

Desarrollo de una herramienta de código abierto para la gestión de espacios en la universidad.

C. Rodríguez Rodríguez⁽¹⁾, M. Boullón Magán⁽¹⁾, M. Cordero Souto⁽¹⁾, D. Miranda Barrós⁽¹⁾ y R. Crecente Maseda⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratorio do Territorio, Departamento de Enxeñaría Agroforestal, Escola Politécnica Superior de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela, Rúa Benigno Ledo s/n, 27002, Lugo, crdquez@usc.es, marcob@usc.es, mcordero@usc.es, dmiranda@usc.es, rcrecente@usc.es

RESUMEN

Este trabajo es consecuencia directa de la constante preocupación del Laboratorio del Territorio por alcanzar un planteamiento racional en la utilización de infraestructuras y servicios en grandes organizaciones, como demuestran otros trabajos enmarcados dentro de sus líneas de trabajo básicas de ordenación del territorio y desarrollo rural [1].

Nuestro grupo de trabajo ha abordado el problema de la gestión de espacios con la puesta en marcha de un proyecto de investigación sobre la implementación de sistemas de información geográfica dentro de la universidad que consideren al mismo tiempo la oferta de medios existentes (despachos, laboratorios, aulas, seminarios...) y la demanda (ocupación del espacio por el personal docente, investigador, administrativo y de servicios, alumnado...) y en relación a las posibles actividades, edificios, departamentos... El trabajo actual está enmarcado en una línea de investigación más amplia que busca gestionar tanto el espacio como el tiempo académico, y su validación junto con las conclusiones y resultados obtenidos establecerán una base técnica que permitan en un futuro nuevas herramientas de gestión global que faciliten la adopción de criterios de planificación para la dotación y uso de las instalaciones, donde el uso de un SIG resulta pionero e innovador en el caso universitario gallego.

Palabras clave: *Gestión de espacios, SIG, software libre, gvSIG, PostGIS.*

INTRODUCCIÓN

Definimos el Sistema de Información Geográfica (SIG) como «una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (hardware) programados adecuadamente (software) que permiten manejar una serie de datos espaciales (información geográfica) y realizar análisis complejos con éstos siguiendo los criterios impuestos por un equipo científico (personal), que se basan en un diseño y reglas bien definidas (procedimientos) exclusivos en cada organización» [2]. Dentro de esos cinco elementos básicos, la referencia a datos espaciales e información geográfica nos permite distinguir a un SIG de un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD), donde el primero puede mostrar y operar con los datos relacionándolos con su ubicación espacial y en el segundo la referencia espacial se trata como un atributo más.

¿Porqué utilizar un SIG para la gestión de espacios? Los SIG proporcionan una versión esquemática de una realidad más compleja, un modelo simplificado del mundo real y a la vez una herramienta para el manejo de datos espaciales con la finalidad de resolver un problema. Intuitivamente la gestión de espacios es un problema con una clara componente espacial y geométrica que va a ser explotada eficientemente por las herramientas SIG, y la posibilidad de referenciar espacialmente elementos y aplicarles relaciones de vecindad, proximidad, acceso, posición... ofrece capacidades interesantes en operaciones de representación, búsqueda, análisis y modificación, a la vez que el soporte de grandes bases de datos nos permite hacer un seguimiento exhaustivo del patrimonio, y los medios técnicos y humanos.

En nuestro caso el problema a resolver es la gestión espacial con vistas a considerar decisiones estratégicas de planificación, y la realidad que vamos a modelar es la de la Universidad de Santiago de Compostela. Esta universidad consta de varios campus distribuidos en dos ciudades, con múltiples centros y facultades en ellos, cada uno que puede estar formado por más de un edificio destinado a la docencia, laboratorios, despachos del profesorado, aulas de informática... y con la existencia de edificios singulares de apoyo a la investigación, para dar un total de medio centenar de edificios donde coincide el personal de la universidad –cerca de tres mil personas– con el alumnado –cerca de treinta mil matriculados– [3].

OBJETIVOS

El objetivo básico de este trabajo es comprobar la validez del uso de sistemas de información geográfica basados en código abierto para la gestión de espacios en el ámbito universitario. Para cumplir esto el sistema debe proporcionar respuesta suficiente a las necesidades de información de un usuario gestor, pensando en su actividad de gestión y planificación de infraestructuras y servicios, y a las necesidades de actuación sobre los elementos registrados.

