

APORTACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A LA GESTIÓN DE LOS FIRMES Y PUENTES DE CARRETERAS.

Alvaro Navareño Rojo

*Ministerio de Fomento
Dirección General De Carreteras
Subdirección General de Conservación
Consejero Técnico
anavareno@fomento.es*

Luis Fernández Seoane

*GETINSA
Área de Gestión de Infraestructuras
Dr. Ingeniero (UPM)
Experto en Aplic. de I. Geográfica Digital (UPSA M)
lfernandez@getinsa.es*

M^a Luz Ramírez Marín

*GEOCISA
Servicio de gestión de carreteras
Lda. Informática
mlramirez@geocisa.com*

Ana B. Menéndez Corral

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
GEOCISA
Servicio de gestión de carreteras
abmenendez@geocisa.com*

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. GESTIÓN DE FIRMES	4
3. SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA RCE (SGF)	5
4. GESTION DE PUENTES	11
5. SISTEMA DE GESTION DE PUENTES DE LA RCE (SGP)	13
6. CONCLUSIONES.....	23

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de los distintos elementos de la carretera (firmes, puentes, taludes, túneles, señalización, etc) incluye todas las actividades necesarias para poder garantizar un nivel de servicio predeterminado (acorde con las necesidades del país) a lo largo del tiempo y de forma estable de tal modo que los usuarios puedan circular por ellas en condiciones de seguridad, confort y fluidez.

En el caso de la Red de Carreteras del Estado (RCE), las diligencias conducentes a la conservación de los firmes o de los puentes se apoyan en sendos Sistemas Informáticos, desarrollados “ad hoc” para la Dirección General de Carreteras (DGC), que sistematizan la recogida, almacenamiento, análisis de datos y la posterior difusión de información a todos los actores involucrados, que van desde las empresas de conservación integral (unos 160 sectores contratados <> Centros COEX: operaciones de conservación) hasta los propios Ingenieros responsables de la DGC en las distintas Unidades provinciales y Demarcaciones. Estos Sistemas, diseñados para hacer más eficiente, homogénea, fiable y sencilla la toma de decisiones, tienen entre sus componentes un Sistema de Información Geográfica (SIG).

En las siguientes páginas de este artículo se describen, de forma somera, las actividades de la DGC en materia de conservación de Firmes y Puentes y se detallan los componentes más importantes de los dos Sistemas Informáticos de Gestión, SGF (Sistema de Gestión de firmes) y SGP (Sistema de Gestión de Puentes), poniendo especial énfasis en el componente SIG de los mismos.

2. GESTIÓN DE FIRMES

Estratégicamente, puede definirse la gestión de firmes como la realización de aquellas actividades conducentes a la elaboración de un plan de actuaciones de conservación que cubra las necesidades de los firmes de la red de carreteras. Esto implica, consecuentemente, conocer qué firmes tienen las carreteras en todo momento (inventario de Firmes: espesores, edades, tipología, últimas actuaciones, etc), y en qué estado se encuentran cada año (a partir de los datos tomados y de las auscultaciones programadas por la DGC). A partir de esta información, se genera una base de actuaciones propuestas por las distintas Unidades y Demarcaciones de Carreteras que suelen concluir con la elaboración de Proyectos de Rehabilitación de los Firmes.

Para ello, en el caso que nos ocupa –RCE-, periódicamente, se realizan las siguientes actividades:

1. Análisis de la situación actual
2. Análisis de la situación futura
3. Determinación de las opciones posibles para alcanzar los objetivos establecidos
4. Programación de actuaciones

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

2.1. Análisis de la situación actual

Es decir, conocer la red de carreteras objeto de la gestión y el estado de deterioro en el que se encuentra.

En el caso de la RCE estamos hablando de un patrimonio constituido por una longitud de calzada del orden de 31.000 km de los cuales unos 16.000 corresponden a vías de gran capacidad y el resto a carreteras de calzada única. Recientemente se ha actualizado el Inventario de la Red de Carreteras del Estado que ha dado lugar al actual Catálogo de la RCE que aporta, entre otros muchos datos, la **cartografía básica de la red**.

Además, la DGC cuenta con un **inventario de firmes** que recopila la información relativa a los firmes desde el punto de vista de sus características superficiales, estructurales y geométricas. En este sentido, se destaca el esfuerzo que actualmente se está llevando a cabo, desde la DGC, por todos los actores involucrados en la conservación de firmes (SGC, Unidades, Sectores COEX y Asistencia Técnica) para actualizar los datos del inventario en un novedoso formato que recoge todas las actualizaciones en materia de firmes: reciclado, nueva nomenclatura de mezclas, etc.

Para conocer el estado de conservación de la Red la DGC lleva a cabo **auscultaciones** de forma periódica y sistemática. En estos reconocimientos, no invasivos, se miden, entre otros parámetros (Tabla 1), los que permiten caracterizar el estado superficial y estructural de los firmes.

Tabla 1.- Indicadores básicos utilizados en el diagnóstico de los firmes.

Denominación	Tipo	Descripción
IRI	Indicador	Índice de Regularidad Estructural. Relacionado con el confort.
CRT	Indicador	Coefficiente de Rozamiento Transversal. Es un indicador del estado de la adherencia entre el neumático y el firme. Estado superficial.
Deflexiones	Indicador	Mide la deformación elástica de un firme al paso de una carga. Relacionado con el estado estructural del firme.

2.2. Análisis de la situación futura

Lo que significa desarrollar la capacidad para pronosticar el comportamiento de los firmes a lo largo del tiempo en función de la naturaleza y espesor de los materiales que lo constituyen, del tráfico que soporta y de las características climáticas, y demás variables de comportamiento que pueden incidir en la evolución de su estado.

Para ello la DGC, además de los indicadores, parámetros e información de firmes expuestos en los anteriores apartados dispone, con frecuencia anual, de datos de IMD que representa las cargas sobre la RCE debidas al tráfico y como veremos en posteriores epígrafes, de la información relativa a las actuaciones de rehabilitación que se ejecutan en el firme y el efecto que su ejecución produce sobre el mismo.

Todo esto permite tener un histórico de datos, que posibilita estudiar la evolución de los mismos, y buscar aproximaciones que nos permitan acotar el estado futuro de los firmes con un nivel de fiabilidad adecuado para una gestión global de la red.

2.3. Determinación de las opciones posibles para alcanzar los objetivos establecidos

Que básicamente consiste en generar, con base en el diagnóstico de la situación actual, la previsión de comportamiento futuro y los presupuestos plurianuales disponibles, los escenarios potenciales de actuación y de acuerdo con ellos decidir **cuál es el tipo de actuación que se debe llevar a cabo y en qué momento.**

2.4. Programación de actuaciones

Una vez evaluadas las distintas opciones de actuación y, de acuerdo con la normativa vigente, se definen distintas actuaciones de rehabilitación, que con **carácter correctivo** contemplan las operaciones de fresado, reposición y recrecimiento del firme, e incluso la reconstrucción, tanto para el aspecto estructural como para el superficial; y con **carácter preventivo** comprenden un tratamiento de regularización y la extensión de nueva capa de rodadura, o bien tratamientos superficiales.

3. SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA RCE (SGF)

Toda la lógica de trabajo expuesta en el epígrafe anterior se apoya en una aplicación informática cuya arquitectura se ilustra en la Figura 1. En ella se observa que la información cartográfica – ejes de carreteras, información administrativa, etc. – se almacena en una geodatabase, que es un repositorio de Información Geográfica con extensiones para almacenar, consultar y manipular datos espaciales. Por otro lado, la

información alfanumérica –Inventario de firmes, Auscultaciones, IMD, etc.- se almacena en una base de datos relacional. Finalmente, la comunicación entre los datos del inventario y el usuario se produce a través de una interface programada con lenguajes orientados a objetos y desarrollos realizados sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG) que, como cliente pesado del sistema, facilita los servicios compartidos de captura análisis y gestión.

