

**INVENTARIO VIAL GEORREFERENCIADO  
“AUTOPISTA RÍO MAGDALENA 2” TRAMO  
ALTO DE DOLORES – PUERTO BERRIO, A  
PARTIR DE LOS SOFTWARE IMAJVIEW Y  
ARCGIS**

INVENTORY VIAL GEOREFERENCED "INTERSTATE RÍO  
MAGDALENA 2" SECTION ALTO DE DOLORES – PUERTO  
BERRRIO, FROM TOOLS AND GIS IMAJVIEW

Hebert Coba Piraquive  
Ingeniero Topográfico  
Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá, Colombia  
[U3101303@unimilitar.edu.co](mailto:U3101303@unimilitar.edu.co)



---

## RESUMEN

El inventario y estudio técnico inicial de la autopista Río Magdalena, hace parte de los trabajos para las vías objeto de la concesión “Autopista Río Magdalena 2”, que tienen una longitud total estimada origen destino de 144 kilómetros y su recorrido discurre íntegramente en el departamento de Antioquia.

El objetivo de esta concesión es conectar el sur occidente y centro occidente del país de forma directa con el Puerto de Cartagena y el norte del país, así también el nordeste de Antioquia con la concesión de Ruta del Sol a través de Puerto Berrío, proyectando que se convierta en uno de los corredores viales más importantes del país.

El proyecto hace parte de esta concesión y principalmente aportan a los estudios de mejoramiento de la calzada actual del tramo Alto de Dolores-Puerto Berrío.

Se presentan los principales aspectos técnicos fundamentales para la elaboración de los inventarios viales. De esta manera se sustenta la ubicación general, el alcance, la metodología, los elementos y atributos analizados. Inventarios de señalización y dispositivos de control.

**Palabras clave:** Vía, Inventario vial, Inventario de señalización.

## ABSTRACT

The inventory and technical initial study of the highway Río Magdalena, Part of the works does for the routes object of the concession “Autopista Río Magdalena 2”, That have a total estimated length target origin of 144 kilometres and his tour thinks up entirely in the department of Antioquia.

The aim of this concession is to connect the south west and I centre west of the country of direct form with the Port of Cartagena And the north of the country, this way also the north-east of Antioquia With the concession of Ruta del Sol Across Puerto Berrío, Projecting that turns into one of the most important road corridors of the country.

The project does part of this concession and principally they reach to the studies of improvement of the current causeway of the section Alto de Dolores-Puerto Berrío.

They present the principal technical fundamental aspects for the production of the road inventories. Hereby there are sustained the general location, the scope, the methodology, the elements and analyzed attributes. Inventories of signposting and devices of control.

**Key words:** Route, road Inventory, Inventory of signposting.



## 1 INTRODUCCIÓN

Los inventarios viales se emplean para conocer las condiciones en que se encuentra una vía en su estado de operatividad y funcionalidad, esto se puede realizar a partir de una serie de descripciones detalladas, físicas, geométricas y de diseño.

Una de las formas más usuales para la realización de los inventarios viales es a través de la inspección visual estando directamente sobre la vía. La descripción de la vía es el registro de datos de las características generales que esta la componen tales como: tipo de vía, (Autopistas, carreteras, secundarias etc) sentido de la vía. Tipo de pavimento (flexible, rígido,) localización, geometría de la vía (longitud de tramo, ancho de calzada, número de carriles, ancho de bermas, separadores), señalización y dispositivos de control, obras de drenaje, taludes, puentes y túneles, peajes y pesajes. (Inventarios viales y categorización vial de la red, UPTC 2011)

Pero hoy en día la captura de la información de los inventarios viales fue evolucionando a medida que la tecnología de los sistemas de información geográfica se fuera posicionando y liderando proyectos de ingeniería. Para este inventario la investigación se realizó con tecnologías diferentes a las ya usadas y conocidas.

El proyecto se localiza en las inmediaciones del municipio de Puerto Berrio (Antioquia). Así mismo se incluyen en el presente proyecto, el levantamiento de dos pequeños tramos definidos como accesos al municipio de Puerto Berrio, configurando así una longitud total aproximada del proyecto de unos 67 km. Ver figura 1.

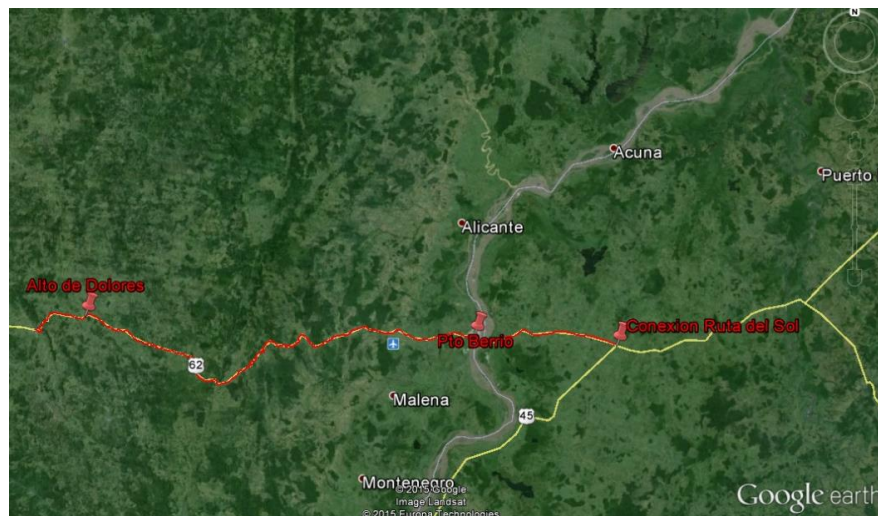


Figura 1. Tramo total entre Alto de Dolores y la Conexión Ruta del Sol  
Fuente: Google Earth



Y comprenden como referencia general la vía existente que conecta a la ciudad de Medellín con la Ruta del Sol desde el Alto de Dolores y pasando por el Municipio de Puerto Berrio, formando dos tramos principales de estudio como se denotan a continuación:

- ✓ Un tramo definido para mejoramiento de calzada actual entre el Alto de Dolores hasta el inicio de la variante de Puerto Berrío, de aproximadamente 51 km.
- ✓ Un segundo tramo de 10 km el cual fue definido como tramo de mejoramiento de la carretera actual desde el final de la variante de Puerta Berrio hasta la conexión con la Ruta del Sol.

