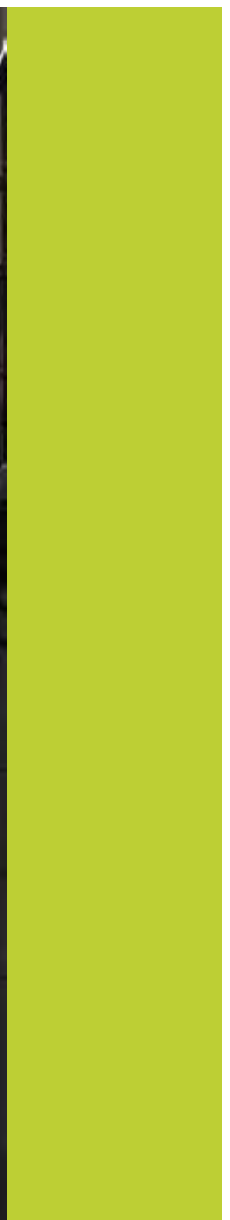


Un valor añadido

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE GESTIÓN
EN EL AYUNTAMIENTO DE MADRID

POR JAVIER DELGADO BERMEJO



El Ayuntamiento de Madrid ha desarrollado un SIG Corporativo con el objetivo de mejorar la gestión de la información geográfica municipal. Una vez alcanzado este objetivo, se acometió el desarrollo de aplicaciones departamentales con funcionalidad SIG, o como se ha venido en denominar, SIG de gestión. Ello, con el fin de aportar valor añadido a las aplicaciones de gestión, mejorando la administración de los recursos en el territorio y, en definitiva, incrementar la calidad de los servicios municipales. En este contexto, se han desarrollado una serie de SIG de gestión entre los que destacan el Sistema Integral de Gestión de Obras en Vía Pública y el SIG de Gestión de Parque y Jardines.

En el ámbito de las administraciones locales, dada la necesidad que existe de relacionar los hechos que acontecen en su territorio con su localización geográfica, existe una creciente demanda de información espacial por parte de usuarios y aplicaciones. Por esta razón, el Ayuntamiento de Madrid, en el período 2005-2006 desarrolló su sistema de información geográfica corporativo (SIGMA). Una vez disponibles las funcionalidades proporcionadas por SIGMA (En el BOLETIC Nº 42 de junio de 2007 se puede consultar el artículo presentado sobre este tema.), se acometió el desarrollo de aplicaciones de gestión departamentales con funcionalidades SIG, o lo que hemos venido en denominar SIG de gestión, altamente demandadas por las diversas Áreas de Gobierno del Ayuntamiento. Como resultado de ello, en el período 2006-2008 se han abordado proyectos de SIG de gestión en Áreas tan dispares como Medio Ambiente, Obras y Espacios Públicos, Urbanismo, Madrid Salud y Sostenibilidad y Agenda 21.

Para el desarrollo de los SIG de gestión se han establecido unos estándares que se pueden resumir en:

- Orientado a la reutilización de componentes
- J2EE
- Paradigma MVC
- Tecnología SIG de ESRI
- Uso de geodatabases *single mode* con ArcSDE

La reutilización de componentes, y en concreto el correspondiente al módulo geográfico proporcionado por SIGMA, ha permitido ahorros muy significativos en los costes de desarrollo de SIG de gestión, pudiéndose estimar en más de un 30% en aplicaciones con tiempos de desarrollo entre 10 y 12 meses. El ahorro de costes en el mantenimiento operativo y funcional es también muy significativo.

La base de la integración de la funcionalidad geográfica es la inclusión del módulo geográfico (aplicación SIGMA) como un componente en el desarrollo de la aplicación SIG de gestión correspondiente, permitiendo así que tanto la funcionalidad como la configuración de la aplicación SIGMA sean reutilizadas desde la aplicación de gestión.

En la *Figura 1* se muestra una representación esquemática de la integración de la funcionalidad geográfica

Cualquier desarrollo SIG de gestión basado en el sistema SIGMA, entendido como un proyecto de desarrollo J2EE, debe seguir las siguientes directrices:

- La lógica de negocio correspondiente al sistema SIGMA estará incluida en la aplicación de gestión a través del fichero JAR (Java ARchive) correspondiente al modelo en la arquitectura MVC. Dicho fichero estará compilado y no será modificable
- Se proveerá a los desarrolladores de las aplicaciones de gestión de

la capa de presentación de SIGMA. Dicha capa de presentación debe ser entendida como una plantilla que aprovecha la funcionalidad de la lógica de negocio de SIGMA soportada por el fichero JAR facilitado. La plantilla será personalizable durante el desarrollo de cada proyecto

Como ejemplo de SIG de gestión desarrollados e implementados hasta la fecha se van a presentar dos de ellos. Los sistemas que someramente se van a describir tienen características bastante diferentes:

El SIG de Gestión Integral de Obras en Vía Pública, cuyo objetivo es la planificación y gestión de la ejecución de las obras realizadas en la vía urbana, y el SIG de gestión de Parques y Jardines, cuyo fin es el inventariado y mantenimiento de las zonas verdes en el municipio de Madrid.