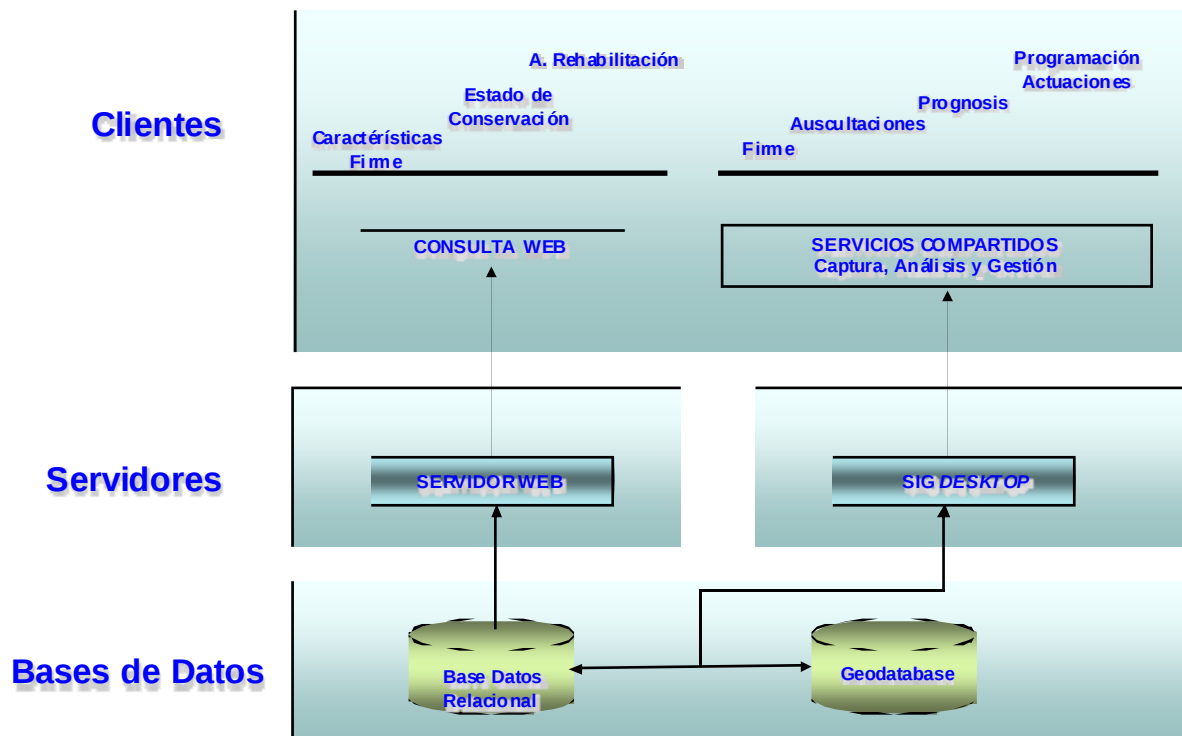


Figura 1.- Arquitectura del Sistema

3.1 El papel de los datos espaciales en el SGF

La mayoría de los datos que se utilizan en la gestión de firmes tienen un componente espacial, que se explicita al ubicarlos sobre la red de referencia (la calzada de la carretera), y uno temporal, que refleja el momento en el que esos datos han sido medidos. Además, esos datos, en cualquiera de sus dimensiones, son los que facilitan el conocimiento -qué, cuándo y dónde- de lo que ocurre en la red de carreteras.

Para facilitar el conocimiento lo más detallado posible del comportamiento de los indicadores, parámetros, características y actuaciones que, habitualmente, se utilizan en la gestión de los firmes de la RCE se ha diseñado el modelo de datos conceptual que, de forma genérica, responde al esquema de la figura 2.

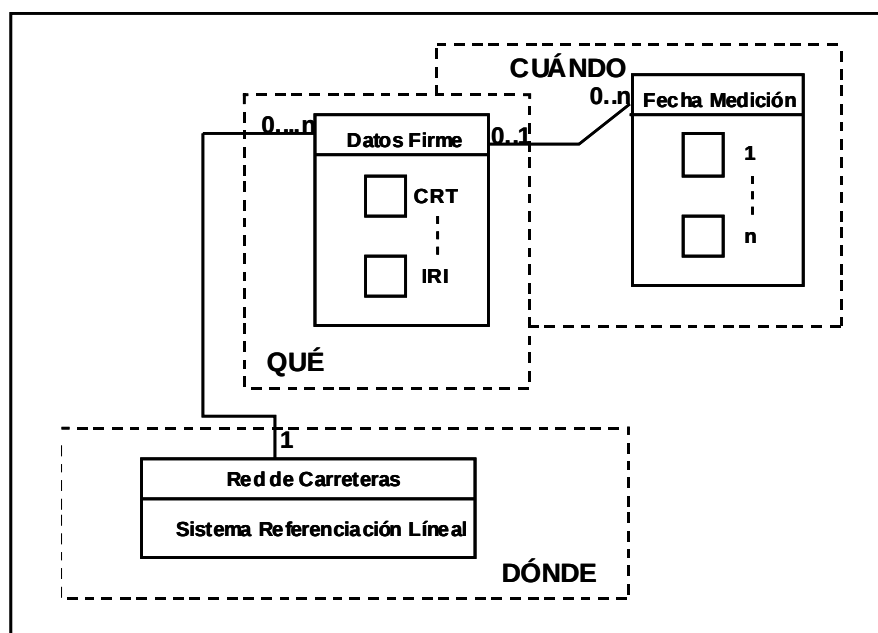


Figura 2. Vista conceptual del modelo de datos

Todos estos datos están disponibles en formato digital, aunque habitualmente no están relacionados unos con otros. De hecho, normalmente los diversos ficheros de datos se crean independientemente, por distintos suministradores, con distintos criterios de almacenamiento, etc. Todo ello es, con bastante seguridad, reflejo de la dificultad implícita en el manejo de volúmenes de datos tan grandes, de índole tan diversa y con una sensible variación espacial y temporal.

En todo caso, en el SGF, la localización de estos datos, su uso conjunto y la posibilidad de efectuar sobre ellos operaciones de análisis espacial y temporal era una necesidad a la que era preciso dar respuesta. El motivo no es otro que facilitar la evaluación del estado estructural y funcional del firme y, basándose en esta evaluación, establecer prioridades entre los proyectos de conservación previstos, establecer estrategias de mantenimiento y rehabilitación adecuadas, y predecir el comportamiento del firme en escenarios futuros.

3.2 El marco de integración del SIG en el SGF

El apoyo que presta el SGF en el proceso de gestión de firmes va **desde la simple consulta y visualización de datos** o información **hasta la realización de tareas de tratamiento de los datos más complejas**. Habida cuenta del componente espacial implícito en todos ellos, parece que la tecnología SIG -o por extensión aquellas que permitan la gestión de datos espaciales- presenta el marco más adecuado para la integración del conjunto de datos medidos.

Estas tecnologías implementan métodos como la segmentación dinámica¹ que permiten manejar datos, de naturaleza lineal, independientemente de que su dimensión sea estática o dinámica. Esto, entre muchas otras cosas, libera al gestor de trabajar con tramos establecidos a priori y, por consiguiente, de disminuir los sesgos que se incorporan en los modelos y en el conocimiento del estado de la red.

¹ Extensión del modelo de datos georrelacional que ofrece la posibilidad de conectar un número indefinido de atributos a una entidad lineal, donde los orígenes y terminaciones de los segmentos no tienen que coincidir con los arcos y nodos que representan la geometría de la línea (Gould, 1993)

Una primera consideración, al trabajar con este modelo de datos, es la de establecer un método de referenciación para la localización de puntos o de segmentos sobre la red de carreteras. Actualmente existen muchos métodos para hacer esto, la mayoría de los cuales se basan en definir una entidad lineal y una posición o una medida a lo largo de ella (Figura 3).