La ejecución de los inventarios viales iniciales para las unidades funcionales UF3 (Alto de Dolores – Pto Berrio), UF4 (Pto Berrio – Conexión Ruta del Sol y Accesos a Puerto Berrio), lo cual constituye una longitud total aproximada de 60 km.

## **2 INVENTARIOS VIALES**

### **2.1 INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

Un inventario de infraestructura vial permite identificar toda la red nacional de vías departamentales y municipales. Se emplea para conocer las condiciones en forma continua y detallada, en relación al estado estructural y funcionamiento de la vía, a sus características físicas y geométricas.

Los inventarios de infraestructura vial conforman una base de datos geográfica (Geodatabase) que van de la mano con los sistemas de información geográfica, para el tratamiento, análisis e interpretación de los datos en el momento que se quieran editar o actualizar estos.

Es de gran importancia los inventarios de infraestructura vial para proyectos de mantenimiento, rehabilitación de infraestructura vial para el desarrollo de la actividad de tránsito y transporte, la durabilidad de la vía y mantener los costos de operación vehicular y tiempos de viaje.

#### **2.1.1 Geometría**

Se pretende identificar los tramos homogéneos de la vía, para este propósito se registraron medidas para tramos de 500 mts:

#### **2.1.2 Tipo de superficie de rodadura y bermas**

Es el material del cual están construidas o conformadas las superficies de rodadura y las superficies de bermas, entre las opciones se tienen: empedrado, adoquín, afirmado, tierra, pavimento flexible y pavimento rígido.



### 2.1.3 Número de carriles

Se registra el número de carriles que conforman la calzada generalmente 2 para todo el recorrido.

### 2.1.4 Ancho de superficie y rodadura

Es la medida de la distancia entre los bordes exteriores de la calzada en metros (sin incluir bermas) expresado en metros. Este tipo de información se recoge tomando medidas sobre los tramos de 500mts.

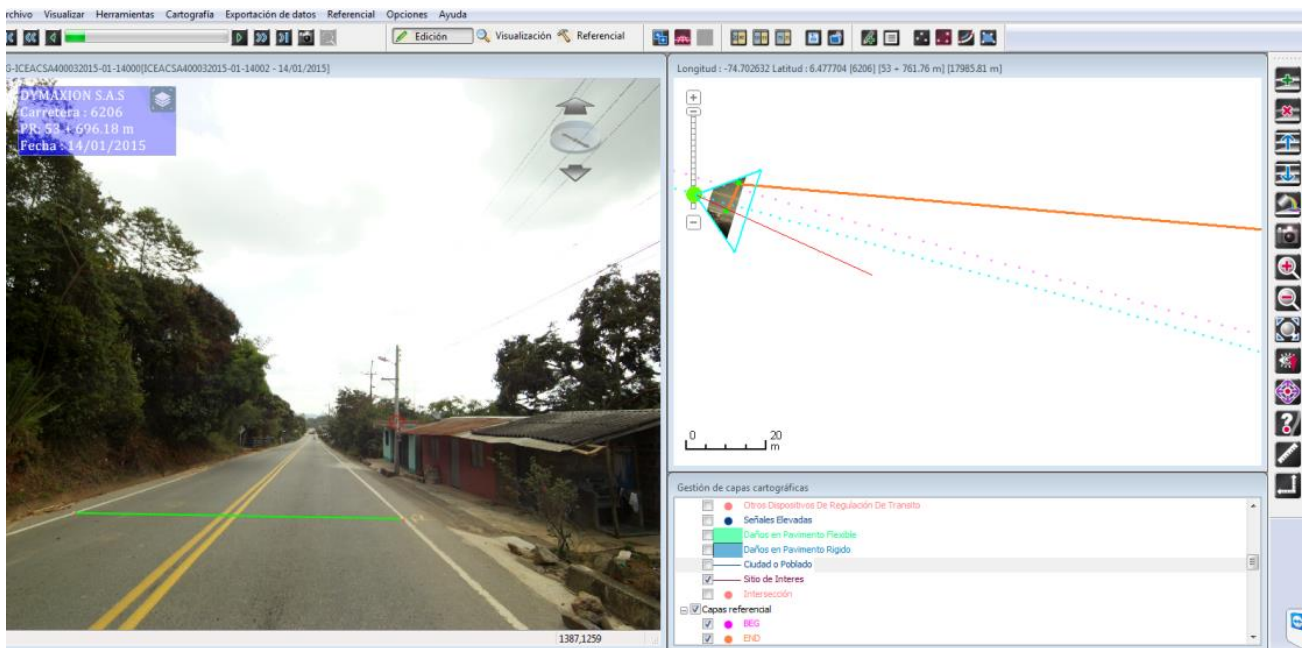


Figura 2. Ejemplo ancho de rodadura

### 2.1.5 Ancho de berma izquierda y derecha

Es la medida de la distancia entre los bordes exteriores de la calzada y los bordes exteriores de bermas a cada lado de la vía (expresado en metros).