Un aspecto muy importante a destacar es la interrelación entre los diversos SIG de gestión y cómo ésta ayuda a la gestión departamental entre distintas Áreas. Para entender la situación se expondrá un caso real:

El Departamento de Conservación de Vías y Espacios Públicos planifica una serie de obras en diversas ubicaciones, que pueden afectar a elementos del Patrimonio Verde, como por ejemplo los árboles. El Servicio de Conservación de Zonas Verdes deberá acometer las necesarias acciones para preservar la supervivencia de los árboles que se puedan ver afectados. Para ello, dispondrá en »

FIGURA 1. Esquema de la integración de la funcionalidad geográfica



su SIG de gestión de la capa gráfica de obras con las geometrías de las mismas y fechas previstas, que podrá cruzar con la capa de arbolado urbano para detectar aquellos que se verán afectados por las obras.

Para ello, existe una interrelación entre SIGMA y los SIG de gestión de modo que:

- La información gráfica se actualizará bien mediante la actualización en el nodo central o mediante servi-

cios de mapa ofrecidos por la aplicación origen.

- La información alfanumérica asociada estará disponible para las aplicaciones mediante la publicación de servicios web ofrecidos por la aplicación origen.

El SIG de Gestión Integral de Obras en Vía Pública

El municipio de Madrid, con una superficie aproximada de 607 Km² y

10.000 viales, registra un alto nivel de actividad en lo que a obras se refiere. De hecho, se coordinan, tramitan y ejecutan alrededor de 25.000 obras anualmente de tipo cala o canalización, sin contar las referentes a las de asfaltado.

Uno de los tipos de obra que más dificultan el tráfico rodado y peatonal son las que se producen a diario para el necesario mantenimiento de las redes de distribución de todo tipo

(agua, electricidad, telefonía, gas, etc).

La Dirección General de Obras y Espacios Públicos tiene las competencias, entre otras, de la gestión y seguimiento de las obras del tipo calas y canalizaciones, que son las que se producen como consecuencia del mantenimiento de las redes de distribución citadas.

Inicialmente, la Dirección General disponía de un aplicativo, de alcance reducido, para la gestión de las licencias de obras en vía pública. Este sistema, y el procedimiento de gestión en sí, presentaban ciertas carencias, entre otras, las de carecer de un SIG de gestión donde las obras se viesan representadas, por lo que se decidió asumir una completa renovación del procedimiento a seguir en todo el ciclo de vida de una obra, con la creación de la figura de la Oficina de Coordinación y la introducción de nuevos sistemas de información geográfica de gestión.

El principal objetivo perseguido al abordar el proyecto ha sido el de proporcionar mejores servicios al ciudadano en lo referente a la gestión de obras y conservación del estado de los viales, para lo cual era imprescindible abordar aspectos tales como:

- Planificar anualmente las obras susceptibles de ser programadas.
- Agilizar la tramitación de licencias de obras.
- Posibilitar a los promotores y compañías de servicio la realización de todas las gestiones a través de Internet.
- Mejorar el seguimiento de las obras y el cumplimiento de los plazos de ejecución.

Para ello, se han desarrollado dos sistemas que actúan coordinadamente, y que son:

- Oficina de Coordinación de Obras (SIG Coordina)

- Gestión de Obras en Vía Pública (SIG GVP)

Los socios tecnológicos que han colaborado con Informática del Ayuntamiento de Madrid (IAM) en el desarrollo han sido las empresas Renacimiento y Eptisa.

Los actores que intervienen en el proceso son:

- Promotores de obras: compañías de servicios y Administración Pública
- Técnicos de la Oficina de Coordinación, que reciben las solicitudes de obra y las incorporan al sistema
- Técnicos de la Unidad de Gestión de Licencias, que tramitan su ejecución

El procedimiento general considera una previsión anual, es decir, los promotores deberán solicitar al ayuntamiento las obras que pretendan ejecutar a un año vista. Evidentemente, una avería o una toma de agua para una vivienda dispondrán de un tratamiento particular. Las averías, en concreto, se tramitan al instante mediante procedimientos telemáticos. Las acometidas de redes de distribución en edificios no son objeto de planificación, dada su imposibilidad.