En el proceso de cumplimiento de este objetivo principal encontramos y tratamos de resolver un conjunto de otras metas también interesantes, que quedan simplemente citadas: comparativa entre los sistemas vectoriales y raster para esta tarea, comparativa del modelo de datos espacial 2D, 2.5D y 3D, comparativas entre las diferentes soluciones disponibles de SGDB con extensiones espaciales, comparativa entre sistemas SIG tradicionales y sistemas SIG en Web, establecimiento de metodologías de trabajo para la evaluación de necesidades del usuario gestor, el diseño más útil de la base de datos, el diseño más sencillo del interfaz de usuario... y la idea final es aportar conocimiento para futuros proyectos de

manera que nuestras herramientas informáticas se conviertan en un instrumento adecuado para la toma de decisiones sobre gestión y planificación espacial.

Antecedentes

La aplicación de los SIG se está extendiendo continuamente a nuevos campos de investigación. Aunque la eficacia de los sistemas de información geográfica fue probada en la resolución de problemas de ordenación territorial, el proyecto SIGUA de la Universidad de Alicante [4] es pionero en su aplicación a problemas de gestión de espacios en grandes organizaciones.

El proyecto comenzó a desarrollarse en el año 1997, mediante la digitalización de los planos y cartografía del campus de la UA y en su conexión a una base de datos que centraliza la información necesaria para su explotación a través de una intranet corporativa. La universidad es un buen caso para experimentar con ella, pues cada espacio es el escenario de actividades muy diversas que requieren una dotación de servicios muy específicos y variados, según el área de conocimiento que hace uso de ellos, y todos deben ponerse en relación entre sí para establecer una lógica en la asignación de espacios y dotaciones, y la previsión de crecimiento de la universidad.

Hay aplicaciones similares implantadas en otras universidades del país: el *Sistema de información geográfica para la gestión y mantenimiento del campus de Rabanales en la Universidad de Córdoba* [5], o el *Servidor de gestión de espacios de la Universidad de Salamanca* [6].

A nivel internacional, los exponentes más importantes aparecen en EEUU: *University of Arizona, Campus and facilities planning: A planning and management tool* [7], *Oklahoma State University physical plant services* [8], *University of Missouri Columbia, Space planning and management* [9], o el *University of Minnesota, Enterprise wide management project* [10].

Después de revisar las características generales de estos proyectos, encontramos que todas las universidades utilizaron desarrollos software internos para satisfacer sus necesidades específicas, que no fueron liberados como código abierto y por tanto no son reutilizables. Eso también nos impide compararlos entre sí sobre los mismos conjuntos de datos.

Propuesta

Se pretende diseñar un sistema de código abierto basado en SIG que permita evaluar distintas líneas de investigación en el área de gestión de espacios, y que será plasmado en un proyecto piloto centrado en un único edificio: el Pabellón 3 de la Escuela Politécnica Superior del Campus de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela [11]. La decisión de analizar este entorno reducido es debido a la complejidad del propio edificio, ya que es el que contiene mayor diversidad de usos y usuarios de la Escuela Politécnica.

Se considera un único usuario privilegiado en la base de datos, el usuario gestor, a quien se le permite recuperar información de cualquier elemento de la base de datos, modificarla y utilizarla para realizar nuevas consultas con relaciones alfanuméricas o espaciales. Los elementos con los que va a trabajar el gestor son los espacios para uso docente, para investigación, para mantenimiento, para uso público, para servicio privado, los equipamientos de uso docente, de servicio, de tipo mobiliario, las infraestructuras exteriores del edificio, las infraestructuras interiores, y los usuarios con responsabilidad docente o investigadora y que por tanto tienen asignado un espacio en el edificio.

PLANIFICACIÓN

Un poco de investigación es necesaria como paso previo a la implementación. Queremos determinar los requisitos del sistema, las herramientas que utilizaremos para implementarlo y la metodología de trabajo.

Requisitos

Necesidades de **visualización** de la información. Buscamos una representación útil de la información de manera gráfica, de manera tabular y mediante informes de texto, según sea lo más adecuado a cada situación. Una de las ventajas de los sistemas SIG es que trabajan de forma natural con la información gráfica (en 2D, reproyectada y georreferenciada) y tabular, y la presentan para ser manipulada de forma interactiva; mediante programación incorporaremos una salida tipo informe para mostrar resultados y comentarios de los análisis. Con estas representaciones queremos poder visualizar los elementos contenidos dentro de cada uno de los espacios o asociados a ellos, consultar sus atributos, destacar los conjuntos que cumplan ciertos criterios de búsqueda, poder localizar por nombre o identificar gráficamente cualquier elemento de la base de datos... *a priori* cualquier SIG es capaz de ello.

