

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas.

Diplomante: Javier Dita Piedrahita, estudiante del quinto año de Ingeniería Civil.

Tutor: Dr. Ing. Civil, Pedro Andrés Orta Amaro, Profesor Titular y Profesor Consultante.

Curso 2016 - 2017

“La gente espera un buen servicio, pero pocos están dispuestos a darlo”.

Robert Gately.

Dedico este Trabajo de Diploma a mi mamá por educarme, por confiar en mí, por darme su apoyo incondicional y por ser para mí lo más importante.

Al terminar mi tesis de grado y concluir mis estudios en la UCLV me he dado cuenta que sin el apoyo de un grupo de personas este momento no hubiese llegado, por lo que dedico mis más sinceros agradecimientos:

A mi mamá por ser una mujer ejemplar capaz de darlo todo por mí, por su comprensión en los momentos difíciles, por escucharme y ser siempre la mejor madre del mundo.

A mi abuela Lilia por hacer a mi familia unida y darme las mayores alegrías.

A mis tíos Ebodia, Nacho, Yolo y Migue por estar siempre cuando los necesité, por ayudarme en todo lo que pudieron y participar en mi educación.

A mis primos Adaris, Gaby, Adrián, Ihosvany, Migue y Jesús por ser motivo de muchas alegrías en mi vida.

A mi compañera de la vida Laís Broche Jiménez por su comprensión, ayuda y gran apoyo en los momentos difíciles y por ser una guía en el transcurso de estos años tan complejos.

A mis amigos Adriana y Leinier por ser excelentes compañeros de estudio y por el gran apoyo que me han brindado durante estos 5 años de carrera.

A mi suegra por su dedicación para que tuviésemos todas las condiciones de estudio.

A mi tutor el Dr. Ing. Civil, Pedro Andrés Orta Amaro, por su valiosa ayuda, preocupación y dedicación incondicional de su tiempo durante el desarrollo de este Trabajo de Diploma.

A todos los profesores que en el transcurso de los 5 años de carrera me ayudaron a formarme como profesional.

A todas las personas de mi barrio por su gran apoyo en el transcurso de mis estudios.

A los profesionales o expertos que contribuyeron en la validación del Manual propuesto en este Trabajo de Diploma.

RESUMEN

En el presente trabajo de diploma se pretende proponer la cuarta versión del Manual de supervisión y evaluación de la calidad en la construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas. Para ello inicialmente se desarrolló una revisión bibliográfica amplia y profunda de libros, manuales y otros documentos existentes en el Mundo y en Cuba, así como de las tres versiones anteriores de este manual confeccionadas en los años 2013, 2015 y 2016, validándolo posteriormente mediante la técnica del Criterio de Expertos, para obtener una versión mejorada y ampliada, con el objetivo final de ponerlo a disposición de las empresas constructoras e inversionistas de las obras de ingeniería del país, dotándolas de una herramienta más eficaz que la actual manera de controlar la calidad de los trabajos de movimiento de tierras, pavimentación y ejecución de las obras de fábrica componentes de tales obras viales, todo lo cual incidirá en la disminución de los costos debidos a la mala calidad de los antes mencionados trabajos, en la reducción de los plazos de duración y en el desarrollo eficaz del proceso inversionista de tales vías de comunicación terrestres.

Palabras Claves: Manual, supervisión, calidad, carreteras.

ABSTRACT

In the present diploma work, it is pretended to propose the fourth version of the Manual of supervision and evaluation of the quality in the construction and conservation of the paved Cuban roads. To this end, a comprehensive and thorough bibliographic review of books, manuals and other documents in the World and in Cuba was carried out, as well as the three previous versions of this manual made in 2013, 2015 and 2016, and later validated by the Expert Criteria, to obtain an improved and expanded version, with the ultimate goal of making it available to construction companies and investors of the country's engineering works, providing them with a more effective tool than the current way of quality control to the movement of earth, paving and execution of the factory works components of such road works, all of which will reduce the costs due to the poor quality of the before mentioned works, in the reduction of the time used to this goal and in the effective development of the investment process of such terrestrial communication channels.

Key words: Manual, supervision, quality, roads.

ÍNDICE:

Introducción	1
Capítulo I. Estado del conocimiento de la supervisión de las carreteras pavimentadas en Cuba y en el Mundo.....	8
1.1 Introducción	8
1.2 Reseña Bibliográfica.....	8
1.2.1 Reseña sobre los libros, trabajos de diploma o tesis de grado, artículos en revistas especializadas, ponencias a eventos y otros documentos.....	8
1.2.2 Guías o manuales de supervisión de carreteras	13
1.2.3 Normas técnicas y regulaciones de carreteras vigentes.	16
1.3 Reseña Analítica de la Supervisión de carreteras pavimentadas	17
1.4 Conclusiones parciales del Capítulo 1	23
Capítulo 2: Propuesta de la cuarta versión del “Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas”	26
2.1 Introducción	26
2.2 Metodología empleada para la confección de esta cuarta versión del manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas.....	26
2.3 Criterios de calificación de la calidad	27
2.4 Clasificación de los aportes realizados al manual precedente	29
2.5 Propuesta de las Tablas de Supervisión y Evaluación de la Calidad de la Construcción y Conservación de las Carreteras Pavimentadas cubanas	29
2.5 Conclusiones parciales del Capítulo 2	29
Capítulo 3: Validación de la propuesta del “Manual de supervisión y evaluación de la calidad de la construcción y la conservación de las carreteras pavimentadas cubanas” ..	31
3.1 Introducción	31
3.2 Validación por Criterio de Expertos, mediante la aplicación del Método Delphi	31
3.3 Cálculo del coeficiente de experticia (Cexp)	38
3.4 Análisis de las respuestas de los expertos a la encuesta realizada	40

3.5 Conclusiones parciales del Capítulo III	44
Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Bibliografía	47
Anexos	50

INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos fundamentales para el desarrollo socio-económico de los países del mundo actual, es contar con una infraestructura vial eficaz, conformada por vías de comunicación terrestres (carreteras, autopistas, vías férreas y aeropistas de los aeropuertos) duraderas y sustentables. La economía y la sociedad dependen fuertemente de dichas vías de comunicación, en especial de las carreteras, ya que permiten la circulación del tráfico vehicular generado por las diversas esferas de la economía nacional. La ingeniería civil moderna permite asegurar que dichas obras viales sean resistentes, seguras, duraderas y posean la adecuada eficacia técnica, económica y ambiental para que sean sostenibles.

La red de caminos y carreteras pavimentadas cubanas creció más de 6 veces desde 1959 hasta el año 2000, superándose en la actualidad los 61000 km de carreteras pavimentadas (el 77% poseen pavimentos flexibles, el 12% pavimentos rígidos y el resto el 11 % con otros tipos de técnicas de pavimentación y tratamientos), lo cual asegura un índice superior a 0,63 Km/Km² de superficie, uno de los mayores de Latinoamérica, sin embargo el estado técnico de la red nacional de carreteras en la actualidad no es satisfactorio, evidenciándose serios problemas con el aseguramiento de la calidad de los trabajos de construcción y conservación. Esta situación se debe fundamentalmente al incumplimiento significativo de las especificaciones establecidas en las normas técnicas vigentes, a indisciplinas tecnológicas, a la falta de calidad en los materiales empleados y disponibles para la pavimentación, el deficiente estado técnico de algunas maquinarias de construcción vial, entre otros factores, ya que en estudios realizados en distintas carreteras del país en los últimos años, principalmente en la región central (carretera Refinería de Cienfuegos a Yaguaramas; tramo de carretera que va desde la carretera de Camajuaní hasta el Aeropuerto “Abel Santamaría Cuadrado” en las cercanías de Santa Clara, la circunvalación de la ciudad de Remedios, en los trabajos de conservación de la Autopista Nacional en los tramos de Cienfuegos y de Villa Clara y otras), se evidencian serios problemas de calidad que son extrapolables al del resto del país, siendo éstos:

- Insuficiente calidad de los materiales de construcción empleados en la construcción de los pavimentos flexibles, tales como:

- Insuficiente calidad de las materias primas utilizadas en la elaboración del HAC, específicamente: en el cemento o betún asfáltico que se recibe de las refinerías, que no siempre cumple con todas las exigencias o especificaciones de la NC vigente; el no cumplimiento de las exigencias que deben cumplir los áridos para su empleo en los pavimentos (deficiencias en su granulometría, insuficiente dureza y resistencia al

desgaste); problemas en el diseño de las mezclas asfálticas calientes acorde con las materias primas disponibles y la función que las mismas desempeñarán en la estructura del pavimento y en especial su control de calidad en las obras y en las plantas, debido a la insuficiente disponibilidad de las Prensas Marshall para controlar la calidad de cumplimiento de sus propiedades físico-mecánicas (carga de rotura y fluencia de las probetas de HAC) exigidas en la norma vigente.

- Deficiencias en la realización de los riegos previos de imprimación y de adherencia, específicamente:

- No protección del tramo regado para evitar que los vehículos transiten sobre el mismo y se lleven pegados en sus neumáticos el *cut back*.
- Incumplimiento del tiempo de curado de acuerdo al tipo de *cut back* utilizado.
- Demorarse excesivamente para colocar el HAC una vez concluido el curado, lo que trae como consecuencia el no aseguramiento del necesario agarre mecánico entre las capas de base y de superficie o entre la de rodadura e intermedia de la superficie del pavimento flexible, por lo que las fuerzas tangenciales que se originan por el frenado de los vehículos originan efectos conocidos como: “colcha arrugada” y el desprendimiento o corrimiento entre las capas colocadas.
- Efectuar el riego sobre superficies sucias y/o húmedas.
- No aseguramiento de la cantidad o dosificación (litros/m²) del *cut back* a aplicar en los riegos de imprimación y de adherencia, según especifica el proyecto ejecutivo y la norma vigente.

- Deficiencias en la colocación (elaboración, transportación, colocación y compactación) en obra del HAC, tales como:

- El no uso de tapacetes para cubrir el HAC que se transporta en los Camiones de Volteo, para conservar la temperatura superior a 135 grados Celsius.
- No medición en obra de la temperatura del HAC previo a su colocación en el pavimento por la Pavimentadora Asfáltica (mínimo 120 grados Celsius) por carencia de pirómetros.
- Deficiencias en la colocación de la mezcla asfáltica con la Pavimentadora tales como:
- Colocar el HAC por debajo de la temperatura mínima de 120 grados Celsius.
- No alineación y terminación correcta de los bordes laterales del pavimento, lo cual atenta contra la economía y la calidad de terminación de esta labor.

- No aseguramiento del bombeo transversal y la necesaria regularidad superficial, según lo especificado en el proyecto ejecutivo.

- El no empleo de Pavimentadoras auto-nivelantes o peor aún, teniendo esta posibilidad no se usa, originándose no uniformidad de la superficie lo que trae consigo que se copien en la superficie del pavimento las deformidades existentes en la superficie de la capa de base, lo cual origina películas de agua en tiempo de lluvia que pueden originar accidentes al impedir la visibilidad de los conductores, aceleración del deterioro de los pavimentos flexibles, así como el incómodo cabeceo transversal y longitudinal de los vehículos al circular, lo que puede originar inseguridad y molestias en la circulación vial.

- En la compactación del HAC se acometen las siguientes violaciones de la calidad:

- No efectuar la compactación inicial con Cilindros Lisos Tándem no vibratorios (CI) antes de acometer la compactación final con el Compactador Sobre Neumáticos Auto Propulsados (CNA) o con Cilindros Vibratorios (CIV) preferiblemente, para evitar la aparición de deformidades (“olas”) en la capa de rodadura del pavimento, asegurar la necesaria densificación de la mezcla y evitar las marcas por los diferentes pases del compactador.

- No efectuar el número de pasadas adecuado sobre la misma franja para garantizar la máxima densificación del HAC colocado, para así asegurar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la norma vigente.

- No compactar desde los bordes hacia el eje de la carretera, asegurando un solapo entre franjas contiguas de compactación de cómo mínimo 30 cm.

- Insuficiente cantidad de ensayos para medir de manera confiable (por métodos estadísticos) las propiedades del HAC colocado en obra, para verificar el cumplimiento de las exigencias establecidas en la norma vigente, usando la Prensa Marshall.

Lo anterior genera gastos injustificados debidos a la mala calidad, pérdidas de tiempo en obra y reducción de la vida útil de las carreteras, situación que atenta evidentemente contra la necesaria eficacia económica, todo lo que pudiese mejorarse si se emplease en las empresas constructoras y en los organismos inversionistas, un manual de supervisión técnica y financiera de las carreteras pavimentadas, que facilite y uniformice el control de la calidad de dichas labores, todo lo cual puede contribuir al incremento de la calidad y a un mejor ajuste al monto presupuestario inicialmente aprobado para estas importantes y necesarias obras viales.

