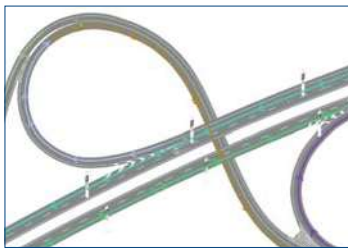


Gestión del inventario de marcas viales mediante el sistema de información geográfica SIGex



Management of road marking inventory by means of SIGex, a geographical information system

Antonio M. Martínez Menchón

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos del Estado
Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia
Jefe de Área de Conservación y Explotación*

Pedro González Martínez

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos del Estado
Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia
Jefe de Área de Conservación y Explotación*

Resumen

El volumen de información generado actualmente en las Áreas de Conservación y Explotación de las Demarcaciones de Carreteras, hacen necesaria la creación de herramientas informáticas de gestión adaptadas a las nuevas tecnologías, que permitan la administración y consulta de datos reales de manera eficiente.

Disponer de un adecuado inventario de marcas viales georreferenciado permite obtener cuantías de elementos para su posterior aplicación en la gestión de la conservación: mediciones, repintados de obras, indicadores de estado de señalización horizontal, etc.

Abstract

The amount of information generated nowadays in the road conservation areas of the road districts has made it necessary for the creating of management computer tools adapted to new technologies, which allow for the efficient administration and consultation of real data.

Having an adequate inventory of geo-referenced road-markings allows for obtaining amounts of elements, to then be post-applied in conservation management: measurements, re-painting of road works, status indicators which show the state of horizontal signage etc.

Rutas Técnica

1. Configuración

En la actualidad, las Áreas de Conservación y Explotación de las Demarcaciones de Carreteras manejan una considerable variedad de información, debido en gran medida, a los datos suministrados desde los sistemas de gestión y motivado por las mejoras tecnológicas que se están produciendo día a día en este sector de la obra pública, muchas de ellas incorporadas en los pliegos de prescripciones técnicas particulares de los contratos de conservación integral del Ministerio de Fomento y muy relacionadas con la I+D+i.

La Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia utiliza SIGex3 como plataforma de integración geográfica de los diferentes sistemas de gestión de explotación de carreteras, que permite ofrecer un entorno de trabajo común para el personal propio de la administración, empresas de conservación integral y empresas concesionarias.

La gestión gráfica del inventario de marcas viales facilita, de forma ordenada, toda la información referente a la señalización horizontal, ya sea para el conocimiento del estado actual de los elementos o para evaluar los costes de actuación, permitiendo tomar eficazmente decisiones a los usuarios, optimizando los recursos disponibles, siendo el objetivo final, la mejora continua de la seguridad vial de la carretera, permitiendo obtener:

- Representación y consulta geográfica de la señalización horizontal de la red, pudiendo ser visualizada en la plataforma SIGex3 sobre cualquier capa.
- Disponer de una base de datos actualizada de cada una de las marcas viales existentes con sus características más representativas.
- Mediciones de marcas viales con muy buena precisión para su posterior utilización en preparación de órdenes de estudio, proyectos, comprobación de obras, actuaciones de gestión directa, etc.
- Gestión de actuaciones de repintados.

- Seguimiento de la evolución de la edad de pintura de la red.
- Cálculo y representación del indicador de estado de las marcas viales longitudinales de forma inmediata.

2. SIGex3 como herramienta integradora

En 2012 se iniciaron los trabajos de integración, sobre un sistema de información geográfica de explotación, de toda la información proveniente de distintos inventarios y sistemas de gestión (inventario GSM, SGP, InCa, agenda de vialidad, gestión de flotas, gestión de expedientes, etc.).

En 2016, con la experiencia acumulada en los últimos años y acom-

pañada por la evolución tecnológica producida, se avanzó en la aplicación base, creando una versión mejorada del mismo, accesible a través del enlace: <https://rcemurcia.com/sigex3>.

Está desarrollado mediante la personalización de software libre (Postgres y Postgis para la base de datos, Mapserver como servidor de mapas y OpenLayers para la visualización de los mapas en interfaz web), que permite su libre distribución. Esta premisa ha estado siempre presente durante la elaboración de la aplicación, con el fin de que esté disponible gratuitamente para todas las Demarcaciones de Carreteras del Estado y para todas las empresas de conservación integral de carreteras que tienen contratos con el Ministerio de Fomento.