Los promotores solicitarán mediante el portal en Internet una previsión de ejecución de la obra, adjuntando información alfanumérica de la misma, memoria técnica, fechas deseadas de ejecución, etc., así como información gráfica de la obra en formato vectorial georreferenciada sobre la cartografía digital de Madrid 1:1000, que aportará un criterio técnico al personal del Ayuntamiento.

La Oficina de Coordinación de Obra recibirá las previsiones de obra solicitadas. El sistema provee herramientas de carácter alfanumérico y gráfico que permiten al Ayuntamiento situar en el tiempo y en el espacio

obras de diferentes compañías, de tal manera que sólo se ejecute una obra en una calle en un momento determinado. Esta situación genera confianza al ciudadano, pues es capaz de observar como varios promotores de obra trabajan al mismo tiempo en el mismo lugar, evitando con ello molestias innecesarias.

Es importante destacar que una obra ejecutada tiene como consecuencia la protección del pavimento durante 4 años. Para evitar el error humano en la decisión de aceptar una obra en un pavimento protegido, el sistema de Coordinación de Obras dispone de herramientas SIG que mediante intersección de polígonos emiten alarmas de situaciones como ésta.

Antes de realizar la solicitud de previsiones de obra, el promotor dispone de herramientas gráficas proporcionadas por el sistema con las que visualizará los pavimentos protegidos en el lugar donde desean ejecutar la obra, pudiendo así realizar previsiones a más largo plazo, pues la cartografía refleja la fecha de vencimiento de la protección del pavimento, además de proporcionar un código de colores por períodos de vencimiento.

En la *Figura 2* se muestra la información gráfica que proporciona el sistema a los promotores de obra en relación con los pavimentos protegidos.

A raíz de las solicitudes de previsiones de obra, el Ayuntamiento podrá contemplar las planificaciones a seis meses y a un año. Las herramientas SIG permiten disponer de un espectro de la ciudad con objeto de aceptar o denegar previsiones de obra. La potencia contrastada de la herramienta SIG permite al Ayuntamiento ubicar estratégicamente en el espacio y en el

FIGURA 2. Información gráfica que proporciona el sistema a los promotores de obra

tiempo la obra que se realizará.

El promotor de las obras, desde su portal en Internet, podrá consultar las previsiones solicitadas con requerimientos pendientes y solventarlos, así como las solicitudes aceptadas y pendientes de licencia.

Tras la aceptación de las previsiones de obras por parte del Ayuntamiento, el sistema dispone de una herramienta de planificación a nivel gráfico y alfanumérico que permite ubicarlas en el tiempo y en el ámbito geográfico. Una vez que se dispone de la programación de promotores, tiempos y lugares de ejecución de obras, se generará un cronograma de actuaciones que será enviado a los promotores. En la *Figura 3* se muestra un gráfico representativo del flujo de coordinación de obras.

Desde ese mismo momento el sis-

tema de Coordinación de Obras permite a los promotores, vía Internet, solicitar la licencia asociada a la obra que ejecutarán con posterioridad.

Es necesario destacar que en todo este procedimiento no se ha generado ni tramitado ninguna documentación en papel.

La solicitud de licencias de obras se realizará desde el portal de Internet mediante el interface de que dispone el SIG de GVP, recogiendo toda la información necesaria del sistema de Coordinación para evitar duplicidades innecesarias. La licencia de obra necesitará una mayor documentación que la simple previsión, incluyendo la memoria del trabajo, el plan de acopio de materiales o las medidas previstas entre otros datos.

El promotor de obras, desde el portal en Internet, podrá solicitar

licencias de obra, consultar los expedientes de las obras solicitadas, consultar las incidencias emitidas por el Ayuntamiento o generar incidencias propias, así como consultar la disponibilidad de apertura de obras por distritos en aquellos casos en la que la obra no ha sido planificada. Una obra planificada por el sistema de Coordinación siempre dispondrá de licencia, mientras que la solicitud de una licencia sin planificar es susceptible de ser denegada. La denegación de una licencia puede darse por varios motivos, como puede ser la protección de los pavimentos, la falta de documentación o los comentarios de otros departamentos municipales.

El SIG GVP de solicitud de licencias proporciona un canal de comunicación entre el promotor de obra y el Ayuntamiento para resolver

FIGURA 3. Flujo de coordinación de obras



posibles incidencias que surjan antes o durante la obra, como por ejemplo solicitudes de prórroga o cambios de trazado. Así mismo dispone de herramientas para el seguimiento y evolución de la licencia y de la ejecución de la obra. El sistema, además, proporciona los resultados de las inspecciones realizadas en obra, para poder subsanarlas y evitar una posible sanción administrativa.