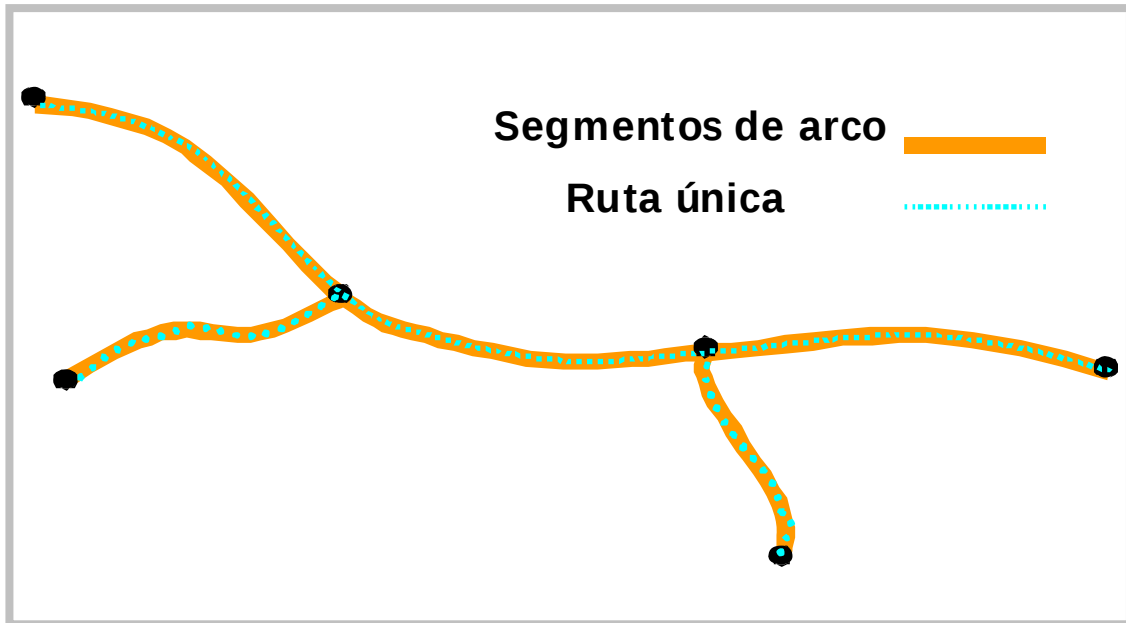


Figura 3. Ruta caracterizada mediante referenciación lineal y segmentos de arco utilizados como base para su generación

Una vez generada la red básica -que en el caso de la RCE está basada en el Catálogo de la RCE elaborado por la DGC- mediante la segmentación dinámica, es posible asociar múltiples conjuntos de datos con cualquier porción de una entidad lineal. Estos atributos pueden ser almacenados, visualizados, consultados y analizados sin afectar la geometría de la red lineal subyacente (Figura 4) que en el caso del SGF son los ejes de la(s) calzadas.

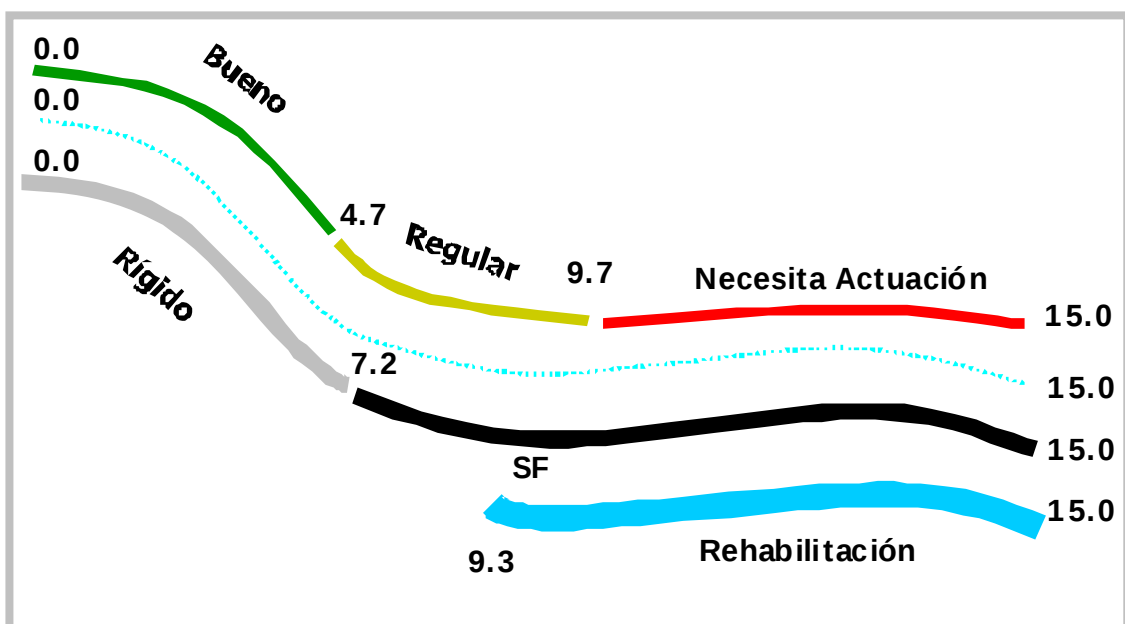


Figura 4. Mientras que en el modelo de datos vectorial una figura debe ser dividida cada vez que el valor que se representa cambia, mediante la segmentación lineal es posible almacenar multitud de valores diferentes sin necesidad de subdividir la red básica.

El SIG del SGF de la RCE (Figura 5) se basa en estos métodos para relacionar la cartografía básica de la red de carreteras con los datos medidos sobre ella.

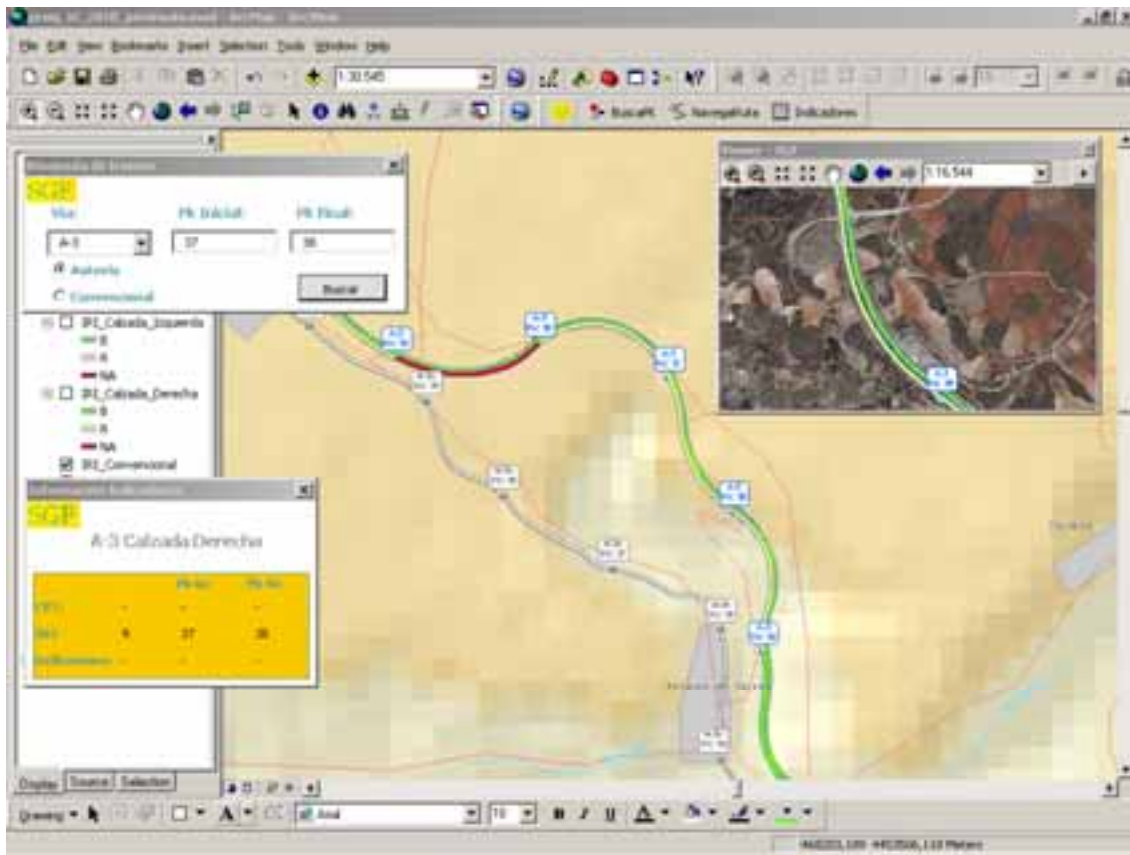


Figura 5. SIG del SGF

Para el desarrollo detallado del modelo de datos (Figura 6), que integra la tecnología SIG en el SGF, se consideraron los requisitos que debe satisfacer el SGF. De esta manera, el modelo de datos permite:

1. Almacenar los datos de las características del firme, de los indicadores (CRT, IRI, Deflexiones) medidos en las distintas campañas de auscultación y de las cargas de tráfico.
2. Almacenar las obras de mejora que se proyectan sobre la red de carreteras.
3. Suministrar datos a los algoritmos que se implementen en el Sistema de Gestión de Firmes que, en líneas generales, son modelos de evolución y modelos de optimización de actuaciones en la red.
4. Representar y consultar sobre la cartografía la información almacenada en la base de datos. En concreto, se puede representar:
 - a. Los aspectos más relevantes de las características del firme.
 - b. Los datos de CRT, IRI y deflexiones sobre los tramos de calzada de la red de carreteras en los que se ha medido.
 - c. Los valores interpretados de CRT, IRI y deflexiones, que reflejan el estado del firme.
 - d. Las obras de mejora que se proyectan sobre la red de carreteras.