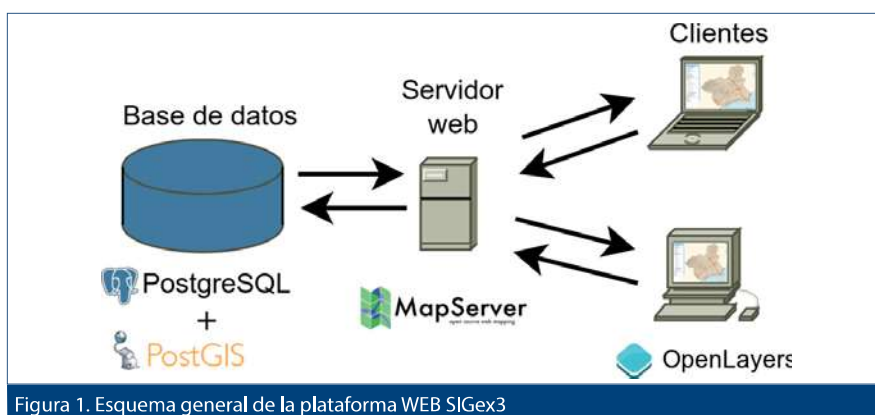


Figura 1. Esquema general de la plataforma WEB SIGex3

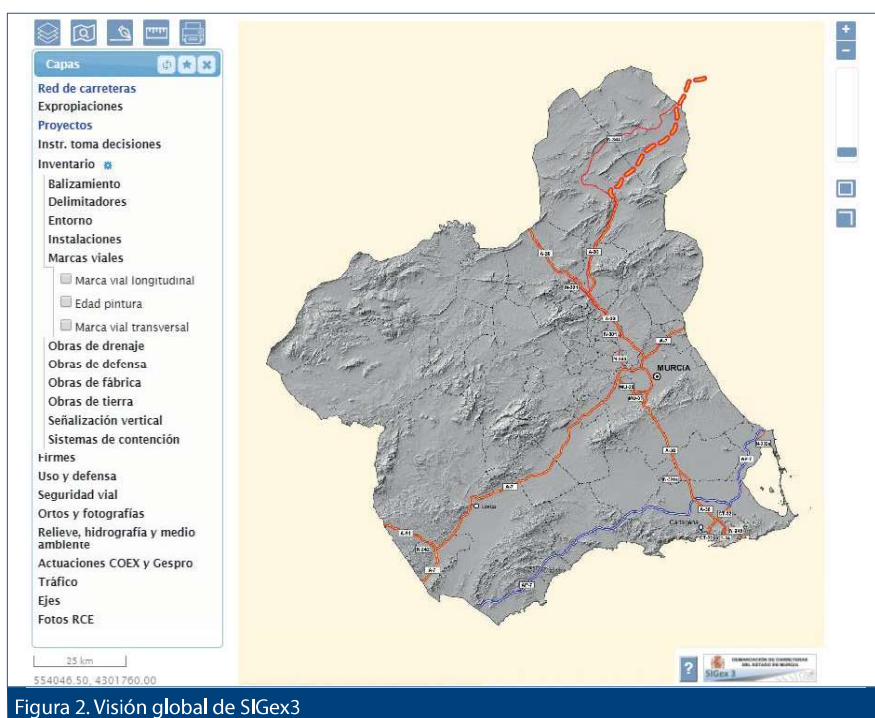


Figura 2. Visión global de SIGex3

Las mejoras realizadas sobre la plataforma base han permitido, entre otras, potenciar sus funciones de:

1. Posicionamiento geográfico de cualquier punto de la red, a partir de su p.k. o de las coordenadas UTM, a través de su referenciación al eje más próximo.
2. Consulta gráfica de mapas temáticos sobre cualquier base geográfica: cartografía, ortofotomapas, fotografías de satélite, etc.
3. Representación selectiva de bases de datos en función del nivel de escala de la ventana gráfica.
4. Medición gráfica de elementos lineales o superficiales.
5. Edición, etiquetado y rotulación de planos: dibujar puntos, líneas y polígonos; imprimir planos con un cajetín normalizado.

Sin embargo, donde reside la mayor evolución de la herramienta, es en las aplicaciones complementarias que cada día se van implantando para la gestión de cada uno de los datos de inventario que se recogen en la Red de Carreteras, como es el caso de la aplicación asociada a la gestión de la señalización horizontal.

3. Referenciación a ejes

Previamente al inventariado y digitalización de los elementos que forman parte del inventario, hay que disponer de una segmentación de ejes de la red

de carreteras, discretizando por calzadas, ramales, glorietas, vías colectoras y vías de servicio. Del mismo modo, los ejes que no son de tronco, disponen a la vez, de un eje “padre” que permite obtener los pp.kk. respecto al tronco.

El inventario de ejes digitalizados en la RCE en Murcia está compuesto por un millar de ejes (aproximada-

mente unos 250 por sector), con la siguiente distribución por tipos y sectores de conservación:

El disponer de esta información permite obtener de forma automática valores de referencia longitudinal (carretera, calzada, p.k., lado, etc.) de cualquier elemento que se quiera inventariar respecto del eje al que se asocie.

