

14

**Sistemas de información geográfica y
administración pública: El sistema de
información de patrimonio histórico inmueble
de la Comunidad de Madrid**

Jesús Bermúdez Sánchez

Jesús Bermúdez Sánchez

Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.

1. Introducción

Debemos enmarcar el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en la administración pública dentro de la propia evolución de los procesos de gestión del patrimonio histórico en el ámbito de los organismos públicos responsables, tanto a nivel mundial, como europeo y español. También debemos tener en cuenta la evolución de las tecnologías de la información y de las bases de datos y su aplicación a la gestión del patrimonio. Debemos igualmente hacer hincapié en la demostrada utilidad de este tipo de herramientas para la gestión del patrimonio histórico y mencionar todo aquello por lo que el uso de SIG son referencia básica en dicha gestión. Los casos de uso para la gestión patrimonial son importantes y variados y van desde la captura de datos, almacenamiento, sistemas de consulta y análisis y representación. Así mismo abarcan procesos tan importantes como la valoración de afecciones de proyectos y obras al patrimonio, la planificación de la prevención, el planeamiento urbanístico, o la divulgación. A pesar de que su impacto ha sido importante, su uso se ha generalizado y es ampliamente reconocido, hay que insistir en la utilidad y necesidad de estas herramientas (lo cual queda patente al leer en otros capítulos de este mismo libro) y de su aplicación a la gestión del patrimonio en particular (Fernández *et al.* 2002). En este capítulo trataremos de centrarnos en algunos aspectos particulares de la aplicación de los SIG en los organismos gestores del patrimonio histórico y

en la experiencia concreta de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.

2. La gestión pública de la información espacial

Considerando de forma genérica la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a la Arqueología¹, tanto a la investigación como a su gestión administrativa, se aprecia una clara progresión en el número de proyectos que aplicaban SIG desde los años 70 a finales de los 90. Esto supuso un gran éxito en el uso de esta herramienta. Estas publicaciones son, por lo general, fáciles de rastrear dado que suelen destacar en los propios títulos la palabra SIG, lo cual resalta la importancia que los autores dan al uso de esta tecnología. Desde los orígenes de las aplicaciones SIG hasta hoy día se puede apreciar, en paralelo a la acelerada evolución tecnológica, una tendencia que va desde limitadas aplicaciones puntuales a sistemas más complejos. Cada vez, de forma más completa, estos sistemas abarcan todos los procesos de captura, gestión, análisis y publicación de información espacial, conformando auténticas plataformas de trabajo. En este sentido, hasta ahora se hablaba de SIG porque son programas que permiten esta asociación a diferencia del resto, y se efectuaban aplicaciones de estos programas a proyectos concretos que han demostrado ampliamente la necesidad de considerar esa dimensión. En el caso concreto de la gestión patrimonial esta valoración debe ser extrapolada con algunos matices o peculiaridades, dado que los organismos administradores del patrimonio no suelen tener entre sus funciones, desgraciadamente, el de buscar, analizar y difundir nuevas herramientas de gestión. Con lo cual, la aplicación de nuevas tecnologías de la información suele ser más lenta e ir a remolque de otros ámbitos. Igualmente, se aprecia que la gran mayoría de dichas aplicaciones eran proyectos específicos de alcance limitado y puntual o modelos teóricos de aplicación a distintos ámbitos y escalas, pocos de los cuales dieron lugar a aplicaciones prácticas. Sólo algunos de estos proyectos planteaba y desarrolló modelos amplios de trabajo. Uno de estos fue el caso del SIG de patrimonio arqueológico de la Comunidad de Madrid. En los últimos años, se aprecia una caída en desuso del término SIG que parece ir sustituyéndose por otros como Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE s) (Rodríguez *et al.* 2007) o Sistemas Integrados de Información. Es-

¹ Como parte del trabajo de tesis doctoral del autor (Bermúdez 2001) se efectuó un trabajo historiográfico de la aplicación de los SIG a la Arqueología y, en concreto a la gestión del patrimonio, se consultó un gran número de referencias bibliográficas y se expusieron algunas cuestiones e ideas que ahora resumimos, matizamos y ampliamos.

to creo que va unido al planteamiento de metodologías y modelos generales de tratamiento de la información. Estamos en un momento en el que quizás debamos dejar de hablar de SIG, entendiendo como tales programas específicos o sistemas de información temática asociada a información espacial, y pasemos a comprender que la dimensión espacial es una dimensión más de cualquier información general que debe ser considerada por los modelos de datos, por lo que deben incorporarse sistemas de tratamiento de información espacial en todos los ámbitos de su administración.

Existe toda una serie de condicionantes que hacen que el uso de los Sistemas de Información Geográficos en el ámbito de las administraciones públicas sea claramente diferente. Cada administración tiene sus circunstancias concretas: un cometido, un mandato legal que debe cumplir, unas competencias legales, unas estructuras administrativas y un personal con formación específica. Dado que entre sus responsabilidades no suele estar el divulgar los sistemas y metodologías de trabajo, se detecta una tendencia al aislamiento entre administraciones. Por tanto, resulta difícil hablar de situación general de aplicación de SIG. En el caso español se da la circunstancia de la delegación de competencias desde el gobierno central a las autonomías en materia de patrimonio cultural, a lo que hay que sumar las administraciones locales. Con lo cual, existe un gran número de administraciones regionales y locales con competencias. Es decir, existen tantas legislaciones, estructuras, intereses y equipos de trabajo como administraciones y metodologías de trabajo. No hay dos iguales. La amplitud del mandato legal, la falta de personal y, en concreto, de personal especializado conlleva ya de por sí la dificultad para poder abarcar el mandato legal. Esta situación dificulta la implantación de sistemas informáticos de gestión especializados. Ya que se requiere un mínimo de conocimiento por parte de los usuarios de estos sistemas, de organización y de inversión de tiempo.

Si nos fijamos en la revisión historiográfica de las aplicaciones SIG a la gestión patrimonial a nivel mundial, observamos cómo ha habido dos grandes tendencias teórico/metodológicas sobre la gestión del patrimonio histórico que han determinado el uso de los SIG y que derivan, en gran medida, de la naturaleza del trabajo que ha de realizarse y de los organismos responsables de gestionarlo. En concreto, se aprecia una clara diferencia entre las concepciones teóricas vigentes sobre todo en el mundo anglosajón del resto. Aquéllos son más racionalistas mientras que los demás defienden visiones más antropológicas. El mundo anglosajón persiste en la búsqueda de pautas estrictas de distribución macroespacial de yacimientos a través del estableci-

miento de modelos predictivos, mientras en el resto, fundamentalmente Europa, prevalece la búsqueda de modelos de ocupación del territorio por fases cronoculturales.