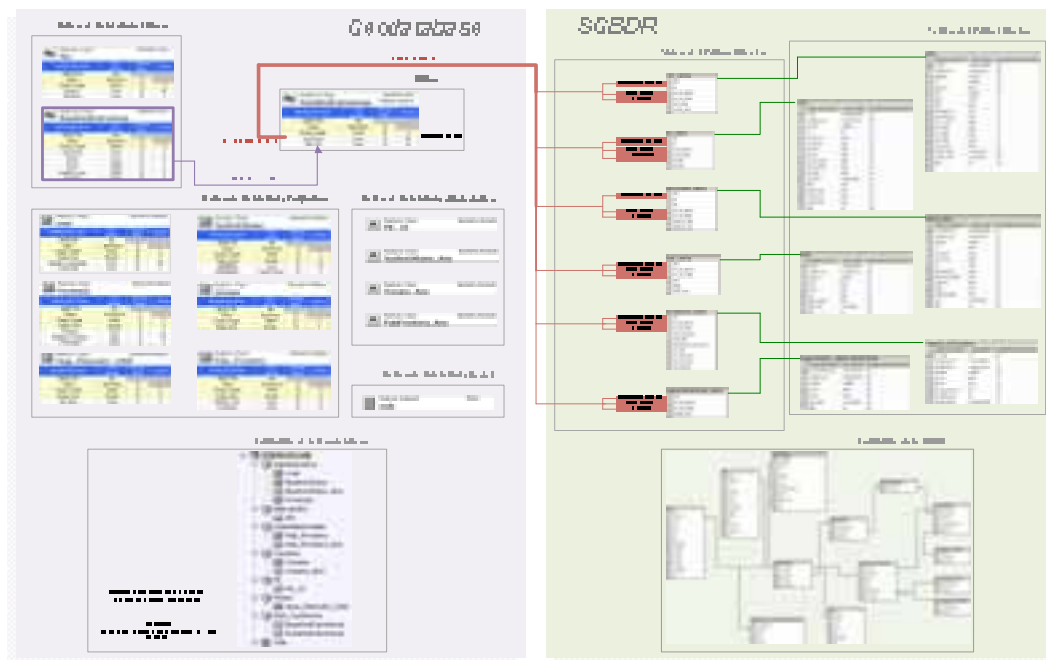


Figura 6.- Modelo de datos del SGF basado en el método de segmentación dinámica.

Además, facilita la difusión de información, tanto alfanumérica como cartográfica, a través de la web del sistema (Figura 7) a los distintos actores de la gestión de firmes.

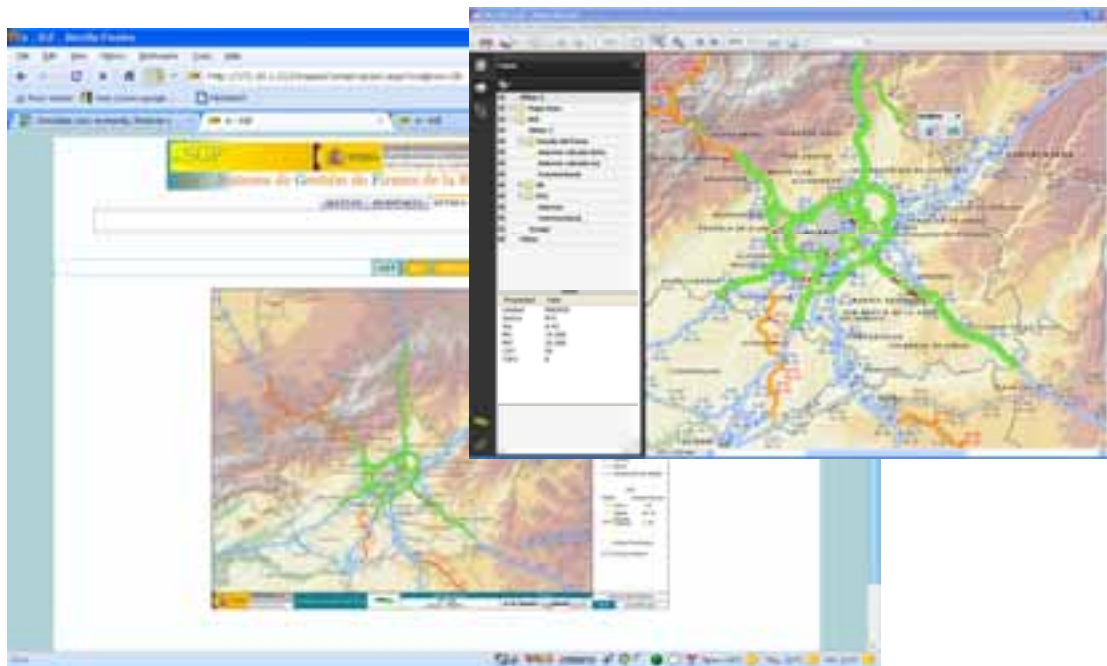


Figura 7.- Difusión de mapas temáticos a través la web del SGF (e- SGF).

4. GESTION DE PUENTES

En cuanto a Obras de Paso se refiere (entre las que se incluyen técnicamente los puentes), el patrimonio no permanece inalterable. Debido al uso, al paso del tiempo (envejecimiento-durabilidad), a las numerosas incidencias (golpes, accidentes, vandalismos, etc.), a las modificaciones por ensanches y/o ampliaciones u otras actuaciones en carreteras y al avance de las normativas, se produce una evolución constante en el estado de conservación de las obras de paso.

De manera análoga a los firmes del apartado anterior, o a cualquier elemento de la carretera en general, una gestión eficaz de un conjunto de obras de paso incluye diversas actividades, tanto organizativas como administrativas y técnicas, cuyo resultado es una planificación adecuada de mantenimiento, reparación y rehabilitación. Para optimizar dichas tareas, es necesario:

- Conocer el patrimonio: Disponer de un registro de localización y características geométricas, funcionales y estructurales de las obras de paso. (Inventario de obras de paso)
- Determinar el estado de conservación:
 - Establecer un programa de inspecciones, que faciliten los datos para conocer el estado de las obras.
 - Cuantificar de forma objetiva el nivel de funcionalidad y de seguridad que posee cada estructura.
 - Disponer de criterios de intervención.

Para facilitar dichas tareas es necesaria una herramienta específica, que haga posible de manera ágil y óptima la gestión global del mantenimiento de un amplio parque de estructuras. Un SGP (Sistema de Gestión de Puentes), por tanto, nos debe permitir, a partir de la información recogida, prever y planificar las actuaciones necesarias para conservar adecuadamente, según la estrategia definida y los recursos disponibles.



Figura 8.- Evolución del estado de conservación de las obras de paso.

El SGP implantado en la Dirección General de Carreteras se desarrolla a partir de:

- El **Inventario** de las estructuras que conforman la Red. Incluye datos de localización, tipologías, dimensiones, funcionalidades, elementos y materiales, fotografías y documentación existente.

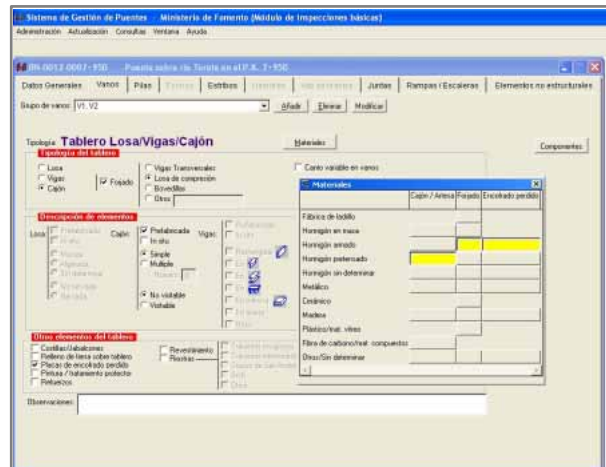


Figura 9.- Visualización de una de las pantallas del programa SGP.
“Módulo de Inventario: Datos de Identificación-Tipología de tablero”

- La realización sistemática de **inspecciones** a las obras de paso, en tres niveles diferenciados: *Inspecciones Básicas (o Rutinarias)*, *Inspecciones Principales* e *Inspecciones Especiales*.

