

MSc. Ing. Ana Celia Nash Mora, Dr. Wilfrido Martínez,
MSc. Ing. Loida Venzant, Ing Antonia Victoria

**Metodología para la Evaluación del
Estado Técnico de las Obras de Fá-
brica menores en las carreteras de
Camagüey, Cuba**

Metodología para la Evaluación del Estado Técnico de las Obras de Fábrica Menores en las Carreteras de Camagüey, Cuba.

MSc. Ing. Ana Celia Nash Mora.

Empresa de Proyectos de Ingeniería y

Arquitectura No.11.

anacelia@epiaonce.cu

Co-autores: Dr. Wilfredo Martínez López del Castillo.

MSc. Ing. Loida Venzant Fontaine.

Ing. Antonio Victoria Viamonte.

Resumen

El Sistema de Gestión para la Conservación Vial, como su nombre indica, es el encargado de organizar el conjunto de tareas referentes a la conservación de las carreteras. Como parte de las acciones para desarrollar este sistema, es necesario garantizar de manera estable el buen funcionamiento del drenaje en una obra vial, dentro del cual se encuentran las obras de fábrica menores, objeto de estudio en esta investigación.

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados, el estado en que se encuentran las obras de fábrica menores en las carreteras rurales de la provincia de Camagüey y la necesidad de su conservación, se elabora esta metodología, que permite realizar las inspecciones visuales a las mismas, clasificar sus deterioros según su comportamiento hidráulico y estructural y evaluar el estado técnico en que se encuentran en el momento de ser inspeccionadas. Esta evaluación sirve de base para realizar estudios posteriores que bien fundamentados le pueden permitir a los especialistas aplicar medidas correctivas para la mitigación o erradicación de los deterioros, decidir formas alternativas de solución, o prioridades para intervenir.

Esta metodología fue aplicada en las inspecciones visuales realizadas a las obras de fábrica de varias carreteras en la provincia de Camagüey.

El Pedraplén Jigüey-Cayo Romano-Cayo Cruz, fue tomado como caso de estudio para el desarrollo de esta investigación.

Estos trabajos fueron realizados por un equipo de proyectistas de la Empresa de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura # 11 de Camagüey.

Palabras claves

Estado Técnico, Obras de Fábrica Menores, Carreteras Rurales, Deterioros.

Introducción

El transporte por carreteras aparece identificado en la actualidad como una de las tendencias relevantes del desarrollo científico, tecnológico y económico contemporáneo de un país, provocando cambios profundos en las características del mismo, cuando la infraestructura vial y el transporte no funcionan correctamente, limitan el desarrollo y la competitividad.

Durante muchos años en Cuba, las carreteras han soportado las cargas del tránsito y han sufrido la agresividad de los cambios climáticos a los que están directamente expuestas, contribuyendo a que elementos o tramos de las mismas se hayan deteriorado severamente y hasta colapsado, con las consiguientes consecuencias negativas.

Actualmente las carreteras en Camagüey, muestran un alto grado de deterioro en los elementos que la componen, fundamentalmente el pavimento y los sistemas de drenaje, dentro del cual se encuentran las obras de fábrica menores, objeto de estudio en esta investigación.

La provincia, con el objetivo de ir mejorando las condiciones actuales de la infraestructura vial, está integrada al amplio programa de recuperación de las vías que se ha emprendido en todo el país, por lo que necesita como base un trabajo sostenido, duradero y con la calidad requerida para proporcionar a los encargados de estas tareas, herramientas técnicas, que permitan enfrentar estos trabajos de manera organizada y sistemática, desarrollando un sistema de gestión para la conservación vial.

Como parte de las acciones para desarrollar este sistema, deben estudiarse las particularidades de cada uno de los elementos que compone las carreteras, generando soluciones que garanticen la durabilidad y conservación de la vía, y por tanto cumplan con el objetivo social y económico propuesto.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, resulta necesario evaluar sistemáticamente el estado técnico de las obras de fábrica menores, definir las causas de sus deterioros, clasificarlos, y aplicar posteriormente las medidas correctivas que permitan mitigar o erradicar los mismos, sin embargo durante el desarrollo de esta investigación, no se pudo comprobar que exista una metodología, con herramientas técnicas científicamente fundamentadas, que permita realizar esta evaluación.