En el presente trabajo de diploma se pretende confeccionar la cuarta versión del manual que propicie la supervisión y evaluación de la calidad en la construcción y conservación

de carreteras cubanas pavimentadas, el cual se validará mediante la aplicación de la técnica del Criterio de Expertos. Dicho manual está compuesto por una serie de tablas que contienen Listas de Control (*check list*) y Listas de Evaluación o Calificación, que se ajustan a las normativas vigentes (NC, NRMC y RC) para asegurar la calidad de la ejecución de tales labores y en su defecto las buenas prácticas nacionales e internacionales, así como también para la realizar la supervisión financiera del presupuesto asignado.

Situación problemática:

En Cuba se evidencian actualmente serios problemas con la calidad de la construcción y conservación de las carreteras pavimentadas, que originan gastos injustificados debidos a la mala calidad, alargamiento injustificado de los tiempos de ejecución de los citados trabajos y por consiguiente disminución del período de vida útil de estas obras viales, todo lo cual se puede reducir o mejorar con el empleo de un manual de supervisión y evaluación de la calidad, confeccionado acorde con las especificaciones constructivas establecidas en las normas técnicas vigentes o adoptando las buenas prácticas nacionales e internacionales.

Problema Científico:

¿Será posible perfeccionar el proceso de control y evaluación de la calidad de la ejecución de las carreteras cubanas, mediante el empleo de un Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de tales obras viales?

Objetivo general:

Confeccionar la cuarta versión del Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas, que perfeccione el proceso de control y evaluación de la calidad de los trabajos de movimiento de tierras, pavimentación y ejecución de las obras de fábrica componentes de dichas obras viales.

Objetivos Específicos:

1. Definir el estado del conocimiento de la supervisión de la calidad de las carreteras pavimentadas, tanto en Cuba como en el Mundo.
2. Proponer la cuarta versión del Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas.
3. Validar la cuarta versión del manual propuesto mediante el empleo de la Técnica del Criterio de Expertos.

Campo de Acción:

La supervisión y evaluación de la calidad de los trabajos de construcción y conservación de la red nacional de carreteras pavimentadas.

Objeto de Acción:

La versión final del manual para la supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras cubanas.

Hipótesis de la investigación:

La existencia de un Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras cubanas, incidirá en el mejoramiento del proceso de control de la calidad de dichos trabajos en el país, en la disminución del tiempo de duración de los mismos y en la reducción de los costos injustificados por la mala calidad.

Novedad Científica:

La propuesta de la cuarta versión de un manual para el control y supervisión de las carreteras pavimentadas cubanas, por no existir un documento de este tipo en el país que contenga todas las etapas de construcción y conservación de carreteras y obras de fábrica, el que propiciará un mejor cumplimiento y aplicación de las normas técnicas vigentes y por consiguiente, influirá en la elevación de la calidad de tales labores y en una mayor eficacia constructiva.

Aportes:

Los aportes son fundamentalmente económicos y metodológicos, ya que se proporciona un instrumento a los profesionales de las empresas constructoras de obras de ingeniería cubanas, que les permitirá controlar y evaluar la calidad de los trabajos de ejecución y conservación de las carreteras pavimentadas, aumentando la eficiencia del proceso inversionista, un impulso al mejoramiento de las condiciones viales del país y al alargamiento del período de vida útil de estas importantes vías terrestres.

Métodos y técnicas empleadas:

Se emplean técnicas de análisis y síntesis de la información recopilada para desarrollar el primer capítulo de este trabajo de diploma, la de inducción-deducción en el perfeccionamiento de las versiones precedentes del manual, así como la Técnica del Criterio de Expertos para la validación del manual propuesto.

Estructura del Trabajo de Diploma:

- Resumen
- Introducción.
- Desarrollo
- Capítulo 1: Estado del conocimiento de la supervisión de las carreteras pavimentadas en Cuba y en el Mundo.
- Capítulo 2: Propuesta de la cuarta versión del manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas.
- Capítulo 3: Validación de la cuarta versión del manual de supervisión y evaluación de carreteras mediante la Técnica del Criterio de Expertos.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Bibliografía.
- Anexos.

Resultados esperados:

La cuarta versión de un manual elaborado de forma tabular, que permita realizar de manera rápida, efectiva y con la debida uniformidad, las labores de supervisión y evaluación de la calidad de los trabajos de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas.

Recursos y materiales:

Se dispone de los recursos necesarios para desarrollar el trabajo de diploma, de la bibliografía especializada, la tutoría adecuada, el sistema de normas técnicas y regulaciones de la construcción vigentes, de tecnologías computarizadas y demás insumos que garantizan el desarrollo exitoso del mismo.

Cronograma de realización del Trabajo de Diploma:

Nº	Actividades a cumplimentar	Fecha cumplimiento
1	Estudio del tema y propuesta del Diseño Teórico – Metodológico (DTM) del TD y redacción de la Introducción. 1era. Revisión Parcial: Introducción y DTM	Del 8 Febrero al 10 de Marzo de 2017 13 de marzo de 2017, 9:0 am
2	Elaboración del Capítulo I: Estado del arte o del conocimiento.	Del 14 al 31/Marzo 2017
3	Elaboración del Capítulo II: 2da. Revisión Parcial: Capítulos I y 2	Del 1ero. al 22 Abril 25 de abril de 2017, 9:00 am
4	Elaboración del Capítulo III:	Del 26 abril al 2 de Junio de 2017
5	Pre-defensa del Trabajo de Diploma.	6 de junio del 2017
6	Ajustes finales al trabajo de diploma.	Del 7 al 22 junio/2017
7	Entrega del Trabajo de Diploma.	21 de Junio de 2017
8	Jornadas de Exposición y Defensa de Trabajos de Diploma.	29 de Junio de 2017

Capítulo I. Estado del conocimiento de la supervisión de las carreteras pavimentadas en Cuba y en el mundo.

1.1 Introducción

En este capítulo se pretende definir el estado del conocimiento de la supervisión de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas, en particular de las explanaciones, los pavimentos y las obras de fábrica mayores y menores, considerando las normas técnicas vigentes y las buenas prácticas internacionales y nacionales. Para ello se efectuó inicialmente una búsqueda bibliográfica en la intranet, la internet, los centros de información científica de la UCLV y en poder del tutor, para conformar una reseña bibliográfica que agrupa distintos tipos de documentos (libros, manuales, artículos, trabajos de diploma, normas cubanas (NC) y regulaciones de la construcción (RC) referidas a la construcción y conservación de carreteras. Esta información actualizada se resumió seguidamente mediante una reseña analítica, en la que se trató de definir el estado actual del conocimiento sobre la supervisión y evaluación de la calidad de los trabajos antes mencionados.

1.2 Reseña Bibliográfica

En la reseña se agrupan los documentos consultados en tres grandes grupos:

- Libros, artículos, trabajos de diploma o tesis de grado, artículos en revistas especializadas, ponencias a eventos y otros documentos.
- Manuales de supervisión.
- Normas técnicas vigentes en Cuba.

1.2.1 Reseña sobre los libros, trabajos de diploma o tesis de grado, artículos en revistas especializadas, ponencias a eventos y otros documentos.

1. García, René/Delgado, Domingo. Conservación de Carreteras, UCLV, Santa Clara. Cuba, 2010.

Este libro en formato electrónico constituye una herramienta para el estudio y la superación de especialistas relacionados con la conservación de carreteras y como libro de consulta para los estudiantes del quinto año de la carrera de Ingeniería Civil: Este material propone método, procedimientos y formas de realizar las labores de

mantenimiento, reparaciones y rehabilitaciones de las carreteras. Aborda diversas formas para identificar los diferentes desperfectos que se presentan en los pavimentos durante su explotación, especificando sus causas y las medidas o acciones a acometer en la intervención y asegurar así la debida calidad de los trabajos de conservación de las carreteras. En este libro se logra agrupar los aspectos fundamentales relacionados con las técnicas empleadas en los trabajos de conservación de carreteras y el aseguramiento de su calidad.

2. Orta Amaro, Pedro A. Tecnología de la Construcción de Explanaciones, La Editorial Félix Varela, La Habana, 2013.

Este es el libro de texto de la asignatura Explanaciones, del Plan de Estudios D vigente de la carrera de Ingeniería Civil en Cuba, en él se plantean las actividades y técnicas constructivas de las explanaciones en diferentes condiciones topográficas e hidrogeológicas predominantes en el país y se brindan especificaciones técnicas que aseguran la calidad de ejecución de tales movimientos de tierras.

3. Orta Amaro, Pedro A. Tecnología de Pavimentación de Carreteras, Editorial Samuel Feijoó, UCLV, Santa Clara, 2014.

Es un libro de consulta que se emplea para el estudio de la asignatura Pavimentos, del 5to. Año de la carrera de Ingeniería Civil en la UCLV y como material de estudio para los profesionales vinculados a estas labores. En el libro se estudian tanto las tecnologías tradicionales como las modernas de construcción de los pavimentos de las carreteras, en Cuba y el Mundo. También se definen los requisitos que deben tener los materiales para ser empleados en las diferentes partes componentes del pavimento (sub-bases, bases y capas superficiales) y estudia el proceso constructivo de los pavimentos de una manera detallada y ajustada a las normas cubanas vigentes.

4. Tópicos de Pavimentos de Concreto. Diseño, Construcción y Supervisión. Mario Becerra Salas, Lima, Perú, 2012.

Este libro define conceptos y propone herramientas básicas para el diseño, la construcción y la supervisión de pavimentos rígidos. Se hace un análisis de las principales tecnologías aplicadas en el proceso de construcción de los pavimentos en el mundo y en especial en Perú y cómo realizar la supervisión de la calidad de construcción.

5. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Colombia, 2004.

En este documento se hace una descripción de cada actividad que se realiza en la construcción de carreteras, los materiales y los equipos que serán empleados en dichas actividades y se dan especificaciones para la ejecución de estas obras viales.

6. La calidad en la Industria de la Construcción. Colectivo de autores. UP. Londres, Inglaterra, 2002.

Este documento presente diversas definiciones de calidad dada por varios pensadores, define también como lograr la calidad en la construcción teniendo en cuenta los aspectos legales, económicos, jurídicos y éticos que se deben tener presente en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto en dicha nación.

7. La Supervisión de Obra. Rómel G. Solís Carcaño. México, 2004.

En este documento se definen el concepto de supervisión, su importancia y define la funcione que tiene el supervisor en obra, su perfil y las habilidades interpersonales que debe mantener, atemperado a las condiciones existentes en dicho país.

8. El Peón Caminero. Pedro A. Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba, abril de 2016.

En este documento se hace alusión a las actividades que deben realizar los obreros que se ocupan de las labores de conservación (mantenimiento ligero, reparaciones ligeras y reconstrucciones de pequeña envergadura) en las carreteras y caminos rurales fundamentalmente en zonas montañosas, en el que se enumeran las normas que regulan la calidad que deben tener estos trabajos.

9. Guía para la Supervisión Técnica y Financiera de las Carreteras. Trabajo de Diploma. Luis Daniel Rodríguez Alcántara, /Tutor: Pedro A Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba, 2013.

Este trabajo de diploma se realiza una primera propuesta de guía o manual para realizar la supervisión técnica y financiera de los trabajos de construcción y conservación (mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción) de las carreteras en las condiciones cubanas, dirigido a los profesionales encargados de estas labores.

10. Hernández Sampieri, R/ Fernández Collado, C. /Baptista, P. 2006. Metodología de investigación. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, México. Cuarta edición.

Este libro fue escrito con el propósito de guiar a los maestros y estudiantes sobre cómo realizar investigaciones científicas. Constituye un texto completo que trata tanto el enfoque experimental como el no experimental, el cuantitativo y el cualitativo. Abarca desde la concepción de la idea de investigación y el desarrollo del marco teórico hasta la formulación de la hipótesis, la elección del diseño de investigación y la elaboración del instrumento de recolección de los datos.

11. Propuesta de Manual de Supervisión para la Construcción y la Conservación de las Carreteras. Trabajo de Diploma. Sandy Marín Rivera, /Tutor: Pedro A Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba, 2015.

Este trabajo de diploma se concibe con el objetivo de confeccionar la segunda versión de un manual de supervisión de la calidad en los trabajos de construcción y conservación de carreteras en Cuba, en correspondencia con las normas y las regulaciones vigentes, a partir de la propuesta inicialmente hecha por **(Rodríguez, 2013)**.