Necesidades de **acceso** a la información. Queremos poder realizar la consulta directa de atributos en las vistas y en las bases de datos (implementado como comando estándar del SIG o programando nuevas herramientas), obtener los resultados de consultas SQL alfanuméricas o espaciales (como cálculo de relaciones o construcción de nuevas geometrías), la generación de informes predefinidos, las búsquedas exhaustivas dentro de la base de datos... *a priori* buscamos un SIG flexible y extensible.

Necesidades de **modificación** de la información. Queremos capacidades de edición alfanumérica y geométrica.

Selección de software

Nos hemos decidido para la base de datos por el software PostgreSQL con extensiones PostGIS [12]. Como razones de ello podemos citar la posibilidad de tener acceso remoto a la base de datos y el uso del estándar SQL. Nos vemos limitados a usar un modelo espacial 2.5D (cada elemento de la base de datos tendrá asociada una geometría 2D y estará etiquetado con un atributo de altura, ya sea la altura real o un identificador de planta) debido a limitaciones del estándar del OpenGIS Consortium que respeta PostGIS.

Para la parte del sistema de información geográfica, utilizamos gvSIG 1.0.1 [13]. Esta decisión está fundamentada en la existencia de un interfaz estándar, la posibilidad de extender sus funcionalidades mediante plugins, la integración de datos de diferentes fuentes, un editor PostGIS integrado, y el desarrollo multiplataforma en Java y python. Sobre la plataforma básica, personalizaremos el interfaz añadiendo o simplificando elementos que faciliten la tarea del usuario gestor.

Identificación de las etapas de diseño

Reconocemos tres tareas básicas en el diseño, que requieren capacidades muy diferentes y pueden ser desarrolladas en paralelo: la recopilación y actualización de la información, para poner al día la información que alimentará la base de datos; el diseño de la base de datos, donde se decide el número, tipo y estructura de las tablas

que la componen; y el desarrollo y adaptación del sistema, donde determinamos qué necesidades no se ven cubiertas por el interfaz estándar del SIG escogido para implementarlas.

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

Seguimos los pasos identificados anteriormente.

Recopilación de la información

Revisión de la información disponible, y actualización

El material de partida era la cartografía existente del proyecto original de la Escuela Politécnica Superior (formato papel, Oficina de Arquitectura y Urbanismo del Campus de Lugo) que hubo que escanear, digitalizar y georreferenciar. Otra fuente de información fue el Servicio de Control y Protección (formato AutoCAD dwg), que muestra la situación aproximada de elementos de protección y seguridad: alarmas de incendio, detectores de humos... Pero los datos del proyecto original ya no se correspondían con la situación actual en aspectos como la distribución interior de tabiques separando estancias, ni en los añadidos posteriores (las naves del edificio). Hubo que revisar todos los datos del interior del edificio para actualizar las referencias y corregir dimensiones y distancias entre espacios.

Esta etapa destacó la necesidad de tener procesos muy simples de actualización de la información una vez esté en funcionamiento el sistema.

Recogida de la información ausente

En la revisión anterior de los datos se aprovechó para introducir información sobre elementos que no estaban originalmente contemplados en la cartografía, fundamentalmente las infraestructuras más modernas, los equipamientos y mobiliario en uso y los usuarios con espacios asignados (profesores e investigadores). Se realizó también la toma de datos de coordenadas absolutas con GPS para poder realizar una nueva georreferenciación, así como la medida de alturas de puntos significativos de la fachada exterior con vistas a incorporarlo como atributo a los espacios.

Digitalización de la información ausente, y unión con la información alfanumérica

Se digitalizaron todos los datos recogidos en formato CAD, utilizando el mayor número posible de capas para poder contener un mínimo de elementos por capa, preparando su clasificación dentro de la base de datos. La cartografía digital obtenida en el Servicio de Control y Protección contenía todos los elementos en una única capa y hubo que reclasificar para adaptarlos al nuevo formato.

Esta etapa destacó la diferencia entre datos para CAD (optimizados para la impresión) y datos para SIG (optimizados para la consulta y manipulación digital).

Conversión y alimentación de la base de datos

Los datos CAD deben ser convertidos a un formato aceptado por la base de datos (lenguaje SQL con extensiones espaciales del OGC). Para ello utilizamos un conjunto de scripts en lenguaje python, desarrollados específicamente para esta tarea.

Ésta es, tal vez, la mayor debilidad del sistema. Faltan mecanismos y herramientas estándar para convertir datos desde los formatos más usados para impresión hacia los más útiles para manipulación.

