

**XII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ESTRUCTURAS Y  
GEOTÉCNIA 2019**

**Riesgos en la infraestructura de carreteras**

**Risks in the highway infrastructure**

**Dr. René A. García Depestre<sup>1</sup>, Ing. Luis A. Alonso Quesada<sup>2</sup>**

1-Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, renegd@uclv.edu.cu

2-Unión Constructora Militar, Cuba

**Resumen:**

En Cuba el análisis de los riesgos en la infraestructura de carreteras se realiza mediante análisis individual de los elementos de la seguridad vial. En el trabajo se analizan los riesgos utilizando como base el Marco internacional para la adaptación de la infraestructura de carreteras ante el cambio climático, desarrollado por la Asociación Mundial de la Carretera en el 2015, incorporando el estado de los elementos de la carretera y los parámetros de explotación, determinando los riesgos potenciales. A partir de los resultados se efectúa una propuesta de medidas para la mitigación de los problemas identificados.

**Abstract:**

*In Cuba the analysis of the risks in the infrastructure of highways is carried out by means of individual analysis of the elements of the safety road. In the work the risks are analyzed using like base international Marco for the adaptation of the infrastructure of highways in the face of the climatic change, developed by the World Association of the Highway in the 2015, incorporating the state of the elements of the highway and the parameters of exploitation, determining the potential risks. Starting from the results a proposal of measures is made for the mitigation of the identified problems.*

**Palabras claves:** Análisis; Riesgo; Infraestructura de carreteras; Seguridad vial

**Key words:** Analysis; Risk; Infrastructure highways; Safety road

# II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL “II CCI UCLV 2019”

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



## **1. Introducción**

Según la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC, por sus siglas en inglés) 2015, riesgo es un evento posible, resultado de una circunstancia particular, que tiene consecuencias indeseables; de aquí su influencia directa en la seguridad vial.

En Cuba los análisis de riesgos se realizan sin una visión integrada, dividiendo los relacionados a la infraestructura de carreteras en riesgos ambientales, del estado de la carretera y de los parámetros de explotación, ellos son los causantes del 5,9% del total de fallecidos en el país, con una cifra de accidentes registrados en el 2017 de 11 187 (aumento en 300 con respecto al 2016), con 750 fallecidos y 7 999 lesionados (Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI), 2016).

Las condiciones climáticas no favorables, el mal estado de las carreteras, indicadores ineficiente de los parámetros de explotación de las carreteras, unido a dificultades con la educación vial, falta de planeación, estudio de los factores de riesgo y de preparación para enfrentar los mismos, son algunos de los muchos factores que contribuyen a exhibir las cifras de accidentalidad comentadas con anterioridad.

Debido a ello, es de vital importancia un correcto análisis de los riesgos en la infraestructura de carreteras, ello sin dudas permitiría interactuar y poder corregirlos para así llegar a conformar un sistema seguro que guíe y oriente el establecimiento de un sistema para evitar accidentes y en caso de que se produzcan, garantizar que las fuerzas de impacto no sean suficientes para causar traumatismos graves o defunciones.

## **2. Metodología**

Uno de los procedimientos empleados en el continente americano con éxito relacionado con la gestión de riesgo es el Manual de Usuario: Orientaciones para emprender análisis de riesgo del Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN) y la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), (COSIPLAN/IIRSA, 2015), desarrollado con el fin de que sus miembros puedan incorporar el proceso de gestión de riesgo de desastres en la planificación y desarrollo de la infraestructura regional de integración.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

