



Revista de Arquitectura e Ingeniería
ISSN: 1990-8830
Olga-Toledo@empai.co.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería
de Matanzas
Cuba

Aplicación de la gestión en terraplén de Villa Clara

García Depestre, René A; Águila Fleites, Alejandro; Gálvez Herrera, Luis E.

Aplicación de la gestión en terraplén de Villa Clara

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, núm. 1, 2022

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193970042001>

Aplicación de la gestión en terraplén de Villa Clara

Application of management in unsurfaced road of Villa Clara

René A García Depestre renegd@uclv.edu.cu

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, CUBA, Cuba

Alejandro Águila Fleites proying16@enpa.vcl.minag.cu

Empresa de Proyectos e Ingeniería ENPA, UEB Villa Clara, Cuba

Luis E. Gálvez Herrera luisherrera@uclv.cu

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, CUBA, Cuba

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, núm. 1, 2022

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Recepción: 24 Septiembre 2021
Aprobación: 12 Enero 2022

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193970042001>

Resumen: En la provincia de Villa Clara localizada en la región central de Cuba, los terraplenes al igual que en el país superan el 50% de la longitud total de vías, y son fundamentales en el movimiento de personas y cargas entre regiones, por lo que su estado técnico debe ser adecuado para garantizar la rapidez, comodidad y seguridad de los usuarios, en consideración las experiencias a nivel internacional se ha desarrollado en el territorio un sistema de gestión para terraplenes, que a partir de una secuencia de pasos lógicos evalúa la vía desde los deterioros presentando, y propone la acción de conservación adecuada acorde a los resultados, lo que se aplica a un caso de estudio en el municipio de Santa Clara en la provincia de Villa Clara, para proponer una solución de forma ágil y económica a las principales dificultades y problemas encontrados en el terraplén que se inspecciona.

Palabras clave: terraplén, sistema de gestión, inspección, conservación, deterioros.

Abstract: In the province of Villa Clara located in the central region of Cuba, the embankments the same as in the country they overcome 50% of the total longitude of roads, and they are fundamental in the movement of people and loads among regions, for what their technical state should be adapted to guarantee the speed, comfort and the users' security, in consideration the experiences at international level have been developed in the territory a management system for embankments that it evaluates the road from the deteriorations presenting starting from a sequence of logical steps, and it proposes the action of conservation appropriate chord to the results, what is applied to a case of study in the municipality of Santa Clara in the province of Villa Clara, to propose a solution in an agile and economic way to the main difficulties and problems found in the embankment that is inspected.

Keywords: unsurfaced roads, management system, inspection, conservation, deteriorations.

INTRODUCCIÓN

Una vía no pavimentada es un vial con una capa de rodadura conformada por una estructura de agregados pétreos o material granular [1], en Cuba se le denomina caminos de tierra o terraplén (Gaceta Oficial de la República de Cuba No 40, Ministerio de Justicia, Ley No. 109, Ley del código de seguridad vial, 2010), ellos tienen la finalidad del transporte de personas, animales o carga y en la medida en que los territorios se desarrollan este tipo de vías de comunicación se fundamenta, las que

además es necesario se encuentren en buen estado técnico con el objetivo de garantizar rapidez, comodidad y seguridad.

Considerando las experiencias internacionales sobre los sistemas de gestión [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10] investigadores de la región central del país adecuaron los aspectos de estos sistemas a las condiciones del territorio, creando una secuencia de pasos que van desde la información general del camino a inspeccionar, hasta la inspección sistemática que permita identificar problemas y dificultades posteriores a las acciones de conservación realizadas.

Debido al medio donde discurre, el alto nivel de uso, su estado técnico e importancia social y comercial, es necesaria la evaluación del camino de tierra de acceso V-2 (Viales de mejoramiento), de la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú.

Para dar respuesta a la problemática presentada se plantea como objetivo, aplicar el sistema de gestión para la conservación de terraplenes adaptado a las condiciones del territorio [11 y 12], confeccionado luego de las consideraciones y experiencias de algunos sistemas a nivel internacional de probada efectividad.