12. Supervisión de la calidad de la construcción y conservación de las carreteras cubanas. Trabajo de Diploma. Javier Lastre Pérez/ Tutor: Pedro A Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba, 2016.

En este trabajo de diploma se desarrolla una tercera versión perfeccionada del manual de supervisión de la calidad en los trabajos de construcción y conservación de carreteras realizados anteriormente por Luis Daniel Rodríguez y Sandy Marín en el año 2015, llegando a establecer una nueva versión perfeccionada y ampliada donde se presentan tablas que permiten también la calificación o evaluación de la calidad de los diferentes trabajos de construcción y conservación de las carreteras.

13. Tecnologías de Reciclado de Pavimentos Flexibles de Carreteras. Trabajo de Diploma. Dariel Berrio Cabeza / Tutor: Pedro A Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba, 2011.

En este trabajo de diploma se presentan las tecnologías que se emplean en la actualidad en el Mundo para la construcción y conservación de pavimentos de carreteras pavimentas con asfalto, con énfasis en las tecnologías de reciclado de los pavimentos.

14. Evaluación del empleo de la tecnología de reciclado de pavimentos en frío disponible en Cuba, en las carreteras de Villa Clara. Trabajo de Diploma. Edel Ortíz Hernández / Tutor: Pedro A Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba, 2012.

En este trabajo de diploma se realiza un estudio de las tecnologías de reciclado de pavimentos flexibles de las carreteras, llegando a conocer la tecnología disponible en el país, la tecnología de reciclado en frío, la que se tiene experiencia de aplicación en varias carreteras de las provincias orientales: Holguín-Guardalavaca; Holguín-Moa y la carretera Granma.

15. Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. Ministerio de Comunicaciones, Guatemala, 2000.

En esta norma técnica guatemalteca se reflejan las condiciones que tienen que cumplir tanto los trabajos de construcción de los terraplenes, pavimentos y obras de fábrica, así como los materiales que se emplean en dichas labores, lo que servirá de referencia para adicionar en esta cuarta versión del manual algunas actividades al *check list* o listas de control a analizar, para el mejor control de la calidad en la construcción y conservación de carreteras según las condiciones cubanas y las normas vigentes.

16. Material de Estudio: “Supervisión de Carreteras”, Pedro A. Orta Amaro. Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC), Managua, Nicaragua, 2005.

Este material de estudio confeccionado para asegurar la impartición de un curso de post grado en la Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC), el mismo plantea una serie de definiciones relacionados con el supervisor, sus funciones y características. Además se analiza cómo efectuar la supervisión de los trabajos de construcción de los terraplenes, los pavimentos y las obras de fábrica en las carreteras para las condiciones de dicho país.

17. Los pavimentos de concreto con cemento portland. México. 2015.

En este artículo mexicano se hace alusión a cómo desarrollar las diferentes formas de ejecutar las actividades de construcción de los pavimentos de hormigón, así como la calidad con que se deben realizar, además se referencian las características y cualidades que deben tener los materiales a emplear en estas labores y se enumeran las diferentes maquinarias e instrumentos necesarios para realizar de manera eficiente la construcción de pavimentos de hormigón.

18. Rico, Alfonso y Del Castillo, Hermilo. La ingeniería de suelos en las Vías Terrestres. Tomos 1 y 2. Editorial Limusa, México, 2003.

Libro en dos tomos que aborda los trabajos de construcción de explanaciones, pavimentos, drenaje de las carreteras, vías férreas y aeropistas, así como la mecánica de suelos aplicada a estas obras viales, con alto rigor científico y técnico, de obligada consulta por los ingenieros civiles.

19. Libro: Conservación de Carreteras, Gonzalo Fundora Ayuso. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2014.

Este es el libro de texto para el estudio de la asignatura del mismo nombre incluida en el Plan de Estudio D que reciben los estudiantes de 5to año de Ingeniería Civil en Cuba. En este se tratan la tipología de deterioro y los trabajos y técnicas para subsanarlos. Además, se aborda la manera de gestionar los recursos disponibles para realizar tales actividades en dichas vías de comunicación terrestres.

20. Crespo Borges, Tomás. Reflexiones sobre el empleo de los criterios de expertos en la investigación pedagógica. ISP “Félix Varela”, Santa Clara, Cuba, 2005.

Por medio de esta presentación, el autor explica cómo aplicar el Criterio de expertos en una investigación científica, basado en la aplicación del Método Delphi.

1.2.2 Guías o manuales de supervisión de carreteras

1. Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010). Francisco Jiménez Reyes. Costa Rica, 2010.

Este manual es un documento de aplicación obligatoria en las diferentes fases de las obras viales que se realizan para el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de la República de Costa Rica. El mismo tiene como propósito, la sistematización y uniformidad de criterios en los procedimientos empleados en el desarrollo y conservación de la red vial de dicho país. Además se establecen políticas, criterios, procedimientos y métodos que indican las condiciones por cumplir en los proyectos viales y que guardan relación con la planificación, estudio, evaluación, diseño, construcción, seguridad, mantenimiento, calidad e impacto ambiental.

2. Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. EG-CBT-2008. Volumen I y II. MTC. Lima, Perú, 2008.

Este manual fue aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones por medio de la Resolución Ministerial N° 304-2008 MTC/02 en Lima, Perú en el año 2008. Los autores desarrollan como temas fundamentales: Los trabajos Preliminares, El Movimiento de Tierras, Las Capas de Afirmado o Pavimentos, Las Obras de Fábrica y el Drenaje, entre otros, teniendo en cuenta los materiales y equipos a utilizar en cada actividad, los requerimientos de construcción y el control o supervisión de los trabajos a ejecutar por parte del supervisor de obra.

3. Manual para la Revisión de Costos y Presupuestos. Edwin López Flores. MTI. Managua, Nicaragua, 2008.

Este manual constituye un instrumento auxiliar en el proceso de revisión de costos y presupuestos de obras viales como parte del fortalecimiento Institucional del Ministerio de Transporte e Infraestructuras (MTI) en la revisión y aprobación de los estudios y diseños de proyectos viales en la república de Nicaragua. Además, se considera una Guía, que permite a los técnicos determinar la aproximación y veracidad de los costos y

metodologías usadas por consultores internos y externos en la elaboración de estudios de pre factibilidad, factibilidad y diseños finales de las obras horizontales, entre las que se encuentran las carreteras pavimentadas.

4. Manual de Carreteras. Luis Bañón Blázquez y José F Beviá García. Madrid, España, 2000.

En este manual o libro se especifican y se hace hincapié en las diferentes partes que conforman el terraplén de las carreteras. Se describen las principales funciones que cumple el terraplén, los materiales a utilizar en cada fase de construcción y cómo se debe realizar mediante la verificación de la lista de control y del cumplimiento de las normas técnicas vigentes en este país; la importancia de su ejecución, en el control de calidad que es vital para garantizar que las características del terraplén una vez terminado sean las idóneas y están dentro de los límites estipulados que aseguran su estabilidad a largo plazo; para ello se establecen planes de control de la calidad, determinando las diversas características del suelo a pie de obra, todo lo cual puede ser de gran utilidad para definir las listas de control o *check list* que garanticen la ejecución con calidad de las carreteras.

5. Manual Práctico de Supervisión de Obras Horizontales. Nicaragua, 2015.

Por medio de este manual el autor define cómo efectuar una supervisión y establece para ello, un conjunto de guías prácticas para la supervisión de caminos, puentes, sistemas de drenaje y alcantarillas, entre otras. Este manual constituye un instrumento de utilidad para los diferentes fondos que ejecutan proyectos de construcción, así como para las diferentes empresas de la construcción en general.

6. Manual de pavimentación con hormigón asfáltico. Wilfredo S. Amoedo Fernández. MICONS, La Habana, Cuba, 2009.

El manual consta de tres capítulos, en los que se resumen las acciones, que de forma general, requieren ser ejecutadas para colocar una capa de hormigón asfáltico, asegurando una terminación con la calidad requerida que garantice un buen desempeño de la misma, ya sea como parte de una obra nueva o como refuerzo o reparación de una vía existente. El contenido de este manual está basado fundamentalmente en los requerimientos y especificaciones técnicas que establecen las normas cubanas NC 159 y NC 160 y en las recomendaciones que el autor propone. Este asegura una útil herramienta de trabajo y suministra una práctica información de los conocimientos básicos a todo el personal que integra las brigadas de pavimentación.

7. Guía de Supervisión de Obras Dirección General de Vivienda y Urbanismo DGVU. Bolivia. 2014.

Esta guía de supervisión tiene como objetivo determinar las funciones técnicas y el nivel de responsabilidad que deben cumplir los Supervisores de Obras para la correcta ejecución de las obras de los proyectos de inversión pública en este país suramericano. Esta guía también presenta otros requerimientos a cumplir por parte de del supervisor, para asegurar la calidad de la obra y la protección a los obreros.

8. Conservación y Explotación de Carreteras. José Ángel Cepeda Medina, Luis Leal Leal, Pablo García Cerezo. Madrid, España, 2009.

Este manual pretende enseñar los métodos y las técnicas que se aplican en las operaciones de conservación de carreteras, también se detallan las actuaciones de conservación y en cada una de ellas se describen los procedimientos para la intervención y se especifican las cantidades de materiales, equipos y de personal que se requiere.

9. Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales. Guatemala, SIECA, Marzo de 2001.

En este manual se establecen las especificaciones para su uso en los países de la región centroamericana, en la construcción de carreteras y puentes. En el mismo se desarrollan los principales conceptos y se describen las actividades que se realizan en cada etapa de trabajo de construcción y conservación de carreteras.

10. Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción. Ministerio de Comunicaciones y Transporte. Perú, 2013.

En este manual se dan especificaciones de los trabajos de construcción y conservación de los pavimentos, así como los trabajos de ejecución de los terraplenes, de las labores de desmonte, limpieza y demolición en la faja de emplazamiento de la vía, la compactación adecuada y los materiales apropiados a ser empleados en dichas labores, todo esto evidentemente para las condiciones peruanas.

11. Manual Introductorio de Supervisión y Construcción: Pavimentos rígidos. Gobierno del estado de Aguascalientes, México, 2002.

En este manual se hace una descripción de cómo desarrollar los trabajos de construcción de los pavimentos rígidos, además se tiene en cuenta las actividades a controlar durante la ejecución y las especificaciones que deben cumplirse e igualmente se referencian las características que deben tener los materiales y los equipos a emplear en estas labores.

12. Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance. Published by Minnesota Technology Transfer (T2) Center / Ltap Program Center for Transportation Studies University of Minnesota. Ann Johnson. EUA, 2000.

Este manual estadounidense muestra los tipos de Mantenimiento (preventivo, correctivo y de emergencia), que se deben aplicar en los pavimentos asfálticos de las carreteras. Además, se abordan los tratamientos para el sellado de grietas, el bacheo y los tratamientos superficiales, donde se especifican las características que deben tener los materiales y maquinarias a emplear en estas actividades y se brindan recomendaciones para su correcta aplicación, todo ello considerando las características climáticas y el desarrollo tecnológico de ese país.

13. Manual de Diseño de Geotextiles, segunda edición. Cia. AMANCO, Colombia, 2003.

Este manual trata tanto el diseño y la construcción de diferentes obras empleando diferentes tipos de geotextiles, de amplio empleo en las obras viales tanto para el reforzamiento de taludes, el refuerzo de suelos de cimentación débiles debajo de los terraplenes, el refuerzo de pavimentos entre otros usos, de gran utilidad en Cuba como en otros países latinoamericanos y del mundo.

1.2.3 Normas técnicas y regulaciones de carreteras vigentes.

Se consultaron un total de 25 documentos normalizativos: 14 NC, 1 NRMC y 10 RC, los cuales se muestran a continuación:

1. NC 256: 2005. Carreteras. Preparación del Área de Trabajo. Código de Buenas Prácticas.
2. NC XX: 2016. Explanaciones de Carreteras. Código de Buenas Prácticas.
3. NC 830: 2011. Código de Buenas Prácticas para el Diseño y Construcción de Tratamientos Asfálticos Superficiales.
4. NC 160: 2002. Hormigón Asfáltico Caliente. Colocación en Obra.
5. NC 259: 2005. Pavimentos de Hormigón Hidráulico. Losas. Código de Buenas Prácticas.
6. NC 856:2011. Carreteras. Protección de Taludes. Requisitos de Diseño.
7. NC 335:2004. Inspección y Conservación de Puentes. Código de Buenas Prácticas.
8. NC 161: 2002. Carreteras. Bases y Sub-bases de Caliza Blanda.
9. NC 159: 2002. Carreteras. Obras de Conservación Vial. Reparación Corriente a las Vías Pavimentadas.
10. NC 847: 2011. Código de Buenas Prácticas para el Macadam Asfáltico por Penetración. Bacheo.
11. NC 733: 2009 Carreteras. Puentes y Alcantarillas. Requisitos de Diseños y métodos de Cálculo.