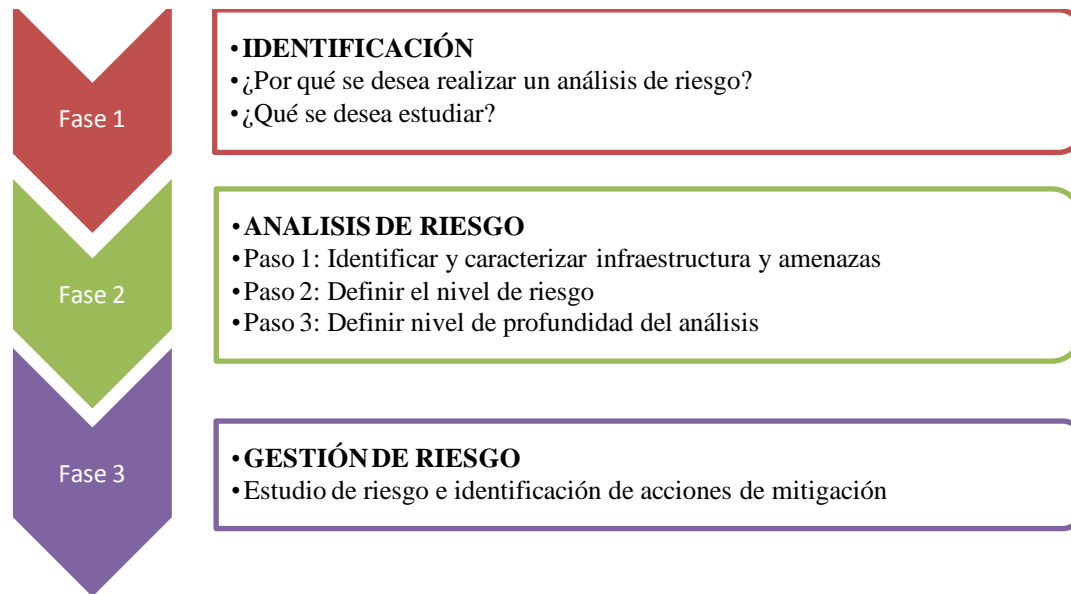
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Con vista a realizar el análisis de los riesgos en la infraestructura de carreteras adaptado a las condiciones cubanas se propone el siguiente procedimiento, que se divide en tres fases de trabajo, identificación, análisis de riesgo, y la gestión ver figura 1.

**Figura 1. Esquema de procedimiento para el análisis de riesgo en infraestructura de carreteras.**



Fuente: Elaboración propia, 2018.

### **Fase 1: Identificación**

Esta fase aborda la razón(es) de porqué se desea o requiere realizar un análisis de riesgo, lo cual llevará consigo definir qué es lo que se desea analizar.

De esto se desprende que, es básico y fundamental el alcance del análisis de riesgo, por lo tanto, se debe definir la infraestructura de carretera objeto del análisis de riesgo, o bien un territorio delimitado sobre el cual se centrará el estudio.

### **Fase 2: Análisis de riesgo**

A lo largo de los diferentes pasos que se plantean en las tres fases, la institución interesada deberá validar y tomar decisiones sobre los resultados preliminares.

**Paso 1: Identificar y caracterizar infraestructura y amenazas.** En este paso efectúa la identificación y caracterización de los componentes de la infraestructura de carreteras y de las amenazas, a partir de la información que se encuentre disponible, con

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



el fin de realizar una matriz de exposición a estas amenazas, para a partir de un análisis de sensibilidad del tramo de carretera analizado.

La tabla 1 se utiliza para identificar la exposición de los lugares específicos ante las variables climáticas presentes que afectan la infraestructura de carreteras.

**Tabla 1. Matriz de exposición**

	1*	2*	3*	4*	5*
Activos/ Ubicación/ Operación A					
Activos/ Ubicación/ Operación B					

**Fuente: PIARC, 2015**

1\* Temperatura máxima extrema; 2\* Precipitación general; 3\* Precipitaciones intensas; 4\* Subida del nivel del mar; 5\* Intensidad de huracanes.

La exposición se clasifica: Nula o insignificante; 1= Baja exposición; 2= Mediana exposición; 3= Alta exposición.

La sensibilidad se define como el grado en que un sistema se ve afectado, ya sea adversa o benéficamente, por estímulos relacionados con el clima (PIARC, 2015), puede ser evaluada usando la experiencia de eventos recientes e históricos, localización geográfica, condiciones y vida útil de diseño de la vía. La tabla 2 proporciona una escala para ayudar a asignar niveles de sensibilidad.