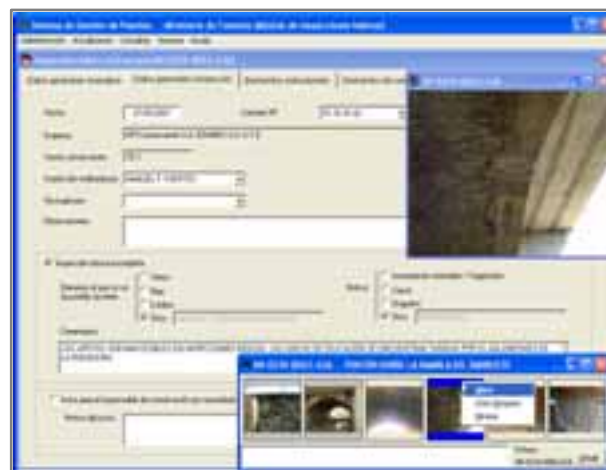


Figura 10.- Visualización de una de las pantallas del programa SGP.
“Módulo de Inspección Básica: Datos generales”

- La evaluación sistematizada de los deterioros de los elementos de una estructura, para lo cual se ha elaborado un **catálogo de deterioros posibles**, así como sus causas probables y los criterios a aplicar para determinar la importancia de los daños detectados, que ayuda al personal encargado de la Inspección Principal a caracterizar de forma inequívoca los deterioros detectados.
- La estimación del estado de las obras de paso, asignándoles un **índice de estado (entre 0 y 100)**, que se obtiene a partir de la extensión, gravedad y evolución de los deterioros, según la importancia del propio deterioro y del elemento en el que se encuentre. Esta cuantificación es relativamente objetiva, y permite conocer la evolución del estado de conservación de la estructura, así como establecer correlaciones con otras estructuras deterioradas.

- El establecimiento de **prioridades de reparación**, ponderando a su vez los índices de estado mediante factores que tienen en cuenta la seguridad, la funcionalidad, el tráfico, la importancia del itinerario donde está ubicada la estructura, la posibilidad de itinerarios alternativos, el valor patrimonial o histórico, etc. La definición de las alternativas de reparación con su coste, considerando la magnitud de los daños y las circunstancias de accesibilidad en que la reparación debe realizarse; y la elaboración de los programas de actuación, adaptados a los presupuestos anuales disponibles.
- **El control y seguimiento de los programas de actuación.** Aunque este punto es el último en enumerarse, resulta fundamental en la gestión en tanto en cuanto sirve para verificar, calibrar y determinar la eficacia de las actuaciones realizadas y su correcta elección y planificación.

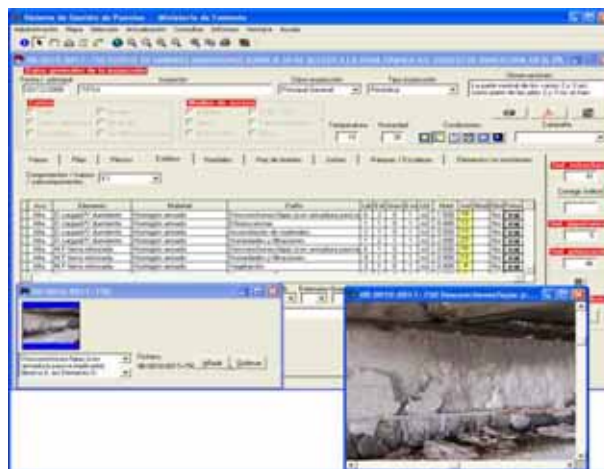


Figura 11.- Visualización de una de las pantallas del programa SGP.
"Módulo de Inspección Principal: Deterioros en los estribos"

5. SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES DE LA RCE (SGP)

5.1. Enfoque general

Como ya se ha comentado, el elevado número de obras de paso existentes, unido a su heterogeneidad (edad, tipologías, materiales, dimensiones, etc.) y a la gran cantidad de profesionales implicados en las tareas a realizar, origina una gran complejidad en la gestión de su conservación.

La experiencia ha demostrado que para gestionar la gran cantidad de información generada en un parque de puentes, lo verdaderamente crucial no es la implementación de complejos algoritmos teóricos en el tratamiento de los datos, sino insistir en la eficiencia en la toma de datos, en su procesado y en la sistematización de los métodos, como medio para conocer el estado de los puentes y poder tomar ágilmente decisiones preventivas. Este objetivo se ha conseguido trabajando en la optimización de los siguientes conceptos fundamentales:

- Coordinación de las actividades
- Unicidad de criterios
- Formación del personal implicado

- Empleo de diversas herramientas informáticas

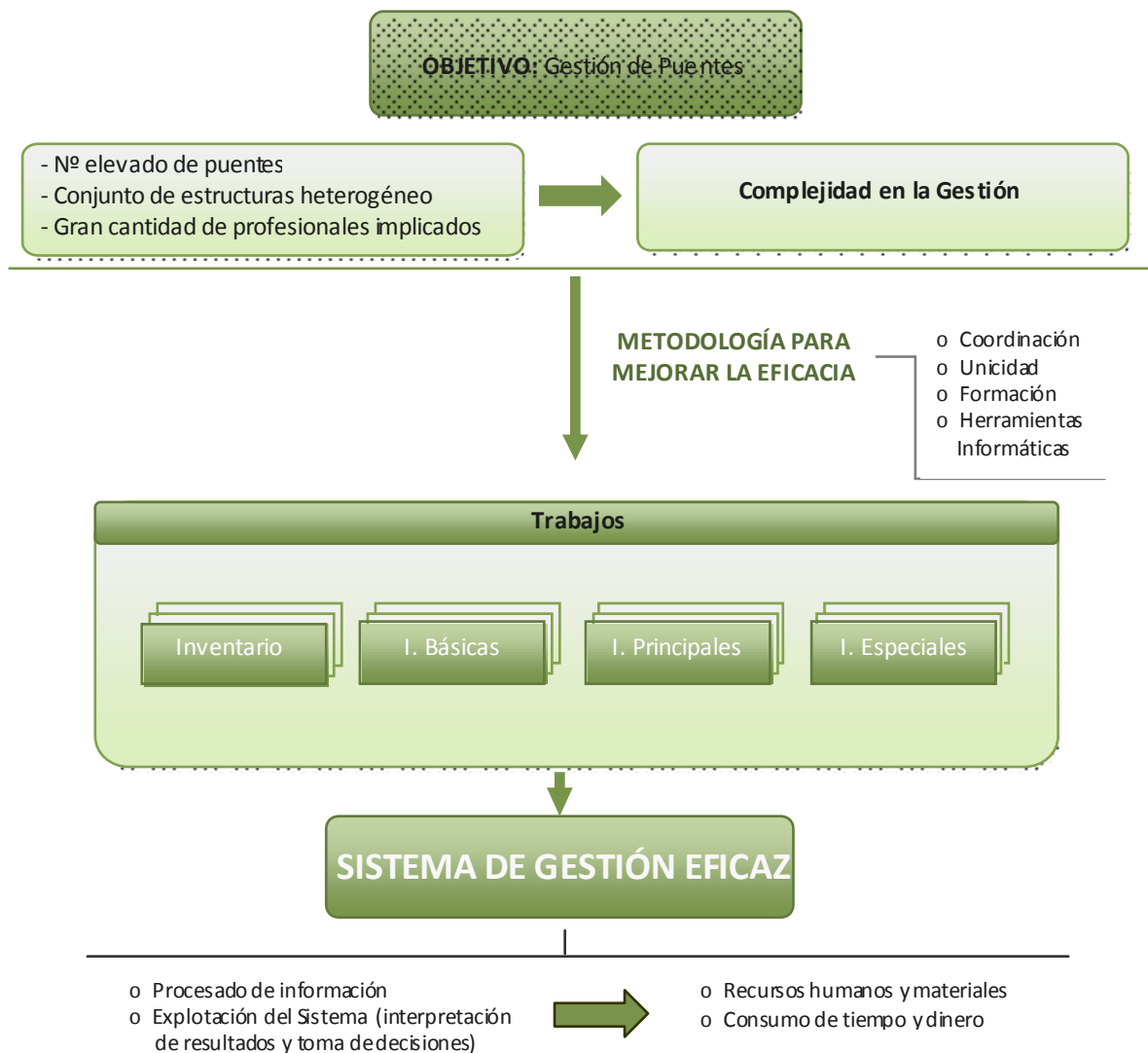


Figura 12.- Sistema de Gestión de Puentes.

