.71% de los integrantes poseen una experiencia laboral superior a los 5 años en la actividad de diagnósticos de puentes ferroviarios. A continuación, se exponen estos datos.

|  |  |
| --- | --- |
| Integrantes | Experiencia laboral en la actividad (años). |
| Ing. Gregorio Aragón López | 20 |
| Ing. José Leiva Pérez | 20 |
| Ing. Alejandro Fernández Brito | 10 |
| Msc. Ing. Marja Rodríguez Castellanos | 9 |
| Msc. Ing. Yoandry Aragón Miranda | 7 |
| Ing. Eriel Chaviano Machado | 3 |
| Tec. Leonardo Pérez Pajón | 8 |

El volumen de trabajo comprendió la inspección de 84 puentes que según su tipología: 14 son de hormigón, 62 de acero, 4 de madera y 4 combinados de hormigón y acero (*ver gráfico 1*), abarcando una longitud total de estructura revisada de 2418.22m y una longitud total de vía (150m antes y después del puente) de 25,2km. Para ello se empleó un total de alrededor de 500h de trabajo para confeccionar primeramente una actualización del inventario de puentes por líneas o ramales y luego crear una ficha de inspección de cada puente con todos los niveles de detalles exigidos.

Gráfico 1. Distribución de puentes según su tipología constructiva. Total de puentes = 84. Fuente: el autor.

Todo este arduo trabajo permitió obtener importantes datos globales del estado técnico tanto de las superestructuras como de la subestructura de los puentes inspeccionados catalogados en bien, regular y mal. (*ver gráfico 2*)

Gráfico 2. Clasificación del estado técnico en cuanto a super y subestructura. Fuente: el autor.

Otros datos recogidos fueron las principales dificultades o problemas que afectan a las estructuras estudiadas (*ver gráfico 3*) y al representar aproximadamente un 74% las estructuras de acero dentro del conjunto inspeccionado, se hizo necesario recoger el dato de la cantidad de traviesas de madera faltantes y en mal estado (ver tabla), como puede verse la situación es alarmante al representar un 45.13% de traviesas a sustituir, casi la mitad del total.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Totales | Faltantes | En mal estado | A reponer | % del total |
| 6155 | 710 | 2068 | 2778 | 45.13 |

Gráfico 3. Balance de los principales deterioros encontrados. Fuente: el autor.

Luego de analizado todos los datos se pudo dar una valoración de la situación actual del estado técnico de los puentes pertenecientes a la UEB de Vías y Puentes de Sancti Spíritus quedando de la siguiente manera (*ver gráfico 4*):

Gráfico 4. Evaluación global del estado técnico general de los puentes inspeccionados. Fuente: el autor.

Como puede observarse en el gráfico anterior existe un situación alarmante en la actualidad en la provincia de Sancti Spíritus al estar afectados un 83% del total de los puentes y dentro de ellos un 26% en estado crítico representando un poco más de la cuarta parte del total de puentes en servicio en la provincia, todo ello demuestra la falta de mantenimientos planificados y el desconocimiento existente sobre el estado técnico de los puentes por parte de las entidades encargadas de velar por ello.

Como parte final del trabajo es necesario enunciar entonces las acciones de mantenimientos que se derivan en consecuencia de los deterioros detectados en cada puente. Para esto fue necesario llegar a un acuerdo o entendimiento de como clasificar los mantenimientos según la complejidad de las labores a ejecutar, quedando finalmente de la siguiente forma:

* Mantenimiento Ordinario: son aquellas tareas periódicas que pueden ser programadas y para las que habitualmente no es necesario personal con una preparación especial para realizarlas. En general, son realizados bajo la supervisión de un técnico responsable. Ejemplo de ello son las actividades de pintura, trabajos de sustitución de traviesas en la cama y los accesos, etc.
* Mantenimiento Especializado (extraordinario): son aquellos trabajos que, por su naturaleza, exigen equipos y medios especiales para su ejecución. No se trata de trabajos que se efectúan periódicamente, sino que se decide su realización como consecuencia de la valoración del estado del puente. Abarcan un amplio campo que va desde la rehabilitación del hormigón degradado, resanado o sustitución de elementos metálicos hasta la renovación de elementos de la cama, tales como juntas, impermeabilización de la estructura, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, la inspección arrojó que, de los 84 puentes inspeccionados, 30 cayeron en la categoría de mantenimiento ordinario y 54 puentes en la categoría de mantenimiento especializado (*ver gráfico 5*), siendo esta última cifra un 64.2% del total, por lo que constituye una alarma para la entidad de ATF en cuanto a extremar las medidas administrativas para lograr una priorización en la organización de los trabajos de mantenimiento.

Gráfico 5. Clasificación global de los tipos de mantenimientos a ejecutar.

Como se puede apreciar, de la realización de inspecciones se pueden inferir una gran cantidad de datos que sirven para el entendimiento del estado técnico de los puentes por parte de las entidades responsables de su administración. Toda esta investigación se realizó a petición de la UEB de Vías y Puentes de Sancti Spíritus con el objetivo de tener conocimiento sobre sus puentes, por lo que este paquete de datos y algunos de los análisis que aquí se hacen le fueron entregados tanto a la UEB como a la ATF, de manera tal que poseen hoy en día un monto de información digital valiosa y única en Cuba para seguir mejorando y perfeccionando su trabajo.