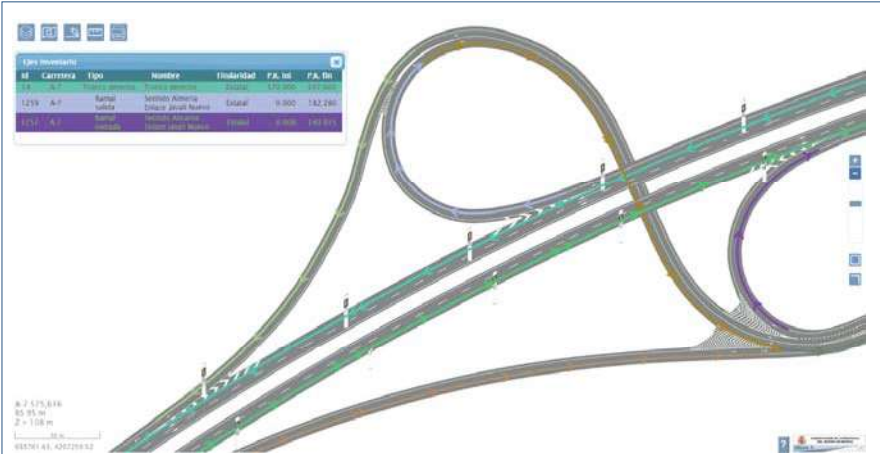


Figura 3. Ejemplo de tramificación en ejes de un enlace tipo

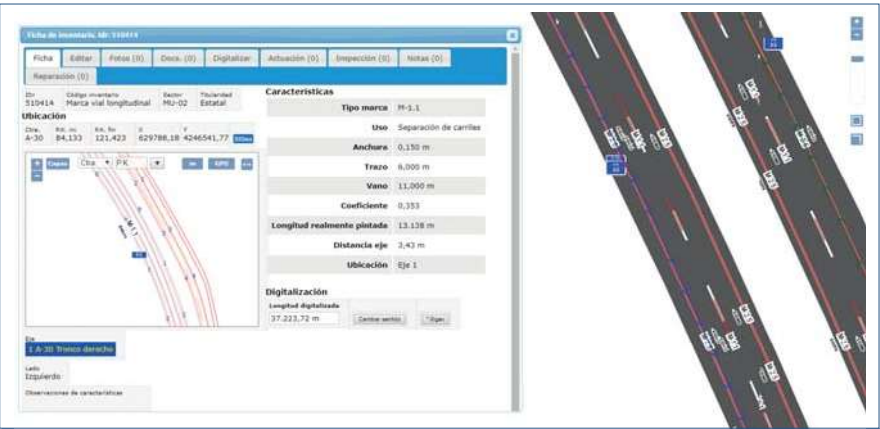


Figura 4. Georreferenciación de elemento de inventario marca vial longitudinal.

Tabla 1. Datos globales del inventario completo de la RCE										
TIPO	MU-01		MU-02		MU-03		MU-04		TOTAL	
	Nº ejes	Longitud (metros)	Nº ejes	Longitud (metros)	Nº ejes	Longitud (metros)	Nº ejes	Longitud (metros)	Nº ejes	Longitud (metros)
Tronco - Tronco	5	183.956	8	243.770	15	144.238	13	168.802	41	740.766
Tronco - Glorieta	0	0	7	1.067	6	1.319	1	126	14	2.512
Enlace - Ramal de entrada	36	7.643	42	8.542	29	7.680	70	19.824	177	43.686
Enlace - Ramal de salida	42	12.782	54	11.796	35	11.135	82	20.717	213	56.430
Enlace - Ramal bidireccional	16	5.260	21	4.543	10	2.533	23	6.007	70	18.343
Enlace - Glorieta	7	1.063	17	3.100	10	1.628	22	4.436	56	10.227
Vía de servicio - Tronco	105	104.572	62	51.287	45	60.295	117	88.803	329	304.957
Vía colector-distribuidora - Tronco	0	0	0	0	2	3.563	0	0	2	3.563
Camino/carretera secundaria - Tronco	34	6.912	28	4.091	8	2.134	19	1.809	89	14.876
TOTALES	247	322.185	241	328.126	162	234.525	353	310.524	1.003	1.195.360

Rutas Técnica

4. Inventario

La herramienta encargada de la gestión del inventario de marcas viales en la Red de Carreteras del Estado en Murcia, se compone de tres apartados independientes y relacionados entre sí, denominados: **buscador de marcas viales longitudinales**, **buscador de marcas viales transversales** y **repintados de marcas viales**.

Estas tres aplicaciones trabajan bajo la misma plataforma de gestión SIGex3, la cual proporciona la información necesaria, mediante el inventariado y georreferenciación de los elementos de señalización horizontal.

Los datos son recopilados en dos fases: la primera se realiza a través de la creación de fichas de inventario de cada uno de los elementos (marca vial longitudinal y marca vial transversal), y la segunda, mediante representación geográfica de cada uno de los elementos mediante ficheros de dibujo tipo .geojson.

A continuación, se describe cronológicamente, el proceso para usar la herramienta de gestión desde la inserción de datos, hasta la visualización de resultados.

4.1. Digitalización de elementos

En una primera fase es necesario llevar a cabo una tramificación de los elementos por su ubicación en la carretera, tomado como referencia para su segmentación las secciones características, de esta manera, se puede diferenciar claramente la señalización horizontal propia del tronco (color rojo figura 4) y ramales (color azul figura 4).

Así mismo, en caso de que exista en un enlace el encuentro de dos o más ramales en una zona concreta, se utiliza el criterio de tramificar la digitalización en el punto característico, entendiendo como tal, la sección donde convergen y se diferencian los ramales de entrada, salida y/o bidireccionales (figura 5).