Diseño de la base de datos

Centramos el modelo de gestión de espacios en la interrelación entre los diferentes agentes involucrados y una variable temporal (finalmente no implementada): espacio, equipo y usuario, por lo que en el diseño de la base de datos se definen tres tipos de entidades básicas: los espacios, los equipamientos y los usuarios. Cada uno de ellos tendrá en la base de datos una tabla principal y un conjunto de tablas auxiliares.

Inicialmente los espacios se clasifican por funcionalidad en espacios para uso docente (aulas, laboratorios de prácticas, seminarios, salón de actos), para investigación (laboratorios de investigación), para albergar instalaciones de mantenimiento del edificio, para uso público (paseos, aseos, cafetería), para servicio privado (local de alumnos, almacenes, vestuarios. Aparte del nombre y descripción, y geometría (formato OGC wkb más un campo numérico que indica la coordenada z como la planta donde se localiza la geometría), tienen un atributo de público/privado según el espacio sea de acceso libre o restringido, y un atributo reservable/no reservable según su disponibilidad o no a lo largo del curso académico.

La entidad básica de espacios se agrupa en entidades de orden superior para formar otras definiciones útiles: campus, centro (un conjunto de edificios con la misma función), edificio y plantas del edificio.

La entidad básica de equipamientos comprende las entidades de infraestructuras para elementos estructurales del edificio (paredes y pilares), para instalaciones del edificio (puertas, ventanas y galerías de ventanas) y para elementos de transición entre plantas (ascensores, escaleras y barandillas), las entidades para infraestructuras exteriores al edificio (aparcamientos, barandillas, barreras elevadoras, aceras, bocas de agua, escaleras, muros de contención, papeleras, puntos de luz, puntos de recogida de basura, sumideros y jardines), y las entidades que representan los recursos docentes y de mobiliario del edificio, asociados a un determinado espacio pero con la posibilidad de ser desplazados a una nueva posición, y que se pueden clasificar entre los que proporcionan un servicio al edificio (lavabos, retretes y urinarios, puntos de recogida de basura, papeleras, extintores, mangueras contra incendios, pulsadores y luces de alarma de incendios, puntos de información electrónica, antenas de conexión wifi y radiadores), los que son específicos para uso docente (pupitres, pizarras, proyectores, cañones de vídeo, ordenadores, pantallas de proyección, material audiovisual tipo altavoz, material audiovisual, material informático, tabloneros anunciadores y vitrinas de exposición), y los no específicos de uso docente (butacas, mesado, mobiliario de oficina y material no clasificado como ventiladores, percheros, casilleros).

Hay diferencias estructurales entre ellos: las infraestructuras exteriores (dotaciones) no tienen asociado a la geometría un atributo numérico que indique la altura, sino que se supone que al estar fuera del edificio tienen altura nula; y el equipamiento tiene un atributo que indica si es un elemento móvil (cañón de vídeo) o no (lavabo).

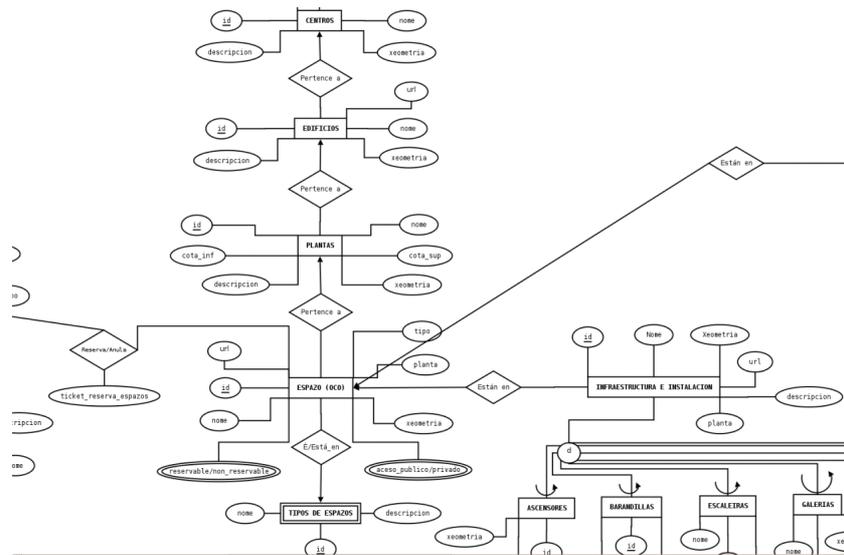


Figura 1: Detalle del diagrama E-R de la base de datos

La entidad básica de usuarios recoge aquellos usuarios (profesores a tiempo parcial o completo, e investigadores) con espacio asignado (un despacho o una posición en un laboratorio). Sus atributos se centran en localizarlo dentro de un grupo de trabajo y en poder contactar con él.