Considerando las experiencias internacionales sobre los sistemas de gestión [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10] investigadores de la región central del país adecuaron los aspectos de estos sistemas a las condiciones del territorio, creando una secuencia de pasos que van desde la información general del camino a inspeccionar, hasta la inspección sistemática que permita identificar problemas y dificultades posteriores a las acciones de conservación realizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Conocida la propuesta para la gestión de la conservación de caminos de tierra o terraplenes en Cuba, que propone una secuencia de pasos lógicos para la gestión de conservación en caminos de tierra, que va desde la información general, hasta la inspección sistemática detallada del camino de tierra, la que agrupa y ordena en los siguientes pasos:

1. Información general (nombre, longitud, servicio que brinda, tipo de terreno, emplazamiento, etc.)
2. Caracterización técnica del camino de tierra e inventario vial (categorización técnica, características geométricas, acciones anteriores de conservación etc.)
3. Inspección del camino de tierra (tramificación, recopilación de información, trabajo de campo)
4. Evaluación de las necesidades de conservación (evaluación de los deterioros y acciones de conservación, Tabla 1 y 2)

Deterioros en caminos de tierra

1. Estado de la superficie de rodamiento
2. Sección transversal inadecuada
3. Estado del sistema de drenaje
4. Cantidad de baches
5. Polvo

6. Desplazamiento de agregados

Nivel de severidad	Deterioros				Nivel de severidad	Deterioros	
	1	2	3	4		5	6
MM	0	0	0	0	MA	0	0
M	8	3	8	3	A	3	3
R	15	7	15	5	ME	7	5
B	20	10	20	8	BA	10	8
MB	25	15	25	10	N	15	10

Tabla 1
Puntaje de nivel de severidad por deterioro.
Arteaga, 2019 y Águila 2020

Estado	Rango	Acciones de Intervención
Muy Bueno (MB)	100 - 90	Mantenimiento Rutinario (Preventivo)
Bueno (B)	90-80	Mantenimiento Periódico - Mejoramiento
Regular (R)	80-70	Reparación Corriente
	70-60	Reparación Media
	60-50	Reparación Capital
	50-40	Rehabilitación
Malo (M)	40-20	Reconstrucción
Muy Malo (MM)	20-0	

Tabla 2
Evaluación y las acciones de intervención.
Águila 2020

- 5. Ejecución de actividades de conservación a aplicar según el grado de deterioro. Control de calidad
- 6. Conclusiones y plan de conservación
- 7. Inspección sistemática detallada del camino de tierra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aplica el procedimiento para la gestión de la conservación de caminos de tierra o terraplenes expuesto anteriormente al acceso V-2 (Viales de mejoramiento), como parte del plan de inversiones de la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú, del municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara, considerando cada uno de los pasos tratados con anterioridad.

Información general

Emplazado en terreno llano, el camino de tierra objeto de estudio acceso V-2 (Viales de mejoramiento), de la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú, brinda servicio a las áreas de cultivo de la empresa, dicho terraplén se inicia en el kilómetro 3 de la Carretera a Sagua y termina en el kilómetro 5½ de la misma carretera, en el Municipio Santa Clara, con una longitud de aproximada de 2 614 metros (Figura 1).