La necesidad de basar la protección del patrimonio arqueológico en la prevención favorece para determinados grupos sociales y ámbitos territoriales la búsqueda de variables que den explicación a los modelos de ocupación del espacio. Proteger el patrimonio arqueológico debe ser en cierta medida proteger lo desconocido, lo que está por descubrir. Por nuestra parte, hemos propuesto en varias ocasiones (Bermúdez 2001 y 2011) sistemas basados en el establecimiento de mapas de riesgo que sumen a la protección de los catálogos de bienes conocidos la búsqueda de factores predictivos. Pero considerar para la protección únicamente los modelos predictivos elaborados hasta ahora no nos parece adecuado como herramienta de gestión patrimonial. Las muestras utilizadas para elaborar los modelos son porcentajes de terreno muy reducidas con respecto al total del área en las que se aplican y, en consecuencia, el grado de error es muy alto. Estas muestras no tienen en cuenta ni la diversidad del paisaje, ni de recursos que pueden influir en la ocupación del territorio, ni la diversidad cultural, ni la ubicación de lugares singulares de cada modelo de ocupación que no sean muestreados, ni los errores de las prospecciones. Además, las variables consideradas como factores determinantes son muy escasas. Aún así, las técnicas predictivas mejoradas podrían ser adecuadas como complemento para la delimitación de las zonas de riesgo si la muestra de partida es el conjunto del territorio y se aumenta el número de variables a considerar. Para el caso de la Comunidad de Madrid, hemos desarrollado y propuesto una herramienta que más adelante describiremos al comentar el caso madrileño. Especial mención merece dentro del ámbito español el caso del modelo desarrollado en Andalucía de predicción arqueológica (MAPA) (Fernández 2002).

3. Dimensión espacial de los datos patrimoniales

En cualquier caso, las implicaciones teórico/metodológicas aplicadas a la gestión del patrimonio histórico quedan normalmente reducidas a aspectos prácticos y simplistas, por lo que su implantación suele quedar reducida a generar bases de datos espaciales. En la protección del patrimonio histórico las bases de datos geográficas son imprescindibles para poder administrar correctamente bienes de naturaleza espacial es decir, bienes inmuebles de patrimonio histórico. Esta afirmación que parece tan evidente suele ser necesario demostrarla y hacerlo con frecuencia y reiteradamente. Son imprescindibles para definir y delimitar espacios protegidos, tanto a la hora definir los facto-

res que deben ser considerados para delimitar espacios con figuras específicas de protección, como a la hora de aprobar y publicar en los boletines oficiales dichos límites. Igualmente, son imprescindibles para almacenar especialmente la información geográfica y poder efectuar correlaciones espaciales entre bienes o de estos con los espacios afectados por obras o proyectos que puedan tener afección al patrimonio.

Aunque desde hace tiempo se asume que proteger un bien inmueble requiere de delimitaciones geométricas específicas y así lo refieren las normativas al respecto, el hecho es que una gran parte de los bienes inmuebles protegidos lo son por Ministerio de Ley, es decir, sin que existan resoluciones de declaración expresa de cada bien (en el caso de Madrid suponen aproximadamente una cuarta parte del total). Así por ejemplo, la mayor parte del arte rupestre, multitud de castillos o el patrimonio nacional de la corona tienen la máxima consideración de protección de la legislación española, la de Bienes de Interés Cultural (BIC) porque así lo indica la Ley, pero sin definir y caracterizar individualmente cada bien, de tal forma que queda a interpretación su ubicación y delimitación expresas. También existen declaraciones de bienes pero con documentos legales normalmente antiguos y poco precisos que, en muchos casos, sólo refieren los bienes inmuebles por su topónimo. Para más *inri*, en el caso de las declaraciones más recientes, en las que es obligatorio por ley delimitar las geometrías, se cometen multitud de errores en las declaraciones efectuadas, bien en las descripciones literales de las delimitaciones, en las delimitaciones gráficas o en ambas. La razón de dichos errores básicamente se debe a que no se han utilizado sistemas de información geográfica para definir sus geometrías y, por tanto, no se ha cruzado la información del propio bien con la de otros bienes o capas de información espacial. Así, es habitual que el parcelario mencionado en las declaraciones no coincida con el reflejado en la cartografía o que las delimitaciones de los BIC o de su entorno no tenga en consideración los de otros bienes cercanos. Esta situación aunque debería ser atajada una vez se detecta, suele ver demorada su resolución por la multitud de urgencias a las que debe darse prioridad.

4. Requisitos para la implantación de un SIG

Pero un SIG no debe verse únicamente como herramienta de dibujo. Igualmente, debemos superar la perspectiva de verlos como un sistema cerrado que maneja una base de datos espaciales y un programa informático que gestiona ese fichero. Es necesario plantear Sistemas de Información más complejos pero integrados que abarquen todo tipo de información y en los que diferentes aplicaciones gestionen la información según las necesidades. Pero todo dentro

de un único sistema integrado que evite duplicidades y que garantice la integridad de la información. Toda la información debe estar integrada y no sólo la espacial. Debe haber bases de datos de expedientes, intervenciones y bienes relacionadas entre sí con aplicaciones específicas según necesidades.

¿Que es necesario para implantar estos sistemas? que se den una serie de circunstancias básicas: conocimiento por parte de los responsables sobre la conveniencia de implantar este tipo de sistemas o fiarse de subordinados que lo tengan, estructura, recursos, tiempo, personal especializado. En las administraciones más grandes como pueden ser Direcciones Generales de Patrimonio Histórico, la estructuración en diferentes Servicios o Áreas con jefes y tareas delimitadas suele dificultar la coordinación de sistemas. A esto se une que los principales responsables de estos organismos lo son por mandato político más que técnico y estos cargos, así como las jefaturas de Área o de los Servicios suelen estar sujetos a los vaivenes políticos o laborales personales, lo cual no facilita la continuidad de proyectos a largo plazo dentro de equipos de trabajo que suelen ser limitados. Un recurso habitual suele ser el de recurrir a organismos especializados en informática dentro de una misma administración para generar bases de datos, aplicaciones o sistemas de coordinación de información. Desde mi punto de vista y experiencia, aunque pedir a servicios externos que desarrollen sistemas concretos puede ser útil, sólo contar con especialistas dentro del personal interno que coordine dicho trabajo y/o lo controlen directamente suele ser efectivo. Si suelen efectuarse encargos puntuales para desarrollar proyectos específicos con objetivos concretos delimitados en el tiempo (como puede ser un visor de un grupo de bienes determinados, una guía turística, etc.). Esta situación suele dar lugar dentro de cada administración competente a la existencia, cuando las hay, de bases de datos reiterativas, que no suelen estar integradas ni coordinadas. Además, en caso de existir bases de datos, estas no han sido o no son geográficas. Sólo en algunas excepciones se lleva tiempo trabajando en la configuración de sistemas de información geográfica, si bien en los últimos años parece ir extendiéndose la necesidad de tenerlas.

Para que un sistema de información pueda ser útil se necesita un mínimo de formación por parte de los usuarios del mismo. No ya sobre el uso de las herramientas y aplicaciones, que en la actualidad son muy fáciles de usar y pueden llegar a limitarse a ser visores web de información espacial, sino que requiere tener un mínimo de conocimientos sobre geometrías, sistemas de representación geográfica, bases de datos, etc. Pero sobre esta situación particular de las administraciones se va imponiendo la necesidad y posibilidad de gestionar cada vez más información, cada vez de forma más completa y de

forma más fácil, barata o de contar con equipos cada vez más formados. La carga de trabajo o mandato legal es amplio², pero esa misma circunstancia nos debe dejar ver la conveniencia de implantar estos sistemas. Estas posibilidades nos vienen facilitadas por la evolución tecnológica, pero también por las obligaciones legales (Inspire, Lisige, difusión de información pública...) y a las demandas sociales y de otros organismos públicos que quieren acceder a nuestros datos. La creación y regulación de estándares internacionales y de las infraestructuras de datos espaciales evoluciona rápidamente. Lo que debemos intentar es comprender que esta es una situación global y así agilizar y facilitar su implantación dada la necesidad de contar con el factor tiempo para implantar estos sistemas.