Materiales y Métodos

A continuación, se relacionan algunos de los métodos empleados para desarrollar este trabajo:

- Método materialista y dialéctico: Sus leyes y aparato categorial, presidieron el enfoque del mismo, posibilitando el desarrollo desde lo más simple hasta lo más complejo, analizando la interrelación de los factores que intervienen en el diseño.
- Método histórico: Permitió analizar el desarrollo en el tiempo del problema científico, con la ayuda de la documentación técnica revisada.
- Método lógico: Permitió diagnosticar la situación actual, tanto nacional como internacional, en cuanto a la revisión documental de la información que existe relacionada con las obras de fábrica menores en la conservación de carreteras: proyectos previos, documentos e informaciones, investigaciones nacionales e internacionales precedentes, normativas vigentes.
- Observación y medición: Se realizó la inspección visual para poder analizar y evaluar los elementos de las carreteras que requirieron ser estudiados, específicamente las obras de fábrica menores.

Resultados y Discusión

Durante el desarrollo de esta investigación se pudo demostrar que el estado de las obras de fábrica en las carreteras rurales de Camagüey se encuentra en un franco estado de deterioro, cada vez más avanzado, que pone en peligro el buen funcionamiento del drenaje y la estabilidad de la vía.

Se considera que en el caso de los países desarrollados, no así en Cuba, se cuenta generalmente con recursos financieros que permiten acometer estas tareas, que existe una constante preocupación de los administradores y dueños de las carreteras, en la observación, control y organización del cuidado y mantenimiento de las mismas.

En Cuba, es obvio que la situación económica es un punto determinante con relación a este accionar, que el estado puede tener mucho interés, pero las limitaciones económicas no le permiten avanzar todo lo que desea, no obstante, es evidente que existe falta de observación y control por parte de los administradores de las carreteras, lo que hace más compleja la situación.

Son múltiples las causas que originan los deterioros en las obras de fábrica menores, que tienen su origen en las acciones propias de la naturaleza y en la acción del hombre. Entre las cuales se encuentran: La destrucción que se produce motivada por la acción de los eventos naturales, el desgaste progresivo debido al paso de las cargas pesadas del tráfico vehicular, los cambios que se originan en los factores de origen topográficos referidos a variaciones del relieve, cambios en los cauces y áreas de inundación, así como en los valores de escorrentía de las áreas de aportes, lo que hace que los gastos que aporta la cuenca puedan ser superiores a los concebidos en el proyecto, por otro lado, la acción del agua, del viento y de otros procesos geológicos sobre los suelos muy erosionables, o cuando la vegetación es muy escasa, en las zonas aledañas a la vía o en el área de la cuenca que tributa, aumenta el movimiento de tierra y provoca arrastre de materiales hacia los cauces, las embocaduras o al interior de los conductos, lo que favorece la acumulación de sedimentos.

Otra de las causas se considera, la transformación de la topografía de las zonas aledañas al cuerpo de la vía, provocado esto por efecto del desarrollo agrícola, económico y social, marcado por la forma y la propia subsistencia del hombre, por esta acción también se pueden variar los valores de escorrentía y de infiltración, otra causa lo constituye, el impacto de la vía al medio, generado en el proceso de diseño y ejecución de la misma, acción que se revierte con el tiempo, por otro lado, el desarrollo y modernización del transporte automotor, el impacto de los vehículos sobre los elementos estructurales que provoca roturas en muros y aletones, la falta de control y observación de los deterioros, y de acciones preventivas, traducidas en ciclos periódicos de mantenimiento a los conductos, a la estructura del emplazamiento y a la vía. Cabe destacar que los propios deterioros, los más leves engendran otros más intensos.