**Tabla 2. Escala de sensibilidad**

Nivel de sensibilidad	Descripción del nivel de sensibilidad para la infraestructura
3 Alta	Daño permanente o extensivo que requiere grandes reparaciones.
2 Media	Daños a la infraestructura generalizada y la interrupción del servicio que requiere reparaciones moderadas. Daños parciales en la infraestructura local.
1 Baja	Interrupción localizada del servicio en la infraestructura. No hay daño permanente. Requiere algún trabajo de restauración menor.
0 Insignificante	Sin interrupciones de servicios o daños en la infraestructura

**Fuente: PIARC, 2015**

A través de la combinación de las calificaciones de exposición y sensibilidad, es posible identificar si la carretera es vulnerable a las variables climáticas, y en qué medida. La tabla 3 puede ser utilizada para determinar el nivel general de vulnerabilidad de la infraestructura de carreteras.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Tabla 3. Matriz de vulnerabilidad

Exposición	Sensibilidad		
	Baja	Media	Alta
Alta	4 (Media)	5 (Alta)	6 (Extrema)
Media	3 (Baja)	4 (Media)	5 (Alta)
Baja	2 (Muy baja)	3 (Baja)	4 (Media)

Fuente: PIARC, 2015

**Caracterización de la infraestructura.** Una infraestructura está formada por diferentes componentes, los cuales deben ser identificados y caracterizados. Esta labor se hace más sencilla cuando se trata de una infraestructura puntual (puerto, aeropuerto, central hidroeléctrica, etc.), en cambio para infraestructura extensiva (carretera, sistema de transmisión eléctrica, redes de gas/oleoducto) se requiere de una mayor atención ya que las características de los componentes, así como de las amenazas varían a lo largo del territorio, por lo que se recomienda realizar los análisis de riesgo por tramos con similares características.

Algunas de las informaciones necesarias que se deben recopilar son:

- Memorias o criterios de diseño y/o construcción de la infraestructura
- Planos generales y detalle de las edificaciones, equipos, etc.
- Reportes y/o memorias de operación y funcionamiento de la infraestructura
- Informes de mantenimiento, siniestros y/o daños.

A partir de la revisión bibliográfica, la experiencia existente en Cuba se propone para la caracterización de la infraestructura la utilización de una metodología para evaluar el estado de los elementos y los parámetros de explotación (Rodríguez, 2011), que toma en consideración métodos utilizados en otras regiones, adecuados al entorno y condiciones del país, en ella se plantean los pasos siguientes:

1. Análisis de las características geométricas de los tramos y de operación
2. Evaluación de elementos mediante inspección visual (índice de calificación visual (ICV), paseos y cunetas, señalización vertical y horizontal, barreras de seguridad)
3. Evaluación de los parámetros de explotación (textura superficial, fricción, regularidad superficial)

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



4. Evaluación del índice de seguridad vial (ISV)

Es criterio de los autores la posibilidad de utilizar otras técnicas de evaluación.

**Paso 2: Definir el nivel de riesgo.** Para ello se determinará una matriz de riesgo la tabla 4, en la cual mediante la clasificación de vulnerabilidad debido a distintas amenazas y a la clasificación de la infraestructura dependiendo de la seguridad vial, se determina los daños y la prioridad de los posteriores estudios de control de los riesgos.

Tabla 4. Matriz de exposición

Amenaza	Nivel de vulnerabilidad	Estado infraestructura				
		E	B	R	M	C
		1	2	3	4	5
1*	2	3	4	5	6	7
2*	3	4	5	6	7	8
3*	4	5	6	7	8	9
4*	5	6	7	8	9	10
5*	6	7	8	9	10	11

Fuente: PIARC, 2015

E Excelente; B Bueno; R Regular; M Malo; C Crítico

Para la determinación del nivel de riesgo se sumarán el valor del nivel vulnerabilidad frente a cada amenaza con el valor del ISV, finalmente se obtiene un valor que según él se clasifica el riesgo basándose en los valores de la tabla 5.

Tabla 5 Clasificación del riesgo

Estado	Rango de puntuación
Excelente	3----4
Bueno	5----6
Regular	7----8
Malo	9----10
Pésimo	11

Fuente: PIARC, 2015

**Paso 3: Definir nivel de profundidad del análisis.** En este paso se define la profundidad requerida para el estudio de riesgo en los diferentes componentes de la infraestructura de interés, para los cuales se desarrollarán los términos de referencia y alcances del estudio de riesgo.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



No siempre se requerirán análisis exhaustivos de riesgo para todos los componentes de una infraestructura. Por ejemplo, aquellos componentes poco relevantes para el funcionamiento de un sistema y de fácil reemplazo, o bien ubicadas en zonas seguras fuera del impacto de amenazas naturales.

La metodología de gestión de riesgo de desastres en la infraestructura de COSIPLAN/IIRSA, 2015, propone tres niveles de profundidad.