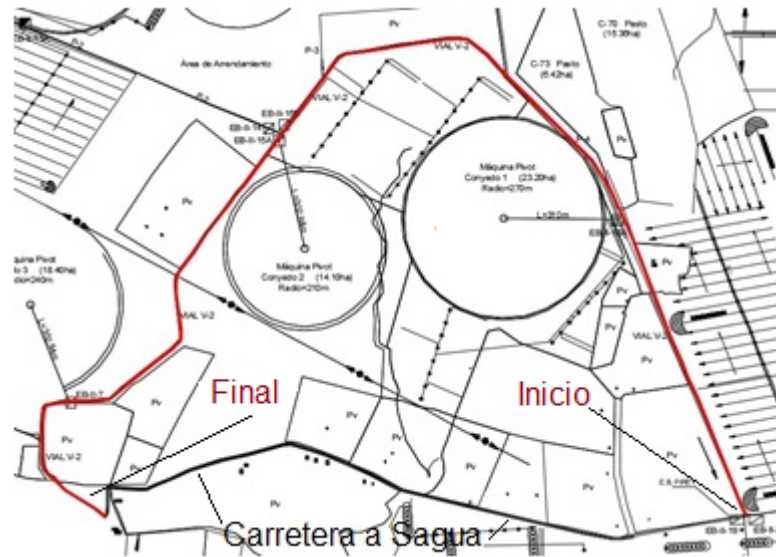


Figura 1

Esquema de ubicación del camino de tierra

Elaborada por los autores.

Caracterización técnica del camino de tierra e inventario vial

A partir del análisis de documentos existentes relacionados con el camino de tierra en estudio, brindados en su gran mayoría por la Empresa de Proyectos e Ingeniería ENPA, Villa Clara y las visitas realizadas a la zona se recopilieron datos de gran interés para la correcta aplicación de la metodología.

Según la NC 53-174 de 1987. Categorización técnica y características geométricas del trazado de caminos agropecuarios, el camino de tierra atendiendo a su categoría técnica es VI, la función que cumple es vial secundario, el tipo de terreno es llano, ya que la pendiente transversal alcanza valores de hasta el 3%, la velocidad de diseño máxima de circulación vehicular es de 30 km/h. El ancho máximo de la corona es de 5,5 metros tramos localizados mientras que en otros se estrecha entre 3,5 metros y 2,5 metros; en casi toda la longitud del vial, carece de paseos o bermas. El deterioro y la mala calidad técnica y funcional de las obras de drenaje y subdrenaje hacen que el vial no pueda evacuar correctamente las precipitaciones lo que conlleva a su rápido deterioro y no se conocen las acciones de conservación realizadas desde su puesta en explotación.

Inspección del camino de tierra.

Para iniciar la inspección luego de una visita se ha dividido el camino en diferentes secciones y estas, a su vez, en unidades de hasta 500 metros que permitan un mejor reconocimiento y estudio.

En la inspección de campo se verifica la grave situación que presenta el camino de tierra, provocada por los deterioros más frecuentes, entre ellos: estado de la superficie de rodamiento, sección transversal inadecuada, estado del sistema de drenaje, cantidad de baches, polvo y desplazamiento de agregados.

Evaluación de las necesidades de conservación.

Una vez identificados los deterioros presentes en la vía, se aplica la evaluación propuesta para obtener los resultados y determinar las acciones de conservación necesarias a fin de mantener la fluidez, la comodidad y la seguridad de la misma.



Figura.2

Deterioros identificados en el camino de tierra inspeccionado

Elaborada por los autores

El estado de la superficie se evalúa por niveles de severidad para cada deterioro de acuerdo con la percepción de los inspectores en cada unidad, resumen por deterioro de las severidades detectadas:

ü Muy Malo (MM): superficie de rodamiento con graves defectos en la estructura, sección transversal contiene severas depresiones, así como se evidencia agua encharcada, carencia de cunetas.

ü Malo (M): superficie de rodamiento irregular que provoca reducciones en la velocidad promedio de circulación, sección transversal con pendiente no adecuada, sistema de drenaje obstruido o inexistente, presencia de baches y desplazamiento de agregados.

ü Regular (R): superficie de rodamiento con poco deterioro, sección transversal con moderada cantidad de agua encharcada o evidencias agua encharcada en la superficie, y sistema de drenaje existente con cunetas y alcantarillas obstruidos entre un 25 y 50% de su sección transversal.

ü Bueno (B): tráfico normal produce un polvo fino que no obstruye la visibilidad.

ü Muy Alto (MA): baches profundos que hacen intransitable dicha unidad.