El subsistema intranet de GVP, que es la herramienta indispensable para la toma de decisiones por parte

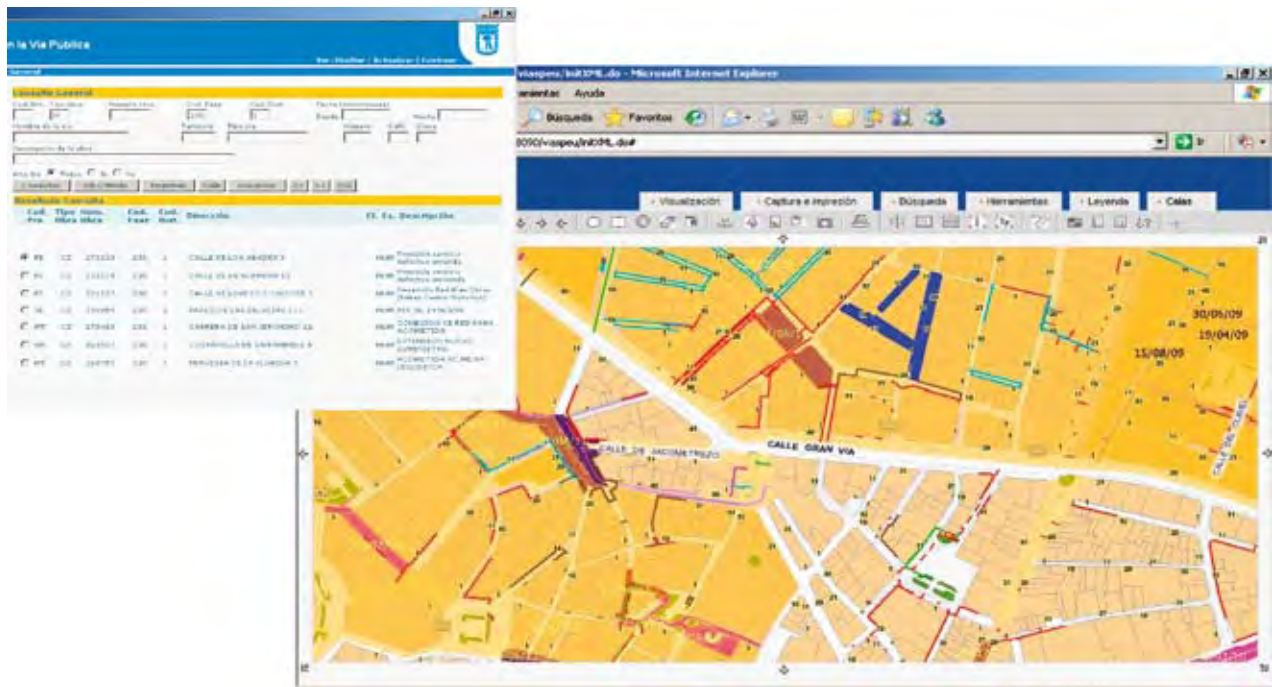
de los técnicos municipales en cuanto a la concesión de licencias y el seguimiento de la ejecución de la obra, soporta toda la gestión administrativa del ciclo completo de vida de una obra, desde su inicio hasta su finalización. Este subsistema es de gran complejidad en cuanto a reglas de negocio. Como ejemplo, solo indicar que una obra puede pasar por más de 50 estados o fases administrativas distintas.

En la *Figura 4* se muestra un ejemplo en el que se ha realizado una búsqueda alfanumérica de todas las

obras de tipo canalización que se encuentran en una fase administrativa determinada y en un distrito concreto.

El resultado se muestra en un listado, pero también se puede desplegar en el visor geográfico donde se pueden realizar operaciones de análisis espacial para encontrar relaciones con otras entidades, como árboles, mobiliario urbano, red de riegos o alumbrado, etc. Es importante resaltar que existe una relación biunívoca entre las entidades y su representación espacial, pudiendo navegar indistintamente »

FIGURA 4. Ejemplo de búsqueda alfanumérica de obras de canalización y su estado administrativo



entre el mundo alfanumérico y el geográfico.

La herramienta SIG proporciona, como ya se ha indicado en este artículo, información de interés a otros departamentos mediante la publicación en SIGMA de los servicios de mapas correspondientes y la extracción de información alfanumérica mediante servicios web, al objeto de comunicar posibles incidencias en la vía pública durante la ejecución de las obras.