**Nivel 1 Cualitativo:** Diseñado para entregar una estimación simplificada de la amenaza, vulnerabilidad y desempeño de la infraestructura analizada. Este nivel de análisis puede ser realizado en un periodo corto de tiempo por personal técnico con conocimiento en el tipo de componente bajo análisis.

**Nivel 2 Determinístico:** Se caracteriza por ser un análisis cuantitativo, en base a información histórica o estadística para caracterizar la amenaza, vulnerabilidad y desempeño del componente, e incluye la validación y obtención de información a nivel de terreno. Este nivel de análisis puede ser desarrollado por personal técnico con conocimiento en el tipo de infraestructura en análisis con la asistencia técnica y participación de especialistas en la caracterización de amenazas y modelación de sistemas.

**Nivel 3 Probabilístico:** Provee resultados detallados de manera cuantitativa, los cuales se basan en el uso de información precisa y herramientas de modelación y análisis probabilístico. Se espera en este nivel, el uso de metodologías avanzadas de análisis, por lo cual es necesaria la participación de expertos y especialistas.

Así mismo, lo exhaustivo que se pueda o quiera realizar un análisis de riesgo dependerá en gran medida de; la cantidad y calidad de información con que se cuente; los recursos disponibles (técnicos y financieros); el tiempo disponible y el uso que se dará a los resultados que se obtengan del análisis.

### **Fase 3: Gestión de riesgo**

Sin importar el nivel de profundidad del estudio de riesgo, entre los resultados se debe considerar la identificación de las medidas de reducción de riesgo (prevención y mitigación) frente al riesgo identificado, para su posterior análisis y toma de decisiones.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

## II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL “II CCI UCLV 2019”

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



La reducción de riesgo potencial como proceso, significará la priorización de las opciones de reducción de riesgo según su importancia y/o recursos disponibles para su implementación. Por lo tanto, las diferentes opciones de reducción del riesgo se implementarán de manera progresiva y planificada junto con otras acciones de operación, conservación y expansión de la infraestructura.

### **3. Resultados y discusión**

Se aplica el procedimiento descrito a un tramo de carretera rural, que vincula la capital de la provincia de Villa Clara en Cuba, con la costa Norte del territorio, por lo que es clasificada funcionalmente como una vía colectora, además de ser uno de los tramos con mayor peligrosidad dado por la accidentalidad y severidad.

#### **Fase 1: Identificación**

El caso de análisis está centrado en el tramo de carretera Santa Clara – Hatillo, de pavimento flexible con superficie de hormigón asfáltico caliente, con dos carriles de circulación, paseos a ambos lados, y cunetas laterales en las zonas en excavación. Esta es una carretera rural de categoría técnica III y velocidad de diseño 60 Km/h, emplazada en un terreno llano, según los criterios de la NC 853:2012.

Por la cantidad de accidentes en distintos puntos del tramo de carretera y a la preocupación de los habitantes del lugar, se decidió realizar un análisis de riesgo, con el fin de entender cuáles son las posibles causas de la accidentalidad y qué medidas se deben tomar acciones para eliminarlos o reducir sus efectos.

Las amenazas naturales a que está expuesta la infraestructura objeto de análisis son: cambio de la temperatura máxima y cambio en las precipitaciones generales.

Según Fonseca, et al., 2018; el año 2017 fue un año caluroso en Cuba con condiciones particularmente cálidas en el período lluvioso. Aunque la temperatura media anual fue la duodécima más alta desde 1951 al alcanzar 0,53°C por encima de la media del período de referencia 1961 – 1990, lo que acentuó la tendencia al incremento de la temperatura media anual de Cuba.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)



II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



En el 2017 los acumulados de lluvias estuvieron por encima de la norma en general en todo el país, constituyendo el quinto más lluvioso de los últimos 57 años, con un valor del índice de precipitación estandarizada superior a 1,5. Este comportamiento estuvo asociado a los acumulados de la lluvia reportados en la región central y oriental del país, en las que constituyó el sexto y quinto año más lluvioso desde 1961 hasta la fecha, respectivamente (Fonseca, et al., 2018).