ü Alto (A): treinta o más baches contabilizados en 500m de camino recorrido.

ü Mediano (ME): baches contabilizados en 500m de camino recorrido entre 10 y 29.

La tabla 3 muestra todos los niveles de severidad, según las unidades dadas por las estaciones cada 500 metros, el promedio total de los niveles de severidad, el puntaje definitivo para cada parámetro establecido, así como el puntaje total que permite obtener el estado actual que presenta el camino de tierra.

Estación por tramos	Parámetros evaluados						Puntaje por unidad
	Estado del sistema de rodamiento	Sección transversal inadecuada	Estado del sistema de drenaje	Cantidad de baches	Polvo	Desplazamiento de agregados	
0+500	6 (M)	4 (M)	0 (MM)	4 (A)	9 (B)	4 (A)	23
1+000	0 (MM)	8 (R)	0 (MM)	0 (MA)	9 (B)	0 (MA)	17
1+500	6 (M)	4 (M)	10 (R)	8 (M)	9 (B)	8 (ME)	45
2+000	11 (R)	0 (MM)	5 (M)	4 (A)	9 (B)	4 (A)	33
2+500	6 (M)	4 (M)	5 (M)	8 (M)	9 (B)	0 (MA)	32
Promedio	5,8 (M)	4,0 (M)	4,0 (M)	4,8 (A)	9 (B)	3,2 (A)	-
Puntaje	6	4	5	5	9	4	-
Puntaje promedio total	33						

Tabla 3

Evaluación al vial V-2 Vial de Mejoramiento de Valle del Yabú.

Elaborada por los autores.

Con el puntaje total obtenido, se obtiene como resultado que el terraplén evaluado presenta, de forma general, un estado malo ya que el puntaje promedio total (33) se encuentra entre los valores 20 y 40. Una evaluación más detallada por tramos de 500 metros ofrece resultados de un mal estado de conservación en los tramos 1, 2, 4 y 5 con un estado regular en el tramo 3, lo cual es un indicio de que el tramo de camino de tierra en su conjunto se encuentra en mal estado. Según la tabla 2 la acción constructiva requerida en el vial es la reconstrucción.

Ejecución de actividades de conservación a aplicar según el grado de deterioro.

Control de calidad

Una reconstrucción en un camino de tierra requiere restablecer la capacidad estructural, la calidad de la superficie de rodadura, así como las condiciones iniciales técnicas y funcionales.

La obra comprende tres etapas fundamentales ellas son:

Replanteo

Drenaje

Movimiento de tierra (secuencia constructiva)

Replanteo.

Para el replanteo de la obra se tendrá en cuenta los monumentos y los vértices dejados por la comisión de estudio topográfico, una vez comprobados los puntos se replantean los vértices.

Drenaje.

El drenaje superficial se garantiza a partir de la pendiente longitudinal definida en el vial para ello, se aprovechan las condiciones naturales del

terreno, incluyendo la excavación en cuneta a criterio del constructor en los lugares donde se pueda obstruir la salida libre del agua, también se considera la pendiente transversal dada mediante el factor de bombeo. Además de considerar las indicaciones de proyecto para la reconstrucción de las obras de fábricas con la siguiente secuencia de trabajo.

1. Preparación del área de trabajo, limpieza del área de trabajo
 2. Replanteo de ejes de obras de fábrica
 3. Excavación
 4. Cimentación de la obra de fábrica
 5. Colocación de tubos
 6. Construcción de aletones, muros pretiles
 7. Rehincho y rellenos en cimientos
 8. Compactación del suelo
 9. Terminaciones
- Movimiento de Tierra.

Para el movimiento de tierra se considera retirar el material indeseable existente en todo el trazado vial; se continua la excavación hasta la cota de excavación de proyecto que aparece en plano planta movimiento de tierra y secciones transversales, también incluye el área a chapear dentro del canal y relleno para los lugares que están obstruido por el paso vecinal. El camino se compensa con el material de cantera, tanto en excavación como terraplén de levante hasta la cota de subrasante.

