

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA QUATUM SIG PARA REGISTRAR LAS CONDICIONES DE LA VIA L003 LA EN VENEZUELA

IMPLEMENTATION OF QUATUM GIS GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM TO REGISTER THE CONDITIONS OF THE L003 LA ROAD IN VENEZUELA

R. Duran¹, I. Romero², J. Suárez³

Recibido 05/02/2017: Aprobado: 03/05/2017

RESUMEN

Las carreteras locales del Estado Lara, Venezuela, presentan un deterioro progresivo como consecuencia de la falta de mantenimiento programado por parte de los organismos competentes. En particular, se cree que el estado de la carretera L003 LA se debe a la falta de información disponible respecto a las condiciones físicas y funcionales de los sistemas de drenaje, señalización vertical y horizontal, condición del pavimento y estado de los parámetros geométricos. Por ello, se plantea a través de un levantamiento plano-altimétrico de su sección transversal, PCI del pavimento y evaluación de los parámetros geométricos; la creación de una base de datos utilizando un sistema de información geográfica, que facilite la actualización periódica de dicha base de datos. Adicionalmente, se presenta una propuesta de mejora para ésta local basada en una rehabilitación total a lo largo de los 29,10 km donde se observó poca visibilidad, mal estado de la señalización en la vía, y el PCI evidenció una condición del pavimento regular como consecuencia del deterioro de los sistemas de drenaje.

Palabras clave: Carreteras locales, rehabilitación de carreteras, sistema de información geográfica aplicado a carreteras

¹Roger Durán. Ingeniero Civil. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Correo: roger_ed1@hotmail.com

²Isabel Romero. Docente Investigadora de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Especialista en Gerencia de Obras Civiles, Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero. Correo: isaroavi96@gmail.com

³Jean Suarez. Ingeniero Civil. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Correo: jeancarlos858@hotmail.com

ABSTRACT

Local roads in Lara state, Venezuela, have been deteriorating progressively due to the lack of a scheduled maintenance plan by the authorities. Particularly, it is believed that the current situation of L003 LA road is consequence of the absence of information about both physical and functionality conditions of drainage system, state of the road signs, poor condition of the pavement, and other troubles about geometric parameters. Therefore, it was created a data base based in topographic planes studies of its transversal section, development of a PCI evaluation of its pavement and the inspection of its geometrical design. This data base was run in a system of geographical information so that it would be possible to update all the information periodically. Additionally, it was proposed a plan of improvements for 29.10 km of the road, in which the PCI evaluation results were regular due to the poor conditions of the drainage system; and where the visibility and road signs were unsatisfactory.

Keywords: *Local roads, restoration of roads, system of geographical information applied to roads.*

1. INTRODUCCIÓN

Las instituciones que se encargan del mantenimiento y administración de redes viales, manejan considerables volúmenes de datos, donde el proceso de captación y análisis de la información es por lo general tedioso y complejo. La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es actualmente de uso frecuente debido a las herramientas que proporciona para el manejo de datos espaciales, especialmente para la creación de bases de datos completas y eficientes, pues permite evaluar un gran número de variables interrelacionadas. Un SIG es una herramienta valiosa para inventario, planificación, seguimiento y control. En general, permite clasificar, visualizar, interpretar y analizar los atributos inherentes a cada una de las variables consideradas, dando la posibilidad de disponer de un mejor entorno visual, que le facilite el acceso y análisis de la información y poder así priorizar el uso de los recursos disponibles.

El estudio que se presenta se encuentra enmarcado en una línea de investigación inscrita en Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” titulada “Propuesta de mejoras para las carreteras locales del Estado Lara, según la clasificación oficial de carreteras, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su registro” Particularmente en el caso que aquí se considera se abarcó la vía L003 LA.

Este trabajo se apoya en investigaciones previas tales como: Propuesta de mejora para la carretera L003 LA, tramo destino R003 (Licua)-Fin variante Duaca, entre las progresivas 107+700.00 A 112+300.00, donde se utilizaron Sistemas de Información Geográfica [1]. De igual forma, en los trabajos expuesto en “Determinación de las condiciones actuales, físicas y geométricas de las carreteras nacionales de acuerdo a las normas vigentes”, en el que también

se empleó SIG [2] y [3]. Se consideró también las propuestas expuestas en [4]. En todas ellas se reportaron, para cada tramo, los resultados de las evaluaciones realizadas en campo e indicadas más adelante; así como las propuestas de mejoras.

El objetivo que aquí se planteó consistió en describir las características y parámetros de la carretera L003 LA tramo límite Estado Yaracuy – Dest. de R003 (Licua) unificando los antecedentes mencionados en una base de datos a través de un SIG. A partir de la información recaudada, se realizó un análisis sistemático rutinario que consistió en conocer la caracterización del terreno de fundación, estado del pavimento, características de la sección transversal como ancho y número de canales, cunetas, bermas, hombrillos, obras de drenaje y señalización existente. Con ello, se elaboró una propuesta integral para el mejoramiento a corto o mediano plazo de toda la vía en estudio. La investigación pretendió facilitar el manejo de la información antes indicada, de forma tal que el software QGIS (<http://www.qgis.org/es/site/>) permitiera un manejo interactivo con el plano de planta de la vía, proporcionando un informe detallado de las condiciones del tramo seleccionado. De esta forma se espera que esta investigación permita priorizar obras de mantenimiento con los recursos disponibles por parte de los organismos competentes, así como la actualización de bases de datos de la vía en estudio.

2. METODOLOGÍA

La población en esta investigación comprende las carreteras locales del estado Lara, según la clasificación oficial de carreteras, siendo la muestra la carretera L003 LA, que está representada por los diferentes tramos en estudio de los antecedentes considerados en los que se apoya este trabajo, siendo estos:

TRAMO	PROGRESIVA
1	Desde 87+900,00 hasta la 93+400.00 (5,50 km)
2	Desde 93+400,00 hasta la 98+900.00 (5,50 km)
3	Desde 98+900,00 hasta la 103+300.00 (4,40 km)
4	Desde 103+300,00 hasta la 107+700.00 (4,40 km)
5	Desde 107+700,00 hasta la 112+700.00 (5,00 km)
6	Desde 112+700,00 hasta la 117+000.00 (4,30 km)

Esta investigación se desarrolló en tres fases, a saber: recolección de la información de los tramos, análisis de la información de los tramos de acuerdo a la normativa vigente, diseño de

la base de datos en el Sistema de Información Geográfica QGIS, representación de los mapas temáticos, y culminando las tres fases se presenta la propuesta de mejoras.