12. NC 200: Geotecnia. Registro de Hincas.
13. NC XX: 2016 Hormigón Hidráulico. Losas de Pavimento. Sellado de Grietas.
14. NC 374.2004. Componentes prefabricados de hormigón .Especificaciones.
15. NRM 83: 2007. Carreteras. Trabajos de Conservación Vial. Conservación y Reconstrucción. Clasificación.
16. RC 3029: Cimentaciones. Hincas de pilotes y tablaestacas.
17. RC 3001: Movimiento de tierra. Chapea, desbroce y tala de árboles.
18. RC -3087: 1981 Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de losas para apoyo de cimientos.
19. RC -3088: 1981 Estructuras. Puentes prefabricados. Montaje de vasos de cimientos.
20. RC -3089:1981 Estructuras. Puentes prefabricados. Montaje de columnas.
21. RC -3090:1981 Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de pórticos.
22. RC -3093:1981 Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de vigas para puente de carretera.
23. RC -3094:1981 Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de cabezales.
24. RC -3095:1981 Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de aproches.
25. RC 3096: Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de losas de tablero.

1.3 Reseña Analítica de la Supervisión de carreteras pavimentadas

De acuerdo al **Diccionario de la Real Academia Española**, supervisar es *ejercer la inspección en trabajos realizados por otros*.

La palabra supervisión es compuesta, viene del latín "visus" que significa examinar un instrumento otorgándole el visto bueno; y del latín "super" que significa preeminencia o en otras palabras: privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial.

Según el ("**Manual mexicano de supervisión de obras**", 2000), La supervisión es un conjunto de operaciones realizadas en campo, para verificar el cumplimiento de los trabajos dentro de los parámetros y normas de una obra de construcción.

(**Rodríguez, 2004**) plantea que: "la supervisión es una especialidad de la construcción enfocada a la vigilancia y control de la calidad de las obras, que tiene como finalidad el lograr que los proyectos se realicen de acuerdo a los diseños arquitectónicos y estructurales con que fueron concebidos, acordes con la planeación y objetivos de las obras, cuidando que todas sus partes que la integren en cuanto a calidad de materiales y de mano de obra cumplan con las especificaciones señaladas, así como también que se realicen dentro de un programa previamente aceptado de tiempo y costo".

(Orta y Dopíco, 2005) definen a la supervisión de obras como: “el examen de la misma a través de una persona capacitada, denominada “el supervisor”, para concluir y dictaminar si la obra en fase de construcción está ejecutándose de manera correcta o no de acuerdo al diseño preestablecido en los documentos del proyecto y acorde al presupuesto de la misma; debiendo recomendar al ejecutor o unidad responsable las medidas correctivas pertinentes en tiempo oportuno para asegurar se cumplan los objetivos deseados”.

La supervisión de obra puede ser un factor determinante tanto para el éxito como para el fracaso de un proyecto **(Solís, 2004)**.

Por lo expuesto anteriormente, se puede considerar que la supervisión en obra: “es el conjunto de actividades que llevan a examinar, controlar y comprobar que las actividades de ejecución en obra, se realicen cumpliendo con los objetivos del proyecto y verificando que se efectúe acorde con lo establecido en las normas y regulaciones de la construcción vigentes”.

El objetivo principal de la supervisión es que las constructoras cumplan estrictamente con todas las especificaciones, normas y controles establecidos dentro de la normatividad aplicable para ese fin, buscando en todo caso que ésta sea preventiva y no correctiva **(Rodríguez 2004)**.

Según **(Orta y Dopíco 2005)** la supervisión de obras tiene por objetivos fundamentales: vigilar el costo, el tiempo y la calidad con que se realizan las obras, acorde con su proyecto y al presupuesto elaborado.

La actividad de supervisión de obra forma parte importante del proceso constructivo, incidiendo de manera fundamental en la calidad, duración y el costo de las obras civiles, para que el producto final se entregue con la mayor calidad, con el mínimo costo y en el plazo establecido o el menor tiempo de duración posible, según términos establecidos en el contrato de obra **(Orta y Dopíco, 2005)**. Para lograr lo anterior es necesario:

- Garantizar que los materiales y productos que sean utilizados en la construcción cumplan con las normas vigentes en el país y con las normas internacionales establecidas (Normas ISO 9000) y que estén acorde con las especificaciones de las Cartas Límites aprobadas.
- Que la obra cumpla con la legislación y el sistema de normas cubanas, ramales y regulaciones constructivas vigente.
- Que se cumpla cabalmente con lo especificado en el proyecto ejecutivo y el presupuesto de la obra.

- Hacer un adecuado y oportuno uso y administración del presupuesto inicial oficialmente aprobado para la obra.
- Garantizar que la construcción se ejecute en el plazo de tiempo previsto para o antes del mismo, para así acelerar el plazo de recuperación de las inversiones.
- Asegurar que el inversionista tenga una obra digna, que cumpla con los fines previstos, que le brinde la debida seguridad y protección, así como que dure el tiempo de vida útil previsto.

Según **(Lastre, 2016)** para desempeñar exitosamente la supervisión de una obra es necesario realizar una serie de actividades programadas, ordenadas y sistematizadas. Estas actividades deben tener una orientación principalmente preventiva para evitar retrabajos (trabajos que se ejecutan por segunda o tercera vez) que incrementan tanto el costo, como el tiempo de ejecución, y afecten la calidad. Las *acciones preventivas* están orientadas a la revisión de los requisitos de ejecución de las actividades antes que las mismas se ejecuten, como por ejemplo: revisar la calidad de los materiales antes de utilizarlos; verificar la calidad del replanteo definitivo de las carreteras antes de iniciar su ejecución, etc.

(...) el ciclo de dirección posee cuatro fases principales: Planeación, Organización, Dirección y Control; siendo la supervisión o control del trabajo una de las herramientas esenciales usadas para ejercer la Dirección. **(Solís, 2004).**

La importancia de la supervisión en la construcción ha sido reconocida desde que esta actividad se profesionalizó. En un documento fechado en el año 97 a.n.e., Sixto Frontino, comisionado de aguas del Imperio Romano, escribió: *“Ni una obra requiere mayor cuidado que aquella que debe soportar la acción del agua; por esta razón todas las partes del trabajo deben hacerse de acuerdo con las reglas del arte, que todos los obreros saben, pero pocos cumplen”*. Este importante constructor de hace casi dos mil años deja en claro que aun cuando el personal obrero sea competente, la labor de la supervisión es necesaria para garantizar que el trabajo cumpla con los requisitos especificaciones.

(Solís, 2004) reporta que el 51 % de fallas son atribuibles a la ejecución y el 37% atribuibles al proyecto. Las anteriores afirmaciones ponen de manifiesto la importancia de la supervisión o control de la calidad en la fase de ejecución de las obras.

El trabajo de supervisión –como la mayoría de las labores desempeñadas por los ingenieros– requiere de tres tipos de competencias: competencias técnicas, habilidades interpersonales y valores y actitudes positivas; del concurso de estas tres competencias

dependerá su desempeño integral como supervisor, entendiendo que cumplir con los objetivos del proyecto con base en costos sociales y/o malas relaciones humanas no puede considerarse como un adecuado desempeño del profesionista. **(Solís, 2004).**

Según el ("**Manual mexicano de supervisión de obras**", 2000), conforme a las condiciones actuales operativas de la industria de la construcción, el supervisor debe ser un profesional perteneciente a las carreras afines a la construcción (Ingeniero Civil, Ingeniero Hidráulico, Arquitecto u otras profesiones afines) con los conocimientos, experiencia y la capacidad suficiente para controlar o supervisar el cumplimiento de los compromisos contractuales y controlar el desarrollo eficaz de los trabajos. En atención a estos requerimientos se deduce que el supervisor debe poseer las siguientes características:

- **Experiencia**, La suficiente (preferiblemente superior a los 10 años) para poder efectuar una correcta supervisión de la calidad acorde con lo especificado en el proyecto ejecutivo.
- **Capacidad de organización**, La necesaria para ordenar todos los trabajos y los controles que deben realizarse para garantizar la ejecución eficaz de una obra de acuerdo a la calidad especificada en su proyecto y el presupuesto oficial.
- **Responsabilidad**: Para representar con dignidad al contratante en todo lo que respecta al desarrollo eficaz de la obra.
- **Profesionalismo**: Para discernir entre las diferentes alternativas cuál es la idónea desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental.
- **Honestidad**, Ya que habrá que dar el visto bueno a la certificación de los trabajos realizados, así como verificar el avance del presupuesto oficial aprobado inicialmente.

No hay labor más importante, difícil y exigente que la supervisión del trabajo ajeno. Una buena supervisión reclama de conocimientos, habilidades, sentido común y previsión que casi cualquier otro trabajo en cualquier rama de la economía nacional.

El éxito del supervisor en el desempeño de sus deberes determina en gran medida el éxito o el fracaso de los programas y los objetivos de una empresa o cliente en este caso de la rama de la construcción.

Un individuo puede llegar a ser un buen supervisor a través de una gran dedicación a tan difícil trabajo y de una experiencia ilustrativa y satisfactoria, adquirida por medio de programas formales de adiestramiento y de la práctica y experiencia adquirida en el trabajo, a partir de un amplio conocimiento de los diferentes sistemas constructivos.

Cuando el supervisor funciona como es debido, su papel puede resumirse o generalizarse en dos categorías o clases de responsabilidades extremadamente amplias, que en su función real son simplemente facetas diferentes de una misma actividad; no puede ejercer una sin la otra. Estas facetas son: cumplir con los principios y con los métodos o técnicas de la supervisión. (Orta, 2005).

Según el (**“Manual mexicano de supervisión de obras”, 2000**) las funciones del supervisor se establecen de la siguiente forma:

➤ PREVIAS AL INICIO DE LAS OBRAS.

- Revisar los siguientes documentos:
- De la tierra.
- De los trámites oficiales.
- De los anexos técnicos.
- Hacer directorio de la obra.
- Recabar documentos generales de consulta y control.

➤ AL INICIO DE LAS OBRAS.

- Revisión general del proyecto y especificaciones.
- Revisión de presupuestos.
- Revisión de contratos y conocimientos técnicos responsables por parte de los contratistas.
- Revisión de trámites oficiales.
- Reunión de contratistas para el inicio de la obra.
- Adjudicación de frentes para cada contratista.
- Revisión de programas de obra.

➤ DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:

- Funciones generales:
- Control de calidad.
- Control de tiempo.
- Control de costo.

➤ PREVIAS AL TÉRMINO DE LAS OBRAS:

- Elaborar el finiquito de la obra faltante.
- Recopilar los anexos técnicos.
- Establecer los programas para revisión y recepción de viviendas.

➤ AL TÉRMINO DE LAS OBRAS:

- Recepción de viviendas, urbanización, infraestructura, obras exteriores y equipamiento urbano.

Según **(Rodríguez, 2004)** las funciones del supervisor son:

- Representar a la institución y cuidar sus intereses en todo lo relacionado con la obra.
- Dirigir, vigilar y controlar el desarrollo de la obra en todas sus etapas, así como cuidar sus aspectos de calidad, costo y tiempo, en estricto apego al proyecto aprobado y contratado.
- Aprobar a la contratista, los aspectos técnicos y administrativos que aplique en la obra, de acuerdo como los lineamientos y especificaciones de la Institución.
- Informar y exigir a la contratista todo lo que se requiera para la buena ejecución de la obra.

La gran mayoría de los países del mundo cuentan con un organismo que se subordina directamente al gobierno central, con el objetivo de efectuar la supervisión en el sector de la construcción.

En el Ecuador, la Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado en su Artículo 23 establece la auditoría de las obras públicas o de ingeniería y expresa que: “Evaluará la administración de las obras en construcción, la gestión de los contratistas, el manejo de la contratación pública, la eficacia de los sistemas de mantenimiento, el cumplimiento de las cláusulas contractuales y los resultados físicos que se obtengan en el programa o proyecto específico sometido a examen”.