Antes de la retirada de la licencia el promotor de obras deberá ejecutar el pago de la misma, y para ello el sistema de licencias provee un canal de comunicación con el Sistema de Gestión de Impuestos del Ayuntamiento, encargado de generar los abonos para los promotores.

Durante la ejecución de la obra, GVP dispone de un subsistema de Seguimiento de Ejecución de Obra

basado en PDA, para evitar que se produzcan situaciones no deseadas tales como incumplimientos del plazo, no retirada de escombros, no reposición de pavimento, obras sin licencia, etc. Si se detectan situaciones anormales, podrá generarse una sanción administrativa de forma automática.

Una vez finalizada la obra los inspectores de seguimiento contrastan las medidas finales con las solicitadas inicialmente, al objeto de liquidar correctamente la misma. Finalmente, la obra será archivada, y el sistema generará el pavimento protegido que impedirá ejecutar obras en el mismo emplazamiento durante los siguientes cuatro años.

El sistema está preparado para comunicar al Registro General del Ayuntamiento los actos administra-

tivos de interés en relación con las obras, tales como las solicitudes, incidencias, retiradas de licencia, y recursos presentados.

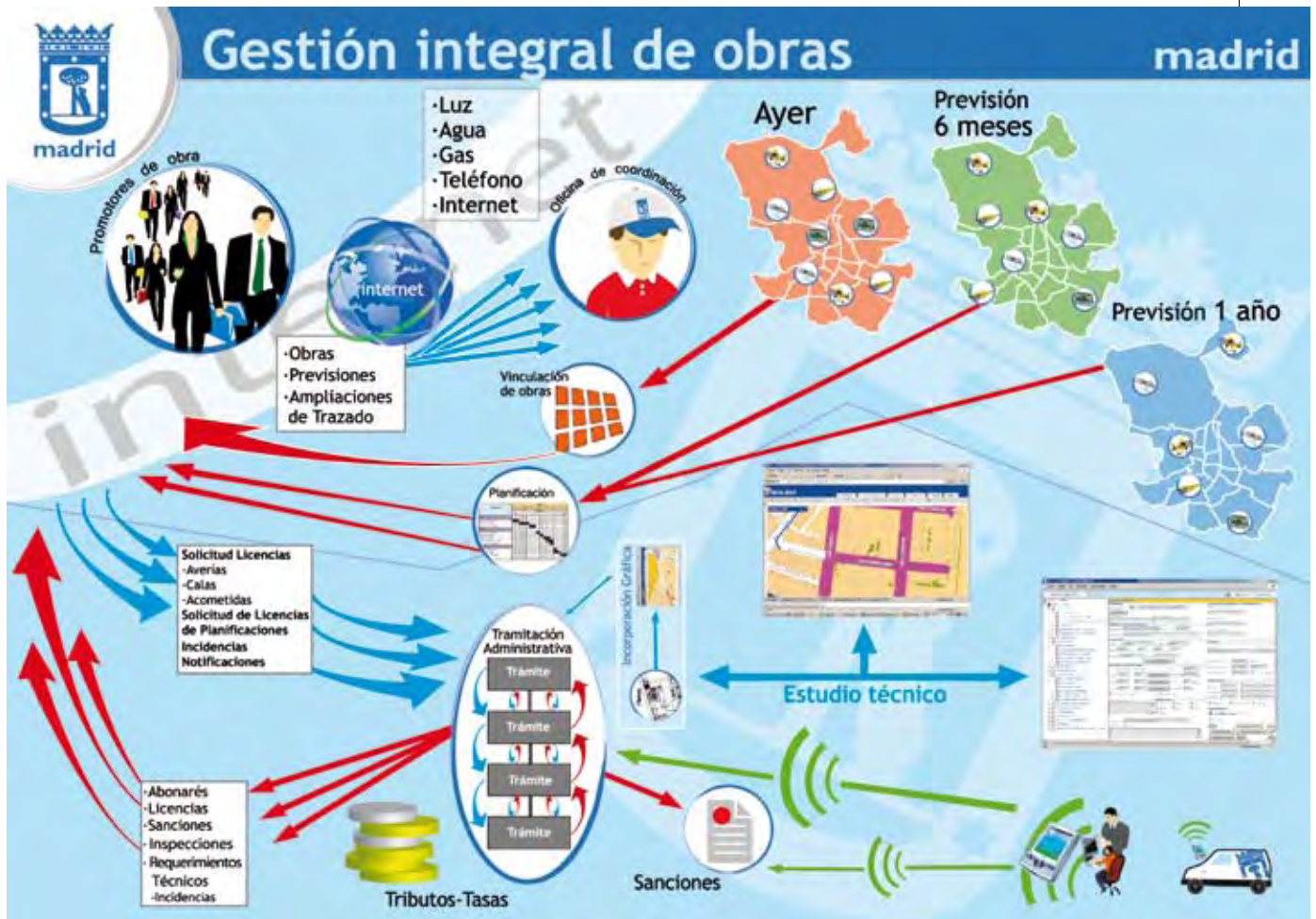
En la *Figura 5* se muestra un gráfico que refleja la totalidad del procedimiento de gestión integral de obras del Ayuntamiento de Madrid.