2.1. Fase uno: recolección de la información

Está constituida por la recopilación bibliográfica de los datos requeridos para la actualización del Sistema de Información Geográfica, utilizando para ello QGIS (<http://www.qgis.org/es/site/>), a través de medios electrónicos y uso de los antecedentes considerados, procedentes de cada uno de los diferentes tramos que conforman la vía en estudio. La información recolectada recoge los datos de campo de los parámetros que constituyen cada una de las variables consideradas, entre ellas, la condición del pavimento, las características de la sección transversal, volumen de tránsito, los sistemas de drenaje, y señalización de la vía. También se consideraron los resultados de ensayos de laboratorio para la caracterización del suelo de fundación. Para el levantamiento de la información en cada uno de los tramos que conforman la muestra se realizaron las siguientes actividades:

- Exploración de la vía:

Caracterización del suelo de fundación

Análisis de la Condición del Pavimento (PCI)

Extracción de Núcleos (Core Drill)

- Características de la sección transversal:

Drenaje: Bermas, cunetas, alcantarillas, puentes y pontones

- Inspección de la Señalización en la vía:

Señalización horizontal y señalización vertical.

- Volumen y demanda vehicular:

Determinación del Promedio Diario de Tránsito (PDT).

- Verificación de los parámetros geométricos.

Pendiente longitudinal y transversal, radios de curvas, y peralte.

Esta primera fase queda definida como el conjunto de actualizaciones técnicas, realizadas de acuerdo a un plan previo, que facilita la verificación de los datos necesarios para conocer en un instante dado el estado actual de la vía. Durante la inspección se obtuvo la información para actualizar el inventario físico vial, ya que estaba demarcado cada tramo con progresivas cada 25,00 m, para dar la ubicación de las obras de drenaje, señales de tránsito, cunetas y otras obras de drenaje, pendiente longitudinal y transversal, y demás detalles geométricos.

Además, se verificó la condición actual del pavimento que se ajustara a los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico de los antecedentes utilizados.

2.2. Fase dos: análisis de la información de los tramos de acuerdo a la normativa vigente

A lo largo de los diferentes tramos que conforman la L003 LA, se pudieron detallar los aspectos más relevantes:

- La carretera se encuentra situada en un relieve montañoso, con pendientes poco pronunciadas, generando una vía con terreno ondulado.
- Las secciones transversales varían, desde tramos con sección a media ladera a sección en terraplén.
- El ancho promedio de la calzada es 7,20 m con dos canales de circulación, uno por cada sentido, de 3,60 m cada uno. Está construida en pavimento de tipo flexible, sin hombrillos.

Se evaluó la condición del pavimento de acuerdo al “Manual de Evaluación de Pavimentos” de Jugo [5]. El cumplimiento de los parámetros y características de la vía, como el diseño geométrico, se verificaron de acuerdo a la normativa correspondiente “Normas para el Proyecto de Carreteras” del Ministerio de Transporte y Comunicaciones [6]. Se consideró el “Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito” Instituto Nacional del Transporte Terrestre [7] en lo referido a la señalización vial. Y el “Manual de Drenaje” Ministerio de Obras Públicas [8] para la evaluación de los sistemas de drenajes existentes. La condición del pavimento varía de regular a buena, según el método citado. Los resultados obtenidos, aunque variados, son semejantes entre tramos adyacentes (ver Figura 1) Esto significa que la vía tiene una condición de rodaje aceptable, pero es necesario comenzar a ejecutar un plan de rehabilitación.

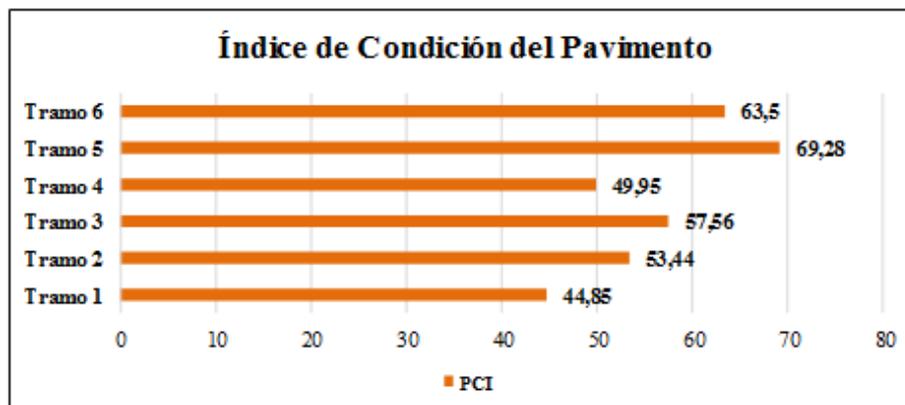


Figura 1. Valores de PCI de los tramos que conforman la L003 en estudio

Con la extracción de núcleo, se pudo observar los diferentes espesores de la capa rodamiento

en distintas progresivas a lo largo de cada uno de los tramos que conforman la muestra, así como también el grado de deterioro o envejecimiento de la vía en estudio. La carpeta de rodamiento está compuesta por dos (2) capas de mezcla asfáltica, pudiendo deducirse que en éstas se ha realizado algún trabajo de repavimentación en la vía. Aunque hay algunos que están dentro del rango de los 5,00 cm, otros llegaron a medir más de 15,00 cm.