En el ámbito de la legalidad es importante destacar a nivel continental la importancia que está teniendo la implantación de la directiva europea Inspire (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) que, a su vez, ha dado lugar a la ley española 14/2010, conocida como Lisige, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. Según estas normas de obligado cumplimiento, las administraciones públicas encargadas de gestionar el patrimonio histórico, deben difundir sus bases de datos espaciales según las especificaciones de Inspire para crear una infraestructura de datos espaciales europea. Para el caso español, el Consejo Superior Geográfico, que es el órgano competente para establecer medidas que ayuden a implantar esta IDE, ha establecido una serie de grupos y foros de trabajo. En concreto, hay un grupo específico dedicado a la información de patrimonio histórico coordinado por el Instituto de Patrimonio Cultural de España del Ministerio de Cultura y con participación de técnicos especialistas de varias comunidades y organismos estatales³. Cabe mencionar la importancia que implica implantar Inspire en el patrimonio histórico. No sólo como forma de fomentar que se aplique unos estándares y modelos de datos necesarios, sino que nos plantea numerosas cuestiones de gran trascendencia sobre la gestión del patrimonio histórico y ayudará a organizarlo. Como ejemplo, podemos mencionar la delimitación de competencias entre organismos responsables, que debe ser analizada para determinar quién y qué debe publicar en

² En el caso madrileño se deben ejercer competencias y tramitar expedientes relacionados con: actuaciones arqueológicas, planeamiento urbano, evaluación ambiental, calificaciones urbanísticas, comisiones locales de patrimonio, declaraciones de BIC y BIP, denuncias, consultas de información, intervenciones propias, sancionadores, labores de documentación, conservación y difusión, valoración de proyectos de investigación, se contestan preguntas parlamentarias, se participa en Planes Nacionales, y un largo etc.

³ Grupo del que el autor forma parte como representante de la Comunidad de Madrid.

Inspire; la necesidad de coordinarse entre administraciones; la puesta en común de realidades similares, etc.

Implantar sistemas integrados de información en cada administración, en cada organismo, no es fácil, por eso consideramos que en el caso español se podría o debería fomentar la generación de sistemas genéricos para implantar este tipo de sistemas por parte de la administración central del estado, como ente que debe coordinar al resto de administraciones regionales y locales, si bien vemos imposible a día de hoy esta opción. La solución parece que viene más por las iniciativas que en este sentido vienen desde la Unión Europea y otras instituciones internacionales.

La evolución de los SIG y las IDE's, es decir, del concepto de información y de cómo es más eficaz tratarla, es paralelo al de las tecnologías de la información en particular y de la tecnología en general. Grandes cambios que afectan a nivel global a la humanidad y que se están acelerando. Gestionar más y mejor información y de forma más adecuada incrementa proporcionalmente nuestra capacidad de decisión. Lo cual retroalimenta nuestra capacidad de innovación. La mente humana no cambia pero si la información que procesa. La dimensión geográfica de la información no deja de ser una importante dimensión de la información. El software que lo gestiona, los modelos de datos que la organizan y las IDE que permiten su interoperabilidad, son formas de tratar más información y de forma más completa y eficaz. Cada vez somos capaces de manejar y tener en cuenta más información en todos los aspectos de nuestra vida y cada vez se establecen modos y maneras más adecuadas y eficientes de tratar la información. Nadie, ni ningún organismo podrá abstraerse de este proceso. La cuestión es cómo se están implementando en cada caso y a qué velocidad.

5. Origen del sistema de información geográfica de la Dirección General de Patrimonio Histórico⁴: la Carta Arqueológica

El Origen del Sistema de Información Geográfico de la Dirección General se gesta en 1990, cuando se firma un convenio entre la entonces Consejería de Cultura y la Universidad Autónoma de Madrid por el que se crea una primera base de datos espacial y un sistema de gestión de la misma (Blasco *et al.* 1995; Velasco y Dávila 1996). El programa de referencia que se utilizó para

⁴ Otras aplicaciones y bases de datos distintas a las aquí referidas existen y han existido en la Dirección General de Patrimonio Histórico pero no hacemos referencia a ellas por considerar que no son el objeto del presente artículo al no tener dimensión geométrica, además de no depender orgánicamente del autor. Lo ideal es que en un futuro próximo tendamos a converger todas las bases de datos en un único sistema de información coordinado.

tal fin fue Arcinfo 6.1 (siendo la de esta Consejería la primera licencia de este programa en la Comunidad de Madrid). Funcionaba sobre una estación de trabajo SUN y se generó una aplicación en lenguaje AML que facilitaba el dibujo digital, la selección, consulta y actualización de la información de los yacimientos, establecía áreas de influencia o generaba salidas gráficas.

La principal finalidad de dicho sistema era la de gestionar la información de la Carta Arqueológica que venía efectuándose desde 1985 y que culminó hacia 1994 con la prospección superficial y sistemática de todos los términos municipales de la Comunidad. Lo que suponía cubrir un total estimado del 70 u 80% del territorio y la identificación de 4300 ubicaciones de yacimientos arqueológicos existentes o desaparecidos y hallazgos aislados. Por aquel entonces, se calculó que dicha cifra debía corresponder a un 40% del total de yacimientos existentes. Hoy en día personalmente considero que esa cifra es muy difícil de estimar dada la enorme disparidad entre la información que se identifica en superficie con la del subsuelo, tal y como han demostrado la excavación sistemática de grandes espacios (Bermúdez *et al.* 2011). Con los datos de que disponemos ahora y a falta de un estudio de mayor detalle, no se puede hacer un cálculo de dicho porcentaje, únicamente podemos afirmar que existe una disparidad evidente y de gran importancia entre los datos de las prospecciones superficiales y las de los restos que han aportado evidencias arqueológicas mínimamente relevantes, tanto por extensión como en número de yacimientos identificados en contextos estratigráficos (Fig. 1).