### 2.1.6 Topografía (pendiente longitudinal)

Hace referencia al tipo de terreno predominante, en el cual se encuentre el segmento de 500 mts que se esté inventariando. El código correspondiente se hizo de acuerdo con la tabla siguiente:



Tabla 1. Tipo de terreno

Nombre del Tipo de Terreno	Código	Pendiente Longitudinal
Plano	P	<3%
Ondulado	O	3%-6%
Montañoso	M	6%-8%
Escarpado	E	>8%

Fuente: Propia, adaptación Manual de diseño geométrico de carreteras. 2008

### 2.1.7 Daños en pavimento flexible

Corresponde a los daños que pueden requerir mantenimiento en el pavimento Flexible.

### 2.1.8 Tipo de Daño y severidad

Los principales daños y severidad que se presentan en los pavimentos flexibles agrupados por su incidencia en costos de mantenimiento y en los costos de operación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Tipo de Daño y Severidad pavimento flexible

Daños Categorías	Tipos de daños en rodadura	Severidad 1: Baja, 2: Media, 3: Alta
<b>Fisuras</b>	Transversal y longitudinal	1: Abertura < 1 mm 2: Abertura 1-3 mm 3: Abertura > 3 mm
	Medialuna	
	Piel de cocodrilo	
	Deslizamiento	
	En bloque	
	Reflexión de juntas	
<b>Deformaciones</b>	Ondulación	1: Profundidad < 10 mm 2: Profundidad 10-35 mm 3: Profundidad > 35 mm
	Abultamiento	
	Hundimiento	1: Profundidad < 20 mm 2: Profundidad 20-40 mm 3: Profundidad > 40 mm
	Ahuellamiento	1: Profundidad < 10 mm 2: Profundidad 10-25 mm 3: Profundidad > 25 mm



<b>Perdidas de las capas de estructura</b>	Descascaramiento	1: Profundidad < 10 mm 2: Profundidad 10-25 mm 3: Profundidad > 25 mm
	Baches	1: Profundidad < 25 mm 2: Profundidad 25-50 mm 3: Profundidad > 50 mm
	Parche	1: Baja 2: Media 3: Alta
<b>Otros daños</b>	Exudación	1: Baja 2: Media 3: Alta

Fuente: Propia, adaptación Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles



Figura 3. Daños en el pavimento flexible PR 42+899

### 2.1.9 Daños en pavimento rígido

Corresponde a los daños que pueden requerir mantenimiento en el pavimento rígido.

#### 2.1.10 Tipo de Daño y severidad

Los principales daños que se presentan en los pavimentos rígidos agrupados por su incidencia en costos de mantenimiento y en los costos de operación vehicular se presentan en la siguiente tabla:



Tabla 3. Tipo de Daño y Severidad pavimento rígido

<b>Daños Categorías</b>	<b>Tipos de daños en rodadura</b>	<b>Severidad 1: Baja, 2: Media, 3: Alta</b>
<b>Deterioros superficiales</b>	Desportillamiento	1: Fractura < 8 mm 2: Fractura 8-25 mm 3: Fractura > 25 mm
	Descascaramiento	1: Profundidad < 5 mm 2: Profundidad 5-15 mm 3: Profundidad > 15 mm
	Baches	1: Profundidad < 25 mm 2: Profundidad 25-50 mm 3: Profundidad > 50 mm
	Escalonamiento	1: Desnivel < 5 mm 2: Desnivel 5-10 mm 3: Desnivel > 10 mm
	Hundimiento	1: Profundidad < 20 mm 2: Profundidad 20-40 mm 3: Profundidad > 40 mm
	Bombeo sobre la junta	1: Profundidad < 50 mm 2: Profundidad 50-150 mm 3: Profundidad > 150 mm

Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos

## 2.2 INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN Y OTROS DISPOSITIVOS

### 2.2.1 Señalización horizontal

En estos elementos se incluyen las señales demarcadas sobre el pavimento y agrupan los siguientes atributos:

### 2.2.2 Tipo de señal

Se incluyen los tipos de señales que se pueden observar dentro de las señales horizontales como son:

Tabla 4. Tipo de Señal

<b>Tipo de señal</b>
Marca Longitudinal
Marca Transversal
Marcas de Bordillos
Marcas de Objetos

Fuente: Elaboración propia 2016





### 2.2.3 Señalización reglamentaria, preventiva, informativa y de obra

Dentro de estos elementos se incluyen las señales verticales agrupadas según la familia de cada señal (Reglamentarias, Preventivas, Informativas y de Obra). Para cada una de estas señales, se levantó la siguiente información:

### 2.2.4 Clasificación de señales

Corresponde al código establecido según INVIAS para cada una de las señales verticales, por ejemplo SR-01 como código único para la señal reglamentaria de pare.