El sistema de información geográfica de gestión de Parques y Jardines

El segundo sistema que vamos a presentar es el SIG de gestión de Parques y Jardines. El ámbito de competencias de este sistema se enmarca en el Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid, en concreto en la Dirección General de Patrimonio Verde, cuyas competencias son:

- Planificación, coordinación y supervisión de las actividades municipi-

FIGURA 5. Esquema del procedimiento de gestión integral de obras



pales en materia de parques, jardines, zonas verdes y arbolado urbano

- Protección, conservación y restauración de los espacios relacionados como Zonas Verdes y Espacios A Jardinados en Conservación Municipal, así como la gestión y mantenimiento de las infraestructuras asociadas a los mismos

- Inspección, control y vigilancia medioambiental de los parques y espacios verdes públicos

- Desarrollo, dirección, ejecu-

ción y supervisión de los proyectos y obras necesarios para llevar a cabo el cumplimiento de las funciones asignadas.

La gestión de los inventarios del Patrimonio Verde se venía realizando de forma muy heterogénea mediante el uso de una serie de aplicaciones aisladas y pequeños desarrollos ofimáticos, con ausencia de cartografía digital y de inventarios correctamente georreferenciados, que no cubrían las necesidades de gestión de los dis-

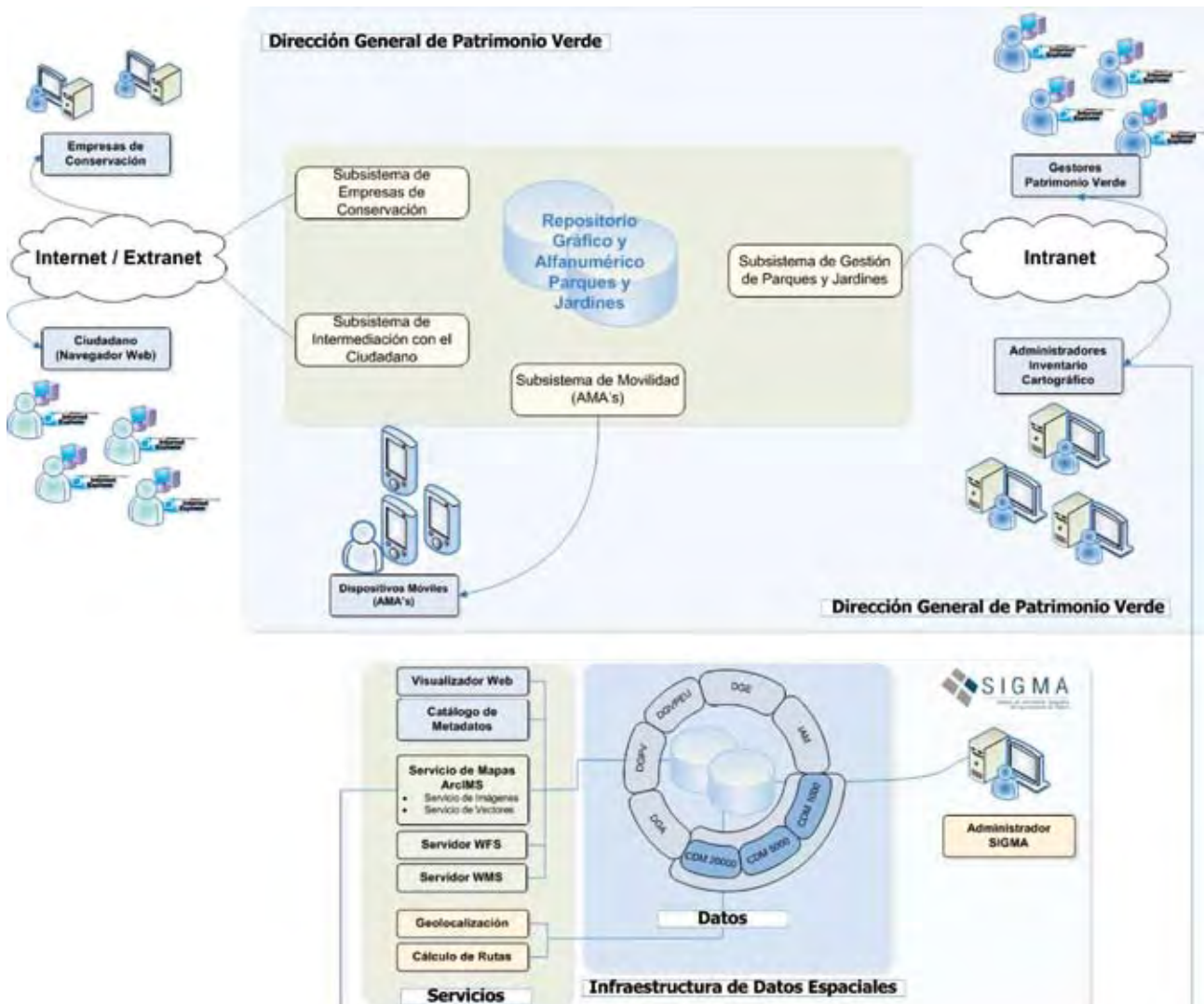
tintos departamentos involucrados en estas tareas.