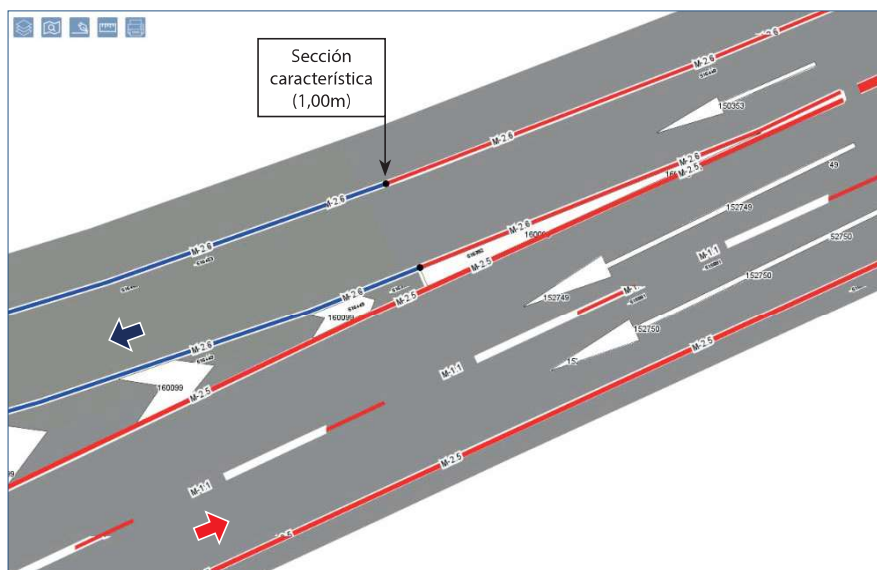


Figura 5. Tramificación de marcas viales longitudinales entre tronco y ramal en sección característica (1,00m)

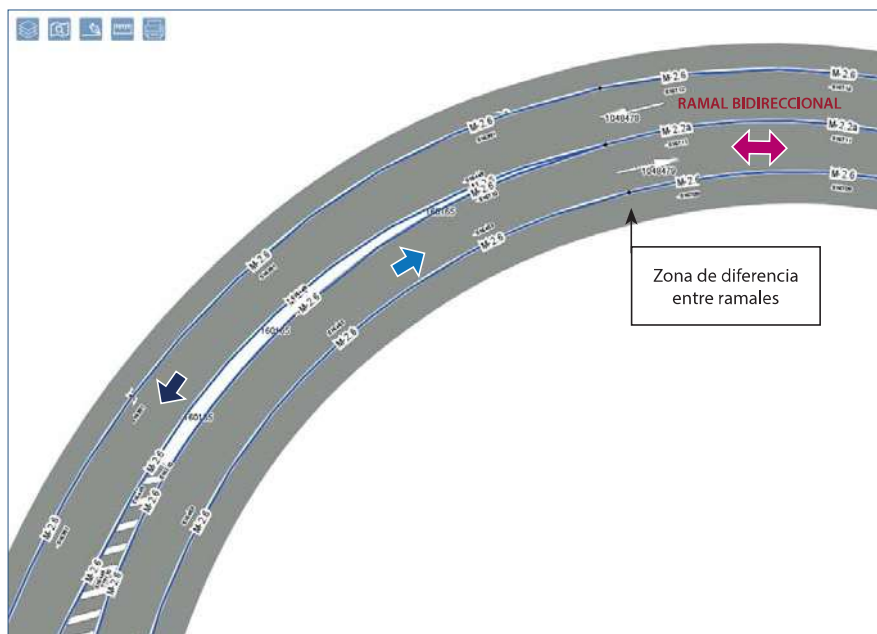


Figura 6. Tramificación de marcas viales longitudinales en un mismo enlace con múltiples ramales

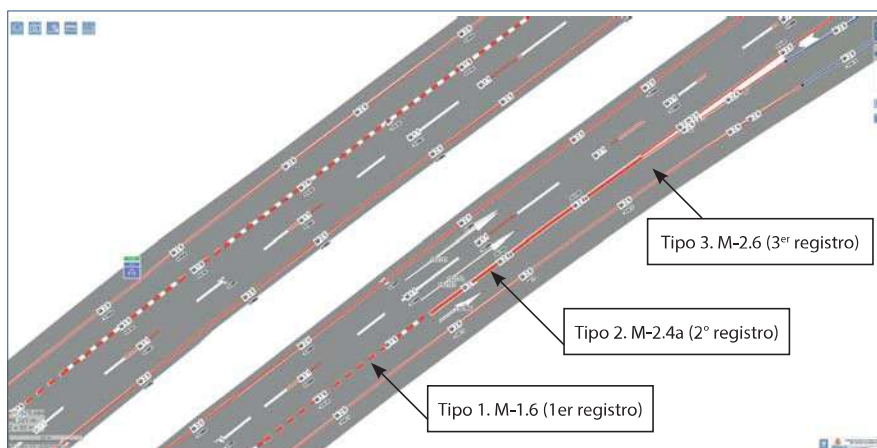


Figura 7. Segmentación por cambio de tipología de marcas viales longitudinales

En una segunda fase, con independencia de su posición en la carretera, es preciso realizar segmen-

taciones en la digitalización para diferenciar los cambios en la tipología de la marca vial.