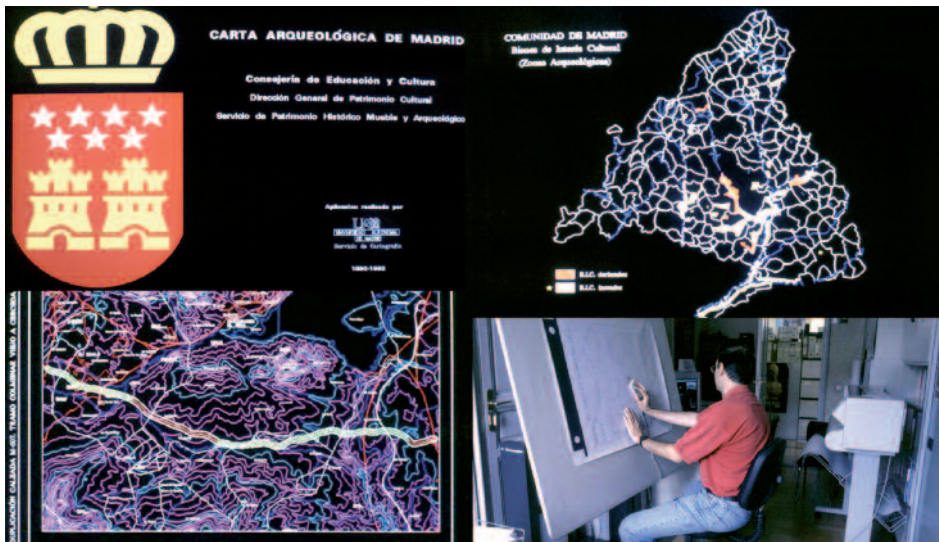


Fig. 1. El origen del SIG de la Comunidad de Madrid. Fotos A. Dávila. Década de 1990.

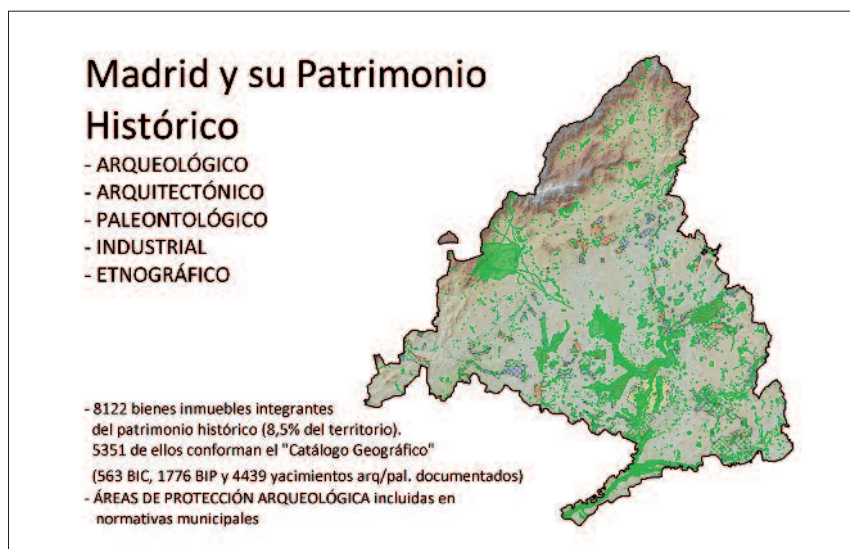


Fig. 2. Bienes inmuebles del patrimonio histórico de la Comunidad de Madrid.

El sistema diseñado estuvo vinculado al procedimiento de gestión del Patrimonio Arqueológico vigente en esas fechas que estaba basado en la delimitación de amplias zonas protegidas, bien como Bienes de Interés Cultural (BIC), bien como espacios protegidos en las normativas municipales. Los BIC de la Comunidad se establecieron básicamente en las zonas de mayor concentración de yacimientos lo cual viene a coincidir con los principales ejes fluviales, llegándose a incoar o declarar 41 Zonas Arqueológicas que ocupaban y siguen ocupando entorno a un 4,9% del territorio. Respecto a las Áreas de Protección Arqueológica que se incluían en las normativas municipales que se fueron revisando esos años, han llegado a afectar y todavía afectan a un 13,7% del territorio de la Comunidad. Además, el sistema se utilizó para ver la afección de los distintos proyectos u obras que eran objeto de informe por parte del Servicio de Arqueología. Igualmente dio servicio a las solicitudes de información por parte de profesionales e investigadores. Este sistema fue, sin lugar a dudas pionero, ejemplar y de gran trascendencia en el uso de SIG en el ámbito de la administración pública, a pesar de poder discernir tanto virtudes como defectos. Durante los siguientes años a la implantación se trabajó y amplió la base de datos de yacimientos, se trabajó en su delimitación espacial y se ampliaron las cartografías de referencia. A diferencia de hoy en día, la cartografía digital no era tan fácil de conseguir y en muchos casos requería ser procesada. Este sistema estuvo en mayor o menor medida operativo hasta finales de los años 90. Hacia esas fechas se produjeron cambios

en el personal que administraba el sistema y hubo diversos problemas de mantenimiento de equipos y licencias de software.

6. Evolución del sistema: un SIG en red

En el año 2000-2001 se retoma el sistema con cambios significativos. La principal novedad es la adopción del programa Geomedia como gestor de las bases de datos espaciales. Este cambio vino motivado por los cambios de personal y en gran medida por la importancia que cobra el Servicio de Informática de la Comunidad de Madrid (ICM) y especialmente, en nuestro caso, su unidad de Sistemas de Información Territorial⁵. En este sentido, ICM firmó con la empresa Intergraph un convenio para utilizar su programa Geomedia en el ámbito de la Comunidad, lo cual permitía instalar su software en todos los ordenadores de los técnicos del Servicio de Arqueología.

Este cambio dio acceso a todos los técnicos al sistema, si bien implicaba que todos tuvieran una formación básica y que las bases de datos se pasaran al formato Geodatabase Access de Geomedia. También supuso beneficiarse de poder acceder al Sistema de Información Geográfica Institucional (SIGI), lo que resolvió en gran medida el problema de acceso a Cartografía de referencia. De esta manera, pudimos tener acceso a muchas más capas de información sin coste directo, incluida la cartografía oficial de la Comunidad de Madrid. Todo ello vía intranet. Este sistema permitió que desde un primer momento unos 10-12 técnicos/puestos tuvieran directamente acceso al sistema. También se habilitó el acceso a profesionales e investigadores. Para este fin se preparó un Geoworkspace común a todos los puestos de trabajo y a la mayoría de necesidades⁶.

Durante los siguientes años se estuvo trabajando para cargar aquellas fichas de yacimientos arqueológicos de los municipios que aún no se habían incluido tras las prospecciones arqueológicas de 1985 a 1994 y revisiones posteriores, y se comenzó a volcar los resultados de las memorias de las intervenciones. Se acometió la tarea de sistematizar e informatizar la documentación existente en el Área de Arqueología relativa a las actuaciones arqueológicas realizadas en la Comunidad de Madrid desde 1985 procedente de los más de 6000 expedientes en su mayor parte de actuaciones para su carga en bases de datos y la digitali-

⁵ Agradecimiento personal a Ana Carrasco y Ángel De Santos que siempre han estado ahí, así como a los sucesivos responsables de dicho Centro que siempre han sido receptivos a nuestras necesidades y peticiones.

⁶ Es en medio de este proceso, en 2004, cuando se produce la incorporación del autor de este texto a la Dirección General y a colaborar en el SIG.

zación de las mismas. Dio inicio un trabajo no acabado a día de hoy pero que ha supuesto el volcado de la práctica totalidad de datos procedentes de estas memorias, una ingente cantidad de información (Fig. 3).