Estas causas que originan los deterioros actúan con mayor severidad cuando las obras de fábrica trabajan en condiciones medio-ambientales que resultan ser más agresivas a las construcciones, o específicamente a los materiales de construcción por las características propias del medio, fundamentalmente cuando están ubicadas en zonas de ecosistemas frágiles, en ambientes marinos, con características geomorfológicas e hidrológicas más agresivas, y en un medio donde la acción de los eventos naturales extremos es mucho más devastadora.

Es necesario alertar sobre el efecto negativo que genera la falta de rigor en el cumplimiento de las normas, en la calidad de los materiales empleados, en no contar con los estudios y valoraciones preliminares que sirvan de base para la aplicación de las metodologías de diseño.

A modo de resumen, se puede plantear que el tiempo, la naturaleza y el hombre, han modificado las condiciones de explotación para las que fueron diseñadas la mayoría de las obras de fábrica presentes en las carreteras, que son múltiples las causas que originan la incidencia de los deterioros en las mismas, y que es fácil darse cuenta que muchas de ellas se pueden atenuar o eliminar sin grandes dificultades, que de ser así un grupo importante de deterioros dejarían de incidir sobre las obras de fábrica, con los consiguientes beneficios que esto pueda traer. Si los deterioros existen, es necesario detectarlos, clasificarlos y evaluar la incidencia que ejercen sobre las obras de fábrica, para a partir del conocimiento actuar sobre ellos y atenuar o eliminar el defecto.

El análisis de la información científico técnica disponible, permite afirmar que no existe en el país una metodología, dotada de herramientas científicamente fundamentadas, que permita clasificar los deterioros y evaluar el estado técnico de las obras de fábrica menores.

Identificadas las causas, el estado en que se encuentran las obras de fábrica menores, y la necesidad de su conservación, se elaboró una metodología para realizar la evaluación técnica del estado en que se encuentran las mismas. Cabe destacar los principios generales empleados, para desarrollar esta metodología; atendiendo a las particularidades prevalecientes en las carreteras rurales, reuniéndose aspectos novedosos y actualizados, en correspondencia con las tendencias internacionales más avanzadas y las normativas vigentes.

Para desarrollar el método, se definen los deterioros y las afectaciones que ejercen sobre el funcionamiento de estos elementos estructurales.

Se desarrolla un procedimiento que permite clasificar los mismos y realizar finalmente la evaluación técnica de las obras de fábrica.

La metodología propuesta abarca un estudio integral, que marca su inicio con la inspección visual la cual sustenta la misma, y que permite defectar las obras de fábrica existentes, en un tramo de la vía o en su totalidad, ofreciendo una descripción detallada de sus insuficiencias técnicas. Continúa con la clasificación de los deterioros según su severidad, la cual está basada en la determinación del origen y alcance que desde el análisis hidráulico y estructural provocan:

- La limitación de la capacidad de trabajo de las obras de fábrica menores.
- La limitación o reducción de la explotación de la vía.

Los resultados que se obtienen con la clasificación de los deterioros, permiten realizar la evaluación del estado técnico en que se encuentran las obras de fábrica en el momento que son inspeccionadas.

Para clasificar los deterioros quedan definidos dos grupos:

- Deterioros hidráulicos
- Deterioros estructurales.

Los deterioros hidráulicos son aquellos cuya incidencia en las obras de fábrica limitan y deterioran el funcionamiento hidráulico de las mismas, y que con el tiempo pueden afectar el comportamiento estructural. Por el alcance de la acción del deterioro y por la envergadura de las insuficiencias de los emplazamientos, estos quedan enmarcados en los siguientes grupos:

- Deterioros de la capacidad de drenaje de la obra.
- Deterioros del conducto y del emplazamiento.
- Deterioro de la masa de suelo que conforma el emplazamiento.

Los deterioros estructurales son aquellos cuya incidencia en las obras de fábrica limitan el comportamiento estructural de las mismas. Por el alcance de la acción de los deterioros sobre los elementos estructurales que conforman el emplazamiento y por la envergadura de las insuficiencias, estos quedan enmarcados según el nivel de severidad en el conducto, la estructura del emplazamiento y en la estructura del pavimento, así como en las características planimétricas y altimétricas de la corona de la vía.