En resumen, el conjunto de tablas que definen la base de datos son: espacio, tipos de espacio, planta, edificio, centro, campus, usuario, tipos de usuario, equipamientos, tipos de equipamiento, infraestructuras, tipos de infraestructura, dotaciones, y tipos de dotación.

Desarrollo del software

Interfaz de usuario

El SIG escogido (gvSIG 1.0.1) cumple con las necesidades de visualización que hemos indicado antes. Adaptamos su interfaz para simplificar la operación de la tarea de la gestión de espacios, utilizando el módulo de visualización como un conjunto de atajos rápidos a las vistas predefinidas que se ha considerado más útiles para el uso típico de la herramienta: vista de campus, de edificio, de espacio, personalizada y vista de usuarios. En cada una de ellas tenemos en la tabla de contenidos los elementos de dotaciones, infraestructuras, equipamientos y usuarios que corresponden al subconjunto de espacios visualizado, incluso agrupado por planta si fuera necesario, y una miniatura de la agrupación de espacios ajustada al uso de la vista.

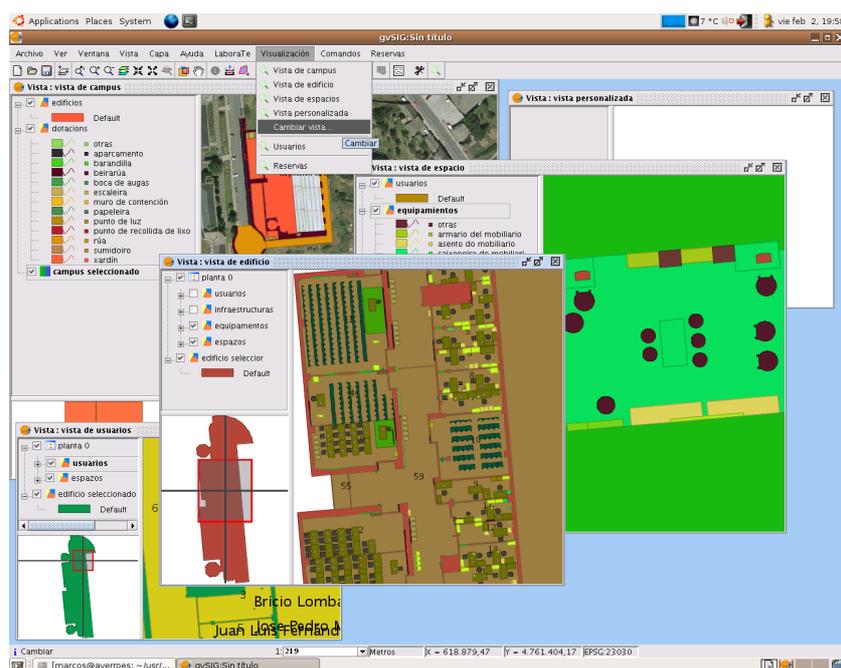


Figura 2: Vistas predefinidas

Las vistas predefinidas se pueden mostrar, esconder, recuperar, modificar añadiendo capas o eliminándolas, utilizar para volcar los resultados gráficos de una consulta SQL, utilizar en la composición de mapas... Sobre las vistas predefinidas funcionan las herramientas básicas de selección, zoom, información, cálculo de distancias y áreas, geoprocésamiento, información geométrica, descubrimiento de estructuras... Otras vistas con las mismas funcionalidades pueden aparecer durante el uso de la herramienta mediante la realización de consultas.

Se han implementado nuevas herramientas para su uso interactivo sobre las vistas predefinidas. La herramienta de información geométrica devuelve para el elemento seleccionado información sobre todos sus atributos en la base de datos, más toda la información disponible sobre su geometría: tipo, composición, área y perímetro. La herramienta de descubrimiento de estructuras lista con qué estructuras de las tablas básicas de la base de datos intersecta cada elemento seleccionado, para listar rápidamente qué espacios hay en una cierta zona del edificio o qué equipamientos hay en un cierto aula, por ejemplo.