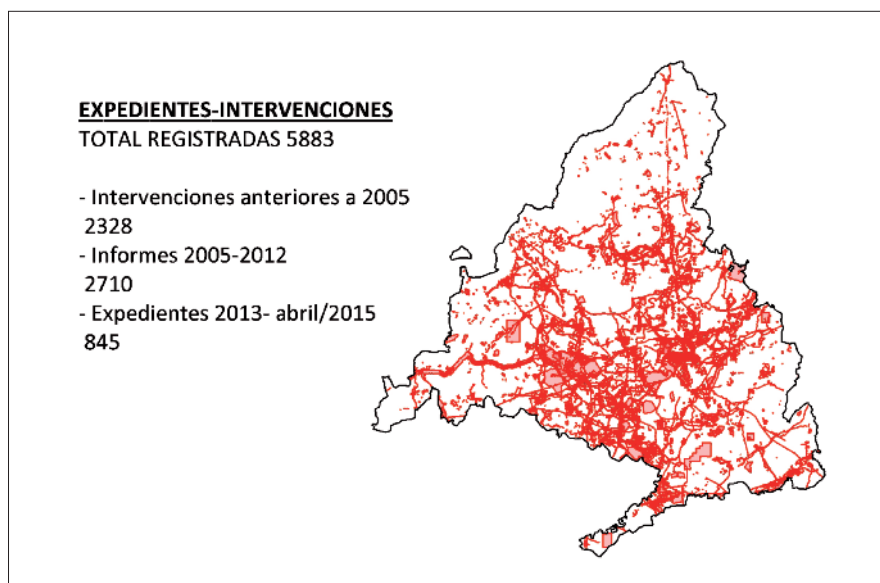


Fig. 3. Expedientes/intervenciones sobre patrimonio arqueológico/histórico en la Comunidad.

Se iniciaron y exploraron numerosos proyectos y aplicaciones relacionados con el Sistema de Información Geográfica. Quizás el más importante de ellos fue la aplicación denominada CYACAM (Benet *et al.* 2009) (Catálogo de Yacimientos Arqueológicos de la Comunidad de Madrid). Esta aplicación, programada en .NET permitía una gestión básica y directa de la base de datos geográfica: consulta, edición y filtro. Pero también incorporaba funcionalidades relacionadas con Geomedia: hacer selecciones de bienes desde Geomedia o en sentido contrario (es decir, visualizar filtros efectuados desde la aplicación en Geomedia); exportar a formatos kml, shp o dxf utilizando las herramientas de Geomedia; o capturar geometrías desde Geomedia. Además, generaba exportaciones de partes de la base de datos y de la propia aplicación para permitir su consulta y edición por los profesionales que intervenían en el patrimonio arqueológico. Esta información podía ser editada y una vez validada, incorporada al sistema. En un primer momento, la aplicación y base de datos manejaba la información original de la Carta Arqueológica enriquecida con los volcados de información procedente de las memorias de las intervenciones arqueológicas.

En años sucesivos esta aplicación ha ido evolucionando y ampliando sus funcionalidades. Pasó a denominarse CATGRAPH en 2010 (Catálogo Geográfico de Bienes Inmuebles del Patrimonio Histórico), al decidirse que esa base de datos contuviera todos los bienes del Patrimonio Histórico con dimensión geográfica y no sólo los arqueológicos. En la actualidad la conocemos como INPHIS (Bienes Inmuebles Integrantes del Patrimonio Histórico), dado que la nueva ley 3/2013 de Patrimonio Histórico de la Comunidad incorpora una figura de protección específica con la misma denominación que la aplicación anterior. De esta forma, en la actualidad denominamos INPHIS tanto a la base de datos que contiene información de todos los Bienes inmuebles integrantes del patrimonio histórico, como a la aplicación que la gestiona, quedando la denominación de “Catálogo Geográfico de Bienes Inmuebles del Patrimonio Histórico de la Comunidad” reservado a la colección de aquellos que dentro de INPHIS cumplen las condiciones establecidas en la Ley (Fig. 4).

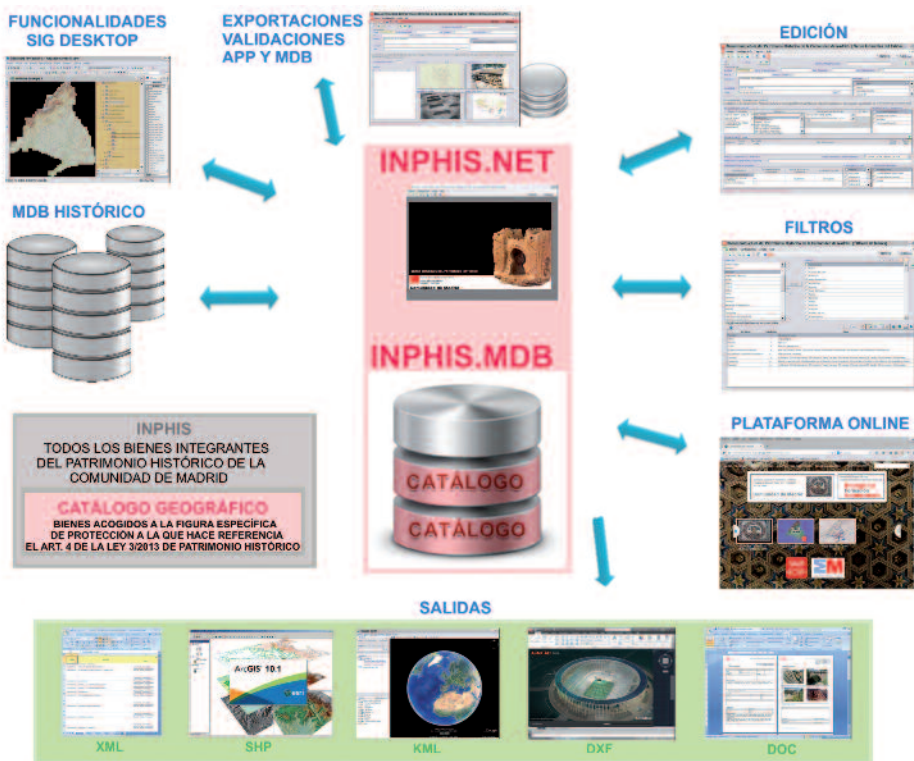


Fig. 4. Aplicación y base de datos Inphis y sus funcionalidades.

Además, se generó y estuvo en funcionamiento durante varios años una sencilla aplicación Access para la gestión de los expedientes que entraban en el Servicio de Arqueología y que permitía controlar todos los documentos relacionados con un mismo asunto mediante un número de expediente que hasta entonces no se daba. De forma paralela, se crearon varias bases de datos independientes de actuaciones antiguas, de intervenciones arqueológicas, un toponímico de ubicación y descripción de expedientes y se generó una base de datos geométrica de expedientes antiguos.

Por otro lado, Se estableció un proceso por el cual la mayoría de proyectos que debían ser informados desde el Servicio eran incluidos en el sistema para que cada técnico tuviera su ubicación respecto al resto de información (espacio afectado por los proyectos de obra, yacimientos arqueológicos y/o paleontológicos, espacios protegidos, cartografía, fotografía aérea, etc.) (Fig. 3). Esto permitía y todavía permite a los técnicos conocer la ubicación y afectación de los diferentes proyectos al patrimonio histórico, así como su relación con otros expedientes. La idea original permitió enlazar estas bases de datos entre sí y poder consultarlas casi todas desde el SIG desktop.