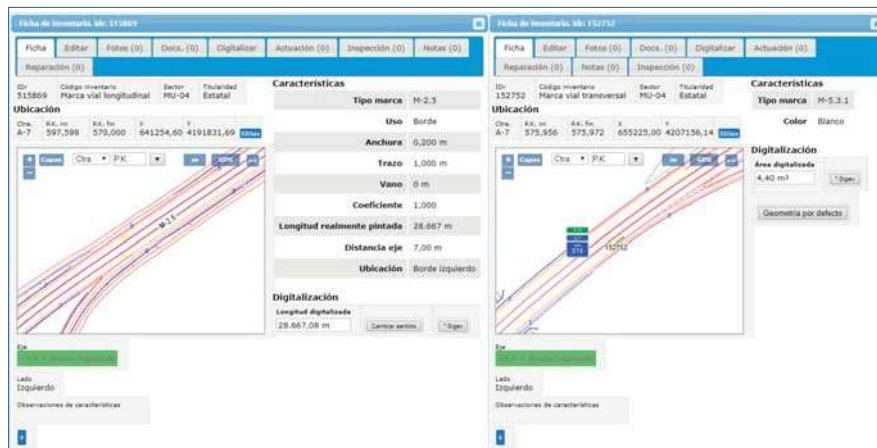


Figura 8. Modelos de fichas de MVLN y MVTR

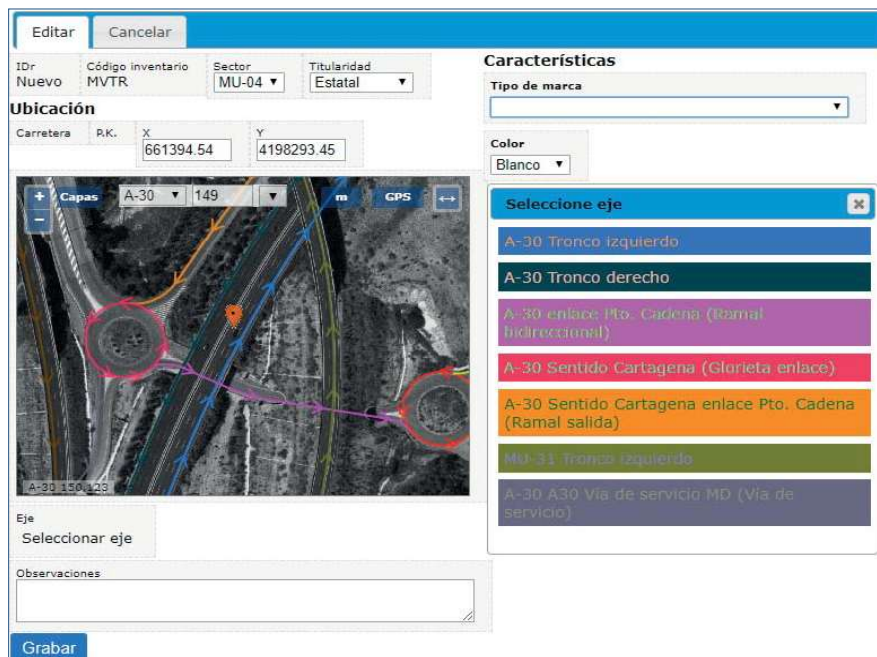


Figura 9. Ejemplo genérico de asignación de posición geográfica y asignación de eje de un elemento de inventario.



Figura 10. Representación gráfica del inventario de MVLN y MVTR bajo SIGex3

4.2. Fichas de inventario

Las fichas de inventario de la GSM definen dos modelos independientes para los supuestos de marca vial longitudinal (MVLN) y marca vial transversal (MVTR).

De este modo, el usuario, una vez representada de manera gráfica la marca vial, debe únicamente rellenar en ambas fichas los campos tipo de marca, ubicación (posición de la línea digitalizada en la calzada) para MVLN y color para MVTR.

A partir del tipo de marca y del eje asociado, el sistema asigna de forma automática el resto de campos: uso, anchura, trazo, vano, coeficiente, longitud y todos los de ubicación (carretera, pp.kk. y coordenadas UTM).

La visualización en SIGex3 de la capa de marcas viales permite obtener planos de señalización horizontal similares a los de los proyectos de carreteras, con la posibilidad de mostrar una leyenda con todos los códigos.

4.3. Búsqueda y funcionalidad

Existen diferentes filtros de búsqueda: por carretera, por tramo entre pp.kk., por tipología de eje (tronco, enlace u otros), tipo de marca, ubicación sobre la calzada (solo aplicable para MVLN) o sector de conservación integral.

Aplicado el filtro deseado, se obtiene un listado completo de los elementos, mostrando para el caso de MVLN los tramos discretizados por kilómetro y agrupados por tipo, y para las MVTR de forma independiente por cada tipo de marca. Todo ello se complementa con un cuadro resumen de la medición total filtrada y el coste de repintado, a partir de bancos de precios preestablecidos, agrupando por tipo de marca en caso de MVTR y por anchura para las MVLN.