### Fase 2: Análisis de riesgo

**Paso 1: Identificar y caracterizar infraestructura y amenazas.** A partir de los resultados analizados, visitas a la zona e interactuar con las poblaciones, se determina la matriz de **exposición** tomando en cuenta las amenazas definidas (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de exposición

	1*	2*	3*	4*	5*
10 km/ Carretera Hatillo-Santa Clara/	2	2	-	-	-

Fuente(s): Elaboración propia, 2018

Se procede a evaluar la **sensibilidad** a partir de las afectaciones recientes de las amenazas. El aumento de la temperatura ha provocado a través del tiempo la aparición de diferentes patologías debidas su mayoría en la reducción de la vida útil de la misma. En el caso del aumento de las precipitaciones con el mal estado de los drenajes longitudinales, han provocado que aumente el nivel de humedad en el suelo y contribuyan al deterioro de la infraestructura de la vía. Según la tabla 2 se determina un nivel de sensibilidad asignada, en este caso categorizada de media.

Finalmente, en esta etapa se integran la sensibilidad y la exposición en la tabla 3, para determinar la **vulnerabilidad** ambiental que presenta el tramo analizado asignándole un valor de vulnerabilidad de 4 (Media), por lo que será necesario tomar medidas de adaptación y/o mitigación.

**Caracterización de la infraestructura:** Se recopila información, ensayos, evaluaciones y pruebas realizados en el tramo objeto de análisis en poder de la administración. Para esto se utilizó la metodología expresada en el epígrafe de materiales y métodos.

1. Determinación de las características generales de la carretera y de operación

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

## II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL "II CCI UCLV 2019"

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Longitud del tramo 10,00 km; ancho de carriles 3,00 m; ancho paseos 1,50 m, en 6,00 km, el resto es menor a esa magnitud; acceso 1 por km; cunetas necesarias en longitud de 7,40 km; señales verticales, 37 unidades; señales horizontales, no existen; barreras de seguridad, no son necesarias.

### 2. Análisis de las características geométricas de los tramos.

Luego de evaluar la consistencia del trazado se detecta problemas en la diferencia entre velocidad de operación y diseño.

Sentido Santa Clara-Hatillo, mala 3,71 km, regular 6,39 km

Sentido Hatillo-Santa Clara, mala 1,16 km, regular 8,84 km

Similar comportamiento se obtiene con el criterio de diferencia de operación entre tramos consecutivos. El trazado existente no responde a la velocidad que los conductores transitan en el tramo.

### 3. Evaluación de elementos mediante inspección visual

-Índice de calificación visual (ICV). Se evaluó la calzada, dividiendo en secciones de 100 metros de longitud y se recorrió peatonalmente. Evaluación 78,4/100 Regular, con grietas transversales, longitudinales, roturas de borde, baches y otros deterioros.

-Paseos y cunetas. Las cunetas presentan un nivel de aterramiento en una cuantía muy pequeña, menor al 5% por lo que obtiene calificación de excelente. Los paseos presentan un nivel de erosión mayor al 5% y menor al 50% constituyendo este deterioro un grave problema para la seguridad vial por el desnivel que presenta entre el pavimento y el paseo por lo que la calificación de regular.

Evaluación paseos de 8,35/10 Regular, Evaluación cunetas de 9,15/10 Excelente

-Señalización vertical y horizontal. La señalización vertical obtiene una calificación de regular debido a que los principales problemas que se presentan son suciedad, decoloración y visibilidad. El estudio realizado a la señalización vertical se efectuó a las señales existentes, aunque no están presentes todas las que requieren los tramos analizados lo cual influye de forma negativa en la seguridad vial.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Las señales horizontales no están presentes en ningún lugar de este tramo. La evaluación general de la señalización del tramo es de mala por la inexistencia de la señalización horizontal.

-Barreras de seguridad o defensas. En el recorrido efectuado se pudo observar que no es necesario este elemento por lo que no recibe evaluación.

4. Evaluación de los parámetros de explotación

-Textura superficial. Se evaluó utilizando el marco de textura portátil (MTP), cada 100 metros 3 ensayos y en forma de trebolillo. Textura muy fina, resultado pésimo

-Fricción. Este ensayo se realizó utilizando el péndulo portátil DIVA, en los mismos puntos en que se realizó el ensayo de textura portátil. Fricción promedio de 0,25 resultado pésimo.

-Regularidad superficial. Este ensayo se realizó recorriendo con el MERLIN todo el tramo y cambiando de registro cada 400 metros. El tramo analizado presenta irregularidades las cuales están dadas en gran medida por el elevado número de deterioros superficiales que presenta la calzada y como resultado se obtiene un valor de calificación no deseable. IRI de 4,04 mm/m no deseado

5. Evaluación del índice de seguridad vial (ISV)

Al considerar las evaluaciones anteriores se determina que el ISV es malo.