Respecto a la caracterización del suelo, las muestras utilizadas se clasificaron según el Sistema de Clasificación de Suelos de la AASHTO [9], dando como resultado que de la progresiva 89+900,00 a la 92+750,00 el tipo de suelo es A-2-6: arena limosa o arcillosa y se considera de bueno a regular como terreno de fundación. De la progresiva 107+050,00 a la 109+500,00 el tipo de suelo es A-4: suelo limoso de media a baja plasticidad y se considera de regular a malo como terreno de fundación. Al obtener el valor del percentil de diseño para la sub-rasante de cada tramo, según el Criterio de determinación del “Percentil de diseño para el CBR” [10], se procedió a calcular el porcentaje de CBR de diseño, en los diferentes tramos que conforman la L003 LA. Para su determinación in situ, se utilizó el equipo de campo de uso manual para realizar el “Ensayo de Cono Dinámico de Penetración (DCP)”, en diferentes puntos a lo largo de los tramos que conforman la vía en estudio

Para determinar la intensidad diaria de tránsito, se realizó un conteo visual durante 8 horas, en una progresiva específica de cada uno de los tramos que conforma la L003 LA. Así mismo, la verificación de los parámetros geométricos de los diferentes tramos que conforman la L003 LA fue posible gracias al levantamiento plano-altimétrico que se realizó. Al recopilar la información adecuada de los parámetros, se procedió a compararlos con los requerimientos mínimos establecidos en la “Norma para el Proyecto de Carreteras” Ministerio de Transporte y Comunicaciones” [6].

Para la comparación entre el valor de la pendiente de la vía y el que estipula la norma citada se estableció como referencia el de 7% para todos los tramos, ya que el límite inferior se toma para autopistas y vías expresas. Se pudo observar entonces que el 100% de las pendientes analizadas, cumplen con las especificaciones en cuanto al valor de pendiente longitudinal.

Se tomó una velocidad de proyecto de 60 km/h para un terreno ondulado, un peralte máximo de 10% y un radio de mínimo de 115,00 m. Se pudo observar que el 98% de las curvas analizadas, de los diferentes tramos que conforman la vía en estudio, cumplen con los requisitos de radio mínimo en curvas y el 96% de los peraltes en las curvas horizontales analizadas se ajustan a la normativa.

Al considerar los sistemas de drenaje, se tienen las cunetas, donde se evaluaron las condiciones de operación y capacidades de diseños, para ello se estableció un periodo de retorno de cinco (5) años y un tiempo de concentración de 10 minutos, esto en función de las recomendaciones generales dadas por el “Manual de Drenaje” Ministerio de Obras Públicas [6]. Se pudo observar que el diseño hidráulico para todos los tramos es óptimo. Sin embargo, la gran mayoría se encuentran muy obstruidas por vegetación, materiales de desechos y/o sedimentos, parte de estos provenientes del talud y afectando su funcionalidad. El tipo de cuneta usada a lo largo de todos los tramos es de tipo A. Al hacer la inspección visual de las alcantarillas se observó su condición de sedimentación u obstrucción y los daños estructurales que presenta, se calculó la capacidad hidráulica de las mismas determinando que todas las alcantarillas presentan condición de sedimentación u obstrucción, por lo que es necesario ejecutar un plan de limpieza, sobre todo en aquellos casos donde la sedimentación u obstrucción sea parcial o mayor, o la misma se encuentre fallada.

Las obras de arte, como puentes y pontones, conservan una estructura en buenas condiciones, aunque todos se encuentran parcialmente tupidos, salvo el puente ubicado en el tramo 3 que posee un cauce libre. En cuanto a la señalización existente, se determinó que hay muchas señales que necesitan mantenimiento. Cabe destacar que la señalización vertical, en gran medida la preventiva, es escasa o insuficiente en la mayoría de los tramos que conforman la L003 LA (ver Figura 2)

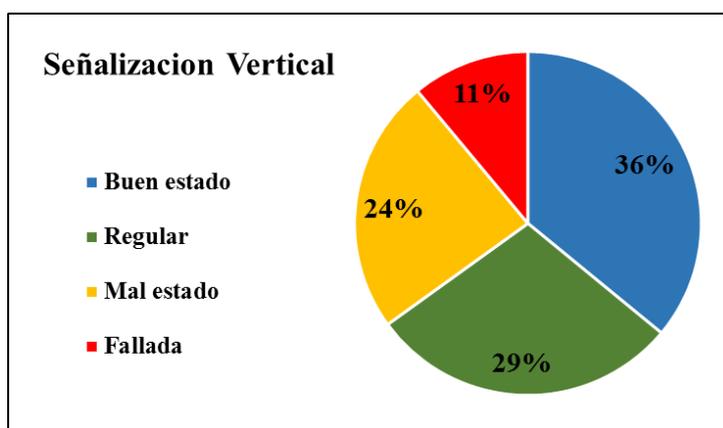


Figura 2. Condición de la señalización vertical

Aun cuando se tiene información sobre la señalización horizontal de toda la vía en estudio, con las inspecciones visuales realizadas se pudo observar que la demarcación o rayado de la carretera es muy deficiente. Muchos tramos no presentan rayado en todo su trayecto, como el tramo 4 y el tramo 5, mientras que en otros tiene muy poca visibilidad.

2.3. Fase tres: diseño de la base de datos en el Sistema de Información Geográfica QGIS y representación de los mapas temáticos

Se diseñó la base de datos en el Sistema de Información Geográfica QGIS con los datos analizados previamente, y vaciados en los archivos de Excel y documentos PDF, planos en AutoCAD Civil 3D ordenando de forma sistemática todos los aspectos que se consideraron, para ser mostrados a los usuarios. El archivo que contiene los campos de atributos que se deben mostrar en las capas del mapa temático se ordena por columnas haciendo coincidir la primera de ellas con la primera que contiene la capa de destino (ver Figura 3 y Figura 4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	id	Progresiva	Longitud	Ancho	Alto	T. Puente	Defensa L.	Long. Def.	% Obst.	
2	1	93+864.00	7	7.2	2.3	Concreto	Si posee	7	50	
3	2	97+834.00	6	7.2	2.8	Concreto	Si posee	6.6	40	
4	3	101+873.70	10	7.2	6.1	Concreto	Si posee	11	5	
5										
6										

Figura 3. Sistematización de los atributos

id	Progresiva	Longitud	Ancho	Alto	T. Puente	Defensa L.	Long. Def.	% Obst.
1	93+864.00	7	7.2	2.3	Concreto	Si posee	7	50
2	97+834.00	6	7.2	2.8	Concreto	Si posee	6.6	40
3	101+873.70	10	7.2	6.1	Concreto	Si posee	11	5