La incidencia de los deterioros sobre el conducto, la estructura del emplazamiento y en el pavimento, se analiza parcialmente en cada uno de estos elementos y quedan agrupados de la siguiente forma:

- Incidencia de los deterioros en el conducto.
- Incidencia de los deterioros en la estructura del emplazamiento.
- Incidencia de los deterioros en la estructura del pavimento, o en las características planimétricas y altimétricas de la corona de la vía.

En cada uno de los grupos mencionados anteriormente se definen los deterioros específicos que los identifican.

Para evaluar los deterioros se definen tres niveles de severidad:

- Nivel de severidad Leve: Los deterioros clasificados con este nivel de severidad, son aquellos que afectan levemente el funcionamiento hidráulico y estructural de los elementos de las obras de fábrica y se puede restablecer el correcto funcionamiento de los mismos con medidas de corrección y mantenimiento.
- Nivel de severidad Parcial: Los deterioros clasificados con este nivel de severidad, son aquellos que reducen parcialmente la capacidad hidráulica de las obras de fábrica y provocan la pérdida parcial de equilibrio de sus elementos. Estos deterioros de permanecer en el tiempo, pueden pasar a un nivel de severidad total.

Para restablecer el correcto funcionamiento de los elementos dañados se pueden emplear medidas de corrección y mantenimiento, pero de mayor envergadura que en el nivel anterior.

- Nivel de severidad Total: Los deterioros clasificados con este nivel de severidad, son aquellos que ponen los elementos de las obras de fábrica en colapso parcial o total. Para restablecer el correcto funcionamiento de los mismos es necesario sustituirlos.

Para realizar la evaluación técnica de las obras de fábrica inspeccionadas, quedan definidos tres grupos que evalúan el estado técnico de las mismas, a partir de la clasificación de los deterioros. Estos grupos resumen de forma lógica la unidad de los conceptos de los deterioros relacionados anteriormente, lo que permite que una obra de fábrica quede evaluada en uno de estos tres estados, los cuales se ordenan de la siguiente forma:

- Estado técnico crítico (ETC). Este estado técnico lo definen, los deterioros clasificados con nivel de severidad total que inciden en los elementos de las obras de fábrica. Estas se presentan con la capacidad de evacuación hidráulica muy reducida o anulada, con pérdida del equilibrio general. Las obras de fábrica evaluadas con este estado prácticamente no funcionan, se encuentran parcial o totalmente colapsadas, afectan la estabilidad de la vía y ocasionan graves afectaciones a la circulación vial. Este estado queda determinado por: La clasificación de los deterioros hidráulicos y estructurales con nivel de severidad total, parcial y leve

- Estado técnico medio (ETM). Este estado técnico lo definen, los deterioros clasificados con nivel de severidad parcial que inciden en los elementos de las obras de fábrica. Estas funcionan con la capacidad de evacuación hidráulica parcialmente reducida o pérdida parcial de su equilibrio. El estado en que se encuentran en el momento de ser inspeccionadas, indica que con el paso del tiempo debe aumentar la severidad de los deterioros detectados y las puede colocar en el estado técnico crítico.

Este orden queda determinado por: La clasificación de los deterioros hidráulicos y estructurales con nivel de severidad parcial y leve.

- Estado técnico leve (ETL). Este estado técnico agrupa, los deterioros clasificados como leves que inciden en los elementos de las obras de fábrica, que con acciones de corrección y mantenimiento se puede restablecer el correcto funcionamiento hidráulico y estructural de los mismos.

Este estado queda determinado por: La clasificación de los deterioros hidráulicos y estructurales con nivel de severidad leve.

De lo anteriormente expuesto se puede concluir, que el deterioro con mayor nivel de severidad define el estado técnico en que se encuentra la obra de fábrica, por tanto, ninguna obra de fábrica puede tener un deterioro con nivel de severidad mayor que el estado técnico en que se encuentra evaluada.