Por ello, y a solicitud de la D.G. de Patrimonio Verde, se acometió un estudio de viabilidad para la construcción de un SIG de gestión, cuya primera fase, la gestión de los parques y jardines, se presenta a continuación.

Los objetivos operativos perseguidos con el desarrollo de este sistema fueron:

- Disponer de una cartografía real,»

FIGURA 6. Esquema lógico del sistema de gestión de parques y jardines



actualizada y precisa con todos los elementos del inventario, proporcionando a los técnicos una herramienta ágil y eficaz para el tratamiento de datos.

- Conocer los medios humanos y materiales puestos a disposición por las empresas conservadoras para la ejecución de sus contratos.
- Disponer de un control real so-

bre las programaciones, planificaciones y ejecuciones de las labores de conservación

- Disponer de un sistema flexible que posibilite su adaptación a los posibles cambios en los procedimientos operativos de gestión.

El proyecto se planteó con el objetivo de cubrir todas las necesidades de gestión y difusión de la informa-

ción que se maneja en Servicio de Conservación de Zonas Verdes. Por otra parte, la arquitectura del sistema debería ser lo suficientemente flexible para poder abordar, en diferentes fases de evolución, la integración de la gestión del resto de ámbitos de Patrimonio Verde.

El socio tecnológico que ha colaborado con IAM en el desarrollo de este sistema ha sido la empresa INDRA.

FIGURA 7. Escenario de programa de conservación



La primera cuestión a acometer fue la definición del modelo de negocio en cuanto a organización, personas y procesos:

- Definición del modelo organizativo y sus actores: administradores, gestores de negocio, inspectores de campo, agentes medioambientales, usuarios de consulta, empresas conservadoras.

- Definición de los procesos de gestión, mantenimiento y administración, es decir, de los procesos de negocio.

- Establecimiento de los mecanismos de actualización de la información por parte de las contratadas encargadas del mantenimiento de los parques y jardines.

Por otra parte, además de la información geográfica de base, accesible a través de SIGMA, el Servicio produce y consume gran cantidad de información cartográfica y georreferenciada, indispensable para la adecuada gestión de sus activos, por lo que toda esta información debe imbricarse íntimamente con los procesos de negocio.

Finalmente, el sistema se definió integrando cuatro subsistemas:

- Gestión.
- Empresa de conservación.
- Movilidad.
- Intermediación con el ciudadano.

El modelo de datos resultante es de gran complejidad, materializándose en 56 capas gráficas de información con su información alfanumérica asociada. Es importante resaltar nuevamente que existe una relación biunívoca entre los elementos del inventario y su representación espacial.

En la *Figura 6* se muestra un esquema lógico del sistema.

Subsistema de gestión

Este subsistema proporciona a los responsables del Ayuntamiento las funcionalidades asociadas con el control y gestión de las tareas realizadas por las empresas de conservación.

A nivel muy general, los módulos que integran el sistema son:

- Módulo de Gestión de Programas*
- Gestión de Programas en Planificación.
- Gestión de Programas en Ejecución.
- Gestión Incumplimientos sobre los programas.
- Gestión de Temas Pendientes / Temas Espera. »

FIGURA 8. Zona de Madrid con sus elementos del patrimonio verde



Módulo de Administración

- Gestión de Tablas Maestras.
- Gestión de Labores (Actividades).
- Gestión de usuarios del sistema.