Figura 4. Exportación de atributos para ser cargados en el software QGIS

Luego se exportó a un archivo CSV que pueda ser cargado en el software y alimentar la base de datos del proyecto. Para desarrollar los mapas temáticos, se partió de la información gráfica obtenida del levantamiento topográfico, a través de AutoCAD Civil 3D, una vez adecuada dicha información debe ser cargada en formato DXF al software QGIS, para así generar todo tipo de mapas temáticos (capas) tales como: puntos de extracción de núcleos, ubicación de alcantarillas, cunetas, señalización y demarcación de la vía (ver Figura 5)

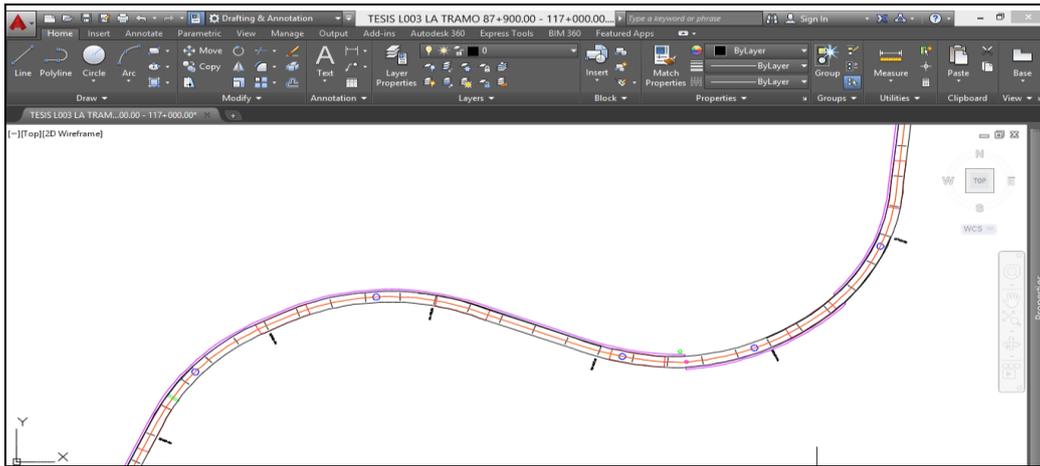


Figura 5. Geometría de la vía y elementos en ella

Luego se transformaron en archivos SHP, para almacenar la información reportada en archivos de Excel y PDF. De esta forma se consigue que el acceso a la información sea sencillo para cualquier usuario, ya que se hará la representación de las características y condiciones de la vía a través de capas, mostrando recursos visuales como superficies de distintos colores o tramas (ver Figura 6). Cargándose posteriormente los atributos correspondientes a cada capa del mapa temático, y se unió a su respectiva capa, agregando también la columna donde se almacena el hipervínculo a la ficha del elemento de existir esta (ver Figura 7).

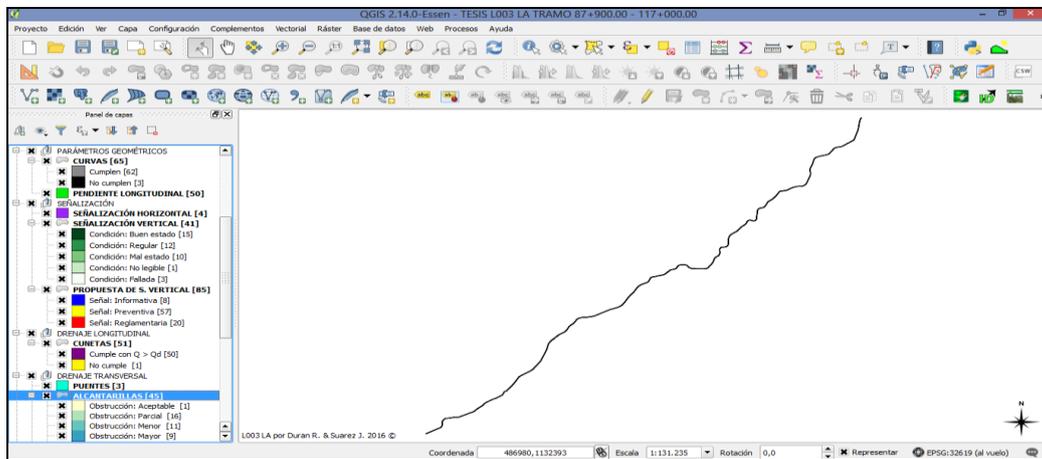


Figura 6. Capas del mapa temático

Tabla de atributos - PUENTES - Objetos totales: 3, filtrados: 3, seleccionados: 0 (1 ?) (2,?) (3,?)

	id	Ficha	Progresiva	Longitud	Ancho	Alto	T. Puente	Defensa L.	Long. Def.	% Obst.
0	1	C:\L003LA\QGIS/...	1	93+864.00	7	7.2	2.3	Concreto	Si posee	7
1	2	C:\L003LA\QGIS/...	2	97+834.00	6	7.2	2.8	Concreto	Si posee	6.6
2	3	C:\L003LA\QGIS/...	3	101+873.70	10	7.2	6.1	Concreto	Si posee	11

Figura 7. Atributos cargados en el software

Para la generación de la base de datos en QGIS, luego del análisis de resultados de los tramos

que conforman el estudio de la L003 LA se definió el número de capas que se presentan al usuario de acuerdo a la cantidad de elementos presentes en la vía. El acceso a la información almacenada se dará al seleccionar un objeto espacial permitiendo desplegar una ventana contentiva de los campos almacenados para dicho objeto (ver Figura 8)

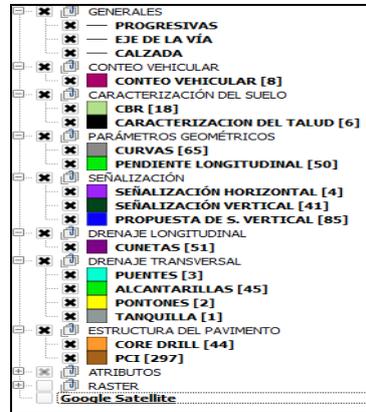


Figura 8. Lista de capas consideradas en el mapa temático

El acceso a la información vendrá dado con solo ubicar la capa de interés y seleccionar el objeto espacial del que se requiera conocer sus datos (ver Figura 9)