**Conclusiones**

* Se logró confeccionar una metodología de trabajo que derivó en una ficha técnica de cada puente que permitió recoger los datos más relevantes para realizar la actividad de inspección y luego la caracterización del estado técnico del puente.
* Se recogieron una gran cantidad de datos representativos, arrojando los siguientes resultados globales del estado técnico de los puentes de la UEB de Sancti Spíritus: 17% calificados de bien, 42% de regular, 15% de mal y 26% en estado crítico, lo que reflejó que esta provincia en cuanto a su administración de vías y puentes se encuentra en un estado preocupante y crítico.
* Se demostró a los organismos responsables de los puentes ferroviarios la importancia y eficacia de la realización de inspecciones al presentarle un gran parque de datos que demuestran el estado actual de los puentes que administran, que, hasta la actualidad, no poseían.
* A la UEB de Vías y Puentes de Sancti Spíritus, así como a la entidad de la Administración del Transporte Ferroviario (ATF) del Centro se le entregó un paquete de datos digital con un inventario actualizado de los puentes y datos de inspección que permiten conocer incluso sin trasladarse a las estructuras el estado de las mismas, ya que la información se presenta con palabras y fotos demostrativas de los deterioros, lo que la hace muy digerible y nutritiva.
* Todo esto constituye una experiencia única en todo el país ya que ninguna UEB de Vías y Puentes ni las entidades de ATF territoriales hasta el momento poseen una información tan actualizada, comprensible y todo de manera digital.

Finalmente, con la realización de esta metodología de trabajo para ejecutar las inspecciones se crea un base o antecedente para llevar a cabo futuras investigaciones con el objetivo de confeccionar un software que recopile y procese todos los datos recogidos, permitiendo una optimización en la toma de decisiones para priorizar y establecer un plan de mantenimiento de los puentes ferroviarios en Cuba. Por tanto, dando respuesta a la interrogante planteada en el título de esta ponencia ¿Vamos en la dirección correcta?: ¡Sí, vamos en la dirección correcta!, solo falta concientizar a todos aquellos que tienen que ver de una manera u otra con la administración de los puentes ferroviarios del país, de la importancia de la realización de inspecciones y los beneficios que esto conlleva con el objetivo de llegar a la aspiración mayor que es crear un Sistema de Gestión de Puentes Ferroviarios en el país.

# Bibliografía

Antón, S. (9 de Marzo de 2018). *Cuba Debate.* Obtenido de Panorámicas del ferrocarril en Cuba: http://www.cubadebate.cu/noticias/2018/03/09/panoramicas-del-ferrocarril-en-cuba/#.WvJWYqKpie0

Austroads. (2002). Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities. *Bridge Management Systems. The State of the Art*. Australia.

Austroads. (2004). Guidelines for Bridge Managemet: Structure Information. *Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities*. Australia.

Castillo, G. V. (20 de Junio de 2017). *CubaAhora.* Obtenido de El camino de hierro del ferrocarril cubano: http://www.cubahora.cu/economia/el-camino-de-hierro-del-ferrocarril-en-cuba

Cuba, F. d. (1988). Reglas para el mantenimiento de las obras de fábricas. Ministerio del Transporte Ferrocarriles de Cuba. *Reglas para el mantenimiento de las obras de fábricas. Ministerio del Transporte Ferrocarriles de Cuba.*

E. Small, T. P. (1999). Current Status of Bridge Management System Implementation in the United States. *8th Internacional Bridge* , (págs. 1-16). Denver.

Echaveguren, T. (2000). Gestión del Mantenimiento de Puentes. Una Revisión Conceptual. *VI Congreso PROVIAL 2000*, (págs. 243 - 258). La Serena, Chile.

Elordi, J. O. (18 de Noviembre de 2012). *Historia del Tren.* Obtenido de 175 años de historia ferroviaria en Cuba y España: http://historiastren.blogspot.com/2012/11/175-anos-de-historia-ferroviaria-en.html

González, J. L. (2014). *Guía para la redacción del plan de mantenimiento. .*

H. Bell Elzarka, L. F. (1999). Automated Data Acquisition for Bridge Inspection. *Journal of Bridge Engineering, Vol 4, N°4*.

Hawk, H. (1999). BRIDGIT: User Friendly Approach to Bridge Managemet. *Transportation Research Circular 498. Conferencia Internacional de Gestión de Puentes.*, (págs. 1-15). Denver.

Iabmas. (2010). Overview of existing bridge management systems. *The Iabmas Bridge Management Committee*.

J. Lauridssen, B. L. (1999). The Danish Bridge Management System DANBRO. *En Das, Management of Highways Structures*. Copenaguen, Dinamarca.

Martínez, M. B. (2012). *Propuesta de guía de inspección cualitativa para puentes en Nicaragua.* Managua.

NRMT:235. (1986). Vías y Puentes para el transporte ferroviario. Inspección a obras de fabrica. Organización. Cuba.

Oca, E. P.-B. (Junio de 2009). Estudio Patológico, Estructural y Modelación a los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.