Esta metodología contiene los deterioros que se presentan en las obras de fábrica menores de las carreteras rurales de la provincia de Camagüey, y que se pueden detectar en una inspección visual, de aparecer otro deterioro que no se pueda enmarcar en ninguno de los establecidos en este trabajo, se debe explicar, cuantificar y procesar según apreciación de los especialistas.

Secuencia de trabajo para la aplicación de la metodología:

- Primer trabajo de gabinete

Si se cuenta con el proyecto de la carretera y con la base topográfica de la zona, se debe realizar un estudio preliminar que permita tener un acercamiento a las condiciones existentes en el lugar objeto de estudio, tener referencias de cómo organiza el trabajo, la necesidad o no de subdividir por tramos, establecer referencias en distancias que permitan ubicar las obras de fábrica, y conocer todos los elementos relacionados con las mismas: Ubicación, tipología, solución y parámetros de diseño. Este primer trabajo de gabinete aporta elementos que permiten tomar decisiones para desarrollar de manera lógica y organizada la inspección visual. Se recomienda registrar toda la información obtenida de la manera más organizada posible para lograr mayor facilidad en la ejecución de la misma.

- Trabajo de campo

Para desarrollar la inspección visual, se requiere la participación de técnicos y especialistas competentes y dotados de conocimientos que les permitan realizar una correcta inspección y defectación de las obras de fábrica. Esta sustenta la metodología, por tanto es fundamental que se realice correctamente.

Se debe realizar un recorrido preliminar que permita emplear y corroborar la información procesada en el primer trabajo de gabinete. Posteriormente se realiza la inspección visual a cada obra de fábrica, cumpliendo con las indicaciones que propone la metodología.

Se debe tomar la altura de sedimentos y la lámina de agua que permanece en el tiempo (marca que queda en el elemento conductor).

Se debe valorar el estado en que se encuentra el conducto (bueno, regular o malo). Esta información puede aparecer indicada en las observaciones del modelo establecido.

Es necesario tener en cuenta la importancia que tiene completar el encabezamiento del modelo, como base de información general para trabajos posteriores.

- Segundo trabajo de gabinete

Se completa el modelo de inspección visual, con la clasificación de los deterioros.

Es suficiente colocar en el modelo la nomenclatura del deterioro. Para ello se emplea como herramienta de trabajo la información que contienen los gráficos establecidos al efecto. Con la clasificación de los deterioros, la definición del nivel de severidad de los mismos, y del estado técnico de la obra de fábrica se concluye la evaluación.

La descripción de los deterioros realizados en el campo, se asocian con los deterioros descritos en la metodología que aparecen en estos gráficos y se clasifican.

El estudio y conocimiento de los grupos de deterioros, permite decidir con mayor rapidez el grupo al que pertenece el deterioro que se clasifica.

Como herramienta de la misma fue elaborado un software que facilita la evaluación del estado técnico de las obras de fábrica menores, El sistema operativo sobre el cual se desarrolla el software es Windows y se necesita como datos de entrada:

- Información general del proyecto y específica de cada obra de fábrica.
- Nomenclatura de los deterioros clasificados.

El mismo se desarrolla en un ambiente amigable, que no requiere una preparación adicional del personal encargado de esta tarea y posibilita la generación de una base de datos que puede ser actualizada permanentemente.

Específicamente esta metodología, ha sido aplicada, con buenos resultados, en inspecciones visuales realizadas a las obras de fábrica de varias carreteras en la provincia de Camagüey, entre las que se encuentra el Pedraplén Jigüey-Cayo Romano-Cayo Cruz, el cual fue tomado como caso de estudio para el desarrollo de esta investigación, se considera, confiable y válida, los deterioros detectados en la inspección visual realizada al pedraplén se corresponden con los deterioros que establece la metodología.

A modo de resumen se puede plantear que esta metodología, permite registrar, organizar y procesar los resultados obtenidos en las inspecciones visuales realizadas a las obras de fábrica menores, y evaluar el estado técnico en que se encuentran; conceptualiza adecuadamente los deterioros agrupándolos a partir de la función que limita y fundamenta los diferentes niveles de severidad del deterioro, a partir de estos resultados se realiza la evaluación del estado en que se encuentra. La misma unifica y universaliza criterios técnicos, lo que posibilita que al ser aplicada por diferentes especialistas, se obtengan resultados similares.