Implementación de nuevos métodos de análisis

Debido al carácter tan específico de nuestra aplicación, cualquier SIG generalista tiene carencias a la hora de proporcionar soporte a la gestión de espacios tal como la entendemos, así que ampliamos sus capacidades con un módulo de análisis. Los métodos de análisis se agrupan y lanzan en tres comandos complementarios: realizar consultas SQL, generación de informes a partir de un *script* y búsqueda de información en la base de datos sobre las tablas básicas, el primero para realizar cálculos con operadores alfanuméricos o espaciales de forma interactiva, el segundo para agrupar y ejecutar automáticamente un conjunto de consultas pensando en cálculo de índices, y el último para localizar información no procesada directamente desde la base de datos.

El módulo basa su funcionamiento en una sintaxis extendida de SQL (*scripts* con sustitución de variables, mensajes, creación de tablas temporales con nombre aleatorios, volcado de los resultados gráficos a la última vista activa...) con toda la potencia de los operadores PostGIS (intersecciones geométricas, uniones, áreas de influencia, cálculo de distancias, de envolventes...). El resultado es que se pueden realizar cómodamente consultas SQL sobre la base de datos y reaprovechar los resultados (gráficos o alfanuméricos) para calcular los parámetros que necesite el gestor para la tarea de planificación. Además, se pueden agrupar un conjunto de operaciones SQL en un único *script*, que puede ser lanzado para procesar grandes volúmenes de información y obtener automáticamente índices predefinidos en forma gráfica, alfanumérica o como texto descriptivo (llamado informe) preparado para ser impreso.

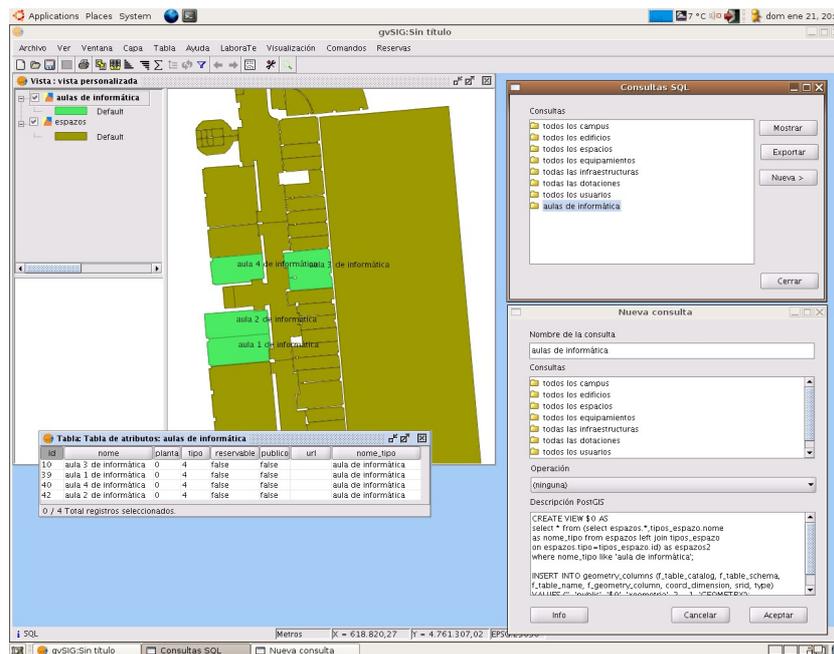


Figura 3: Comando de consultas SQL

Durante la evaluación del sistema se han preparado algunos informes: estadísticas de uso y ocupación de espacios por parte de los usuarios del edificio (densidades de ocupación), localización y estado del material de extinción de incendios (fechas de revisión de extintores)...