Esta etapa de la obra comprende:

1. La cantera de préstamo de la obra (debe estar avalada por la ENIA)
2. Accesos a través de los caminos existentes a todos los objetos que integraban el sistema de riego Arroyo Grande II (Valle del Yabú)
3. Los volúmenes de trabajo.

Secuencia constructiva.

1. Demolición de las obras de fábrica existentes que se encuentran tupidas.
2. Acarreo de material a caballero producto de la excavación en explanación como material a caballero.
3. Continuar el movimiento de tierra en explanación hasta cota de subrasante.
4. Excavación en préstamo para terraplén de levante.
5. Preparación de cantera.
6. Durante el proceso de perfilado y nivelación de las capas de material colocados, deben ser eliminados los fragmentos de rocas mayores de 0,20m de lado.
7. Las capas de material colocadas deben quedar terminadas en misma jornada de trabajo y se debe garantizar el escarificado entre capas siempre.
8. Compactación.
9. Excavación en cuneta.
10. Acarreo de material de 0 a 25 y 50m con topador.
11. Acarreo hasta 1km.
12. Acarreo adicional.
13. Dar cumplimiento a la RC-3013 Movimiento de Tierra.

Terraplenes para obras viales que establece:

Las piedras y rocas producto de las excavaciones en la cantera, que se empleen en la construcción de esta unidad, cuando formen parte del material de suelo que se coloque, no podrán ser de un tamaño mayor de los dos tercios del espesor de la capa compactada, por lo que las piedras y rocas de un tamaño mayor deben ser reducidas antes de que se incorporen definitivamente.

El suelo se debe colocar en capas no mayores de 0,30m suelto, extenderse, nivelarse y si fuese necesario se le aplica riego de agua con un equipo acondicionado para este fin. Durante este proceso deben eliminarse los fragmentos mayores a 0,30m y mantenerse la escarificación entre capas.

Los materiales deben colocarse en una misma jornada de trabajo para evitar afectaciones producidas por agentes atmosféricos, fundamentalmente la lluvia. Además, se deben prever soluciones de drenaje que permitan la evacuación del agua en el menor tiempo posible para continuar los trabajos con buena calidad.

La compactación se realiza preferentemente con equipos vibratorios o, en su defecto, con otros que posean una carga no inferior a las 30 toneladas; cuando se tengan capas terminadas, debe comunicarse a la ENIA para realizar las pruebas de compactación y el chequeo en general de la calidad “in situ”. No obstante, se recomienda realizar una prueba de compactación cada vez que se tenga entre 250 y 350 m³ de relleno compactado.

Una vez terminado el terraplén hasta nivel de subrasante se coloca la estructura según proyecto consistente en una subbase, base y capa de rodadura la que es compactada según los requerimientos técnicos.

Conclusiones y plan de conservación.

En la tabla 4 se representa el resumen de la programación detallada de los costos de reconstrucción por el PRECONS, considerando los renglones variantes.

Etapas constructivas del vial	Precios	Etapas constructivas de las obras de drenaje	Precios
Trabajos preliminares	\$7047,4	Red de alcantarillado (Obras de fábrica)	\$4 354,24
Trabajo en el préstamo	\$10 665,32	Canal de drenaje	\$17,821,76
Trabajo en el vial	\$38 837,80		
?	\$56 550,52	?	\$22 176,00
Costo total			\$78 726,52

Tabla 4
Resumen de precios
Elaborada por los autores.

Una vez ejecutada la reconstrucción de este tramo del vial, se propone ejecutar como plan de conservación a los 3 meses, el mantenimiento rutinario (preventivo), lo que permite constatar los pequeños defectos en la superficie de rodadura del camino de tierra y sus propuestas de

intervención correspondientes al mantenimiento rutinario (preventivo), para lograr un buen estado de conservación del camino recién reconstruido y alargar su vida útil con óptimas prestaciones de servicio. Las actividades a realizar son limpieza y desbroce de maleza, limpieza de cuneta y coronación y mantenimiento en las obras de fábricas todo por un valor de \$1 390,00.