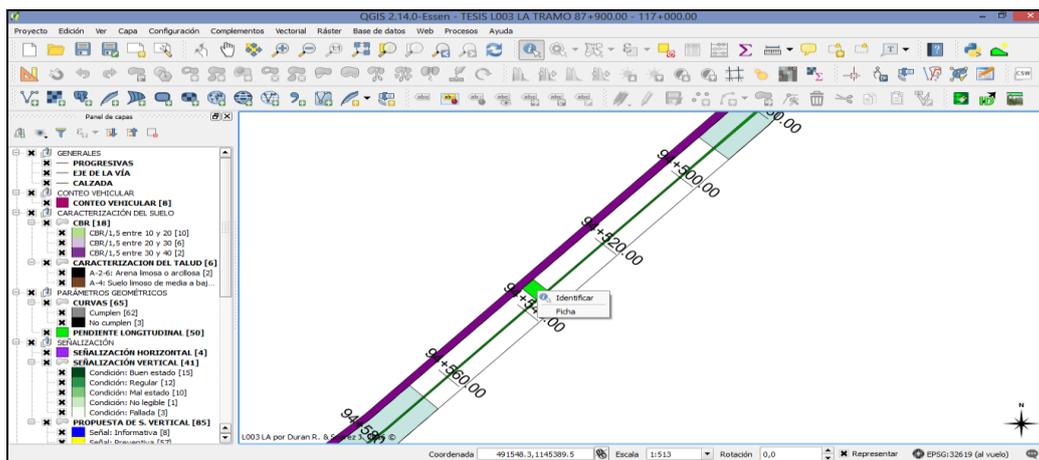


Figura 9. Opciones presentadas por el software

Al pulsar la opción de identificar se abre una ventana presentando la información almacenada en el objeto espacial de interés (ver Figura 10). Mientras que al pulsar la opción ficha se abre el hipervínculo de la imagen que contiene registro fotográfico, condición y dimensiones del objeto por ejemplo (ver Figura 11).

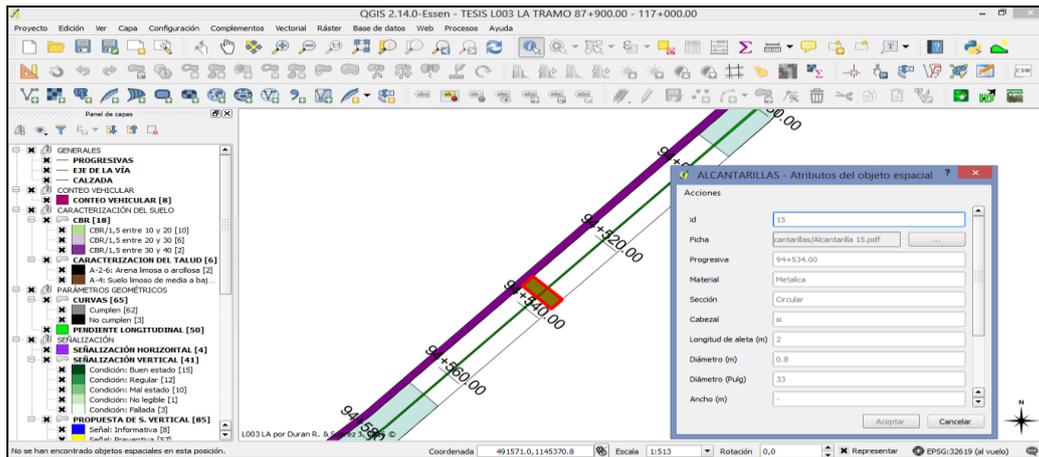


Figura 10. Atributos presentados en el mapa temático (Identificar).

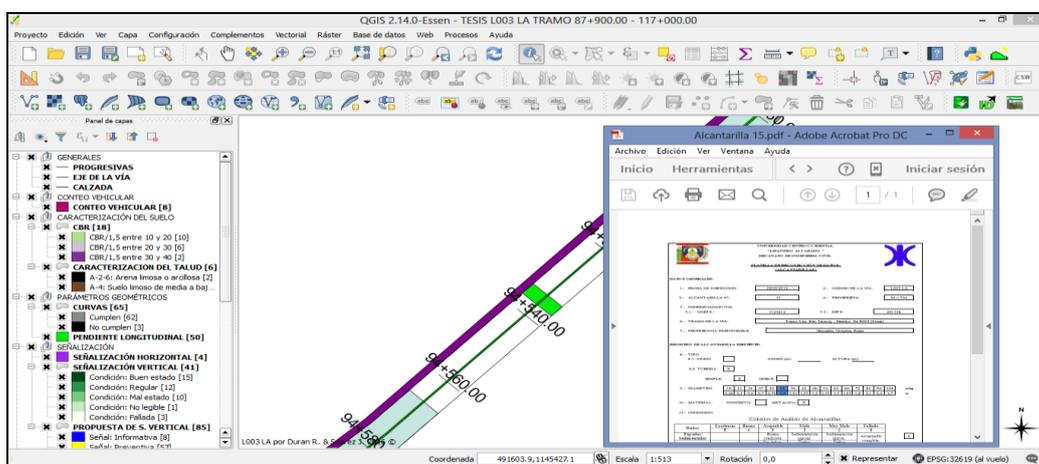


Figura 11. Atributos presentados en el mapa temático (Ficha)

3. RESULTADOS

- Los resultados de PCI obtenidos en los diferentes tramos que conforman la vía en estudio varían desde el 46 hasta el 69, indicando que de manera general la condición de rodaje de la misma es "Aceptable", donde la presencia de fallas acentuadas es evidente y la velocidad de deterioro del pavimento es rápida. Este es el punto óptimo para ejecutar un plan de rehabilitación total a lo largo de la L003 LA.
- La extracción de núcleos de la carpeta de rodamiento se realizó a lo largo de los lotes o unidades diseño que comprenden los tramos que conforman la L003 LA, y en muchas de las muestras se pudo observar que estaban compuestas por dos (2) capas de mezcla asfáltica. Además, los valores de espesor promedio en todos estos casos daban mayores a 10,00 cm, dando evidencia de que en la mayoría de los tramos ya se había realizado trabajos de rehabilitación con anterioridad. También se puede concluir que, de manera general, el espesor promedio de capa en toda la carretera es de 14,00 cm, con una desviación estándar de $\pm 3,82$ cm.