**Paso 2: Definir el nivel de riesgo.** En este paso se define el nivel del riesgo, para ello se determina la matriz de riesgo tabla 7, en la cual mediante la clasificación de vulnerabilidad debido a distintas amenazas y a la clasificación de la infraestructura que es de mala, la calificación integral según la tabla 5 es de regular.

Tabla 7. Matriz de exposición

Amenaza	Nivel de vulnerabilidad	Estado infraestructura				
		E	B	R	M	C
		1	2	3	4	5
1*	4	5	6	7	8	9
2*	4	5	6	7	8	9

Fuente(s): Elaboración propia, 2018

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Este análisis unifica las amenazas ambientales y las características de la infraestructura, permite visualizar cual elemento es de mayor influencia en los riesgos potenciales. En este caso, si se toma en cuenta que el nivel de amenaza natural es difícil de modificar de forma inmediata y en los escenarios futuros puede ser incrementada, se llega a la conclusión de que corrigiendo las características de la infraestructura, la clasificación de riesgo potencial puede pasar a un estado de **bueno**, y a su vez al corregir el estado de la carretera y el entorno que rodea a esta se puede disminuir la vulnerabilidad, y con esto tener un menor nivel de amenaza, lo que colocaría la clasificación del riesgo entre **excelente y bueno**.

**Paso 3: Definir nivel de profundidad del análisis.** En este paso es necesario definir que componentes de la carretera se les debe prestar una mayor atención a la hora de gestionar los riesgos.

Componente priorizado. Pavimento

Nivel de profundidad: 2 o 3

Justificación: Mala evaluación de los parámetros de explotación, y la clasificación de riesgo potencial como regular.

**Fase 3: Gestión de riesgo**

Para identificar las acciones de mitigación es necesario realizar un análisis sobre cómo enfrentar las amenazas a las que está expuesta la infraestructura y seguidamente analizar como corregir los problemas descritos.

**Mitigación de las amenazas expuestas. Precipitaciones:** Para corregir o mitigar esta amenaza es necesario realizar de forma periódica la chapea en la faja de la carretera, rectificación y/o reapertura de cunetas, en las obras de fábricas mayores y menores limpieza de los conductos, desobstrucción, chapea y reparación periódica.

**Temperatura:** El aumento y variación en los cambios de temperatura pueden provocar afectaciones en el pavimento, especial atención se le debe otorgar al fenómeno de la exudación ya que este produce ablandamiento del material bituminoso de la mezcla asfáltica y subida a la superficie de pavimento, formándose una película continua de ligante, creando una superficie brillante, reflectora y resbaladiza en combinación con el

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

## II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL “II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



agua, generando condiciones de tránsito peligrosas por el riesgo de deslizamientos. Además de las deformaciones que pueden generar por ende el fallo estructural.

**Mitigación de los problemas de la infraestructura. Trazado:** Tras el análisis de la consistencia de trazado a través de los criterios de diferencia entre velocidad de operación y velocidad de diseño y el criterio de variación de la velocidad de operación en segmentos consecutivos, se detecta que existen dificultades en muchos tramos, esto es debido a que la velocidad de diseño es de 60 km/h y como se muestra en los registros, los vehículos transitan con una velocidad entre 70 y 90 km/h, el tramo está señalizado a 80 km/h, por lo que como medida de corrección se puede declarar la sustitución de las señales de velocidad permitida, por un valor inferior que permita disminuir esa velocidad de operación.

También dentro de los tramos analizados en el viaje de ida de Santa Clara hacia Hatillo es necesario prestarles atención ciertos tramos que en los dos criterios evaluados muestran clasificación de mal y regular, en estos casos es necesario realizar un estudio más profundo, ya que como medida de corrección en estos tramos sería la modificación del trazado de los mismos.

**Evaluación de elementos mediante la inspección visual. ICV:** El análisis a la superficie del pavimento se detectó deterioros sobre los que es necesario actuar.

Grietas transversales y longitudinales, realizar sellado de grietas, se valora la aplicación de riego asfáltico o recapado en caso crítico.

Rotura de borde, corrección del borde con hormigón asfáltico y recrecimiento de paseo.