Otra de las líneas de trabajo fue la de facilitar el trabajo de los técnicos en el campo mediante la exploración de aplicaciones y métodos de movilidad de los datos del sistema, de forma que se pudieran consultar datos del SIG en el campo y la captura de datos mediante ayuda de GPS. Se exploró el volcado de datos sobre GPS Garmin, la aplicación Arcpad de Esri, Ondemand de Intergraph y GvSIG funcionando sobre agendas con GPS incorporado, si bien, ninguna de las opciones llegó a utilizarse de forma regular. En la actualidad trabajamos con la plataforma Arcgis Online para permitir esa movilidad.

Destacada mención merece la integración en el sistema de cartografía histórica (Fig. 5). Por un lado, contábamos con una colección de cartografía histórica referida a Madrid y perteneciente al Servicio Geográfico del Ejército a la que tuvo acceso la Dirección General mediante un acuerdo con el Ministerio de Defensa. Para integrar esta cartografía en el sistema se optó por georreferenciar individualmente cada imagen y crear una base de datos con los espacios cartografiados que se unió a la base de datos descriptiva de la cartografía ya existente y que nos facilitó el Servicio Cartográfico del Ejército. De esta forma, desde el Mapabase, geoworspace de Geomedia al que tienen acceso todos los técnicos, se pueden hacer búsquedas sencillas de cartografía histórica referidas a espacios concretos y, en su caso, representar cada imagen como una nueva capa de información. Por otro lado, y también en relación con la integración de cartografía histórica, se obtuvo una ingente cantidad de



Fig. 5. Representación gráfica de la cartografía histórica del sistema. ©INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA. (ver nota 7).

datos del Instituto Geográfico Nacional⁷. La dos colecciones más importantes de información son las referidas a los trabajos efectuados por la Junta General de Estadística en Madrid a finales del siglo XIX (más de 10.000 planos), en las que se efectuaron trabajos de gran detalle de una gran parte de la geografía madrileña que incluía los mapas kilométricos de bastantes municipios, mapas de población de la mayoría de cascos históricos⁸, planos de edifi-

⁷ Queremos agradecer a Elena Camacho, Jefa del Servicio del Archivo Técnico del IGN, su interés y disposición.

⁸ Debemos agradecer igualmente el trabajo del Servicio de Cartografía de la Comunidad y especialmente a Rafael Herrero, el Jefe del Servicio, por el trabajo efectuado de generación mosaicos de los mapas de población al que nos dieron acceso.

ción. A nivel de toda la Comunidad se estableció a finales de los 80 y principios de los 90, grandes zonas protegidas declaradas o incoadas bajo la Figura de BIC, lo que justifica legalmente la realización de intervenciones en los proyectos que vayan a afectarlas. Esas zonas se definieron en su día considerando las zonas de mayor concentración de yacimientos arqueológicos. A nivel municipal se estableció para la protección de los bienes arqueológicos el incorporar a las normativas municipales Áreas de Protección Arqueológicas (APA's) con distintos grados de riesgo (A, B y C), también basados en concentraciones. De esta forma, se imponían medidas preventivas en grandes extensiones sin desvelar de forma expresa la ubicación de los yacimientos conocidos, que por otra lado, eran básicamente los indicios superficiales localizados en las prospecciones de la Carta Arqueológica. Junto al establecimiento de esos espacios protegidos, la prevención se basó en la solicitud de estudios previos a todos aquellos proyectos de obra que se consideraba podían tener afección al patrimonio arqueológico.

Dado que consideramos probado que los indicios superficiales difieren en gran medida de lo que se localiza al excavar, como demuestran las grandes extensiones excavadas posteriormente a la elaboración de la Carta (Bermúdez 2011); que los criterios que deben ser considerados para delimitar zonas potenciales de riesgo son multivariantes (Chapa *et al.* 2004); que en función de las fases de ocupación conocidas y estudiadas, de los estudios de investigación y de los datos que contemos en cada momento y en cada zona, los resultados pueden variar; y que los SIG nos permiten generar aplicaciones y rutinas que ejecutan cálculos en tiempo real, este tipo de herramientas cobra significado. Los modelos o patrones de asentamiento basados en la ubicación de los restos respecto a otras variables espaciales abrió la opción a definir a partir de información conocida información desconocida (patrones predictivos). Utilizando SIG las posibilidades se multiplican.

Esta herramienta fue programada en AML para Arcinfo. Contamos con la ventaja de que en Madrid la muestra que nos permite calcular mapas predictivos es la mayoría de la superficie y que esa información está enriquecida con los datos extraídos de las numerosas intervenciones efectuadas. Las variables a tener en cuenta, la fase cultural y/o el espacio de trabajo pueden ser reconsiderados en cada cálculo (Fig. 7). De esta forma, las zonas de riesgo obtenidas no sólo consideran la mejor muestra posible, es decir, toda la información disponible de prospecciones e intervenciones, sino también la predicción a partir de variables previamente establecidas¹⁰.

¹⁰ A pesar del interés que este tipo de herramientas consideramos tienen, en el caso de Madrid no ha llegado a utilizarse a día de hoy.

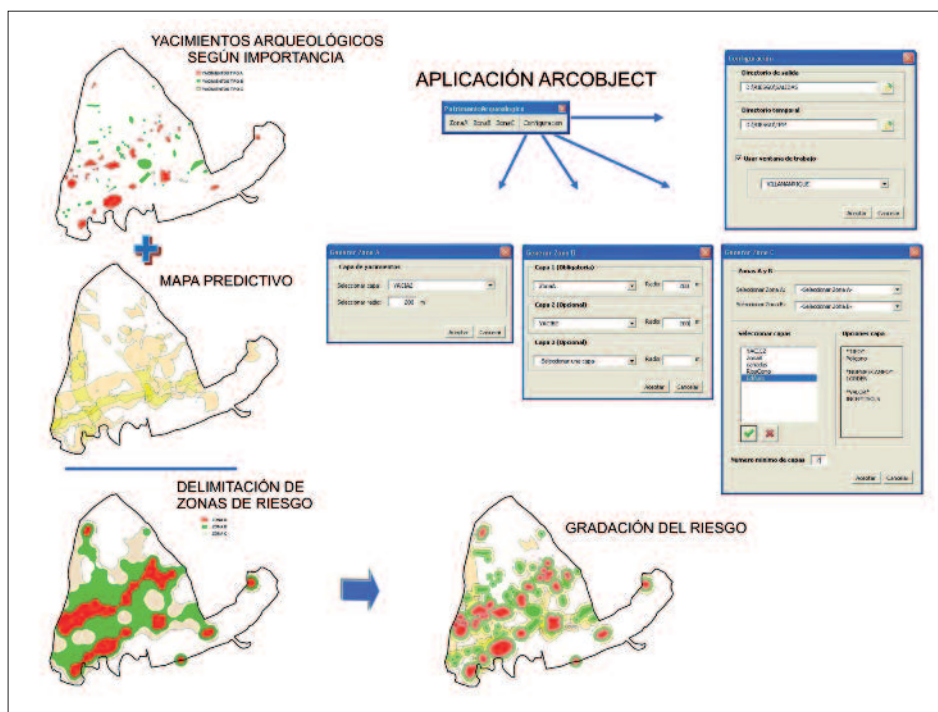


Fig. 7. Aplicación Arcobject para calcular mapas de riesgo.