5.2. Trabajos desarrollados

5.2.1. Inventarios

Los inventarios son realizados por personal especializado, y consisten en la localización y caracterización de las estructuras (tipología, funcionalidad, datos geométricos, elementos y materiales característicos).

5.2.2. Inspecciones básicas

Las inspecciones básicas (o rutinarias) son efectuadas por las personas encargadas de la conservación y vigilancia de la carretera, sin una formación técnica previa específica (los sectores de conservación). Su objetivo es hacer un buen seguimiento del estado de las estructuras, para detectar lo antes posible fallos aparentes que podrían originar gastos importantes de conservación o reparación si no son corregidos a tiempo. Para ello se reconocen las distintas partes de la obra de paso y se registran sus deterioros, dando aviso al responsable de conservación de los daños aparentemente graves.

La mejora de la eficacia del método de trabajo ha permitido realizar fructíferamente una campaña de inspecciones básicas de las 33.000 obras de paso de la Red en dos meses, a través de todos los sectores de conservación.

5.2.3. Inspecciones principales

Las inspecciones principales se basan en la observación minuciosa del estado de todos los elementos de la obra de paso, evaluando los deterioros existentes y la causa que, a juicio del inspector, los origina. Son realizadas por personal especializado, aunque sin requerir la utilización de medios especiales². Para el desarrollo de la inspección se acotan cuatro zonas de la obra de paso: cimiento, subestructura, superestructura y equipamientos, distinguiendo en cada zona una serie de elementos cuyo deterioro puede alterar, en mayor o menor grado, el comportamiento funcional y estructural de la obra de paso.

Estas inspecciones se realizan en general cada cinco años, a menos que sean solicitadas como consecuencia de una inspección básica o un suceso accidental. Habitualmente se realizan mediante contratos y empresas especializadas, organizados por itinerarios, y que suelen cubrir unas 2.500 estructuras cada uno.

En general, de estas inspecciones surgen las necesidades de reparación que, en algunos casos, requieren una inspección especial para su proyecto, de acuerdo con el Sistema de Gestión de Obras de Paso implementado.

5.2.4. Inspecciones especiales

Las Inspecciones Especiales se efectúan como consecuencia de situaciones singulares o accidentales, o como resultado de una decisión tomada a la vista del informe de una Inspección Principal, en donde se aprecien deterioros de importancia cuyo estudio de patologías y posterior rehabilitación así lo requieran. Son inspecciones de detalle que necesariamente implican la presencia de técnicos y equipos especiales. No son por tanto sistemáticas.

5.3. Arquitectura del SGP

El SGP implantado en la Dirección General de Carreteras es una aplicación informática cuya arquitectura se ilustra en la Figura 13.

² Existe un tipo específico de inspección principal en el que se emplean medios de acceso especiales y que genera la misma información, pero con la observación de todos los elementos de la obra de paso que, sin dichos medios, resultarían inalcanzables. Estas inspecciones "principales detalladas" se llevan a cabo en campañas específicas de un conjunto de puentes previamente seleccionados.

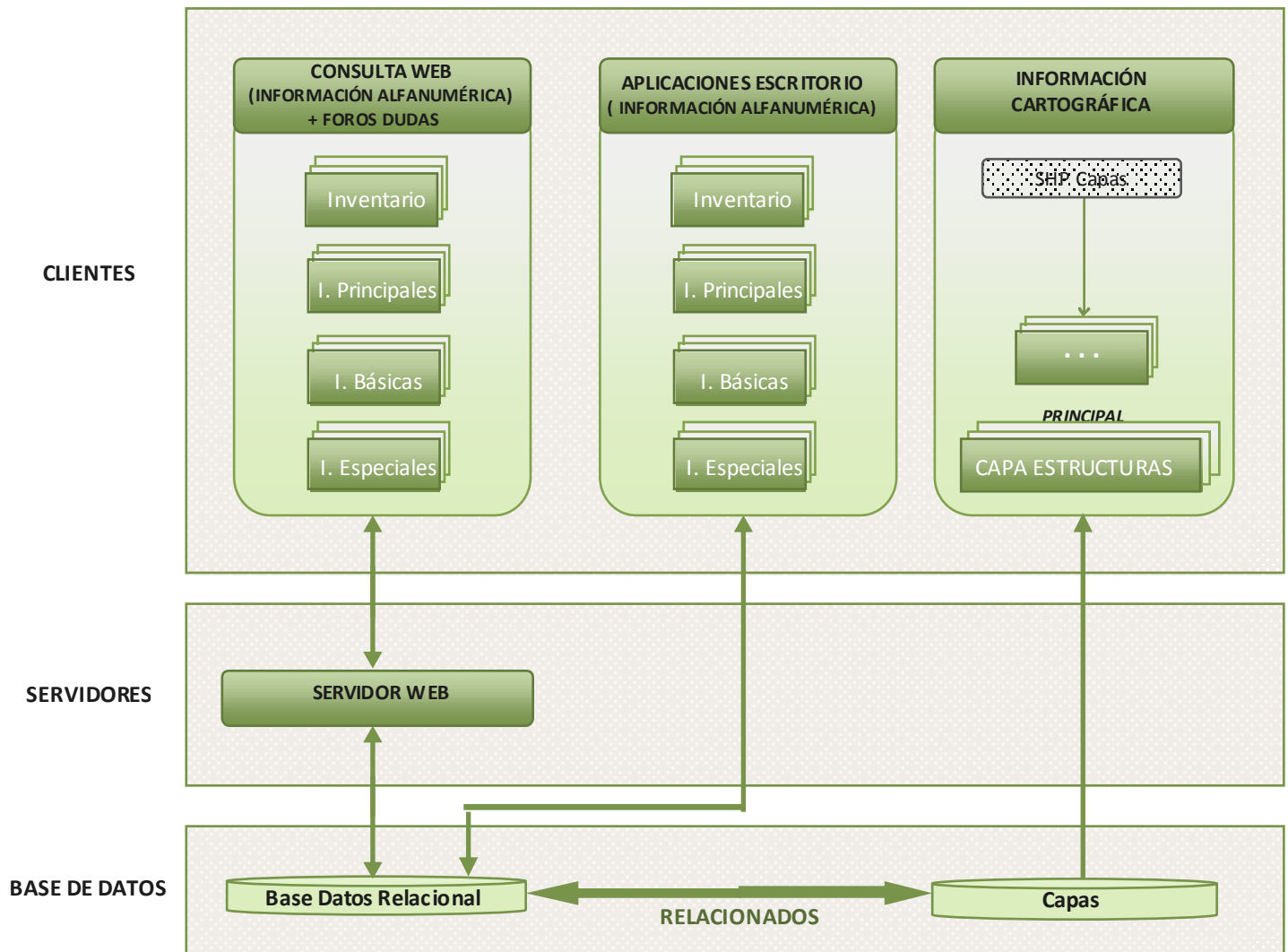


Figura 13.- Arquitectura del SGP.

Existen **varias aplicaciones de escritorio para la toma de datos en campo** para cada uno de los trabajos anteriormente citados, además de una **aplicación central que unifica toda la información recogida**.

Por otro lado, se ha desarrollado una página web que ha ayudado a mejorar la calidad de los trabajos en varios sentidos:

- Contiene un apartado donde el responsable provincial de la conservación, así como cada sector de conservación, pueden consultar los principales datos (inventario y conservación, es decir, inspecciones básicas, principales y especiales) de los puentes de su competencia. Dicha sección se actualiza de forma continua con los datos de las nuevas campañas que se van realizando, de manera que ofrece a los usuarios información actualizada y fiable de los puentes. Permite realizar filtros para la búsqueda de estructuras en base a ciertos criterios, como pueden ser de localización, tipología, estado de conservación, etc. Asimismo, es posible exportar la información en formato xls y pdf.



Figura 14.- Página Web de Consultas.
Visualización de datos de inventario de un puente.