Los listados se pueden exportar en formato .csv como medición auxiliar para su manejo posterior. El resultado de la búsqueda se puede representar

Rutas Técnica

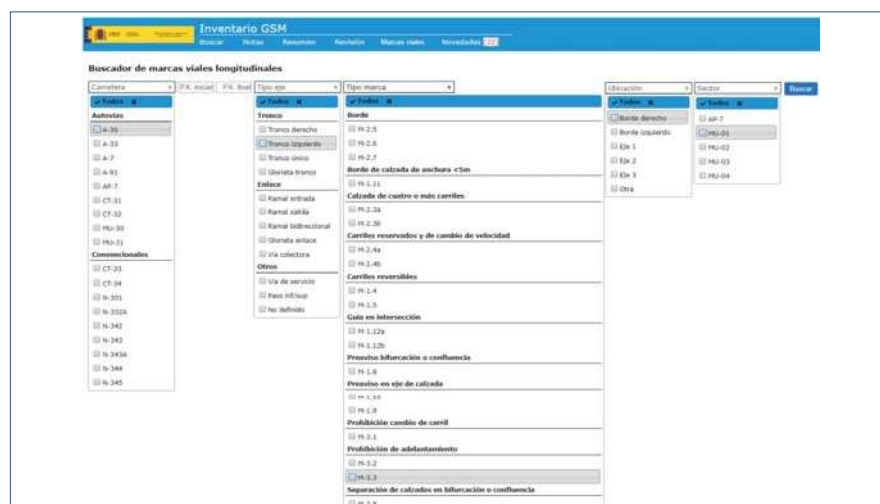


Figura 11. Filtros desplegados del buscador de marcas viales longitudinales

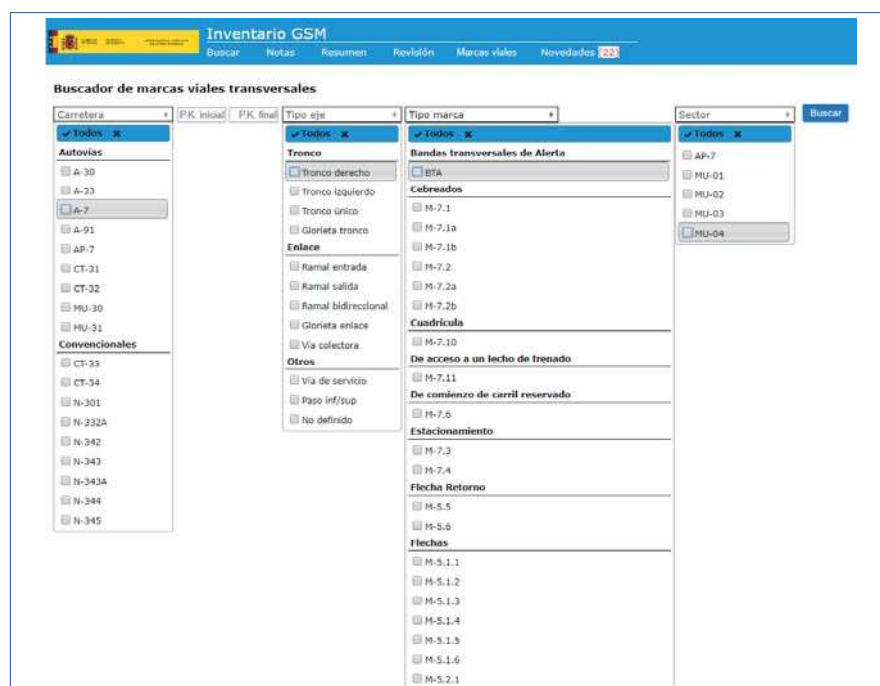


Figura 12. Filtros desplegados del buscador de marcas viales transversales

Buscador de marcas viales longitudinales

Carretera: A-30 PK inicial: 120.235 PK final: 120.458 Tipo eje: M-2.5 Tipo marca: Ubicación: Sector: Buscar

Resultados por P.K.

Ctra.	Eje	PK ini	PK fin	Tipo marca	Anchura (m)	Ubicación	Longitud (m)	Longitud pintada (m)
A-30	Tronco derecho (84.130-121.440)	120.235	120.458	M-2.5	0.200	Borde derecho	186	186
A-30	Tronco derecho (84.130-121.440)	120.235	120.458	M-1.1	0.150	Eje 1	221	78
A-30	Tronco izquierdo (121.439-84.130)	120.235	120.458	M-2.6	0.150	Borde derecho	193	193
A-30	Tronco izquierdo (121.439-84.130)	120.235	120.458	M-2.5	0.200	Borde izquierdo	222	222
A-30	Tronco izquierdo (121.439-84.130)	120.235	120.458	M-2.5	0.200	Borde derecho	48	48
A-30	Tronco izquierdo (121.439-84.130)	120.235	120.458	M-1.1	0.150	Eje 1	222	78
A-30	Tronco derecho (84.130-121.440)	120.235	120.458	M-2.6	0.150	Borde derecho	55	55
A-30	Tronco izquierdo (121.439-84.130)	120.235	120.458	M-1.6	0.400	Borde derecho	106	54
A-30	Tronco derecho (84.130-121.440)	120.235	120.458	M-2.5	0.200	Borde izquierdo	220	220

Tabla resumen

Carretera	Tipo marca	Anchura (m)	Longitud (m)	Longitud pintada (m)	PRECIO PTP Conservación (€/m)	Importe total	PRECIO Blanco MF OC 32/2016 (€/m)	Importe total	PRECIO Mercado (€/m)*	Importe total
A-30	M-1.1	0.150	443	156	0.230	35,93 €	0.420	65,61 €	0.300	46,87 €
A-30	M-1.6	0.400	106	54	0.560	30,11 €	0.820	44,09 €	0.650	34,95 €
A-30	M-2.5	0.200	676	676	0.340	229,87 €	0.500	338,04 €	0.350	236,63 €
A-30	M-2.6	0.150	248	248	0.230	56,98 €	0.420	104,04 €	0.300	74,32 €
TOTAL		1.475	1.124			352,89 €		551,78 €		396,81 €

Los precios utilizados corresponden a MARCA VIAL DE TIPO 11 (PK), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRILICA, CON DOTACIÓN DE PINTURA 0,725 kg/m² y MICROESFERAS ECHOSTAR 20 SBR (0,400 kg/m²), excepto el precio (*), cuya dotación de pintura es de 0,780 kg/m² y microesferas ECHOSTAR 20 SBR de 0,500 kg/m².