- Las muestras de suelos de los tramos a los que se les pudo obtener esta información, se especificaron según el método de clasificación AASHTO. Mientras que en las muestras del tramo 1 se clasificaron como arena limosa o arcillosa, en los tramos 4 y 5 las muestras se clasificaron como suelo limoso de baja plasticidad. Ambos tipos de suelos poseen características de granulometría y límites de consistencias similares, así como ambos tienen una calidad de suelo sub-rasante regular.
- Los resultados de volumen vehicular en los tramos 3, 4, 5 y 6, que forman parte de la L003 LA, fueron muy distintos entre ellos. En el tramo 3 se obtuvo una intensidad vehicular de 808 veh/día, lo que implica un volumen de tránsito muy bajo, con un porcentaje de vehículos pesados de 48%. En los tramos 4 y 5, en ambos se obtuvo una intensidad vehicular de 1394 veh/día, lo que refleja un volumen de tránsito medio, con un porcentaje de vehículos pesados igual a 36%. Finalmente, en el tramo 6 los valores obtenidos fueron 3767 veh/día como intensidad vehicular, lo que implica un volumen de tránsito alto, y 21% como porcentaje de vehículos pesados. Esta variación en el volumen de tránsito se debe a la cercanía que tienen unos tramos respecto a otros a los centros urbanos grandes, en este caso la ciudad de Duaca.
- La verificación de los parámetros geométricos de los diferentes tramos que conforman la L003 LA, se hizo de acuerdo con los requerimientos establecidos en la "Normas para el Proyecto de Carreteras. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 1997" [6]. El 100% de las pendientes longitudinales analizadas cumplen con la norma. La máxima pendiente encontrada fue de 5.44% y es menor a 7%, valor de pendiente máxima que se establece para carreteras en terrenos ondulados, mientras que la pendiente más baja fue de 0.05%. Se analizaron veintitrés (23) curvas horizontales en el tramo 2, trece (13) curvas en el tramo 3, en el tramo 4 y tramo 5 se hallaron ocho (8) curvas en cada uno y en el tramo 6 se encontraron trece (13) curvas. Tomando una velocidad de diseño de 60 km/h y un peralte máximo de 10%, se obtuvo como radio mínimo de curva 115,00 m, valor que se cumple en el 98% de las curvas analizadas, ya que la curva n° 63 en el tramo 6 tiene un radio de curva de 111,00 m. En cuanto al peralte, el 96% de las curvas horizontales analizadas se mantienen por debajo el valor máximo de 10% que establece la norma, ya que en las curvas n° 5 y n° 8 en el tramo 2 sus valores de peralte fueron de 10.97% y 11.53%, respectivamente.
- El sistema de drenaje a lo largo de la L003 LA, se encuentra en pésimas condiciones operacionales debido al elevado porcentaje de obstrucción que presenta. El 100% de las cunetas se encuentran con obstrucciones mayores o total. Mientras que el 76% de las alcantarillas, presentan obstrucciones parciales o mayores, y cuatro (4) de estas,

pertenecientes al tramo 1, están completamente tapadas. Estas obstrucciones se originan debido a la abundante vegetación y falta de concientización tanto de los usuarios de la vía como de las personas que viven cerca o adyacente a la misma, esto sumado posiblemente a una total falta de mantenimiento. Sin embargo, en cuanto a diseño y capacidad hidráulica las cunetas cumplen con los requerimientos necesarios de acuerdo a la norma para un funcionamiento óptimo

- La señalización vertical es insuficiente en la mayoría de los tramos pertenecientes a la vía estudiada, las señales presentes se encuentran en su gran mayoría deterioradas y en mal estado. Lo mismo ocurre en lo referente a la señalización horizontal, el rayado de la carretera es deficiente, y en algunos tramos inexistente.
- El uso del software QGIS permitió trabajar de forma sistemática y fácil con la información recopilada. Siendo útil esta herramienta para registrar los datos, logrando crear una base de datos modificable para futuras investigaciones.

4. PROPUESTA DE MEJORAS

Se propone implementar un programa de rehabilitación de la vía tanto superficial como funcional donde se tome en cuenta todos y cada uno de los tipos de fallas presentes. En vías con capas asfálticas delgadas, el reciclado en frío puede incluir – en la misma operación – parte de la capa base subyacente, e incorporarla en la mezcla final. Este tipo de reciclaje también es especialmente conveniente en pavimentos que presente deformaciones, disgregación, oxidación, grietas de bloque, longitudinales y/o transversales, y problemas estructurales que no afecten capas inferiores de la estructura. También ofrecen, por lo general, una buena relación beneficio-costos ya que eliminan transportes y botes de materiales contaminantes.

Asimismo, se hace necesario ejecutar mantenimiento en los sistemas de drenaje superficial, con el propósito de remover obstrucciones que detengan o restrinjan el flujo de agua a través de zanjas, cunetas, sumideros y alcantarillas, de manera de mantener la integridad del sistema de drenaje y prevenir daños que puedan afectar la estructura de la vía. El problema de obstrucción que presentaban tanto cunetas como alcantarillas es notable, y merma la capacidad operacional que poseen las mismas. Por lo tanto, para el mantenimiento del drenaje transversal y longitudinal de la vía, se propone:

- Limpieza de cunetas. Consiste en retirar con herramientas manuales, toda basura y material que haya caído en las cunetas y que obstaculicen el libre flujo del agua. El objetivo es mantener las cunetas trabajando eficientemente y cumpliendo con las funciones para las que fueron construidas, permitiendo que el agua fluya libremente y evitando estancamientos

perjudiciales para la vía.

- Limpieza de alcantarillas. Consiste en remover todo material extraño de las alcantarillas incluidas sus obras de entrada y salida, de tal manera que permanezcan libres de basuras y sedimentos. El objetivo es mantener todos los elementos de las alcantarillas, trabajando eficientemente, permitiendo que el agua y/o cauces fluyan libremente. Los trabajos se deben ejecutar antes del inicio de la estación lluviosa y continuamente durante dicha época.