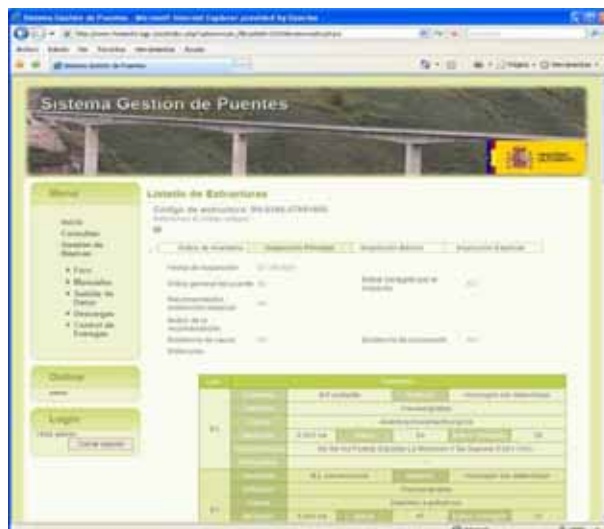


Figura 15.- Página Web de Consultas.
Visualización de datos de Inspección Principal de un puente.

- Incluye un foro técnico para solventar dudas tanto metodológicas (trabajos de campo) como informáticas. Dicho foro se ha convertido en una parte fundamental del proceso de formación permanente del personal implicado en la realización de las inspecciones básicas.



Figura 16.-Visualización de foro técnico en la Página Web.

- Dispone de un apartado específico para realizar la entrega de las fichas resultantes de las Inspecciones y contiene una sección en el que se pueden descargar los manuales de *Metodología de inspección* y de *Usuario*, así como las aplicaciones de toma de datos en campo y sus actualizaciones.

Uno de los módulos fundamentales dentro del SGP es el SIG, ya que ha contribuido a mejorar la labor de localización de las estructuras, así como la representación gráfica de los resultados. En la Figura 13 se observa que la información cartográfica se almacena en capas en formato SHP y la información alfanumérica (Inventario, Inspecciones Principales, Inspecciones Básicas e Inspecciones Especiales) se almacena en una base de datos relacional. Ambas se encuentran relacionadas de forma que desde una se puede acceder a la información de la otra y viceversa.

5.4. Módulo SIG

El Sistema de Gestión de Puentes tiene integrado un interfaz basado en un SIG. Éste está constituido por la cartografía de la zona en la que se encuentran localizadas las obras de paso, y permite la visualización de capas en formato SHP, capas que corresponden a planos transparentes superpuestos, cada una de las cuales contiene un tipo concreto de información (carreteras, ferrocarril, hidrografía, provincias, comunidades,...). A continuación se muestra la ventana de visualización completa del mapa donde se puede localizar e identificar de forma exacta cada estructura.

Con el objetivo de conseguir un mayor detalle en la localización de las estructuras, se está desarrollando dentro del SGP una nueva ventana en la que se podrá visualizar cada una de las estructuras con la herramienta Google Maps.

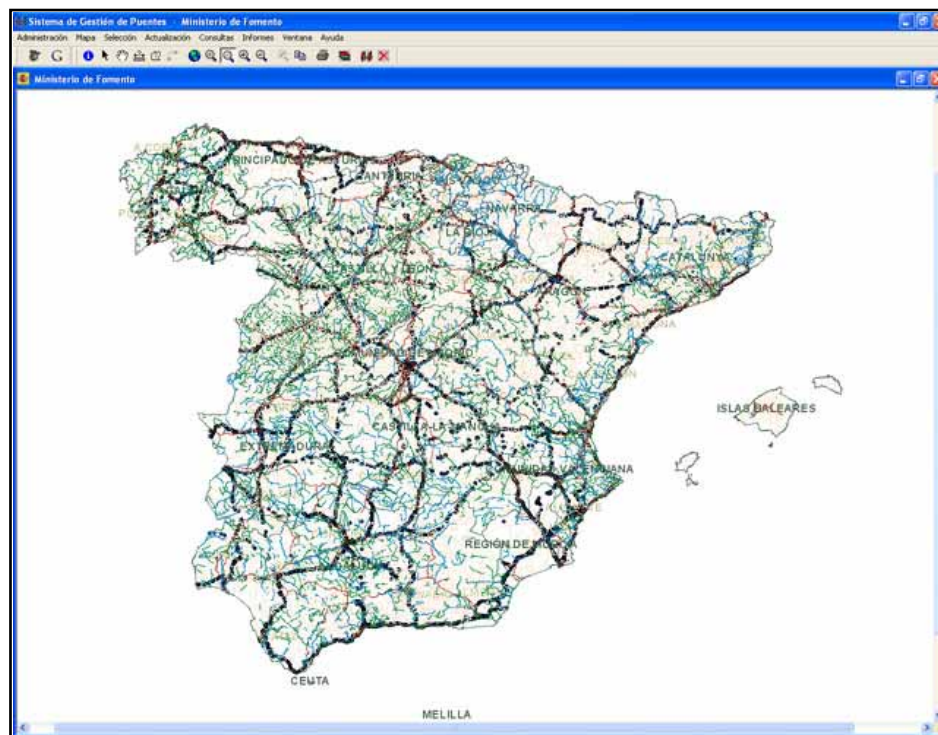


Figura 17.- SGP-Ventana SIG

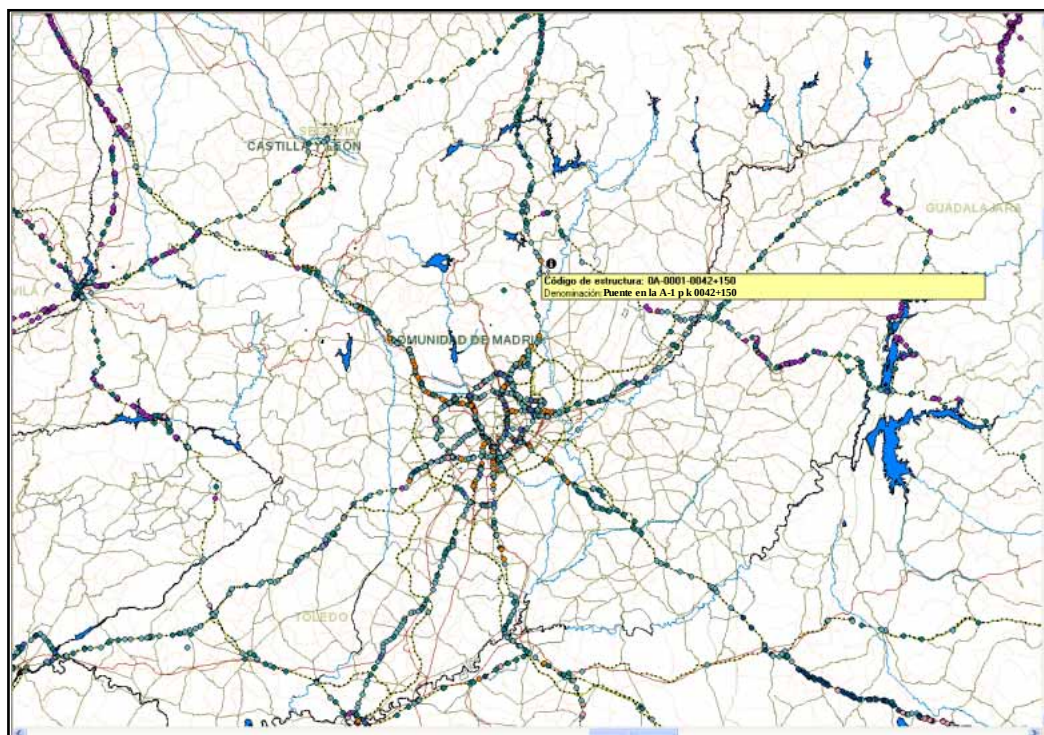


Figura 18.- Ventana Identificación de una estructura sobre el SIG

Incluye las funciones habituales de un SIG:

- **Zoom** (mapa completo, zoom previo, zoom ventana, zoom in, zoom out, zoom a la selección).
- **Desplazamiento:** La herramienta de desplazamiento permite mover el mapa en cualquier dirección, conservando el factor de escala que tuviera establecido.
- **Información** 'instantánea' de las obras de paso: Cada una de las estructuras almacenadas en la base de datos puede tener dos estados de forma alternativa: **seleccionada** o **no seleccionada**. Cualquier petición que se formule para obtener información de la base de datos (impresión de informes, visualización de croquis, visualización de datos de inventario, etc) se aplicará sobre el conjunto de estructuras seleccionadas en ese instante.
- **Cálculo de distancia:** posibilita la determinación de distancias siguiendo una trayectoria poligonal.
- **Cálculo de área:** permite la determinación de superficies delimitadas por una trayectoria poligonal cerrada.
- **Configuración de capas:**

El mapa está constituido por diversas capas de información. El usuario puede seleccionar las capas visibles en cada instante, dependiendo del nivel de zoom con el que se esté trabajando en ese momento. Las capas que están visibles, aparecerán resaltadas en azul en la lista.