Esta evaluación sirve de base para realizar estudios posteriores que bien fundamentados, le pueden permitir a los especialistas aplicar medidas correctivas para la mitigación o erradicación de los deterioros, decidir formas alternativas de solución, o prioridades para intervenir.

De esta se forma se brinda la documentación requerida, para que los técnicos relacionados con la actividad, cuenten con una propuesta que resulta general, y permite su aplicación no solo en carreteras, sino en otros tipos de obras viales.

La forma de presentación de los resultados asegura una aplicación práctica inmediata.

Para aplicar la metodología y obtener resultados satisfactorios, se debe estudiar y tener conocimiento de las indicaciones que esta ofrece.

Testimonio Fotográfico

Obras de fábrica deterioradas

Trabajos Futuros

Se planea iniciar el proceso de generalización para la aplicación de la metodología, en el resto de las empresas y provincias encargadas de esta actividad a nivel nacional, y considerarla, como guía para continuar elaborando herramientas que permitan realizar la inspección visual, y evaluar el estado técnico de los demás dispositivos que conforman el sistema de drenaje de las carreteras.

Referencias

Fontaine Venzant, L. Perfeccionamiento del diseño y construcción de viales en ecosistemas frágiles. 2000, Universidad de Camagüey, Camagüey.

Benítez Olmedo, R. y Medina Segismundo, A. Diseño geométrico de carreteras. Soporte digital. 2004, La Habana.

González Fernández, H. Artículo Mejoras de diseño en drenajes viales. Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.

Hernández Palacio, A. Ingeniería vial para ingenieros hidráulicos. Ciudad de La Habana. La Habana.

González, R. Guía para la inspección visual y estado técnico de las obras de fábrica en las carreteras rurales. 2008, Universidad de Camagüey. Camagüey.

Informe Técnico. Descripción tacto visual de las obras de fábrica menores. Inventario y estudio de deterioros, EPIA ONCE 2010, Camagüey.

Agradecimientos

A todos los amigos y compañeros que colaboraron con el desarrollo y culminación de este trabajo, deseamos sinceramente se sientan reconocidos y gratificados por sus incondicionales esfuerzos. Especialmente agradecer, al Arq. Cosme Caso Machín, por su esmerada dedicación y contribución.

Acerca de los Autores

La MSc Ing. Ana Celia Nash Mora cursó estudios superiores en el Instituto Superior Politécnico Julio Antonio Mella de la Ciudad de Santiago de Cuba, país Cuba, donde se graduó de Ingeniera Civil en el año 1985.

Comenzó a trabajar en él ese mismo año, en la Empresa de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura No.11 (EPIA ONCE), en la ciudad de Camagüey, Cuba, (www.epiaonce), donde se mantiene actualmente laborando como Proyectista General y Directora del Taller de Ingeniería y Punteo en dicha institución.

En el desempeño de su profesión, como actividad fundamental, se ha dedicado al diseño, proyección, supervisión y asesoría técnica de obras viales, así como de otros elementos asociados a las vías de comunicaciones y para el transporte.

Ha recibido 12 cursos de postgrado y presenta una amplia participación en eventos nacionales e internacionales, relacionados fundamentalmente con su especialidad.

Obtuvo el título de Máster en Ingeniería Civil. Mención Obras Viales, en octubre del año 2010 en la Universidad de Camagüey, Cuba.

Es profesora adjunta de la Facultad de Construcciones de la Universidad de Camagüey, Cuba, y se ha desempeñado en esta institución como tutora, oponente y miembro del Tribunal en tesis de grado.

Pertenece a la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (ANIR) y a la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC).

Fax: 296926

Teléf.: 297639-292938-283410

Autorización Y Renuncia

El (o los) autores del presente artículo autorizan al Área de Administración y Tecnología para el Diseño, para publicar el escrito en el Anuario de Administración y Tecnología para el Diseño (2016). El Área de Administración y Tecnología o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.