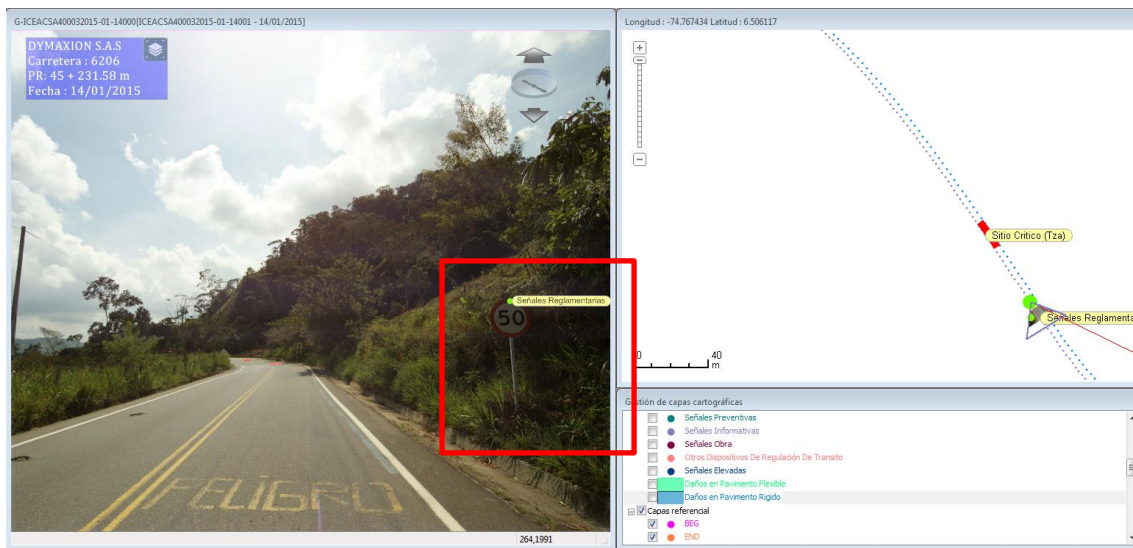


Figura 4. Señal preventiva en el PR 45+232

### 2.2.5 Señales elevadas

Dentro de estos elementos se incluyen las señales elevadas. Para cada una de estas señales, se levantó la siguiente información:

### 2.2.6 Clasificación

Corresponde al tipo de señal donde se incluyen las siguientes alternativas:

Tabla 5. Señales elevadas

Tipo de señal
SE Bandera
SE Doble Bandera
SE Pasa vías
SE Informativa

Fuente: Elaboración propia 2016



## 2.3 INVENTARIOS DE OTRAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Los diferentes elementos que se inventariaron y los atributos que fueron asignados a cada uno de ellos.

### 2.3.1 Alcantarillas y obras de encauzamiento

Tabla 6. Tipo de alcantarilla

Nombre del tipo de Alcantarilla	Código
Alcantarilla circular	CI
Alcantarilla en cajón	CA
Alcantarilla en bóveda	BO
Otro tipo de alcantarilla	OT

Fuente: Elaboración propia 2016

### 2.3.2 Dimensión de Alcantarilla circular (diámetro)

Este tipo de información se refiere al diámetro interno que tienen las alcantarillas de tipo circular que se están evaluando. Por lo tanto, se mide este parámetro con cinta métrica o flexómetro.

### 2.3.3 Dimensión de Alcantarilla cajón o bóveda (ancho)

Se refiere a las dimensiones que tienen las alcantarillas en cajón o bóveda. En este caso, se registra el ancho del cajón. Para alcantarillas en bóveda no se considera el arco superior. Para el caso de alcantarillas en cajón o bóveda, se mide y registra el ancho interno expresándolo en metros.

### 2.3.4 Alcantarilla cajón o bóveda (alto)

En este caso se registra la altura libre del cajón. Cuando existen alcantarillas en cajón múltiples se registra la altura común de las bocas, y si existen alturas diferentes se registra el que tenga la mayor altura.

### 2.3.5 Cunetas

Las cunetas fueron registradas cuando estaban plenamente identificadas. Para el inventario de las cunetas se registraron los siguientes atributos: PR inicial, PR final, margen, el tipo, revestimiento, condición y longitud. En general, el lado derecho o izquierdo de estos elementos, fue referido con respecto al sentido de avance del inventario.



## Secciones típicas de cunetas

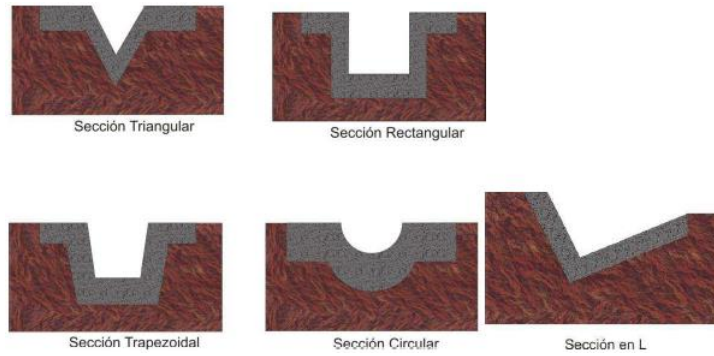


Figura 5. Fuente: Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria

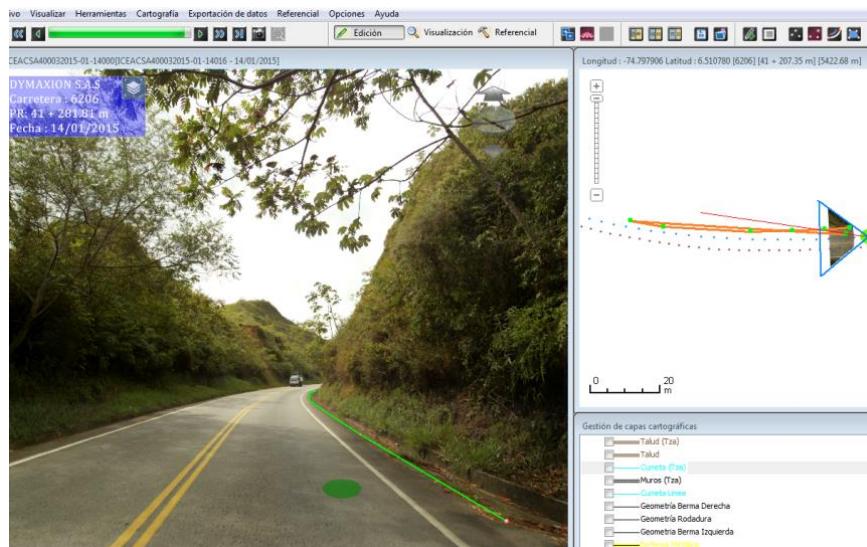


Figura 6. Ejemplo cuneta

### 2.3.6 Taludes

Tabla 7. Tipo de Talud

Tipo de sección del talud en evaluación	Código
Talud en cajón	C
Talud a media ladera	L
Talud en terraplén	T

Fuente: Elaboración propia. 2016



Figura 7. Ejemplo Talud a media ladera en la vía

### 2.3.7 Muros de contención

Son estructuras construidas longitudinalmente, para confinar y contener los taludes superiores e inferiores que conforman la banca de la carretera.