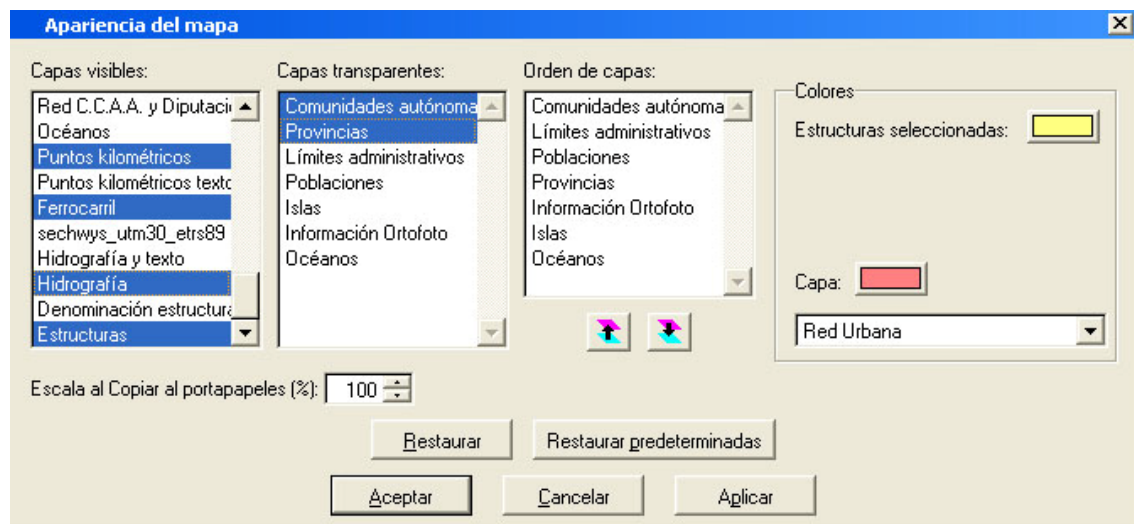


Figura 19.- Ventana configuración de capas.

Igualmente desde esta ventana se pueden personalizar los colores de las distintas capas.

También es posible personalizar la transparencia o el orden de superposición de determinadas capas. El orden es muy importante en los SIG para poder obtener una visualización correcta del mapa final, ya que estamos tratando con datos vectoriales y la geometría de polígonos podría ocultar las otras dos

geometrías de puntos y líneas que ahora detallamos. Existen tres **elementos geométricos**:

- **Puntos**: se utilizan para las entidades geográficas que mejor pueden ser representadas por un único punto de referencia. Por ejemplo, las ubicaciones de los puentes.
- **Líneas o polilíneas**: se emplean para rasgos lineales como ríos, caminos, ferrocarriles, etc.
- **Polígonos**: se utilizan para representar elementos geográficos que cubren un área particular de la superficie de la tierra. Estas entidades pueden representar lagos, provincias, etc.

Las opciones de visualización se mantendrán asociadas a cada perfil de usuario.

La base de datos del Sistema de Gestión de Puentes se encuentra 'enlazada' con el SIG, de manera que es posible realizar temáticas diversas en función de los datos de inventario y conservación contenidos en dicha base de datos.

Si bien todas las estructuras están representadas con el mismo color (sin estar seleccionadas), el establecimiento de temáticas consiste en la representación cromática diferenciada de las mismas, dependiendo de determinadas características consideradas de utilidad.

El sistema incluye diferentes temáticas basándose en:

- La **comunidad** en la que se encuentran localizadas las estructuras.
- La **provincia** en la que se encuentran localizadas las estructuras.
- La **clase de estructura**:
 - Caño o Tajea.
 - Alcantarilla.
 - Pontón.
 - Puente.
 - Estructura de grandes dimensiones.
 - Pasarela peatonal.
 - Paso inferior peatonal.
- La existencia de **inspecciones especiales** para cada estructura.
- El **índice** de cada estructura:
 - Índice ≤ 20
 - $20 < \text{Índice} \leq 40$
 - $40 < \text{Índice} \leq 60$
 - $60 < \text{Índice} \leq 80$
 - $80 < \text{Índice} \leq 100$

La ventana 'Leyenda' detalla la simbología utilizada para representar las distintas capas de información, dependiendo de las capas visibles en cada momento y de los colores definidos por el usuario para el contenido de las mismas, así como de la temática elegida.

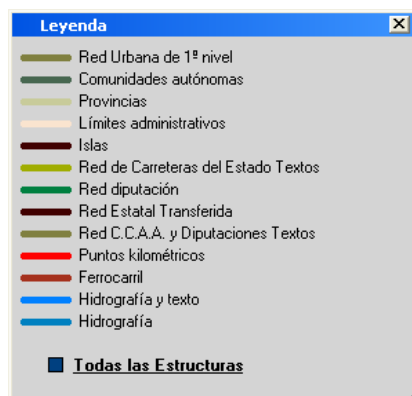


Figura 20.- Ventana de leyenda sin temática



Figura 21.-Ventana de leyenda con temática por comunidades



Figura 22.- Ventana de leyenda con temática por provincias



Figura 23.- Ventana de leyenda con temática por Especiales

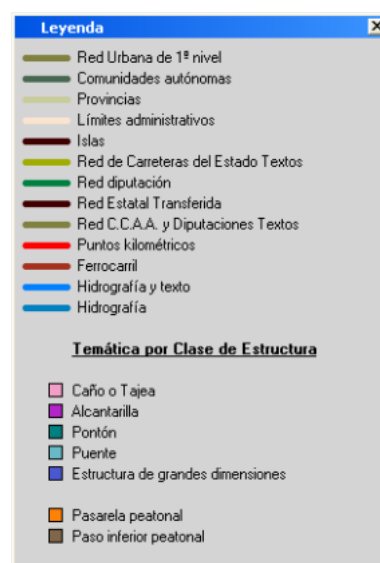


Figura 24.- Ventana de leyenda con temática por Clase de Estructura

6. CONCLUSIONES

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que facilitan la preparación, el análisis y la gestión de la información resultante de la gestión de firmes y puentes de carreteras se configuran como un **soporte geográfico que facilita y mejora el conocimiento de la red de carreteras y la toma de decisiones sobre ella**; de ahí su importancia.

La tecnología SIG representa una mejora, en todos los aspectos, del proceso de Gestión, puesto que esta tecnología parece ser la forma lógica de relacionar la diversidad de datos que se manejan en el SGF y en el SGP. Además, dota a los Sistemas de Gestión de capacidades de visualización, análisis y actualización de los datos más eficientes que las conferidas por otro tipo de tecnología.

En el caso del SGF y el SGP de la RCE, la incorporación de un SIG al sistema:

1. Facilita el conocimiento del patrimonio objeto de la gestión: RCE.
2. Faculta al gestor para hacer uso de todos los datos disponibles: datos de firme, auscultaciones, tráfico; así como fichas de inventario de puentes, fichas de inspecciones, así como informe generados sobre obras de paso especiales.
3. Permite la elaboración de matrices de datos que servirán de base para la generación de modelos predictivos del comportamiento en el caso de los firmes.
4. Permite la difusión de mapas temáticos entre los distintos actores de la gestión
 - a. Estado Actual de la red
 - b. Características del firme o de los puentes
 - c. Actuaciones de Rehabilitación (Obras realizadas, año, clave, descripción, etc.)

En definitiva, la integración de los SIG en el SGF y en el SGP de la RCE hace la gestión **más eficaz** en la medida en la que permite a los gestores una toma de decisiones **más precisa**, gracias al conocimiento que les brinda sobre la red de carreteras; **más eficiente**, en cuanto que permite aprovechar y pone en valor los ingentes volúmenes de datos e información existentes sobre la red de carreteras; y **más participativa**, ya que facilita la difusión de información y mapas temáticos entre los distintos actores involucrados en la gestión.