Dado que la señalización tiene por objetivo indicar al usuario la reglamentación del tránsito por la vía, las medidas preventivas que debe adoptar en la conducción de su vehículo y darle información acerca de su ubicación respecto a poblaciones y sitios de interés, comprendiendo además, la descripción, significado y ubicación de los dispositivos de seguridad y control de tránsito; se plantea un plan para el mantenimiento de la señalización, consistente en una limpieza general de la maleza presente a orillas de la vía para eliminar la pérdida de visibilidad en señales verticales.

También se recomienda la reparación de aquellas señales verticales existentes que se encuentren en mal estado, oxidadas o con pérdida de su reflectividad. Además, se propone la remarcación de la señalización horizontal presente en la vía, que se ha gastado y perdido gran parte de su visibilidad. Al evidenciar la falta de señalización vertical y horizontal en todo el trayecto de los distintos tramos que conforman la carretera L003 LA, se plantea la colocación de señales de acuerdo al “Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, Instituto Nacional del Transporte Terrestre [7].

Se debe procurar que estos dispositivos de control estén siempre limpios, visibles, situados correctamente y en la posición adecuada. En cuanto a señalización horizontal, se recomienda colocar a lo largo de la carretera líneas de borde de calzada, las mismas deben ser de color blanco, de trazo continuo y de no menos de 10,00 cm ni más de 15,00 cm de ancho.

De igual forma se recomienda colocar a lo largo de la vía, una línea en el centro de la calzada, de trazo continuo en zonas donde no se permita el adelantamiento, o discontinuo en aquellas donde sí se permita, de color blanco y 10 cm. como ancho mínimo. Estas líneas deberán ser visibles a cualquier hora del día, por lo que deben ser reflectivas, ya que estas son visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos. Los materiales a utilizar para las señalizaciones horizontales pueden ser de diversos tipos y categorías, sin embargo, los más utilizados son los la pintura de tráfico y la resina termoplástica.

Al evidenciar la falta de señalización vertical y horizontal en todo el trayecto de los distintos tramos que conforman la carretera L003 LA, se propone la colocación de las siguientes señales:

Tabla 1. Resumen de propuesta señalización vertical

Tipo de señal y nomenclatura			Progresiva	Canal	
Preventiva	Curva Peligrosa	P1-1a		89+250.00	Izquierdo
				91+150.00	Derecho
				92+350.00	Izquierdo
				93+940.00	Derecho
Preventiva	Curva Peligrosa	P1-1b		90+352.00	Izquierdo
				94+200.00	Izquierdo
Preventiva	Curva Pronunciada	P1-2a		89+960.00	Izquierdo
				90+080.00	Derecha
				93+180.00	Izquierdo
				99+467.00	Izquierdo
				102+257.00	Derecho
Preventiva	Curva Pronunciada	P1-2a		103+331.00	Derecho
				106+551.00	Izquierdo
				105+207.00	Izquierdo
				111+200.00	Derecho
				113+208.00	Izquierdo
				113+464.00	Derecho
				113+957.00	Izquierdo
				114+526.00	Izquierdo
				115+119.00	Derecho
				115+159.00	Izquierdo
Preventiva	Curva Pronunciada	P1-2b		115+605.00	Derecho
				115+794.00	Derecho
				89+050.00	Derecho
				91+420.00	Izquierdo
				92+680.00	Derecho
				100+932.00	Izquierdo
				101+753.00	Izquierdo
				102+115.00	Izquierdo
				102+729.00	Izquierdo
				102+973.00	Izquierdo
Preventiva	Curva Pronunciada	P1-2b		104+704.00	Derecho
				106+234.00	Derecho
				103+848.00	Izquierdo
				110+700.00	Derecho
				112+974.00	Derecho
				114+212.00	Derecho
				114+888.00	Derecho
				115+809.00	Izquierdo
115+916.00	Derecho				

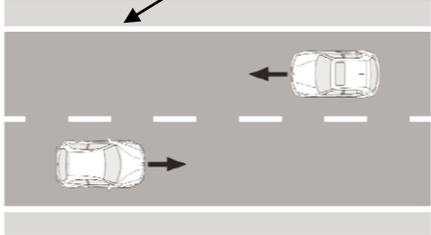
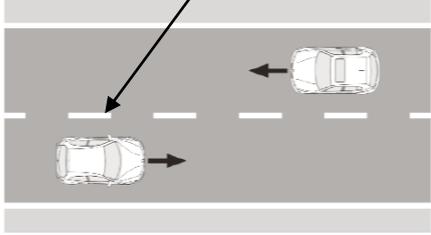
Tipo de señal y nomenclatura				Progresiva	Canal
Preventiva	Camino Sinuoso	P1-3a		95+060.00	Derecho
				96+000.00	Derecho
				96+660.00	Izquierdo
				98+080.00	Derecho
				98+920.00	Izquierdo
				99+393.00	Derecho
				106+880.00	Derecho
				112+300.00	Derecho
Preventiva	Camino Sinuoso	P1-3b		97+980.00	Izquierdo
				101+210.00	Izquierdo
				101+862.00	Derecho
Preventiva	Zona Escolar	P4-13		115+472.00	Derecho
				115+658.00	Izquierdo
Preventiva	Delineador Curva Peligrosa	P5-9		101+479.00	Izquierdo
Preventiva	Prevención de Obstáculos	P5-10		101+874.00	Ambos
				101+895.00	Ambos
Preventiva	Prevención de Obstáculos	P5-10c		99+931.00	Izquierdo
				99+955.00	Izquierdo
Reglamentaria	Señal de "PARE"	RI-1a		113+800.00	Izquierdo

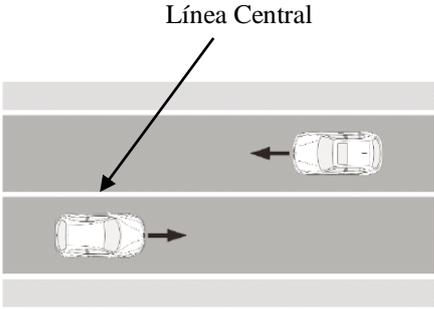
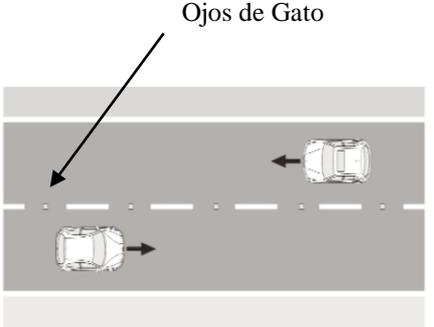
Tabla 2. Resumen de propuesta señalización vertical