Tabla 8. Muro de contención

Material de Muro de Contención.	Código	Descripción
Piedra	PI	Muro seco.
Ciclópeo/Mampostería	CI	Piedra ligada con mortero.
Concreto	CO	Concreto simple o reforzado
Gaviones	GV	Piedras en canastas metálicas
Sacos Rellenos	SR	Sacos rellenos con suelo-cemento
Otro	OT	Ninguno de los anteriores.

Fuente: Elaboración propia. 2016



Figura 8. Ejemplo Muro de Contención Gavión en la vía

### 2.3.8 Puentes

Constituyen las estructuras viales más importantes de las carreteras.

Tabla 9 Material de puentes

<b>Material de la Superestructura</b>	<b>Código</b>
Metálico	ME
Concreto	CO
Madera	MA
Otro	OT

Fuente: Elaboración propia. 2016

En caso de que la superestructura esté constituida por dos materiales, se indican ambos materiales.

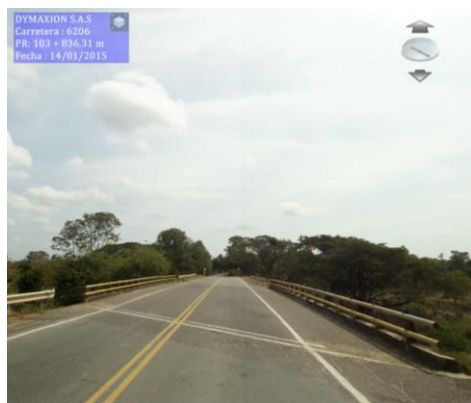


Figura 9. Puente de concreto en el PR 103+842



### 2.3.9 Defensa metálica

Daño estructural: la deformación o pérdida de una o varias partes de la defensa. También se pueden considerar los desplazamientos y asentamiento que sean significativos.



Figura 10. Defensa Metálica en el PR 90+180

Se manejó la metodología de levantamiento mediante el uso de fotogrametría terrestre complementando con un porcentaje bajo de levantamiento de inventario vial tradicional, donde se cambia el enfoque y se invierte más tiempo en oficina que en campo y se disminuye el porcentaje de error. La forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, que consiste en el montaje de la cámara para el inicio de la toma de imágenes y el recorrido continuo, el cual se realizó desde el PR 36 hasta la conexión a la Ruta del Sol y nuevamente hasta el PR 36 con el fin de obtener imágenes en los dos sentidos de la vía, aspecto de gran importancia para la identificación adecuada de algunos objetos y por obvias razones de vital importancia para la definición de elementos de señalización vertical.

De esta manera se aseguró que en todo momento se iban a tener imágenes para el tramo a estudiar que comienza aproximadamente en el PR 41 de la vía actual y llega hasta la conexión, igualmente el margen también se dio debido a la necesidad de una zona adecuada para la instalación del equipo.



Figura 11. Ejemplo de imágenes del recorrido



Al finalizar el recorrido se realizó una revisión inicial en campo de las imágenes, buscando verificar la calidad de las mismas en cuanto a enfoque, iluminación y contraste para definir si se encontraban aptas para el procesamiento y para la definición de objetos y atributos sobre las mismas. Igualmente se verificó que no existieran huecos importantes en las secuencias. Ver figura 5.

Se elabora una Base de Datos Geográfica (Geodatabase), que contendrá información de todos los elementos de la infraestructura vial inventariados (estableciendo como mínimo para cada elemento: ruta, PK inicial y final, margen (D, I), coordenadas geográficas, altitud, fotografía).

Los trabajos de georreferenciación para la Geodatabase se realizan con precisión submétrica, tanto para el caso del GPS, como para el caso del altímetro u otro instrumento de medición de altitud elegido, tomando como referencia el Sistema de Coordenadas “Universal Transversal de Mercator (UTM)”, según el Datum WGS-84

### 3 RESULTADOS FINALES

#### 3.1.1 Procesamiento

Una vez verificada la calidad de las imágenes se procedió a georreferenciar las secuencias y mediante fotogrametría se generó un sistema sobre el cual se pueden ubicar elementos y tomar mediciones.

En general el procesamiento de las imágenes aunque es un proceso complejo de varios cálculos internos para el computador, sigue los principios básicos de fotogrametría, donde simplemente el sistema busca puntos comunes en varias imágenes y mediante la ubicación y orientación conocida de la cámara para cada una de las imágenes en que se ubica un punto, se logra obtener la ubicación espacial del objeto de interés.