En Panamá el “Manual de Organización y Funciones del Ministerio de Gobierno, (2012)”, cuenta con un departamento de Dirección de Arquitectura e Ingeniería que responde directamente al Ministerio de Gobierno encargado de la supervisión de las obras, con el fin de dar seguimiento a las políticas y reglamentaciones de esta materia y controlar el accionar de los ministerios que construyen.

En Paraguay como parte de la Contraloría General de la República se encuentra La Dirección General de Obras Públicas, la cual es la unidad organizacional encargada de realizar el control de la ejecución de Obras Públicas emprendidas por los Organismos y Entidades del Estado. (Tomado de <http://www.contraloria.gov.py>).

En México, Trinidad Lanz Cárdenas en su libro: “La Contraloría y el Control Interno en México” plantea que en dicho país dentro de la contraloría general del gobierno existe “La Mesa Técnica de Ingenieros”, que es la encargada de la inspección o supervisión de obras y otras construcciones.

La Contraloría General de la República de Cuba surge el 1 de agosto de 2009 al aprobarse por la Asamblea Nacional del Poder Popular mediante la Ley No. 107 como resultado de un proceso de fortalecimiento de la Entidad Fiscalizadora Superior. Su misión es auxiliar a la Asamblea Nacional del Poder Popular y al Consejo de Estado, en la ejecución de la más alta fiscalización sobre los órganos del Estado y del Gobierno; en razón a ello propone la política integral del Estado en materia de preservación de las

finanzas públicas y el control económico–administrativo, una vez aprobada, dirigir, ejecutar y comprobar su cumplimiento, así como, dirigir metodológicamente y supervisar el sistema nacional de auditoría; ejecutar las acciones que considere necesarias con el fin de velar por la correcta y transparente administración del patrimonio público; prevenir y luchar contra la corrupción. (Tomado de <http://www.contraloria.cu>), sin embargo, no existe una organización que se encargue específicamente de supervisar la calidad de los trabajos de construcción desde la base hasta la nación, de manera paralela al necesario control que deben ejercer los ministerios u organismos constructores, así como de verificar si los presupuestos aprobados para la ejecución de las construcciones se cumplen dentro de un margen lógico, evitando los sobre-cobros que se manifiestan en la actualidad usualmente.

Como se puede apreciar, la estructura de auditoría y control existente en los países analizados, cuentan con un organismo que se subordina directamente al gobierno central para llevar a cabo la supervisión de la construcción de las obras, garantizando el cumplimiento de la calidad necesaria en las mismas, lo cual no sucede en Cuba.

1.4 Conclusiones parciales del Capítulo 1

1. La mayoría de los países del Mundo cuentan con manuales o guías para la supervisión de la calidad de los trabajos de construcción (Jiménez, 2010), (Bañón y Beviá, 2005) y otros antes reseñados, o manuales de conservación de carreteras (*Handbook on Asphalt Pavement Maintenance*, 2000), generalmente en formato de libros. En Cuba existe el Manual del Asfaltero (Amoedo, 2009) que emplea tablas, esquemas, fotos, etc. que facilitan su comprensión, pero dedicado exclusivamente a los trabajos de asfaltado, no aborda los de explanaciones, puentes y alcantarillas, por lo que no existe un manual que permita supervisar integralmente y evaluar la calidad de los trabajos, tanto de construcción como de conservación de las carreteras pavimentadas. Únicamente las tres versiones de manuales de supervisión propuestas por (Rodríguez, 2013), (Marín, 2015) y (Lastre, 2016), tratan de cumplir tales propósitos, pero incluso la tercera variante aún debe ser perfeccionada y ampliada, lo cual se pretende realizar en esta cuarta versión.
2. Se realizó una amplia búsqueda de bibliografía relacionada con el tema de la supervisión de la calidad en las carreteras, consultándose 58 documentos en total. Dentro de este grupo se encuentran 25 documentos normalizativos: 14 normas cubanas, 10 regulaciones de la construcción y una norma ramal (NRM), el resto (33 documentos) se corresponden con libros, trabajos de diploma, artículos, manuales de supervisión y otros documentos, reflejándose un buen nivel de actualización, ya que de

los 33 documentos consultados, la mayor parte (91%) son posteriores al año 2000 y casi la mitad son posteriores al año 2010, mostrando de forma general los siguientes porcentajes:

- El 9% (3 documentos) se encuentran entre los años 1990 y 2000.
 - El 48% (16 documentos) se encuentran entre los años 2001 y 2010.
 - El 43% (14 documentos) se encuentran entre los años 2011 y 2017.
3. Es de vital importancia la correcta ejecución de los procedimientos de construcción establecidos en las normas técnicas y regulaciones vigentes, así como la adecuada supervisión de los mismos, ya que de ello depende la buena calidad en los trabajos.
 4. El perfil del supervisor no debe limitarse únicamente a la competencia técnica, sino que debe ser complementado con valores y actitudes positivas que deben manifestarse en el desempeño de sus labores, además debe dominar las técnicas de la comunicación como un medio efectivo de lograr la dirección y el control del proyecto.
 5. La supervisión en los trabajos de ejecución y conservación de las carreteras cubanas, está dada por un conjunto de actividades de inspección, control y vigilancia que debían ser realizadas por personas capacitadas para ello (supervisores) que debían pertenecer al Ministerio de Auditoría y Control, con el propósito fundamental de verificar el cumplimiento de los objetivos trazados en el proyecto ejecutivo de las obras, de verificar el cumplimiento de las normas y regulaciones vigentes, de gestionar o administrar adecuadamente el presupuesto oficial inicialmente aprobado, así como de garantizar la calidad y la eficacia del proceso inversionista que se desarrolla en el país.

Capítulo 2: Propuesta de la cuarta versión del “Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas”

2.1 Introducción

En este segundo capítulo se presenta la cuarta versión ampliada y perfeccionada del manual para la supervisión y evaluación de la calidad de los trabajos de construcción y de conservación de las carreteras pavimentadas cubanas. Inicialmente es conveniente precisar que un Proyecto de Carretera para que se considere de excelencia, debe cumplir con los cinco aspectos esenciales siguientes:

- 1- Que no ocurran accidentes tecnológicos y operacionales graves que provoquen pérdidas y daños a la salud humana y a la economía.
- 2- Que sea amigable con el medio ambiente, que sea sustentable.
- 3- Que se concluya en el plazo de tiempo convenido y preferiblemente antes.
- 4- Que su precio final no exceda el 10% del monto total establecido en el presupuesto oficial inicialmente fijado, salvo razones muy justificadas.
- 5- Que se alcancen los niveles de calidad previstos en el proyecto ejecutivo y acorde con las normas técnicas vigentes, para garantizar el máximo de su vida útil.

2.2 Metodología empleada para la confección de esta cuarta versión del manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas

1. Análisis de las anteriores versiones del manual y de otros manuales, libros y documentos existentes.
2. Revisión de las tablas de supervisión y evaluación de la calidad y para la supervisión financiera, propuestas en la tercera versión, con vista a su perfeccionamiento y ampliación.
3. Proposición de listas de control (*Check List*) y puntos de control perfeccionadas y ampliadas para asegurar la supervisión y evaluación de la calidad de la construcción y la conservación de las explanaciones, los pavimentos y las obras de fábrica mayores y menores componentes de las carreteras, así como el ajuste al monto presupuestario total oficialmente aprobado.

Para definir las Listas de Control (*Check List*) se partió de la tercera versión del manual, confeccionada por el estudiante del quinto año de Ingeniería Civil Javier Lastre Pérez en su trabajo de diploma defendido en junio del 2016, seguidamente se comprobó si esas listas se corresponden con las especificaciones constructivas establecidas en las NC, NRMC y RC vigentes, haciéndole algunos ajustes (precisiones, ampliaciones, modificaciones, etc.); cuando determinados aspectos o actividades no están normalizadas, se emplearon entonces las buenas prácticas existentes en libros y manuales, tanto cubanos como extranjeros y las propuestas y consideraciones del tutor.

Definidas las Listas de Control y también los Puntos de Control, se procedió a completar las seis Tablas de Supervisión para las diferentes etapas de construcción y conservación de las carreteras y una séptima para la presupuestación, que se muestran posteriormente, las que en sus primeras cuatro columnas, muestran las mencionadas listas y puntos de control, en la quinta columna las especificaciones a cumplir para realizar con calidad la actividad o aspecto supervisado, acorde con los documentos normalizativos vigentes disponibles o en su defecto mediante la elección de las buenas prácticas de un libro o manual cubano o extranjero disponible, referenciados en la sexta y última columna de las tablas.

Una vez realizado el perfeccionamiento y la ampliación, se procedió a completar las Tablas de Evaluación correspondientes, estableciendo los criterios para otorgar la calificación de la calidad de los trabajos en cinco categorías: Excelente (E), Bien (B), Regular o Aceptable (R), Mal (M) y No Evaluado (NE), emitiéndose las observaciones y recomendaciones necesarias que el supervisor debe reflejar en la última columna a la derecha. Para ello se tendrán en cuenta los criterios de calificación de la calidad que se explican seguidamente, atendiendo a la puntuación obtenida durante la supervisión.

2.3 Criterios de calificación de la calidad

Se calificará de **Excelente (5)**, cuando los trabajos han sido ejecutados en correspondencia con el proyecto ejecutivo y con las normas técnicas vigentes, con señalamientos no significativos en actividades no esenciales, siempre que cumplan con las tolerancias previamente acordadas y que las certificaciones realizadas respecto a los valores producidos no excedan del 10% del monto inicialmente establecido en el presupuesto oficial de la obra fijado inicialmente.

Se calificará de **Bien (4)**, cuando los trabajos han sido ejecutados en correspondencia con el proyecto ejecutivo, cumpla con los documentos normalizativos vigentes; pero se detecten incumplimientos no significativos de las especificaciones y las tolerancias de

calidad establecidas, así como que los valores de producción reportados no sobrepasen el 15% del monto presupuestario inicial.

Se entenderá por **Regular (3)**, cuando los trabajos han sido ejecutados con incumplimientos significativos (irregularidades, deficiencias o insuficiencias), pero sin que se afecten aspectos esenciales especificados en el proyecto ejecutivo y en las normas técnicas vigentes, cuya calidad pueda considerarse aceptable, así como que los valores de producción reportados o certificados no excedan el 20% del monto presupuestario inicial.

La calificación de **Mal (2)**, será aplicada en aquellos casos en que las violaciones e incumplimientos de la calidad sean significativos, llegando a declararse inaceptable la calidad especificada en el proyecto ejecutivo y en las normas técnicas vigentes de las principales labores, que puedan incidir negativamente en la resistencia y durabilidad de las actividades, etapas u objetos de obra, así como que se supere excesivamente (más del 20%) el monto presupuestario fijado inicialmente en el presupuesto oficial.

Cada una de las actividades definidas en las Listas de Control (*Check List*) recibirá una evaluación y seguidamente a cada una de las etapas y objetos de obra, se le calculará una calificación promedio pesada o ponderada, empleando la expresión siguiente.

$$Cps = \frac{5(P_5) + 4(P_4) + 3(P_3) + 2(P_2)}{P_5 + P_4 + P_3 + P_2}$$

Donde:

Cps: Calidad promedio pesado de la etapa u objeto de obra supervisada.

P₅, P₄, P₃, P₂: Cantidad de actividades con calificaciones o notas de 5, 4, 3, 2.

A partir del resultado obtenido de la calidad promedio de la etapa u objeto de obra supervisada se procede a otorgar la calificación final por medio de la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Calificación final de las etapas de construcción de las carreteras.

Cps (puntos)	Calificación
De 4.51 a 5.00	Excelente
De 3.51 a 4.50	Bien
De 3.00 a 3.50	Regular o Aceptable
Menos de 3,00	Mal o Inaceptable

Una vez concluidos los trabajos de mejoramiento y ampliación en las tablas de supervisión y evaluación, se procede a cuantificar, en cierta medida, los aportes realizados por esta investigación, al manual precedente.

2.4 Clasificación de los aportes realizados al manual precedente

Los aportes realizados se clasifican en tres grupos (Incorporación, Ampliación y Perfeccionamiento).

Se entenderá por **Incorporación**, cuando se haya incrementado información de forma total desde los aspectos a supervisar hasta las especificaciones a cumplir, en las actividades a supervisar.

Se entenderá por **Ampliación**, cuando se haya incrementado información de forma parcial desde la actividad a supervisar hasta las especificaciones a cumplir, en las actividades a supervisar.

Se entenderá por **Perfeccionamiento**, cuando se hayan realizado modificaciones en la información contenida, desde la actividad a supervisar hasta las especificaciones a cumplir, así como la corrección de la redacción y la ortografía.