Baches, realizar bacheo superficial o profundo en dependencia del nivel de afectación de la capa de rodadura, la base o la subbase de la estructura del pavimento.

Piel de cocodrilo, en este caso se procede de forma similar al caso de grietas, es necesario valorar si la presencia de este tipo de fallo es por un fallo estructural, en este caso se recomienda restituir la estructura del pavimento en el paño afectado.

**Paseos:** El paseo analizado de 20 km tuvo una calificación de regular por lo que más del 70% de los mismos necesita trabajos de conservación. Con el fin de corregir estos problemas es necesario realizar la rectificación y el recrecimiento de los mismos.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



**Señalización:** Colocación de todas las señales necesarias en el tramo, tanto verticales como horizontales, con relación a las verticales existentes se requiere de acciones de conservación sobre ellas con el objetivo de que cumplan su función

**Evaluación de los parámetros de explotación:** Se cataloga la textura del tramo como pésima, la fricción como muy mal y la regularidad superficial como no deseable, por lo que la medida de corrección más eficiente que se debe tomar con el fin de corregir estos tres problemas es la repavimentación de la carretera.

Todos estos análisis realizados con el fin de corregir los principales problemas detectados que ponen en peligro confiabilidad estructural y por ende la seguridad vial, posibilita clasificar los trabajos que deben realizarse, siempre y cuando se cuente con el presupuesto necesario, como una reparación capital de la obra, ya que es necesario realizar una restitución del pavimento sin necesidad de cambiar la estructura de pavimento y un cambio en caso de ser necesario de los elementos en obras de fábrica menores y mayores.

#### 4. Conclusiones

1. Propuesta de un procedimiento para el análisis de riesgos en la infraestructura de carreteras que valora de conjunto riesgos naturales y sociales, a partir de metodologías existentes de probada efectividad.
2. Se realizó el análisis de riesgos en un tramo de vía de la provincia de Villa Clara utilizando el procedimiento propuesto adaptado a las condiciones del entorno.
3. Los resultados luego de aplicar el procedimiento propuesto para el análisis de los riesgos potenciales en la infraestructura de carreteras ha sido satisfactorio, al determinar los riesgos naturales, relacionados con la infraestructura y los parámetros de explotación y proponer las medidas o acciones necesarias para contribuir a la seguridad vial.
4. El análisis integrado de los riesgos presentes en la infraestructura de carretera ha permitido demostrar la importancia de tiene en el caso de estudio el estado de los

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



elementos y los parámetros de explotación, de manera que si estos fueran buenos el riesgo potencial disminuiría.

### 5. Referencias bibliográficas

- Cannon, T., 1979. *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*, Londres: s.n.
- COSIPLAN/IIRSA, 2015. *Gestión de riesgos de desastres en la infraestructura de integración de COSIPLAN/IIRSA. Manual de Usuario-Orientaciones para emprender análisis de riesgo*, s.l.: s.n.
- Díaz, E. (1999): *Equipos y procedimientos sustentables para la inspección técnica de carreteras atendiendo a criterios de seguridad y comodidad del tránsito*, Tesis de doctorado, Facultad de Ingeniería Civil, ISPJAE, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Fonseca, C. et al., 2018. Estado del clima en Cuba 2017. Resumen ampliado. *Revista cubana de meteorología*, 24(2), pp. 226-237.
- Galaz, O., 2017. *Instituto de Políticas Publicas en Salud. Universidad de Sebastian*. Recuperado de <http://www.ipsuss.cl>.
- OMS. (2017). *Salve VIDAS- Paquete de medidas técnicas sobre seguridad vial*. (ISBN 978-92-4-351170-2). Recuperado de <http://www.who.int.es>.
- ONEI. (2016). *Anuario Estadístico de Cuba 2016. Accidentes del Tránsito*. Recuperado de <http://www.one.cu>.
- PIARC. (2015). *Marco internacional para la adaptación de la infraestructura de carreteras ante el cambio climático (2015R03ES)*. Recuperado de <http://www.piarc.org>.
- PIARC. (2016). *Methodologies and tools for risk assessment and management applied to road operations*, s.l (2016R12EN). Recuperado de <http://www.piarc.org>.
- Rodríguez, G., 2011. *Procedimiento general para evaluar el estado de los elementos y los parámetros de explotación de mayor incidencia en la accidentalidad*, tesis en opción al título de Máster en Vías de Comunicación Terrestre, sin publicar, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.