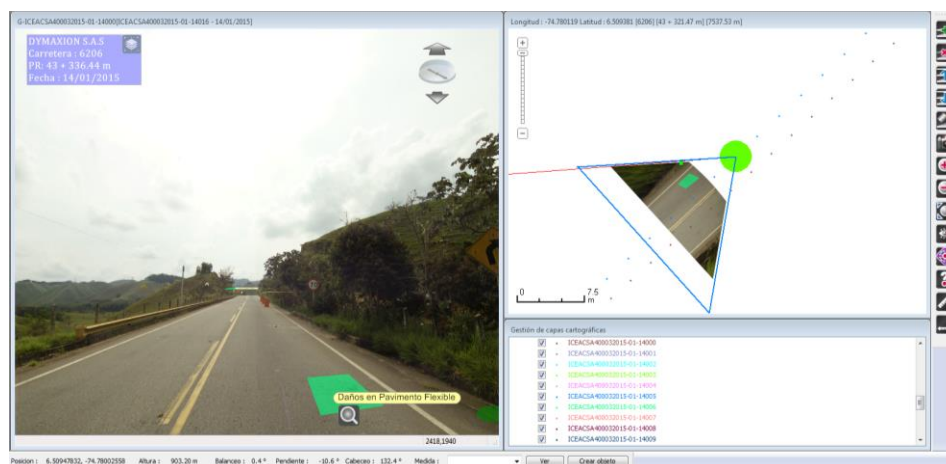


Figura 12. Ejemplo de imagen ya procesada



### 3.1.2 Construcción de referencial

Quizás uno de los puntos más importantes en el procesamiento de la información y una de las fuentes principales de reducción de errores según la experiencia al comparar con levantamientos tradicionales.

El referencial de la vía se construye a partir del código o códigos de las carreteras a inventariar, los segmentos levantados, sus PR y la topología generada por los anteriores.

Para realizar este proceso se tuvo en cuenta que todo tramo de interés está sobre la Carretera Nacional 6206 lo que hace que todo el sistema de referencia se base en el abscisado de esta única vía; Una vez se definió que no existen tramos sobre otra vía se procedió a identificar todos los puntos iniciales y finales para cada una de las secuencias y se definieron los PR que se encontraban en el tramo de interés. A excepción del PR 98 y PR 99 se lograron identificar todos los PR entre el 41 y el 114.

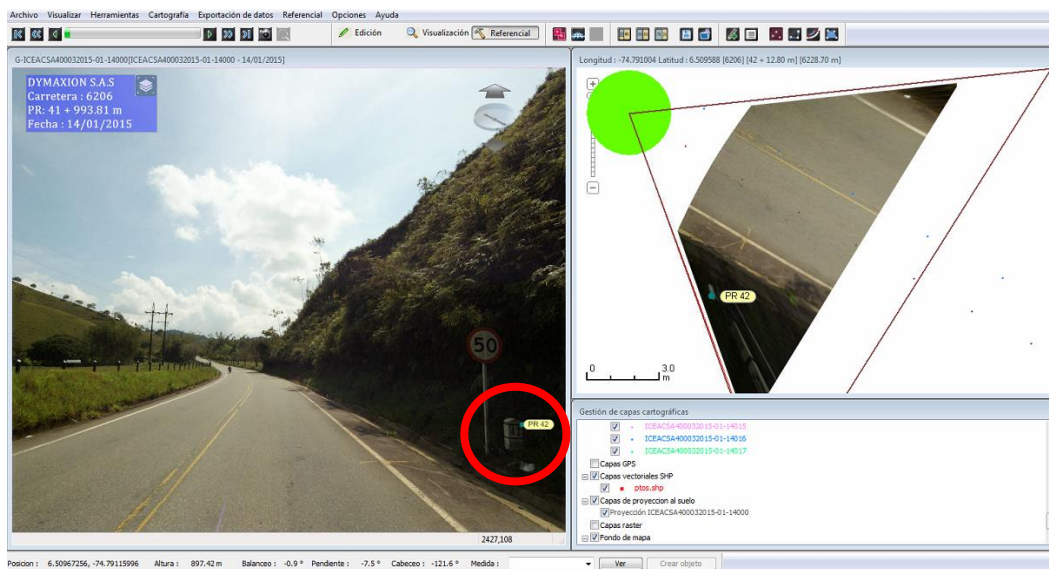


Figura 13. Ejemplo definición de PR 42

Finalmente se construyó el referencial al definir como se conectan cada una de las secuencias entre sí. En este caso teniendo en cuenta que todas las secuencias pertenecen en la misma vía, el proceso se simplifica y como lo muestra la figura 10, todas las secuencias se organizaron y se adjudicaron a la Carretera Nacional 6206.

La primera secuencia muestra un vértice rojo lo que indica que no está conectada con ninguna otra en el inicio, así como la última que igualmente muestra que el final de la última secuencia no presenta ninguna conexión, sin embargo todas los otros vértices están resaltados en verde ya que indican que las secuencias se conectaron entre sí y por lo tanto entendiendo que pertenecen a la misma vía, se muestran como aptas para la construcción de la topología y finalmente del referencial. Ver figura 14.



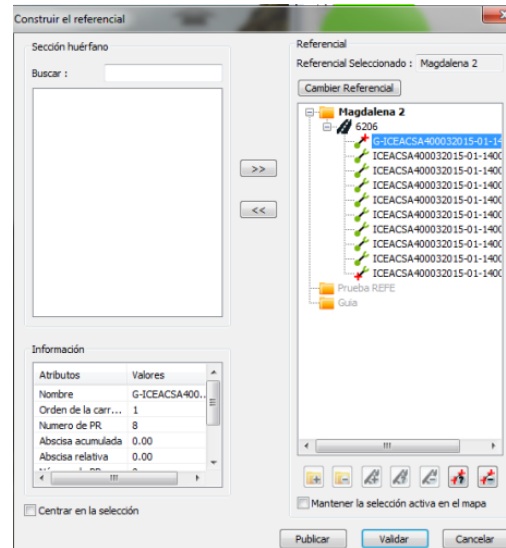


Figura 14. Construcción de Referencial

### 3.1.3 Levantamiento de información de elementos

Una vez definidos los referenciales de la vía y los atributos de cada uno de los tipos de elementos presentes, se procedió a levantar y diligenciar la información de los objetos, los cuales se ubicaron en las imágenes y al diligenciarlos se construyó una base de datos completa que relaciona cada elemento con sus atributos, ubicación geográfica, ubicación de referencia (PR) y su imagen, una vez más disminuyendo la posibilidad de errores de campo.