Tipo de señal y nomenclatura				Progresiva	Canal
Reglamentaria	Prohibido Adelantar	R2-4		99+040.00	Izquierdo
				99+303.00	Ambos
				100+752.00	Izquierdo
				101+022.00	Izquierdo
				102+798.00	Izquierdo
				103+082.00	Izquierdo
Reglamentaria	Límite de Velocidad (60 km/h)	R3-6a		88+500.00	Derecho
				89+675.00	Izquierdo
				94+160.00	Derecho
				95+960.00	Izquierdo
				98+900.00	Izquierdo
				101+989.00	Derecho
				103+226.00	Derecho
				106+800.00	Izquierdo
				109+000.00	Derecho
				110+800.00	Izquierdo
				112+360.00	Izquierdo
				114+700.00	Ambos
Informativa	Indicador de dirección	I2-1		100+282.00	Izquierdo
Informativa	Indicador de dirección	I2-1		102+493.00	Derecho
Informativa	Indicador de dirección	I2-1		103+550.00	Izquierdo
Informativa	Indicador de localidad	I5-2		104+000.00	Izquierdo

Tipo de señal y nomenclatura			Progresiva	Canal	
Informativa	Indicador de localidad	I5-2		109+000.00	Izquierdo
Informativa	Indicador de vía ramal	I3-5		102+030.00	Derecho
				103+192.00	Derecho
Informativa	Servicio de restaurante	I6-9b		87+900.00	Derecho

Tabla 3. Resumen de propuesta señalización horizontal

DEMARCACIÓN HORIZONTAL	
LÍNEAS DE BORDE DE CALZADA	LÍNEA SENCILLA DE TRAZO CONTINUO
<p>Estas líneas indican a los conductores, especialmente cuando hay condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que le permite a los conductores posicionarse correctamente respecto a éste.</p> <p><u>Color:</u> Blanco <u>Ancho de líneas:</u> Serán demarcadas líneas en los bordes de 10 cm.</p>	<p>Línea de Borde</p> 
LÍNEAS DIVISORIAS DE SENTIDOS DE CIRCULACIÓN	LÍNEA SENCILLA DE TRAZO DISCONTINUO
<p>Se utilizan en calzadas de doble vía para indicar donde se separan los flujos de circulación, lo cual no necesariamente debe ser en el centro geométrico de la vía.</p> <p><u>Color:</u> Blanco <u>Ancho de líneas:</u> 10 cm <u>Patrón:</u> 5 m <u>Relación Trazo/Brecha:</u> 2/3 m</p>	<p>Línea Central</p> 

LÍNEAS DIVISORIAS DE SENTIDOS DE CIRCULACIÓN	LÍNEA SENCILLA DE TRAZO CONTINUO
<p>Se utilizan en calzadas de doble vía para indicar donde se separan los flujos de circulación, lo cual no necesariamente debe ser en el centro geométrico de la vía. Además de indicar que está prohibido adelantar vehículos.</p> <p><u>Color:</u> Blanco</p> <p><u>Ancho de líneas:</u> Serán demarcadas centrales de 10 cm.</p>	
DEMARCACIÓN ELEVADA	OJOS DE GATO
<p>Se usan principalmente para señalar el alineamiento de la vía a lo largo de los canales de circulación y sirven como complemento a la demarcación tradicional.</p> <p><u>Color:</u> Blanco</p> <p><u>Ubicación:</u> Debe ser instalado en el centro de todas las brechas o brechas por medio a lo largo de los 4,36 km de la vía.</p>	

5. RECONOCIMIENTO

Este trabajo es producto del proyecto de investigación titulado: Propuesta de mejoras para las carreteras locales del Estado Lara, según la clasificación oficial de carreteras, utilizando sistemas de información geográfica (SIG) para su registro, registrado en El Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), bajo el código 005-IC-2014.

6. REFERENCIAS

- [1] J. Colmenares, I. González y K. Rosas, Propuesta De Mejora para la Carretera L003 LA, Tramo Destino R003 (Licua)-Fin Variante Duaca, Entre Las Progresivas 107+700.00 A 112+300.00 Utilizando Sistemas De Información Geográfica (S.I.G.) para Su Registro, 2014
- [2] W. Alejos, R. Romero y L. Túa, Determinación de las Condiciones Actuales, Físicas y Geométricas de las Carreteras Nacionales de Acuerdo a las Normas Vigentes, Utilizando Sistemas De Información Geográfica (S.I.G) para su Registro y Propuesta para su Mejora. L003 La Tramo Lim. Edo. Yaracuy–Dest. De R003 (Licua) Progresivas 87+900.00 – 93+400.00. 2012
- [3] L. González, C. Oropeza, y Y. Rojas, Diagnóstico y Registro de las Condiciones Físicas y Geométricas de las Carreteras Nacionales De Acuerdo a las Normas Vigentes, Utilizando Sistemas De Información Geográfica (S.I.G), y Propuesta Para

- Su Mejora. L003 La Progresivas 93+400– 98+900. 2012
- [4] J. Briceño y J. Pérez, Determinación de las Condiciones Actuales, Físicas y Geométricas de las Carreteras Nacionales de Acuerdo a las Normas Vigentes, Utilizando Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) para su Registro y Propuesta para su Mejora, L003 LA en el Tramo con Destino R017 (Lícua)-Comienzo Variante Duaca, de Progresivas 103+300 a 107+700. 2013
- [5] A. Jugo, Método de Evaluación de Pavimentos (PCI), Versión en español, Caracas, Venezuela. 1987
- [6] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Normas para el Proyecto de Carreteras, Caracas, Venezuela, 1997.
- [7] Instituto Nacional del Transporte Terrestre. Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Caracas, Venezuela, 2011.
- [8] Ministerio de Obras Públicas. Manual de Drenaje. Caracas, Venezuela, 1967.
- [9] C.A. Hogentogler y K. Terzaghi, Interrelationship of load, road and subgrade.. American Association of State Highway Officials. 1929
- [10] G. Corredor, Apuntes de Pavimento, Volumen 1, Universidad Santa María, Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela, 2004