También mencionar que durante este periodo se detectaron importantes discrepancias entre los datos que constaban en el sistema referidos a las Áreas de Protección Arqueológicas incluidas en normativas municipales respecto a las legalmente vigentes. La información del sistema provenía de los informes generados desde el Área mientras que lo que llegó finalmente a publicarse discrepaba en algunos casos y en otros no llegó nunca a ser publicado, y por tanto, a estar en vigor. Esta información debió ser revisada conforme a la legalidad vigente. También merece mención el proyecto online que se inició del Anuario de Actuaciones Arqueológicas y Paleontológicas de la Comunidad de Madrid. Aunque no estaba integrado dentro del propio SIG si era intención que pudiera llegar a ser parte de él.

7. Situación actual: hacia un sistema integrado, la plataforma SIG en la nube

Es hacia 2008-2010 cuando se inicia el último gran cambio cualitativo en la estructura y organización del SIG, al producirse una reestructuración de la Dirección General. Este cambio se viene prolongando en el tiempo debido

en gran medida a la nueva Ley 3/2013 de Patrimonio Histórico de la Comunidad, así como a los sucesivos cambios en la dirección, subdirecciones y jefaturas de las Áreas de la Dirección General. La que ya era Área de Protección Arqueológica, pasó a ser Área de Protección de todo el Patrimonio Histórico. Esto implicó dos factores importantes: El Sistema de Información Geográfica pasó a ser considerado de toda la Dirección General, y ya no sólo debía contener información de carácter arqueológico sino de todo tipo de patrimonio histórico inmueble (patrimonio industrial, etnográfico, paleontológico, arquitectónico, artístico o paisajístico). Respecto a los cambios que ha implicado la nueva ley en el sistema, mencionar, sobre todo, el cambio de modelo de gestión basado en gran medida en la nueva figura de protección, El Catálogo Geográfico de Bienes Inmuebles del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. Estos cambios han implicado un gran esfuerzo de volcado de información, adaptación y revisión de datos.

Para que haya un único Sistema de Información en toda la Dirección General se plantean dos cuestiones importantes. Por un lado, es necesario trabajar con una única estructura de bases de datos de información de bienes inmuebles de la DGPH, evitando así duplicidades e incoherencias no deseadas¹¹, sobre las que diferentes aplicaciones hagan las ediciones o consultas necesarias. Esta idea fue aceptada por los responsables de la Dirección General en 2014 si bien requerirá de un amplio periodo de tiempo para su generación. Periodo durante el cual estará sujeta a los criterios de los sucesivos responsables y necesidades o posibilidades de la Dirección General. Hasta el momento se ha elaborado una parte de dicha estructura.

Por otro lado, era necesario contar con una herramienta de fácil manejo para consultar información de forma rápida y sencilla (la mayoría de usos del sistema) y sin que fuese necesaria una formación especializada ni instalación de software en el equipo de cada usuario. Esta herramienta debía de dar servicio tanto a todos los técnicos de la Dirección General que así lo requirieran como a otros organismos o instituciones que nos vienen solicitando información relativa al Patrimonio Histórico, por tener algún tipo de responsabilidad o gestión compartida de dichos bienes o de su protección. También se valoró la posibilidad de dar acceso al público a una parte concreta de la información. En este sentido, se decidió desarrollar un visor web. Tras explorar diferentes opciones, con fecha de 2013-2014 se implantó la plataforma de ArcGIS On-

¹¹ A modo de ejemplo, mencionar que en la revisión y volcado de información relativa a BIC se han tenido en cuenta más de veinte listados, tablas y/o bases de datos, de las cuales unas 15 estaban en la propia Dirección General. Detectándose una gran discrepancia entre ellas.

line. El nacimiento de esta nueva herramienta coincidió en el tiempo con la firma de un convenio de ICM con la empresa Esri, lo cual facilitó su implantación en la Dirección General de Patrimonio Histórico¹².

En la actualidad, la eje principal del sistema de información espacial de la Dirección General es la base de datos de bienes inmuebles integrantes del patrimonio histórico de la Comunidad (INPHIS). Contiene, a fecha de redacción de este trabajo, con 8122 bienes (algo más de un bien por km², y abarcan aproximadamente un 8,5% del territorio de la Comunidad de Madrid), 5351 de ellos forman el Catálogo Geográfico de Bienes Inmuebles de la Comunidad de Madrid (Fig. 2). A día de hoy, estamos en un proceso de migración a formato Oracle que esperamos esté operativa a finales del vigente año. Respecto a la naturaleza de la información contenida, se incluye información de cualquier tipo de bien inmueble histórico, arqueológico, arquitectónico, paleontológico, industrial, etnográfico o paisajístico. Si bien, la cantidad y calidad de cada tipo de información es desigual y depende de si existen estudios al respecto y de los volcados efectuados por nosotros en el sistema. Así, por ejemplo, la información arqueológica probablemente es la más completa, ya que contiene todos los datos generados en las Cartas Arqueológicas así como la extraída de la gran mayoría de informes y memorias de intervenciones. Sin embargo, la información arquitectónica y etnográfica es bastante escasa y depende de la zona, bien porque no se han realizado inventarios al respecto (como ocurre con la etnografía), bien por no haberse volcado todavía la información existente (como ocurre con los catálogos de bienes y espacios protegidos de las normativas municipales, de los cuales tenemos volcados una parte). Si atendemos a las figuras de protección, se ha efectuado una revisión de todos los bienes, que contenidos en la base, se acogen a la figura de Catálogo Geográfico de Bienes Inmuebles del Patrimonio Histórico y de manera singular de los Bienes de Interés Cultural y de los Bienes de Interés Patrimonial. Es decir, a modo de conclusión, podemos decir que se ha revisado y volcado mucha información pero queda mucho por hacer. Estamos haciendo un esfuerzo para continuar volcando colecciones de datos y de intervenciones.

Mención destacada merece el trabajo de revisión efectuado sobre los Bienes de Interés Cultural, al poner de relevancia la debilidad del sistema de protección de estos bienes. Hay una cantidad enorme de declaraciones poco precisas, concretamente en lo referido a sus delimitaciones espaciales; también

¹² Agradecer a la empresa Esri y especialmente a Diego Hidalgo, así como a la agencia de Informática y Comunicaciones de la Comunidad de Madrid su ayuda y colaboración en las gestiones para implantar esta plataforma así como para incorporar su uso al convenio marco.

hay un considerable número de declaraciones imprecisas o erróneas que están en vigor y precisan ser corregidas; y hay que promover la declaración expresa de aquellos bienes que se acogen a esta figura de protección por ministerio de la ley sin tener definidas geometrías precisas. También es destacable, en relación con este trabajo, los criterios fijados a la hora de interpretar la dimensión espacial de los bienes que no la tienen declarada de forma expresa o lo hacen erróneamente, al entender que es un problema compartido por todos los organismos competentes. Para poder valorar la afeción de obras y proyectos necesitamos conocer la dimensión espacial tanto de los proyectos como de los bienes potencialmente afectados. Como parte importante de la generación del sistema de información, hubo que hacer un trabajo importante de generación de criterios y metodología de trabajo para poder integrar todo tipo de bienes inmuebles de Patrimonio Histórico: individualización; criterios de inclusión y superposición; de delimitación de bienes; de distinción de bienes integrantes en función de las figuras específicas de protección; o de validación e integración de nuevas bases de información sobre los datos ya existentes. Aunque esta es la principal, hay otras bases de datos relacionadas y que forman parte del SIG: base de datos espacial de expedientes, Áreas de Protección Arqueológica incluidas en normativas municipales, Lista del Patrimonio Mundial de la Unesco, cartografía histórica, etc.