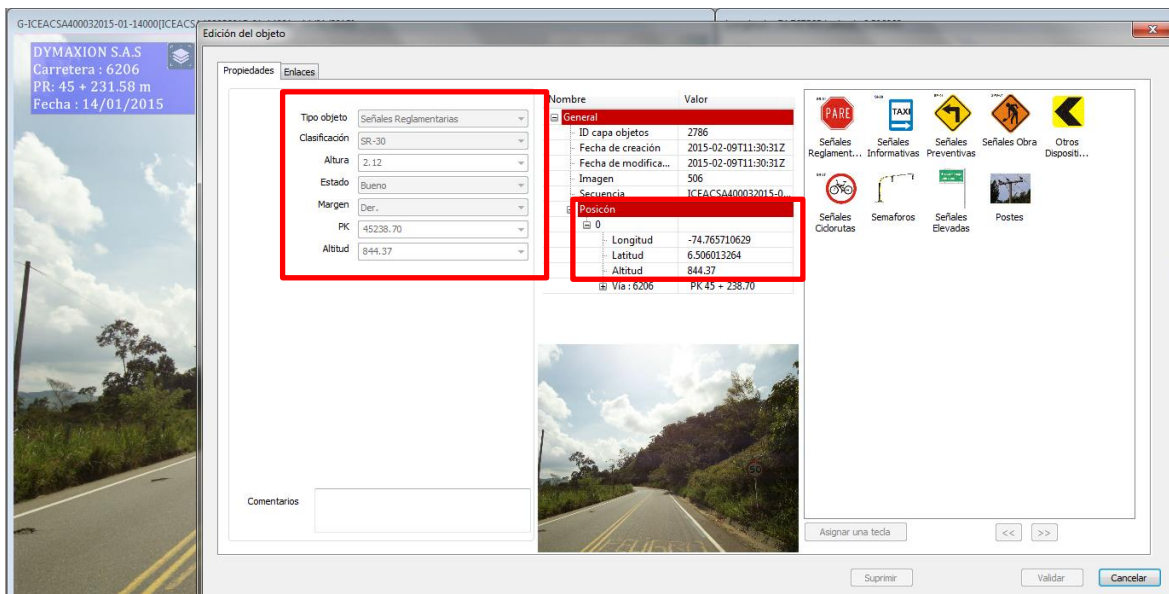


Figura 15. Levantamiento de Información para el objeto seleccionado (Señal Reglamentaria)

Como se observa en la figura anterior el elemento definido, gracias al proceso fotogramétrico ya cuenta con una ubicación geoespacial.

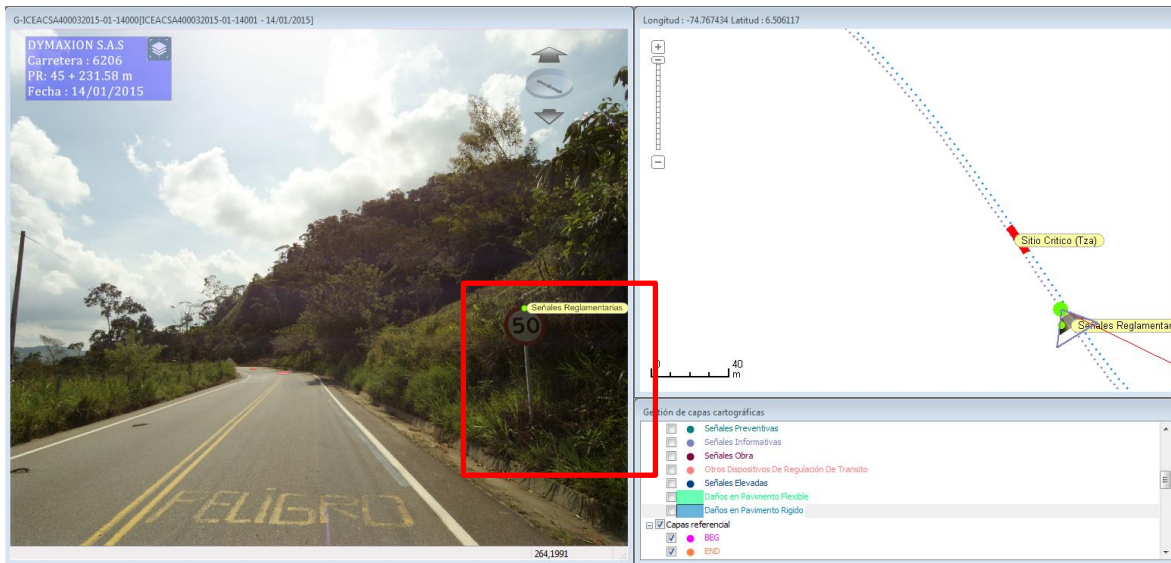


Figura 16. Ejemplo Selección de Objeto (Señal Reglamentaria)

### 3.1.4 Exportación de información

Una vez finalizada toda la definición de elementos se procedió a exportar la información a formatos shape y kmz de forma tal que la información levantada se vuelve la base para la constitución de un SIG, Geodatabase y así mismo se presta para la visualización elemento por elemento en programas como Google Earth o ArcGis entre otros.