2.5 Propuesta de las Tablas de Supervisión y Evaluación de la Calidad de la Construcción y Conservación de las Carreteras Pavimentadas cubanas

La propuesta perfeccionada del Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas se encuentra plasmada en el Anexo 1 de este trabajo de diploma, debido a su gran extensión. El contenido que aparece en color rojo en dicho anexo, representa la información agregada al manual precedente a esta cuarta versión.

2.5 Conclusiones parciales del capítulo 2

1. En el perfeccionamiento realizado en esta cuarta versión del manual de supervisión de carreteras se ampliaron y precisaron las listas de control (*check list*) y los puntos de control o aspectos a controlar, considerando las normas técnicas vigentes, otros manuales, libros y documentos nacionales e internacionales, en donde se aprecian buenas prácticas, lo cual garantiza que se pueda controlar o supervisar mejor la calidad de la construcción de las explanaciones, los pavimentos y las obras de fábrica de las carreteras pavimentadas en Cuba, así como poder evaluar la calidad de dichas labores con la requerida uniformidad. Todo lo antes expuesto permite asegurar que se logró realizar una versión más acabada del manual de supervisión, que será de gran utilidad para los inversionistas y los constructores de estas vías terrestres.

2. En este trabajo de diploma, se logró un mejoramiento considerable en las tablas de supervisión y evaluación del manual presentado en la tercera versión por Lastre en 2016, mediante el aporte (incorporación, ampliación y perfeccionamiento) de al menos un 59%, lo cual se puede apreciar en la siguiente tabla 2.2:

Tabla 2.2 Porcentajes de los aportes y no modificaciones de las actividades a supervisar en cada etapa de construcción y conservación de carreteras.

Etapas de ejecución y conservación de las carreteras.	Aportes (%)				
	Incorporación	Ampliación	Perfeccionamiento	Aportes	Sin modificar
Explanaciones.	0%	33%	29%	54%	38%
Construcción de los Pavimentos Flexibles.	13%	6%	44%	62%	38%
Construcción de los Pavimentos Rígidos.	0%	7%	43%	50%	50%
Construcción de las Obras de Fábrica.	53%	7%	13%	73%	27%
Conservación de las Carreteras.	0%	0%	60%	40%	60%
Conservación Manual de los Caminos de Montaña.	0%	0%	40%	60%	40%
Gestión del presupuesto.	0%	0%	80%	80%	20%
Total	12%	21%	24%	59%	41%

3. Se definieron y precisaron mejor los criterios de calificación de la calidad de los trabajos, para asegurar la evaluación uniforme de las actividades a supervisar definidas en las listas de control.
4. Se propuso una expresión para calcular la calidad promedio pesada o ponderada de la etapa u objeto de obra de la carretera, otorgando con este valor la calificación final a las mismas, lo que permite una evaluación más uniforme de los trabajos de construcción y de conservación de las carreteras pavimentadas cubanas.

Capítulo 3: Validación de la propuesta del “Manual de supervisión y evaluación de la calidad de la construcción y la conservación de las carreteras pavimentadas cubanas”

3.1 Introducción

En este tercer capítulo se pretende validar la propuesta de esta cuarta versión del Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas, considerando las condiciones y equipamientos disponibles en el país, las normas técnicas vigentes en Cuba (NC y NRM C) y las regulaciones constructivas (RC) aún vigentes y en su defecto, considerando las buenas prácticas nacionales e internacionales. Para ello se empleará la Técnica del Criterio de Expertos, utilizando el método iterativo Delphi, todo lo cual se expone seguidamente.

3.2 Validación por Criterio de Expertos, mediante la aplicación del Método Delphi

Para la validación del manual que se propone, se empleó la técnica mencionada con anterioridad, la cual considera aspectos cuantitativos y cualitativos dada las características predominantemente cualitativas del asunto tratado y objeto de validación, técnica que tiene en cuenta los criterios de un grupo de reconocidos profesionales que poseen vastos conocimientos y experiencia sobre la materia (denominados expertos), los que deben tener como mínimo 10 años de experiencia en los trabajos de proyección, construcción, conservación, como inversionista, en investigaciones aplicadas y/o en la docencia universitaria, la que considera el grado de experticia, los atributos de los expertos evaluadores y los criterios o valoraciones que los mismos emiten al responder una encuesta, la que luego de un proceso iterativo (algoritmo Delphi), cuando se alcancen valoraciones positivas, permita declarar validado el asunto abordado.

Se decidió que fuesen 10 los expertos, puesto que cada uno posee un peso porcentual relativo del 10 % al realizar el análisis estadístico, ya que:

- Si el número de expertos es de 5 se comete un error del 20%.
- Si el número de expertos es 10 se comete un error del 10%.
- Si el número de expertos es 15 se comete un error del 6,66 %.
- Si el número de expertos es 20 se comete el error del 5%.
- Si el número de expertos es 30 se comete un error del 3,33%.

Como se aprecia, la elección de 10 expertos garantiza una magnitud de error aceptable y una cantidad de personas razonable a entrevistar y a procesar estadísticamente.

Al aplicar el Método Delphi se realizará el siguiente procedimiento iterativo antes mencionado, cumpliendo con varias fases (preliminar, exploratoria y final), tal como se enumera seguidamente:

1. Definición de los objetivos a lograr en la validación.
2. Adecuada selección de los expertos (en cantidad, calidad y heterogeneidad).
3. Elaboración correcta del cuestionario o encuesta a aplicar.
4. Aplicación de la encuesta a los expertos y valoración estadística de sus resultados.
5. Retroalimentación (*feed back*) para el reajuste y/o modificaciones del manual en caso necesario.
6. Conclusiones o fase final (validación de la propuesta).

La secuencia de aplicación de este método puede apreciarse en el siguiente algoritmo:

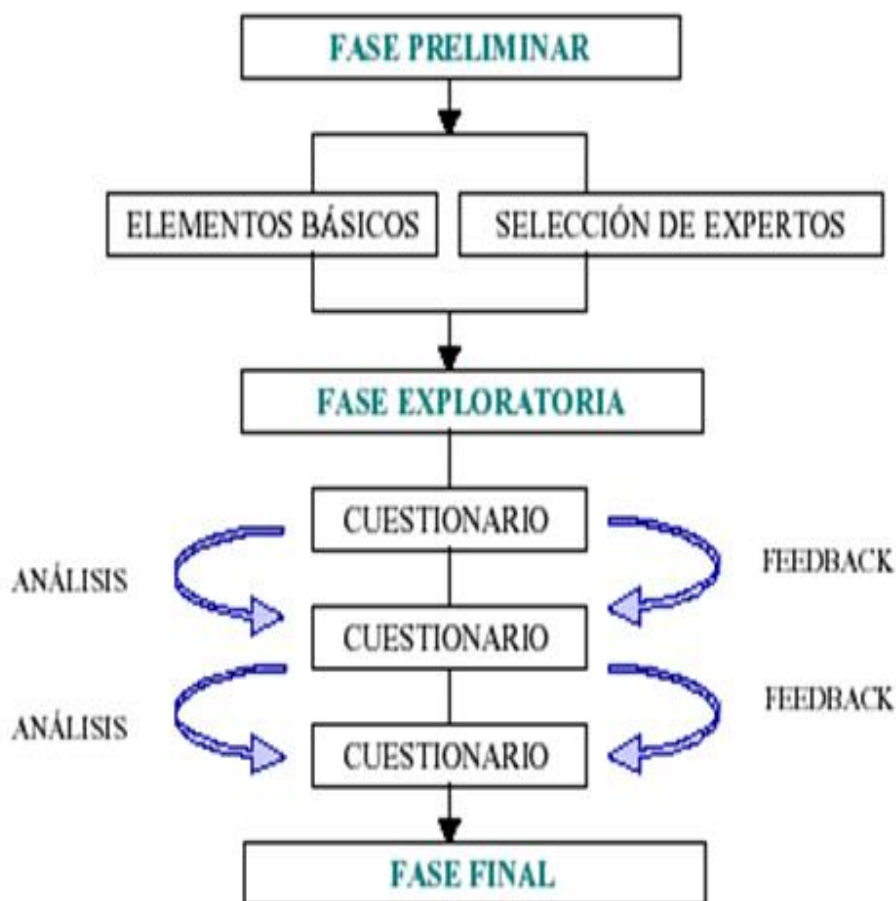


Figura 3.1: Algoritmo para la aplicación del método Delphi

- El objetivo final a lograr con el empleo de este algoritmo es la validación del Manual de supervisión y evaluación de la calidad de los trabajos de construcción y de conservación de las carreteras pavimentadas cubanas, para contribuir a la elevación de la calidad de

dichos trabajos, ante la situación deficiente que presenta la misma en la actualidad, tal como se ha detallado con anterioridad, considerando las condiciones cubanas y los documentos normalizativos vigentes y en su defecto adoptando las buenas prácticas nacionales e internacionales, facilitando así la labor de supervisión a los organismos encargados de estas actividades en el país, contribuyendo a realizar de una manera más efectiva la supervisión o control técnico y financiero de los trabajos de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas (tanto rurales como urbanas), incidiendo en la solución de uno de los problemas más graves existentes en estas vías de comunicación terrestres, fundamentales para el mejoramiento de la infraestructura vial de la nación.

- La encuesta a aplicar posee una parte inicial de datos generales y 4 interrogantes a responder, es suficientemente clara y concreta, lo cual propicia que los expertos expresen sus criterios y experiencias que permitan el perfeccionamiento y finalmente la validación del mencionado manual. La encuesta tiene el siguiente formato:

ENCUESTA

En la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) se está desarrollando el trabajo de diploma: “Supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas” del Diplomante: Javier Dita Piedrahita del 5^{to} año de la carrera de Ingeniería Civil, bajo la tutoría del Dr. Ing. Civil, Pedro Andrés Orta Amaro, Para el desarrollo de esta investigación se hace necesario aplicar la siguiente encuesta, en la que se espera contar con su cabal colaboración, para garantizar el éxito de la investigación y en especial de su validación.

Datos personales del encuestado:

- Nombre y apellidos: _____
- Profesión: _____
- Años de graduado/a _____
- Grado científico y/o categoría docente _____
- OACE o empresa donde labora _____
- Cargo que desempeña _____
- Perfiles laborales que ha desempeñado y años de experiencia en los mismos.
__Proyectista __ Constructor __ Inversionista __ Investigador __ Docente Universitario
__ Conservación de las carreteras
- Experiencia Internacional: _____
- Distinciones, premios y/o reconocimientos recibidos: _____

PREGUNTAS:

1. ¿Cómo valora usted la calidad de la construcción y conservación de las carreteras actualmente en Cuba?

____ Excelente ____ Bien ____ Regular ____ Mal

Enumere al menos 3 razones que fundamenten su valoración.

2. ¿Cómo pudiera contribuir un Manual de Supervisión que se propone y que se ajusta a las normas técnicas vigentes en Cuba, al perfeccionamiento del proceso del control o supervisión de la calidad de las carreteras pavimentadas?

__ Significativamente __ Aceptablemente __ Pobremente __ No influiría.

Argumente su decisión.

3. ¿Puede considerarse el Manual de Supervisión propuesto, presentado de manera tabular, una herramienta que facilite y uniformice la labor de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas, a los constructores, supervisores, intendentes, inspectores técnicos e inversionistas a pie de obra?

____ Sí. ____ No. ¿Por qué?

4. Pudiese usted emitir algunas sugerencias con la finalidad de perfeccionar o completar el Manual de Supervisión propuesto.

Caracterización de los Expertos Encuestados.

La Tabla 3.1 que se muestra a continuación, presenta las características de los expertos que fueron encuestados para la validación de esta cuarta versión del Manual de Supervisión:

Tabla 3.1 Caracterización de los expertos encuestados.