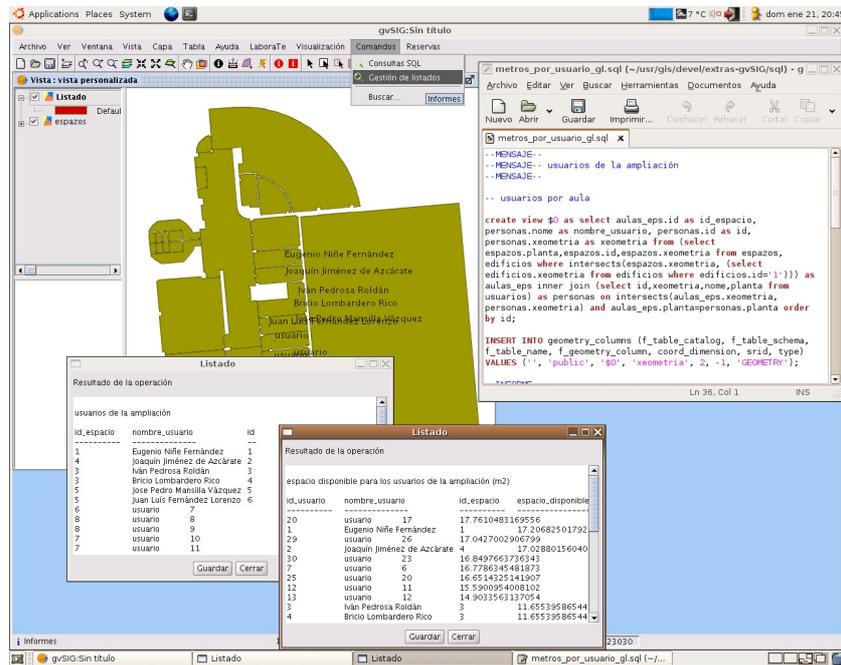


Figura 4: Comando de generación de informes

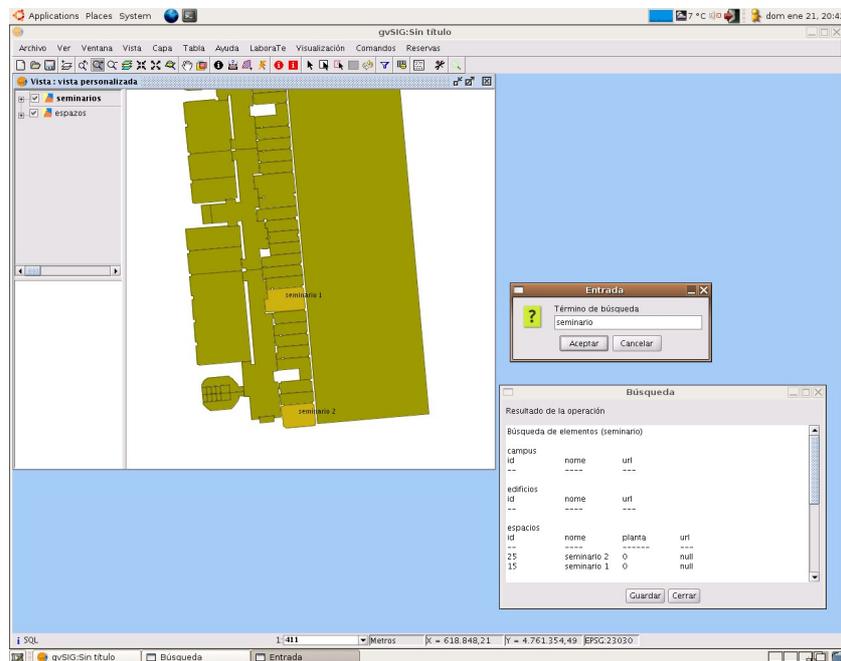


Figura 5: Comando de búsqueda en las tablas básicas

Desarrollos complementarios

Está en desarrollo una nueva extensión para las funciones de reserva y alquiler de espacios y equipamientos, que tendrá en cuenta todo el aspecto temporal, los permisos de los usuarios y las colisiones entre peticiones.

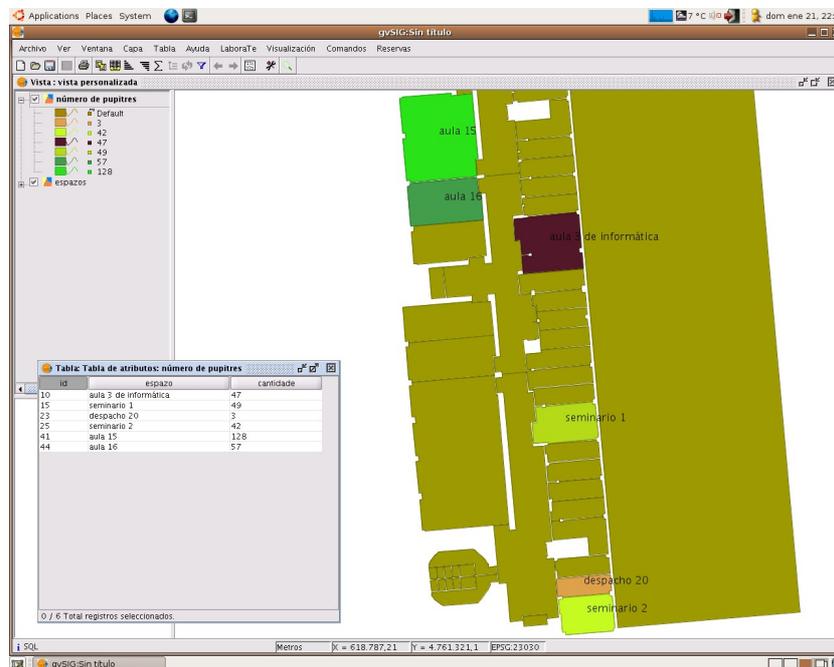


Figura 6: Respuesta a una consulta SQL (número de pupitres)

CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

Los SIG son capaces de representar el espacio académico universitario dentro de un modelo adecuado para la gestión. La elección de gvSIG para implementar la aplicación ha sido acertada: tiene las funcionalidades necesarias, y la flexibilidad y la extensibilidad suficiente para adaptarlo a nuestra tarea. Utilizamos la representación vectorial de geometrías 2.5D en las bases de datos, que además son compatibles con acceso vía web pensando ya en futuras extensiones.

Se han identificado tres figuras fundamentales en el modelo: espacios, equipamientos y usuarios (se relacionan a través de una cuarta, tiempo) que se implementan como cinco entidades básicas: espacios, dotaciones, infraestructuras, equipamientos y usuarios. La definición de otras entidades simplifica el procesado (campus, centros, edificios y plantas) y amplía sus posibilidades (reservas).

Una de las partes más costosas ha sido la revisión, corrección y actualización de la cartografía original. Se ha encontrado que los formatos de CAD son adecuados para la visualización e impresión, pero dificultan el procesamiento automatizado para las tareas de manipulación de la información; pueden ser sistemas complementarios cuando se diseñan protocolos de calidad en la producción cartográfica.

La principal línea de trabajo futuro es la implantación de la aplicación en la gestión de espacios con el modelo evaluado y validado en el ámbito universitario. Sería probado como proyecto piloto en varios centros de la Universidad de Santiago de

Compostela para ser implementado posteriormente en todos los campus. Eso nos permitirá localizar las debilidades del modelo, corregirlas, y seguir desarrollando y mejorando el proyecto original para alcanzar la consecución de un SIG corporativo para la universidad.

Posibles áreas de interés donde se podrían implantar aplicaciones asociadas al uso del SIG corporativo:

- área académica: estadísticas de uso y ocupación de espacios por parte del personal de la universidad, gestión de espacios, identificación de espacios sobredimensionados o infrautilizados, reserva de aulas y equipo, alquiler de instalaciones con fines extraacadémicos, generación de horarios...
- gestión patrimonial: inventariado y catalogación de los bienes muebles e inmuebles relevantes con los que cuenta, y asociarlos a su componente espacial
- gestión de personal: seguimiento de los alumnos matriculados, profesores, investigadores, personal de administración y servicios
- gestión de servicios: prevención de riesgos, servicios de información a todos los niveles (incluyendo acceso remoto básico vía web), aplicaciones en el ámbito del urbanismo, arquitectura, transporte, señalética, comunicación
- planificación y toma de decisiones: racionalización en la asignación de espacios y servicios, programación de las necesidades y uso futuro de las infraestructuras universitarias, pronóstico de la demanda mediante la elaboración de modelos prospectivos

REFERENCIAS

- ◆ Publicaciones del LaboraTe, <http://laborate.usc.es//index.php?q=node/16>
- ◆ MIRANDA D.; FRA U.; CRECENTE R. (2006), *Procedimientos y análisis con SIG: ArcView, GeoMedia e Idrisi*. USC.
- ◆ La USC en cifras, <http://www.usc.es/~calidade/cifras/gl/index.htm>
- ◆ SIGUA: Sistema de Información Geográfica de la Universidad de Alicante, <http://www.sigua.ua.es>
- ◆ Sistema de Información Geográfica para la Gestión y Mantenimiento del Campus de Rabanales en la Universidad de Córdoba, <http://www.uco.es>
- ◆ Servidor de Gestión de Espacios de la Universidad de Salamanca, <http://www.stig.usal.es/WebGestionEspacios>
- ◆ University of Arizona, Campus and facilities planning: A planning and management tool, http://www.cfp.arizona.edu/maps_data/campus_gis.shtml
- ◆ Oklahoma State University physical plant services, <http://www.pp.okstate.edu/building>
- ◆ University of Missouri Columbia, Space planning and management, <http://spaceplanning.missouri.edu/gis/maps.html>
- ◆ University of Minnesota, Enterprise wide management project, <http://www.jordani.com/uofm.htm>
- ◆ Escola Politécnica Superior de Lugo, <http://www.lugo.usc.es/epslugo>
- ◆ PostGIS, <http://postgis.refractive.net>
- ◆ gvSIG, <http://www.gvsig.gva.es>