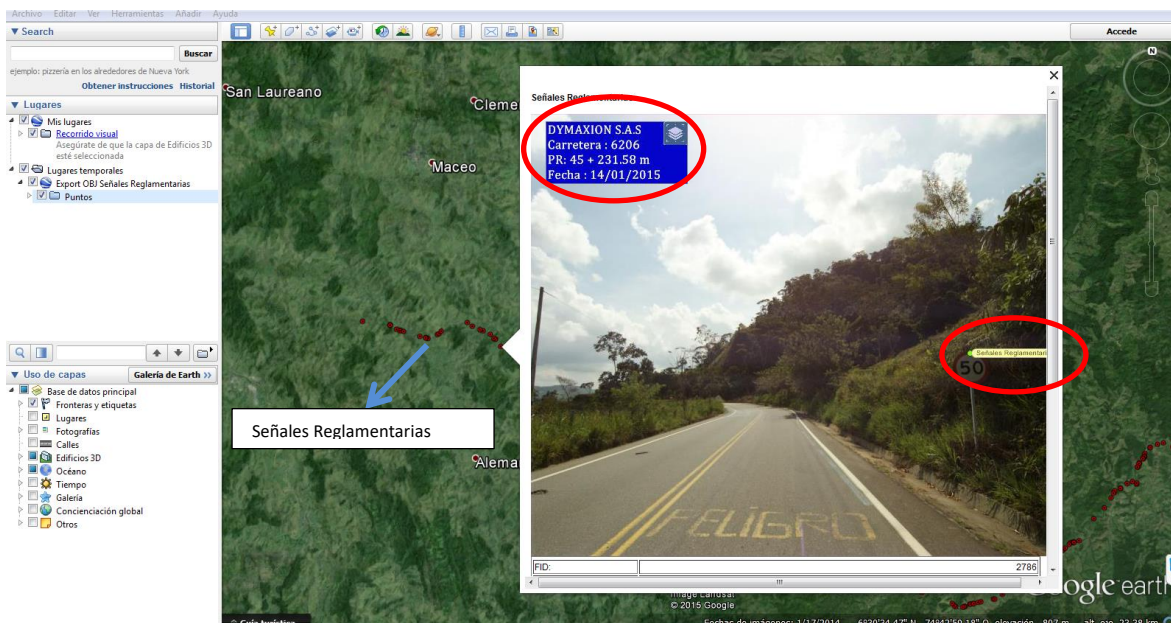


Figura 17. Punto en Google Earth de objeto levantado, con imagen y atributos asociados

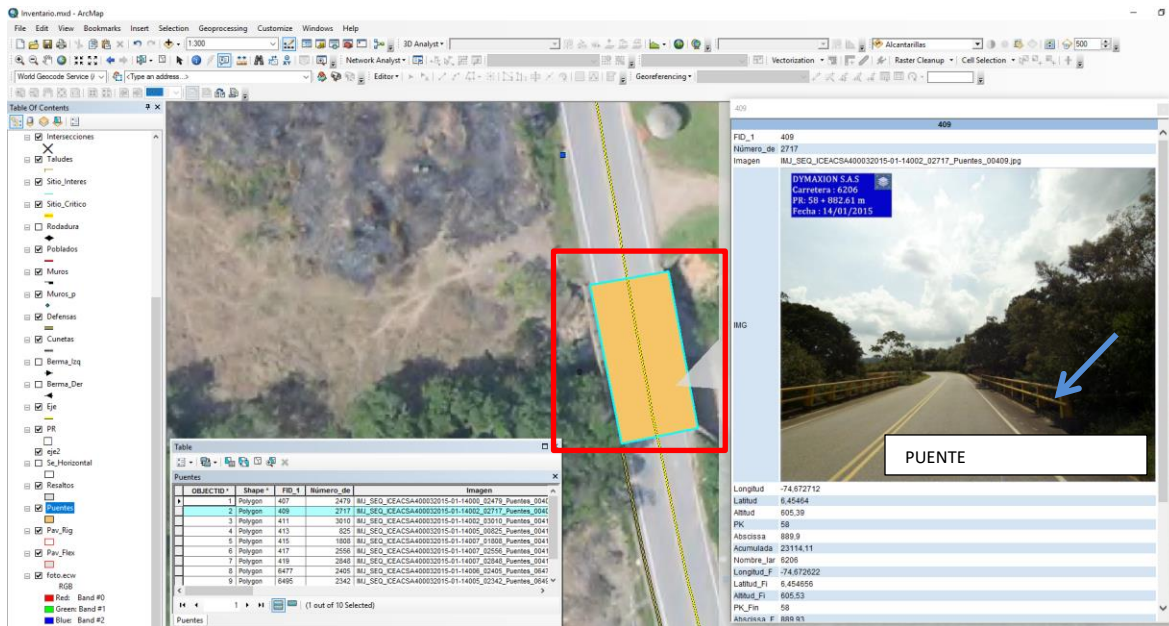


Figura 18. Consulta por atributos en ArcGis de un puente

## 4 CONCLUSIONES

La recopilación de los inventarios de infraestructura vial es de gran importancia desde las características físicas y geométricas de la vía y su estado de eficiencia en los elementos que componen la carretera. Los datos recogidos en la elaboración de los inventarios viales son una fuente de información importante para estudios de ingeniería y más aún en las etapas preliminares de la planeación de proyectos de infraestructura vial y de transporte.

La realización de los inventarios viales, así como de cualquier tipo de estudio de ingeniería de tránsito y transporte debe alinearse a los procedimientos y metodologías que la normativa vigente exige, que son establecidos para cada región, para obtener resultados coherentes con las necesidades del proyecto.



---

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Estudio e investigación del estado actual de las Obras de la Red Nacional de Carreteras, manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Bogotá, 1 p, 2006.
- ✓ Estudio e investigación del estado actual de las Obras de la Red Nacional de Carreteras, manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Bogotá, 13 p, 2006.
- ✓ Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de ingeniería de tránsito y transporte, Julián Rodrigo Quintero González, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, 2011.
- ✓ Actualización del inventario de la red secundaria vial del departamento de Santander, Laura Bibiana Aguilar López, Bucaramanga, 2011.
- ✓ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 6 p, 2008.