

viscaUJI: campus inteligente como IDE local

Ana Sanchis, Alexandre Arnal, Walter Moreno, Vallivana Sanchis, Laura Díaz, Joaquín Huerta, Michael Gould

Institute of New Imaging Technologies (INIT)
Universitat Jaume I, Castellón

ana.sanchis@uji.es, alexarnalgosp@gmail.com, wl.molinapadron@gmail.com,
valabina@hotmail.com, laura.diaz@uji.es, huerta@uji.es, gould@uji.es

Resumen

Con el objetivo de mejorar la monitorización y gestión de los recursos del Campus este proyecto integra la información disponible en un sistema de información que permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos según el modelo definido para una IDE local. Esto nos permite relacionarnos con la información de nuestro entorno a diferentes escalas y en diferentes disciplinas y nos proporciona herramientas para realizar el análisis de los diferentes sistemas que componen la ciudad inteligente (energía, medio ambiente, movilidad, participación).

Para ello se modelan espacios exteriores e interiores, integrando datos de diferentes fuentes y formatos, y se georreferencian y representan de acuerdo con la plantilla CampusBaseMap de ESRI (Environmental Systems Research Institute). Se contribuye así a su capa topográfica y se dispone de una base cartográfica completa y precisa en información y acorde con el entorno en su representación. La información asociada a cada espacio se integra en el LGIM (Local Government Information Model), lo que nos permite aprovechar las definiciones y relaciones entre los diferentes elementos que componen recintos como campus universitarios, parques de atracciones, polígonos industriales o ciudades.

De entre las aplicaciones previstas, actualmente está implementado un cliente de visualización, un servicio de localización basado en un nomenclátor y un servicio de peticiones, basados en plantillas de ESRI. Además, otras aplicaciones, como la monitorización de consumos energéticos, están en marcha.

Palabras clave: IDE, Smart Campus, ESRI, Modelo de Información de gobierno Local.

1. Introducción

La migración masiva del campo a los entornos urbanos, junto con las preocupaciones ambientales y las mayores expectativas de los ciudadanos para mejorar la calidad de vida ha hecho de la gestión urbana una tarea cada vez más compleja, destacando la necesidad de mejorar el desempeño ambiental de las ciudades como agentes importantes en la influencia de la actividad humana sobre el medio ambiente. De acuerdo con el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) en 2008, más de la mitad de la población mundial vivía en ciudades y pueblos, y para 2030 este número aumentará a casi 5 millones de habitantes [1].

Las ciudades son lugares de complejas interacciones entre las entidades socio-políticas, ambientales y técnicas que forman redes complejas en las que los recursos fluyen constantemente. De hecho, los pueblos y ciudades representan, directa e indirectamente (a través de los productos y servicios utilizados por los ciudadanos) más de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero derivados del uso de energía relacionado con la actividad humana [2]. Para mejorar esta y otras condiciones económicas y sociales, es necesaria la planificación y el desarrollo de infraestructuras urbanas que conectan la vida diaria con los recursos naturales y de información.

Este proyecto se desarrolla como una pieza de lo que se denomina Ciudades Inteligentes, en inglés, *Smart Cities*. Este nombre ha sido adoptado desde el 2005 por numerosas compañías - como Cisco, IBM o Siemens - como la aplicación de sistemas de información complejos que integran la operación de infraestructuras urbanas y los servicios, como los edificios, transporte, distribución eléctrica, de aguas y de seguridad pública [3].

En este contexto de integración de datos multidisciplinares, multiparticipativos y multiescala para la gestión de recursos, las tecnologías geoespaciales pueden ayudar a mejorar el crecimiento y el desarrollo sostenible de las ciudades, ofreciendo herramientas para la gestión de los recursos (energía) de consumo o la generación de aplicaciones para permitir la participación pública en la construcción de corrientes de comportamiento y facilitar que los ciudadanos participen en las políticas de la ciudad y la toma de decisiones. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionan soluciones de visualización e integración, tanto para los datos de información geográfica capturados a nivel mundial (satélites, sensores remotos, etc) como local. En su versión distribuida, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) proporcionan herramientas para el acceso a la información necesaria de forma interoperable para mejor acceso y análisis de los diferentes sistemas que componen la ciudad inteligente (energía, medio ambiente, la movilidad, la participación).