El acceso a la información del sistema se hace de forma básica de 3 maneras: la Aplicación INPHIS, un software SIG instalado en local (SIG desktop), o mediante la plataforma ArcGIS Online. INPHIS es una aplicación *ex-profeso* programada en .NET que permite un acceso completo y detallado a la ficha de los bienes, con una potente herramienta de filtro, que permite generar una aplicación secundaria con una selección de bienes que una vez editada por los titulares de las intervenciones puede ser validada por el sistema y que almacena la información histórica. Además tiene implementadas funcionalidades con el SIG desktop. El sistema sigue utilizando como base Geomedia 6.1. del que contamos con unos 28 puestos que lo tienen instalado bien en la versión básica, bien en la profesional. Dado que ya no existe ningún acuerdo global de mantenimiento y actualización de licencias de este producto, se están valorando su sustitución. Tanto si eres administrador como usuario avanzado debes acceder mediante el software desktop para lo cual hemos habilitado un espacio de trabajo o geoworkspace con la mayoría de enlaces necesarios preconfigurados que denominamos “Mapabase”. Este Mapabase está en permanente evolución y actualización y desde él se puede consultar toda la información cartográfica e histórica del sistema, tiene multitud de enlaces externos, intranet u online, a cartografías y ortofotos oficiales de la co-

munidad, cartografía histórica, planeamiento urbano, expedientes, vías pecuarias, zonas de riesgo paleontológico y, por supuesto, toda la base espacial de los bienes integrantes accesible con diferentes capas temáticas. Algunas de las conexiones están por defecto desconectadas para no ralentizar en exceso el proceso de consulta. En la actualidad el Mapabase cuenta con 41 conexiones a almacenes de información diversa, de los cuales están ya preconfigurados en la leyenda el acceso a 136 capas. También contamos con 1 licencia de Arcinfo concurrente a 3 puestos de trabajo y GvSIG.

ArcGIS Online es una plataforma en la nube de información espacial que permite almacenar en diferentes carpetas una multitud de tipologías de archivos que son organizados mediante grupos de trabajo. La información del sistema puede ser compartida con los usuarios registrados o ser pública. La plataforma ofrece multitud de utilidades, plantillas web para consultar la información (mapas, aplicaciones, datos y cualquier tipo de información geoespacial), así como la posibilidad de efectuar geoprocесamientos y análisis espacial de la información almacenada. La cantidad de información almacenada, o geoprocесamientos que pueden efectuarse así como el número de usuarios se consumen en función de los créditos que tengas contratados, y depende del tipo o cantidad de licencias que tengas del producto. Si bien puede contratarse una suscripción gratuita de capacidad limitada. A todos los efectos, y gracias al convenio que tiene la Comunidad de Madrid con la empresa Esri, en principio, no tendríamos límite de usuarios ni de créditos.

La idea original era que con esta herramienta se diera servicio a las consultas más frecuentes de información de la manera más fácil y rápida si bien las utilidades están evolucionando y son cada vez mayores. Conforme más la utilizamos más nos damos cuenta de su versatilidad. Este mismo sistema está dando servicio a otros organismos e instituciones que habían solicitado acceso a la información. A fecha de redacción del artículo está autorizado el acceso a Guardia Civil, Policía Nacional, Museo Arqueológico Regional y al Servicio de Arquitectura de la Consejería de Urbanismo y Vivienda y varios organismos más lo tienen solicitado. Por otro lado, está pensado y ya hay varias propuestas para que pueda estar abierto al público parcialmente. Además, permite la movilidad del sistema al poder ser consultada y editada la información con dispositivos móviles (Fig. 8).

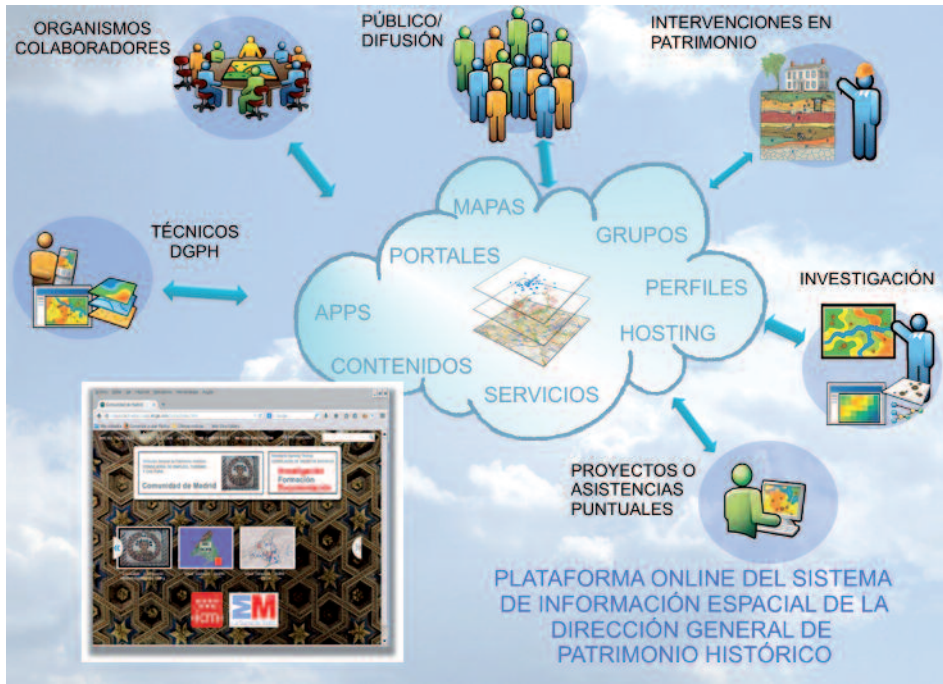


Fig. 8. Plataforma en ArcGIS Online del sistema de información espacial de la Dirección General de Patrimonio Histórico.

En resumen podríamos decir que el sistema de información de la Dirección General de Patrimonio Histórico de Madrid tiene su origen en el sistema diseñado para gestionar la Carta Arqueológica de la Comunidad en 1990 y desde entonces ha ido evolucionando para incorporar necesidades y funcionalidades nuevas. A día de hoy se plantea la necesidad de dar un paso más y conformar un único sistema de Información de la Dirección General en el que la dimensión Geográfica tenga un protagonismo destacado. Dentro de lo posible, hemos intentado hacer una labor de difusión de nuestra experiencia, como es este caso, así como propuestas de gestión (Bermúdez *et al.* 2006; Benet *et al.* 2009; Bermúdez 2011; Bermúdez *et al.* 2011).