Figura 13. Búsqueda tipo de un tramo concreto de MVLN. Muestra de resultados

gráficamente en SIGex3 permitiendo su visualización sobre cualquier capa, descargar el fichero de dibujo .geojson para posteriormente utilizarlo en la herramienta de gestión de repintados, o exportarlo a formato CAD para la delineación de planos.

4.4. Resumen de cuantías y precisión del inventario

El inventario de señalización horizontal arroja las siguientes cuantías por sectores:

En la tabla siguiente se muestra la precisión del inventario comparando la longitud digitalizada con los datos de longitud repintada entre 2014 y 2016 (obtenida por diferencia de pp.kk.) en tronco de autovía, la diferencia media absoluta es del 3,11%, siendo el valor máximo del 5,48% y el mínimo de 0,20%.

Tabla 2. Datos globales del inventario completo de la RCE en Murcia

SECTOR	MARCAS VIALES LONGITUDINALES		MARCAS VIALES TRANSVERSALES	
	Nº DE REGISTROS	LONGITUD TOTAL (m)	Nº DE REGISTROS	SUPERFICIE TOTAL (m ²)
MU-01	967	646.592	1.353	13.259
MU-02	2.672	866.881	1.604	16.641
MU-03	1.185	533.070	936	11.814
MU-04	1.634	713.064	1.891	20.068
TOTALES	6.458	2.759.607	5.784	61.782

5. Gestión

A través de un formulario específico, se rellenan los siguientes campos de cada una de las actuaciones de repintados: carretera, título del proyecto o propuesta de repintado, fase en la que se encuentra (borrador, propuesta, SOE, proyecto o ejecutado), fecha de ejecución, tipo de pintura, expediente, contratista y el fichero de dibujo .geojson (que contiene las líneas de repintado y que ha sido obtenido previamente en el buscador de marcas viales).

Tabla 3. Comparativa de medición de marcas viales longitudinales de tronco

FECHA DE EJECUCIÓN	CARRETERA	CALZADA DERECHA		CALZADA IZQUIERDA		LONGITUD PINTADA (m)		Longitud (metros)
		PK_Inicio	PK_Final	PK_Inicio	PK_Final	Ejecutada	Inventario	
2016	A-7	590+000	599+000	599+000	590+000	45.383,00	46.996,00	3,43%
2016	A-7	622+000	656+000	656+000	622+000	180.401,00	171.779,00	-5,02%
2016	A-30	148+000	151+000	151+000	148+000	16.528,00	17.009,00	2,83%
2016	A-30	158+000	193+200	193+200	158+000	169.963,00	174.587,00	2,65%
2016	CT-33	0+000	2+300	2+300	0+000	10.521,00	10.500,00	-0,20%
2014	A-30	121+235	134+500			33.922,50	32.765,00	-3,53%
2014	A-30			134+250	121+336	33.008,50	32.576,00	-1,33%
2014	A-30	112+500	121+235			21.661,00	21.185,00	-2,25%
2014	A-30			121+336	112+500	22.860,00	23.837,00	4,10%
2014	A-7	570+600	585+060			38.113,00	36.887,00	-3,32%
2014	A-7			585+088	570+700	39.155,00	37.122,00	-5,48%
2014	A-7	585+000	590+000	590+000	585+000	25.773,00	24.990,00	-3,13%

Figura 14. Formulario de creación de repintados

Figura 15. Listado de la búsqueda de repintados de marcas viales

Los repintados son gestionados a través de una tabla que permite acceso directo a cada uno de ellos y su representación gráfica en SIGex3, pudiendo obtener mapas temáticos como el de edad de pintura, que podría cruzarse gráficamente con otras capas como por ejemplo la IMD.

Haciendo zoom, se puede mostrar el histórico de repintados efectuados sobre un punto concreto de la red con más detalle.

Finalmente, a partir de los datos de luminancia retrorreflejada cada 100 m, obtenidos con el vehículo eco-dyn, y georreferenciados en coordenadas UTM ETRS 89 en una plantilla predefinida de formato .xls, es posible obtener de forma automática el nivel de estado, el grado de incumplimiento puntual (Glp) y posicionarlos gráficamente sobre cualquier mapa disponible de SIGex3.