CLAVE: **P:** proyectista; **C:** constructor y/o conservador; **D:** docencia universitaria; **IA:** investigaciones aplicadas; **Inv.:** inversionista

No	Nombres y apellidos de los expertos	Profesión	Años de graduado	Años experiencia como:					Distinciones, premios y/o reconocimientos recibidos	OACE o empresa donde labora actualmente	Experiencia Internacional
				P	C	D	IA	Inv.			
1	René A. García Depestre	Ing. Civil, Doctor en Ciencias Técnicas	38	10	10	23	-	8	- Orden “Armando Mestre”, 1992 - Profesional de Alto Nivel de la UNAICC	Profesor Auxiliar de la Facultad de Construcciones de la UCLV	Mozambique (2 años) como profesor
2	Barbara Torres Jiménez	Ing. Geóloga, Máster en Ciencias	28	-	-	-	28	-	Reconocimientos en los Fórum de Ciencia y Técnica.	Investigadora de la UIC (ENIA) de Cienfuegos.	No Tiene
3	Lourdes M. Legorburo Machado	Ing. Civil, MSc en Ciencias	33	-	30	-	-	3	Vanguardia Nacional Reconocimiento en el XIII Fórum Nacional de Ciencia y Técnica	Intendente del Centro Provincial de Vialidad, MITRANS VC	Colombia (2006-2009) en la construcción de obras marítimas
4	Idalberto. A. Quintana Pichaco	Ing. Civil	24	-	22	-	-	2	No declara	CNA “5 de Diciembre”, de VC	2 años y medio en Angola, en la construcción

No	Nombres y apellidos de los expertos	Profesión	Años de graduado	Años experiencia como:					Distinciones, premios y/o reconocimientos recibidos	OACE o empresa donde labora actualmente	Experiencia Internacional
				P	C	D	IA	Inv.			
5	Samuel Amador Romero	Ing. Civil, MSc en Ciencias	21	5	3	4	1	8	- Premio relevante en Fóruns de C y T, años 2010 y 2015	Proyectista de la EMPROY VC MICONS	No tiene
6	Miguel M. Fernández Álvarez	Ing. Civil	41				35	6	No declara	Investigador de la ENIA, MICONS VC	Curso recibido en la antigua Checoslovaquia, Investigaciones aplicadas en Nicaragua y en San Vicente y Granadinas.
7	Guillermo Rodríguez Díaz	Ing. Civil MSc en Ciencias	24	-	-	-	-	24	No declara	Intendente del Centro Provincial de Vialidad, MITRANS VC	No Tiene
8	Ángel J. Castro Vidal	Ing. Civil	34	32	8	-	-	-	Fundador de la UNAICC y de la Sociedad de Ingeniería Civil.	EMPROY MICONS VC	Viet Nam, 4 años en la construcción carreteras

No	Nombres y apellidos de los expertos	Profesión	Años de graduado	Años experiencia como:					Distinciones, premios y/o reconocimientos recibidos	OACE o empresa donde labora actualmente	Experiencia Internacional
				P	C	D	IA	Inv.			
9	Ismael Roger Torres Pacheco	Ing. Civil, MSc en Ciencias	39	-	30	9	-	-	Medalla “Forjadores del Futuro”; Profesional Alto Nivel de la UNAICC	Sub Director Técnico ECOING 25, MICONS, VC	1 año
10	Rogelio Castellón Alberto	Ing. Civil, Máster en Ciencias	23	-	2	-	-	21	No declara	Intendente del Centro Provincial de Vialidad (CPV) MITRANS, VC	2 años en la Construcción del Aeropuerto de Cahamas en Angola.

3.3 Cálculo del coeficiente de experticia (Cexp)

Este coeficiente permite caracterizar de una manera cuanto-cualimétrica el grado de experiencia y dominio en las actividades de proyecto, construcción, conservación, inversión, docencia y/o investigación, relacionadas con las carreteras pavimentadas, de cada uno de los expertos participantes y de manera general, el cual se determina por la siguiente expresión:

$$C_{exp} = \frac{\sum_{i=1}^4 V_{pi}}{n}$$

Dónde: V_{pi} : número de variables o atributos especificados.

n: cantidad de variables a analizar, en este caso 4, las que se describen seguidamente:

Tabla 3.2. Atributos de los expertos y criterios evaluativos

Atributos y Criterios Evaluativos	EXCELENTE (1,00)	BIEN (0,80)	ACEPTABLE (0,70)	MAL (0,50)
1. Años de graduado.	> 20 años	15-20 años	10-14 años	< 10 años
2. Premios, distinciones y reconocimientos.	De carácter Nacional	De carácter Provincial	De carácter Municipal o empresarial	No posee.
3. Experiencia profesional en distintas labores de la construcción.	Experiencia profesional nacional e internacional en distintos campos de acción.	Experiencia profesional en obras y labores de importancia nacional.	Experiencia profesional en obras y labores de importancia provincial y municipal	Pobre experiencia profesional.
4. Utilidad del criterio del experto encuestado.	Criterio muy útil y de alto rigor técnico.	Criterio útil y satisfactorio técnicamente	Criterios técnicos aceptables.	Criterios formales, poco útiles.

Tabla 3.3. Evaluación de los atributos de los 10 expertos según los criterios evaluativos.

Nombre de los Expertos		Años de graduado				Premios, distinciones, reconocimientos				Experiencia profesional				Utilidad del criterio del experto			
		E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M
1	René A. García Depestre	X				X				X				X			
2	Barbara Torres Jiménez	X					X				X			X			
3	Lourdes M. Legorburo Machado	X				X				X				X			
4	Idalberto. A. Quintana Pichaco	X							X	X				X			
5	Samuel Amador Romero	X				X					X			X			
6	Miguel Fernández Álvarez	X							X	X				X			
7	Guillermo Rodríguez Díaz	X							X		X			X			
8	Ángel J. Castro Vidal	X				X				X				X			
9	Ismael Roger Torres Pacheco	X				X				X				X			
10	Rogelio Castellón Alberto	X							X	X				X			

Tabla 3.4. Cálculo del Coeficiente de Experticia (Cexp) de cada uno de los Expertos.

Nombre de los Expertos	Años de graduado	Premios, distinciones y reconocimientos	Experiencia profesional	Validez del criterio del experto	Coeficiente de experticia
1. René A. García Depestre	1,0	1,0	1,0	1,0	1,000
2. Barbara Torres Jiménez	1,0	0,8	0,8	1,0	0,900
3. Lourdes M. Legorburo Machado	1,0	1,0	1,0	1,0	1,000
4. Idalberto. A. Quintana Pichaco	1,0	0,5	1,0	1,0	0,875
5. Samuel Amador Romero	1,0	1,0	0,8	1,0	0,950
6. Miguel Fernández	1,0	0,5	1,0	1,0	0,875

Nombre de los Expertos	Años de graduado	Premios, distinciones y reconocimientos	Experiencia profesional	Validez del criterio del experto	Coefficiente de experticia
7. Guillermo Rodríguez Díaz	1,0	0,8	0,8	1,0	0,900
8. Ángel J. Castro Vidal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,000
9. Ismael Roger Torres Pacheco	1,0	1,0	1,0	1,0	1,000
10. Rogelio Castellón Alberto	1,0	0,5	1,0	1,0	0,875
Cexp. promedio:					0,938

Los criterios evaluativos del Coeficiente de Experticia (Cexp) son los siguientes:

-**Alta Experticia**, si el Cexp oscila entre: 0,91 – 1,00

-**Buena Experticia**, si el Cexp varía entre: 0,81 - 0,90

-**Aceptable Experticia**, si Cexp se encuentra entre: 0,71 - 0,80

-**Pobre Experticia**, si el Cexp es $\leq 0,70$

Dada la magnitud promedio obtenida del Cexp (**0.938**), los expertos encuestados poseen **ALTA EXPERTICIA**.

Como se aprecia, los expertos seleccionados tienen una experiencia profesional muy superior a la mínima exigida que es de 10 años (el que menos posee 21 años de experiencia profesional, 4 están por encima de 30 años y 1 rebasa los 40); los mismos poseen distintos perfiles de trabajo: 2 son proyectistas, 2 laboran en la empresa de investigaciones aplicadas ENIA del MICONS de VC y Cienfuegos); 7 poseen experiencia constructiva o en labores de conservación de las carreteras, lo anterior garantiza la necesaria diversidad de enfoques para garantizar una validación objetiva con elevada confiabilidad de esta cuarta versión del manual.

3.4 Análisis de las respuestas de los expertos a la encuesta realizada

Las encuestas aplicadas a cada uno de los expertos que contribuyeron en la validación del manual propuesto se encuentran en el Anexo 3.

A continuación se procede a analizar las respuestas dadas por los expertos a las preguntas realizadas en la encuesta.

Pregunta 1:

¿Cómo valora usted la calidad de la construcción y conservación de las carreteras actualmente en Cuba?

___ Excelente ___ Bien ___ Regular ___ Mal

Enumere al menos 3 razones que fundamenten su valoración.

En el análisis de esta interrogante se determinó que el 70 % de los encuestados coinciden en que la calidad de la construcción y conservación de las carreteras en Cuba es regular y el 30 % restante coinciden en es mala, expresándose seguidamente el fundamento de estas respuestas:

- Insuficiente calidad de los materiales empleados en la pavimentación.
- Escasa mano de obra especializada
- Pobre exigencia del inversionista o quien financia la obra sobre la calidad
- Manifestaciones de indisciplina tecnológica.
- Falta de seguimiento y control a las obras por los constructores e inversionistas
- Se prioriza la producción en valores con respecto a la calidad
- Obsolescencia tecnológica de las Plantas de Asfalto.
- Equipos de construcción con regular estado técnico, afectado por el paso de los años.
- Falta de tecnología adecuada para acometer determinadas labores.
- Baja o pobre exigencia técnica.
- Incumplimiento de las especificaciones del proyecto ejecutivo.
- Incumplimientos de las normas técnicas vigentes (NC y NRMCM).
- Bajo estado técnico de las carreteras por falta o pobres acciones de mantenimiento.
- Falta de exigencia de directivos y técnicos por parte de las entidades que se ocupen de la construcción y la conservación.
- Descapitalización de las empresas constructoras, tanto de los equipos como de los laboratorios.
- Falta de calificación y habilidades por parte de los operarios, tanto en las labores de asfalto como en las de movimiento de tierra.
- Insuficiente presupuesto dedicado a la pavimentación de las carreteras y calles.

Pregunta 2:

¿Cómo pudiera contribuir un Manual de Supervisión que se ajuste a las normas técnicas vigentes en Cuba, al perfeccionamiento del proceso del control o supervisión de la calidad de las carreteras pavimentadas?

___ Significativamente ___ Aceptablemente ___ Pobremente ___ No influiría

Argumente su decisión.

En el análisis de esta interrogante se pudo determinar que el 50 % de los encuestados considera que un Manual que se ajuste a las normas técnicas vigentes en Cuba pudiera contribuir **Significativamente** al perfeccionamiento del proceso de control o supervisión de la calidad de las carreteras cubanas, el 40 % considera que pudiera contribuir **Aceptablemente** y el 10 % restante (un experto) considera que pudiera contribuir **Pobrememente**, expresándose seguidamente los beneficios que traería un manual con estas características:

- Es una guía para asegurar en cada etapa constructiva la necesaria calidad.
- De existir este manual se resolvería un gran por ciento de los errores que se cometen en la construcción y conservación de las carreteras.
- Con el empleo de un manual con estas características, se tendrá una valoración o evaluación real y uniforme de la calidad de los trabajos en las vías inspeccionadas.
- El manual tendría gran importancia por unificar todos los procedimientos de ejecución de obras, lo que contribuirá al perfeccionamiento del sistema de gestión y control de ejecución de obras viales, en particular de las carreteras.
- Este manual por sí solo no garantiza la calidad en las obras viales, pues como se conoce la calidad de una obra, depende en gran medida a la calidad de los materiales, la mano de obra y los equipos que se utilicen en su ejecución y la disciplina tecnológica que se aplique.
- Sería necesario que todo el que participe en las obras posea este manual de supervisión, ya que en muchos lugares se trabaja de forma empírica, sin cumplir con las normas técnicas.
- Se simplifica de forma significativa el trabajo del evaluador o supervisor, lográndose mayor productividad, uniformidad, rapidez y calidad.
- Es una guía donde aparecen los parámetros o puntos de control, lo ideal sería que fuera de obligatorio cumplimiento.

Pregunta 3:

¿Puede considerarse el Manual propuesto de manera tabular, una herramienta que facilite y uniformice la labor de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas, a los supervisores o inspectores técnicos e inversionistas a pie de obra?