Buscador de Inventariado de Elementos de Patrimonio Verde

- Filtrado por búsqueda Espacial (Zonas, Distrito, Áreas de Actuación / Registro).
- Filtrado por atributos alfanuméricos

Módulo de Gestión de usuarios

Subsistema de empresas de conservación

Subsistema que proporciona la herramienta de gestión a las empresas

contratadas por el Ayuntamiento de Madrid para la conservación y el mantenimiento de los parques, jardines y zonas verdes. En realidad, está definido como una extranet del propio módulo de gestión, permitiendo a las empresas la planificación de las tareas a desarrollar, asociar recursos humanos y maquinaria, gestión de programas en ejecución, actualización y mantenimiento del inventario gráfico y alfanumérico, etc. La entrada a la extranet se realiza mediante una solución de VPN.

El subsistema se compone de los siguientes módulos de gestión y sub-

sistemas asociados:

Módulo de Gestión de Empresas

- Gestión de Empresas (Identificación, Cuadrillas, Documentación)
- Gestión de Empleados
- Gestión de Medios y Consumibles.

Gestión de Vehículos.

Gestión de Maquinaria

Gestión de Consumibles

Módulo de Gestión de Programas

- Gestión de Programas en Planificación
- Gestión de Programas en Ejecución
- Gestión de Temas Pendientes / Temas Espera

Buscador de Inventariado de Elementos de Patrimonio Verde.

Similar al existente en el subsistema de gestión, pero restringido a la zona de actuación de cada empresa.

Subsistema de Gestión de Inventariado Cartográfico.

- Edición y Actualización de las entidades Cartográficas asociadas a Patrimonio Verde.

- Gestión de la cartografía Base.

Dada lo laborioso de la gestión del inventario cartográfico por parte de las empresas y que estos procesos deben acometerse en un entorno de cliente desktop, se optó por la solución de centralizar el acceso a este tipo de clientes mediante la plataforma Citrix, lo cual evita la instalación de clientes pesados fuera del entorno del Ayuntamiento. La gestión y el mantenimiento de las 56 capas de información cartográfica y su información asociada se realiza en el entorno desktop de ESRI, mediante una personalización del cliente ArcMap.

Las reglas de negocio que controlan la gestión de los elementos del patrimonio verde son de cierta complejidad dado el número de variables que intervienen en los procesos y su componente geográfica. Por definición, un programa constituye la lista de labores a realizar en un espacio de tiempo determinado, por medio de unos recursos humanos y materiales en un área geográfica concreta sobre elementos de patrimonio verde. Un programa está vinculado a una empresa adjudicataria y a una única zona geográfica de actuación, y a un gestor del Ayuntamiento que controla las tareas.

Además de la información útil que determina un programa, se define otro parámetro más que identifica de modo unívoco un programa, que es el estado del programa por el

que transita. Se definen dos estados: planificación y ejecución. A su vez, los estados tienen asociados varios subestados.

Un programa en estado de planificación identifica qué labores se deben de realizar para un determinado periodo de tiempo planificado, con unos medios estimados para un área geográfica determinada.

Un programa en estado de ejecución constituye la ejecución real de las labores planificadas, en un periodo de tiempo real, sobre el área geográfica determinada por la planificación, y con unos medios concretos.

En un programa en ejecución hay dos parámetros que son invariables con respecto a la planificación: las labores identificadas en la planificación y el área geográfica de actuación para cada labor determinada en la planificación.

El resto de los parámetros son variables: tiempos de ejecución asociados a las labores, cuadrillas asignadas a las tareas y medios utilizados en las tareas.

Los desfases de tiempos entre las labores planificadas y las ejecutadas pueden producir incumplimientos.

En la Figura 7 se esquematiza el escenario de un programa de conservación.


Subsistema de movilidad

La verificación del control de calidad de los trabajos ejecutados se realiza mediante una serie de formularios desarrollados para dispositivos tipo PDA. Las PDA's se sincronizan con la base de datos del sistema utilizando las funciones de Activesync de Microsoft.

Subsistema de intermediación con el ciudadano

Este subsistema actuará de punto de

comunicación de información y notificación de los planes de actuación de la Dirección General de Patrimonio Verde sobre las zonas verdes del municipio, así como el acceso a información sobre rutas, entidades de especial interés y otro tipo de información que se pueda extraer del SIG y que pudiese ser de interés para el ciudadano. En la actualidad, todavía no se ha publicado este tipo información en el portal del Ayuntamiento, si bien el subsistema esta preparado para ello.

Por último, para finalizar esta somera descripción del sistema, en la Figura 8 se muestra una zona de la ciudad de Madrid, con sus elementos del patrimonio verde, en el visor geográfico de la aplicación. 

Javier Delgado Bermejo
Jefe del Servicio de SSII
de Población y Territorio