6. Bibliografía

- [1] Real Decreto 1812/94, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- [2] Norma 8.2- IC. Marcas viales (Orden de 16 de julio de 1987).
- [3] MINISTERIO DE FOMENTO "Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de los contratos de servicios de asistencia técnica

Rutas Técnica

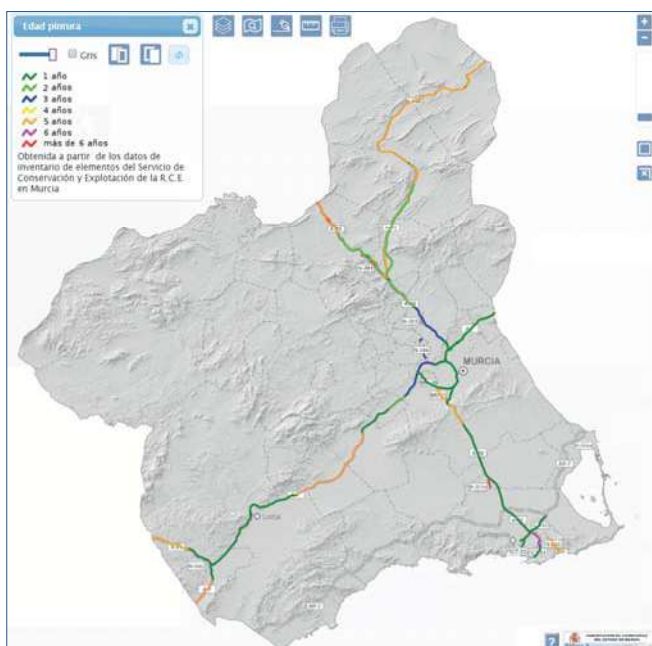


Figura 16. Visualización gráfica de la edad de pintura



Figura 17. Visualización gráfica de la edad de pintura e histórico de repintados en una zona concreta

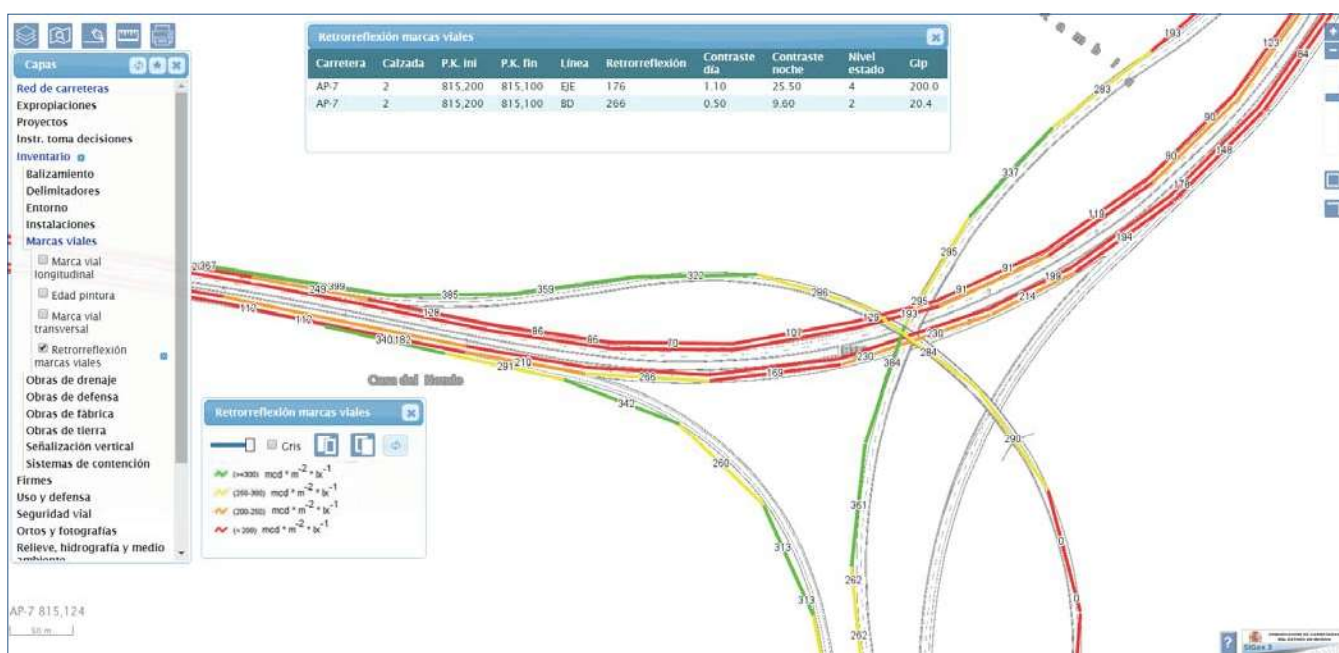


Figura 18. Visualización gráfica de los valores de retrorreflexión

para la ejecución de diversas operaciones de conservación y explotación... Anejo nº 2 (Instrucciones para programación, seguimiento e información)".

- [4] MINISTERIO DE FOMENTO (1996) "Sistema de gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad GSM". Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.
- [5] MINISTERIO DE FOMENTO (2010). Dirección General de Carrete-

ras. Inventario de Características Geográficas.

- [6] VARIOS (2011). Jornada Técnica sobre el estado actual de los sistemas de información geográfica. Aplicación a la ingeniería civil. Madrid ATC.
- [7] PLATAFORMA WEB DE GESTIÓN de la Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia (Ministerio de Fomento). <https://rcemurcia.com>
- [8] Directiva 2007/2/CE del parlamento europeo y del consejo de

14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire).

- [9] Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España.
- [10] IDE de la Región de Murcia. <http://www.iderm.es>
- [11] RUTAS 161 Octubre-Diciembre 2014. Hacia la integración gráfica de los sistemas de gestión de explotación de carreteras. ❖