Posteriormente se prevén tres acciones de mantenimiento al año una en periodo seco y dos en período húmedo, hasta completar el período de diseño o que otra inspección sugiera otra acción.

Inspección sistemática detallada del camino de tierra.

Una vez ejecutada la primera actividad de intervención de conservación del camino de tierra, se debe realizar periódicamente las actividades de inspección y evaluación de cada uno de los tramos, siguiendo el procedimiento de la metodología, se recomienda estas sean realizadas anualmente.

La inspección sistemática debe ser programada y realizada por las entidades encargadas de la conservación de caminos y es fundamental el compromiso y la voluntad de cumplir a cabalidad con la programación de inspección y evaluación del camino en las fechas planificadas.

CONCLUSIONES

La metodología detallada para la conservación de caminos de tierra se define mediante la aplicación de una secuencia de pasos lógicos que permiten constatar los problemas que presentan dichas vías, brindar posibles soluciones, así como recomendar alternativas factibles para minimizar la pérdida de recursos y garantizar una transportación más rápida, económica y segura de las producciones agropecuarias.

Se logra aplicar la metodología de conservación en un tramo de camino de tierra V-2 (Caminos de mejoramiento) de la Empresa Valle del Yabú en la provincia de Villa Clara, donde a partir de los deterioros presentes en el vial, se determina el estado y las acciones de intervención necesarias, luego del análisis de las posibles soluciones se recomienda la idónea en función de los recursos materiales y financieros.

Una vez ejecutada la primera actividad de intervención de conservación del camino de tierra, se debe realizar periódicamente las actividades de inspección y evaluación de cada uno de los tramos, siguiendo el procedimiento de la metodología, se recomienda estas sean realizadas anualmente.

La metodología cuenta con un ciclo de seguimiento a los caminos una vez que estos se recuperan, con una programación para la inspección sistemática y actividades de mantenimiento preventivo programado en períodos de tiempo, para propiciar un buen estado de conservación durante el período de diseño de los terraplenes.

REFERENCIAS

1. Aguilar, M. (2011). Manual de diseño para el mantenimiento y la conservación vial *Quito. Ecuador, Vol. V*, 83-171.

2. Eaton, R. (1992). Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI). *Massachusetts, EEUU, Vol. II*, 126-203.
3. Ferreira, F. M. (2016). Análisis teórico y práctico de metodos de evaluación de las condiciones superficiales del estado de las vías no pavimentadas. *Managua, Nicaragua*.
4. Gaete, R. (1990). Un sistema de gestión para la mantención de caminos no pavimentados. *Johannesburgo, Sudáfrica, Vol. I*, 65-123.
5. Guzmán, M. A. (2015). Ámbitos de la integración de sistemas de gestión. *Quito, Ecuador, Vol. I*, 3-37.
6. López, M. W. (2009). *Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)*. Instituto tecnológico de San José, Costa Rica.
7. Perafán, W. d. J. (2013). *Guía para el mantenimiento rutinario de vías no pavimentadas*. Universidad de Medellín, Colombia.
8. Soto, M. A. G. (2017). *Gestión de carreteras no pavimentadas*. Universidad Politécnica de Madrid, España.
9. Walker, D. (1989). Pavement Surface Evaluation and Rating, (Gravel Roads). *Massachusetts, EEUU, Vol. II*, 25-73.
10. Yunis, E. N. (2008). *Metodología simplificada para la detección de necesidades de mantenimiento en caminos no pavimentados* Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile, Chile.
11. Arteaga, Y. E. (2019) *Sistema de gestión para la conservación de vías no pavimentadas en Cuba*, (Tesis en opción al grado de Ingeniero Civil) Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
12. Agula, A. (2020). Metodología de conservación de caminos de tierra o terraplenes en Cuba, (Tesis en opción al grado de Ingeniero Civil) Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.