____ Sí. ____ No. ¿Por qué?

El **100%** de los expertos considera que el Manual de Supervisión propuesto de manera tabular, constituye una herramienta que facilita y uniformiza la labor de supervisión y

evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras cubanas, a los supervisores o inspectores técnicos e inversionistas a pie de obra. En esta interrogante los expertos emitieron las siguientes consideraciones:

- El manual facilita y uniformiza el proceso de supervisión y control de la calidad.
- Actualmente se hacen engorrosos los procedimientos de control de calidad y cada empresa tiene su propio diseño.
- Los criterios de evaluación que se proponen en el manual de supervisión deben ser adoptados por todos los especialistas, lo cual garantizaría la necesaria uniformidad en las calificaciones.
- El manual puede constituir una herramienta para uniformizar la labor de supervisión, ya que en el proceso: inversión-construcción, existen diferentes entidades de distintos ministerios con diversidad de criterios, a pesar de que todo está normado.
- En esta cuarta versión del manual de supervisión los criterios están mejor recogidos y especificados en las tablas de evaluación y calificación, por lo que las decisiones que se adopten pueden ser más uniformes.
- Es positivo por el alcance que tiene y además obliga que en la ejecución se verifiquen los parámetros establecidos en cada punto de control, que su vez están acorde con las normas técnicas vigentes.

Pregunta 4:

Los expertos encuestados emitieron las siguientes sugerencias y recomendaciones:

- Crear la figura del supervisor de obra de inmediato.
- Evaluar la posibilidad de la utilización de material o suelo gravo arenoso (clasificación según la HRB como un A-2) por las condiciones reales de los suelos cubanos en la construcción del cimiento del terraplén.
- Adaptar la utilización de las mantas de geotextil de refuerzo a las condiciones reales de la economía cubana.
- Debe incluirse al final una plantilla de informe con propuesta de modelos con los resultados de la inspección, la cual será entregada a la entidad revisada y a la que solicitó el servicio. En esta plantilla se incluye el objetivo del trabajo, volúmenes o longitudes de los tramos revisados, su ubicación, conclusiones y recomendaciones.
- Además de las normas NC en el documento debe contemplarse un mayor número de regulaciones de la construcción RC, que son las que especifican como deben ejecutarse las actividades constructivas.
- El manual hasta el momento es el más completo que he podido revisar.
- Que se aplique el manual para poder cumplir los objetivos para los cuales está elaborado.

3.5 Conclusiones parciales del Capítulo III

- 1 Se ratifica que las principales causas que provocan la mala calidad de las carreteras pavimentadas en la actualidad, según los expertos encuestados, son: la mala calidad de los materiales de pavimentación empleados, la falta de obreros calificados en la ejecución de los trabajos, la falta de exigencia por parte de los directivos y técnicos en los trabajos de construcción, las violaciones e incumplimientos tanto del proyecto como de las NC y las RC establecidas, el deficiente estado técnico de las plantas de asfalto, maquinarias y equipos disponibles para ejecutar las diferentes etapas de dichas obras viales, frecuentes violaciones de la disciplina tecnológica, entre otras.
- 2 Se logra validar por los 10 expertos la cuarta versión de manual de supervisión de carreteras en la primera iteración, ya que los expertos encuestados que poseen alta experticia ($C_{exp.} = 0,938$) y diferentes perfiles, en su mayoría opinaron que el mismo está bien fundamentado y acorde a las especificaciones de las normas técnicas vigentes en Cuba para las carreteras, que el mismo permite controlar y evaluar la calidad de los trabajos de explanaciones, pavimentación y de las obras de fábrica mayores y menores, así como realizar la evaluación financiera o la gestión del presupuesto asignado para la construcción o la conservación de las mismas.
- 3 Se brindaron sugerencias válidas a tener presente para efectuar el perfeccionamiento del manual propuesto por parte de los 10 expertos encuestados, las que se tendrán presente para la versión definitiva de esta cuarta versión del manual de supervisión, sin necesidad de realizar una segunda interacción.

CONCLUSIONES

1. En la mayoría de los países del mundo, principalmente del área latinoamericana, existen libros, manuales o guías de supervisión, artículos y otros documentos relacionados con la supervisión y el control de la calidad de construcción o conservación de las carreteras pavimentadas, lo que demuestra el amplio conocimiento e importancia del tema a nivel mundial. La labor de supervisión descansa en una entidad independiente a los organismos constructores, que responde directamente a las altas esferas del gobierno y del estado.
2. Cuba dispone de suficientes documentos, normas técnicas y regulaciones de la construcción vigentes para lograr la calidad de los trabajos de construcción y conservación de las carreteras, pero no existe ningún manual de supervisión aplicado en obras que contemple las especificaciones a cumplir para la correcta construcción y conservación de las carreteras, solo existen las propuestas realizadas en los Trabajos de Diploma: (Rodríguez, 2013), (Marín, 2015) y (Lastre, 2016), en fase de perfeccionamiento y terminación, así como el Manual del Asfaltero, pero que evidentemente no aborda todos los elementos componentes de las carreteras.
3. En la mayoría de los países del mundo y de Latinoamérica en particular, el control de la calidad no se basa en el auto control de los organismos, ministerios y empresas constructoras, descansa en un aparato u organización independiente que responde a los intereses del gobierno, conformado por los denominados Supervisores, que son los encargados de gestionar o administrar el presupuesto y controlar la calidad de los diferentes trabajos, entidad que no existe en Cuba.
4. Disponer de un manual en forma tabular, como el que se propone en este trabajo de diploma, que de manera resumida facilite y uniformice el control o supervisión de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas, puede incidir apreciablemente en la elevación de la calidad constructiva de tales obras, la disminución de los costos injustificados y las pérdidas de tiempo que actualmente se evidencian, contribuyéndose a la elevación de la eficacia técnica y económica, tal como lo requiere el país en la actualidad.
5. Con el uso de la técnica del Criterio de Expertos se logró validar el Manual de supervisión y evaluación de la calidad de construcción y conservación de las carreteras pavimentadas cubanas de manera satisfactoria, en una primera iteración, ya que los 10 expertos encuestados emitieron criterios positivos y favorables en la encuesta realizada sobre el manual propuesto y expresaron la utilidad que pudiese tener el mismo si se aplicase en las obras viales del país.

RECOMENDACIONES

1. Gestionar la aplicación en obra y la distribución de este manual en las diferentes empresas constructoras de obras de ingeniería de la región central y del país en general.
2. Que el manual se actualice cada cierto período de tiempo, en función de los cambios que existan en la documentación normalizativa y de los avances tecnológicos que se introduzcan en el país.

BIBLIOGRAFÍA

- Amoedo, W.S. (2009). *Manual de pavimentación con hormigón asfáltico*. Manual del Asfaltero. MICONS, La Habana, Cuba.
- Bañón, L / Beviá, J.F. (2000). *Manual de Carreteras*. Madrid, España.
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto. Diseño, Construcción y Supervisión*. Lima, Perú.
- Berio, D. (2011). *Tecnologías de Reciclado de Pavimentos Flexibles de Carreteras*. Trabajo de Diploma, Tutor: Pedro A. Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba.
- Cepeda, J.Á/Leal, L/García, P. (2009). *Conservación y Explotación de Carreteras*. Madrid, España.
- Colectivo de autores. (2002). *La calidad en la Industria de la Construcción*. UP. Londres, Inglaterra.
- Crespo Borges, T. (2005). *Reflexiones sobre el empleo de los criterios de expertos en la investigación pedagógica*. ISP "Félix Varela", Santa Clara, Cuba.
- Especificaciones generales de construcción de carreteras*. (2004). Colombia.
- Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales*. (2001). Guatemala, SIECA.
- Fundora Ayuso, G. (2014). *Conservación de Carreteras*. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.
- García, R/ Delgado, D. (2010). *Conservación de Carreteras*. UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Guía de Supervisión de Obras Dirección General de Vivienda y Urbanismo DGVU*. (2014). Bolivia.
- Hernández, R/ Fernández, C. /Baptista, P. (2006). *Metodología de investigación*. Cuarta edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, México.
- <http://www.contraloria.gov.py>
- Ingenieros consultores, C.A. (2000). *Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*. I.Y.V. Ministerio de Comunicaciones, Guatemala.
- Jiménez, F. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010)*. Costa Rica.
- Johnson, A. (2000). *Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance*. Published by Minnesota Technology Transfer (T2) Center / Ltap Program Center for Transportation Studies University of Minnesota. EUA.
- Lastre, J. (2016). *Supervisión de la calidad de la construcción y conservación de las carreteras cubanas*. Trabajo de Diploma, Tutor Dr. Pedro A, Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba.
- Ley 109 "Código de Seguridad Vial" (2010) de la República de Cuba.

López, E. (2008). Manual para la Revisión de Costos y Presupuestos. MTI. Managua, Nicaragua.

Los pavimentos de concreto con cemento portland. (2015). México.

Manual de Carreteras. (2013). *Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción.* Ministerio de Comunicaciones y Transporte, Lima, Perú.

Manual de Diseño de Geotextiles. Segunda edición. (2003). Cia. AMANCO, Colombia.

Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. EG-CBT-2008. Volumen I y II. (2008). MTC. Lima, Perú.

Manual Introductorio de Supervisión y Construcción: Pavimentos rígidos. (2002). Aguascalientes, México.

Manual Práctico de Supervisión de Obras Horizontales. (2015). MTI, Nicaragua.

Marín, S. (2015). *Propuesta de Manual de Supervisión para la Construcción y la Conservación de las Carreteras.* Trabajo de Diploma, Tutor Dr. Pedro A. Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba.

NC 159:2002. Carreteras. Obras de Conservación Vial. Reparación Corriente a las Vías Pavimentadas.

NC 160:2002. Hormigón Asfáltico Caliente. Colocación en Obra.

NC 161:2002. Carreteras. Bases y Sub-bases de Caliza Blanda.

NC 256:2005. Carreteras. Preparación del Área de Trabajo. Código de Buenas Prácticas.

NC 259:2005. Pavimentos de Hormigón Hidráulico. Losas. Código de Buenas Prácticas.

NC 335:2004. Inspección y Conservación de Puentes. Código de Buenas Prácticas.

NC 374.2004. Componentes prefabricados de hormigón .Especificaciones.

NC 733:2009. Carreteras. Puentes y Alcantarillas. Requisitos de Diseños y métodos de Cálculo.

NC 830:2011. Código de Buenas Prácticas para el Diseño y Construcción de Tratamientos Asfálticos Superficiales.

NC 847:2011. Código de Buenas Prácticas para el Macadam Asfáltico por Penetración. Bacheo.

NC 856:2011. Carreteras. Protección de Taludes. Requisitos de Diseño.

NC XX: 2016. Explanaciones de Carreteras. Código de Buenas Prácticas.

NC XX: 2016. Hormigón Hidráulico. Losas de Pavimento. Sellado de Grietas.

NRMC 83:2007. Carreteras. Trabajos de Conservación Vial. Conservación y Reconstrucción. Clasificación.

- Orta Amaro, P.A. (2005). *Supervisión de Carreteras*. Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC), Managua, Nicaragua.
- Orta Amaro, P.A. (2013). *Tecnología de la Construcción de Explanaciones*. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba.
- Orta Amaro, P.A. (2014). *Tecnología de Pavimentación de Carreteras*. Editorial Samuel Feijoo, UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Orta Amaro, P.A. (2016). *El Peón Caminero*. UCLV. Santa Clara, Cuba.
- Ortiz, E. (2012). *Evaluación del empleo de la tecnología de reciclado de pavimentos en frío disponible en Cuba, en las carreteras de Villa Clara*. Trabajo de Diploma, Tutor Dr. Pedro A. Orta Amaro. UCLV. Santa Clara, Cuba.
- RC 3087:1981. Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de losas para apoyo de cimientos.
- RC 3088:1981. Estructuras. Puentes prefabricados. Montaje de vasos de cimientos.
- RC 3089:1981. Estructuras. Puentes prefabricados. Montaje de columnas.
- RC 3090:1981. Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de pórticos.
- RC 3093:1981. Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de vigas para puente de carretera.
- RC 3094:1981. Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de cabezales.
- RC 3095:1981. Estructuras. Puentes Prefabricados. Montaje de aproches.
- Rico, A/ Del Castillo, H. (2003). *La ingeniería de suelos en las Vías Terrestres*. Tomos 1 y 2. Editorial Limusa, México.
- Rodríguez, L.D. (2013). *Guía para la Supervisión Técnica y Financiera de las Carreteras*. UCLV. Santa Clara, Cuba.
- Solís, R. (2004). *La Supervisión de Obras*. México.

ANEXOS

Anexo 1: Propuesta de las Tablas de Supervisión y Evaluación de la Calidad de la Construcción y Conservación de las Carreteras Pavimentadas cubanas.

Anexo 2: Normas Cubanas (NC), Regulaciones de la construcción (RC) y Libros utilizados en la confección del Manual de Supervisión y Evaluación de la Calidad de Construcción y Conservación de las Carreteras Pavimentadas en Cuba.

Anexo 3: Encuestas aplicadas a los expertos que contribuyeron en la validación del Manual de Supervisión.