En este trabajo utilizamos el modelo definido para una IDE local para mejorar la monitorización y gestión de los recursos del Campus. Esto nos permite relacionarnos con la información y los agentes que participan de nuestro entorno a diferentes escalas y en diferentes disciplinas y nos proporciona herramientas para realizar el análisis de sistemas como la gestión de la energía, medio ambiente, movilidad o participación. A continuación veremos un extracto de otras iniciativas que persiguen fines similares, seguido de una descripción del trabajo realizado y finalmente presentamos las conclusiones y la continuidad del proyecto en las diferentes líneas de trabajo futuro.

2. Estado del arte

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un sistema de información integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, aplicaciones, páginas web,...) que permite el acceso y la gestión de datos y servicios geográficos (descritos a través de sus metadatos), disponibles en Internet, que cumple una serie normas, estándares y especificaciones que regulan y garantizan la interoperabilidad de la información geográfica. Así mismo es necesario establecer un marco legal que asegure que los datos producidos por las instituciones serán compartidos por toda la administración y que potencie que los ciudadanos los usen [4].

La puesta en práctica de un proyecto IDE se materializa a través de un Geoportal que ofrezca como mínimo los siguientes tres clientes: visualización (que permita la visualización de los datos a través de servicios web y, opcionalmente, su consulta),

localización (que posibilite la búsqueda de conjuntos de datos y servicios a través del contenido de sus metadatos) y nomenclátor (que permita la localización en un mapa a través de un nombre geográfico) [4].

La relación interinstitucional es clave en la gestión de las IDEs [5]. En el contexto local es crucial implicar a las administraciones locales para el éxito de esta relación y de la jerarquía de IDEs, por ser responsables principales de la creación de la mayor parte de la información espacial con relevancia directa para el ciudadano (son el soporte para servicios públicos dirigidos por la localización como aguas, basuras, sanidad, educación, correos...) [6].

Por lo tanto, una reorganización de la información (única y centralizada) y la implementación de los servicios de la IDE local mejoran y facilitan la gestión territorial, tanto interdepartamental como de servicio al ciudadano. El hecho de tener la información organizada en una única base de datos y que todos los usuarios trabajen directamente sobre la misma conlleva mantener los datos actualizados y consistentes [7].

Como ejemplo, en 2004, el Ayuntamiento de Zaragoza toma efectivamente esta iniciativa de reorganizar su información espacial mediante el establecimiento de una estrategia común a todos sus departamentos¹. Durante su implantación se determinan componentes claves de tipo tecnológico, político, humano y de interrelación con otras IDEs derivadas de las características propias de una administración local, de la que se definen criterios funcionales, departamentales, jerárquicos, de interoperabilidad y de uso, y se incorporan datos y metadatos, servicios y aplicaciones [8].

Otro ejemplo es el Sistema de Información Geográfica del Ayuntamiento de Bétera², que muestra todo tipo de información geográfica, y que permite a los usuarios realizar búsquedas avanzadas sobre infinidad de datos: callejero municipal, imágenes aéreas, padrón, información urbanística, cartografía catastral, licencias de obra, inventarios municipales e información turística y de patrimonio, entre muchas otras.

Aun podemos bajar un nivel más de detalle, donde encontramos IDEs sectoriales, que engloban iniciativas de organismos que producen datos espaciales y/o gestionan información que abarca otros ámbitos o sectores con una definición espacial diferente a la de una ciudad, o las IDEs corporativas, orientada a optimizar el uso de todos los recursos relacionados con la gestión de información espacial dentro de una organización o empresa [7].

Así, encontramos la Infraestructura de Datos Espaciales de la Albufera de Valencia³, donde podemos consultar la información geográfica disponible sobre l'Albufera de Valencia, como ecosistemas, rutas, playas, lugares de interés, carreteras, reservas, pueblos, campos de arroz, toponimia local..., o el SIGUA, Sistema de Información Geográfica de la Universidad de Alicante⁴, creado en 1997 con la vocación de ofrecer un canal de comunicación vivo con la comunidad universitaria en materia de espacios, ofreciendo servicios personalizados a cada tipo de usuario.

Actualmente con la creciente preocupación de la gestión de recursos, sobre todo en entornos locales, somos testigos de una proliferación de sistemas de información para la gestión integrada de recursos en ciudades, es así como las iniciativas de *Smart*

¹ <http://www.zaragoza.es/idezar>

² <http://sig.betera.es/visor/>

³ <http://www.seducionambiental.com/ideol/>

⁴ <http://www.sigua.ua.es/>

Cities como Santander⁵ o Malaga⁶, de la mano de administraciones y empresas como Telefónica⁷ o IBM⁸, pretenden integrar el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la evolución de la ciudad para obtener no sólo mejoras notables en la provisión de los servicios, sino para constituir en sí misma una vía sostenible para el desarrollo económico y social en las próximas décadas de la economía de las ciudades.

Al igual que las IDEs sectoriales y corporativas, el concepto Campus Inteligente, en inglés *Smart Campus*, se refiere a la mejora del comportamiento y gestión de los recursos en un ámbito diferente a una ciudad, que produce datos espaciales y gestiona información orientada a optimizar el uso de todos los recursos relacionados él. Siendo un Campus Universitario un recinto más pequeño y controlado que una ciudad, este concepto sirve de auténtico banco de pruebas para la implementación de una verdadera Ciudad Inteligente [9].

Un ejemplo a nivel sectorial que utiliza las tecnologías geoespaciales para conseguir parte de estos objetivos lo vemos en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, donde se ha desarrollado un interfaz de comunicación del Sistema de Control de un Edificio (SCE) integrado en un SIG. Este interfaz dirige al usuario en la realización de ciertas tareas de control domótico de las instalaciones urbanas y edificios del Campus, como evaluar, monitorizar y gestionar datos procedentes de sensores estratégicamente situados a tal efecto [10].

Todas estas iniciativas pretenden mejorar la eficiencia de los recursos que gestionan y los servicios que ofrecen mediante una monitorización de su comportamiento y la información que contienen basada en las relaciones espaciales que todos ellos mantienen entre sí y con sus usuarios. Unos definen entre sus objetivos la estructuración de sus datos y servicios como una IDE que mejora el acceso a sus recursos, otros definen sus objetivos como la mejora en la gestión de sus recursos. Ambos consiguen un resultado similar: mediante el acceso a la información de los recursos se modifica el comportamiento de estos y de sus usuarios, y esto es precisamente lo que este trabajo pretende desde sus orígenes.

Con el objetivo de mejorar la monitorización y gestión de los recursos del Campus este proyecto integra la información disponible en un sistema de información que permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos según el modelo definido para una IDE local. Esto nos permite relacionarnos con la información y los agentes que participan de nuestro entorno a diferentes escalas y en diferentes disciplinas y nos proporciona herramientas para realizar el análisis de los diferentes sistemas que componen la ciudad inteligente (energía, medio ambiente, movilidad, participación).

3. viscaUJI

Con el fin de construir una IDE local del Campus de la Universitat Jaume I y ofrecer aplicaciones capaces de analizar los diferentes sistemas incluidos en el concepto de Ciudad Inteligente debemos superar algunas fases, tal y como vemos en la Figura 1:

- Establecer las necesidades de los distintos departamentos y usuarios.

⁵ <http://www.smartsantander.eu/>

⁶ <http://www.smartcitymalaga.es/>

⁷ <http://smartcity-telefonica.com/>

⁸ http://www.ibm.com/smarterplanet/es/es/smarter_cities/cities/index.html

- Crear los distintos contenidos: datos y metadatos integrados según un modelo de datos adaptado a estas necesidades.
- Crear los servicios para el descubrimiento, acceso, visualización, publicación, etc. de estos contenidos
- Crear las aplicaciones que, a través de los servicios, consumirán los contenidos y ofrecerán unas determinadas funcionalidades que resuelvan distintos problemas.

Es decir, debemos recopilar datos multidisciplinares y multiescala de fuentes distribuidas y heterogéneas. Elegir cuales sirven a nuestros propósitos, manipularlos y prepararlos para habilitar su integración y, a través de los diferentes servicios, construir aplicaciones que faciliten la monitorización del comportamiento de los datos y sus interrelaciones y la detección de tendencias, patrones y cambios, entre otros. En este momento estamos listos para utilizar el SIG para ayudar a la toma de decisiones sobre la mitigación de posibles efectos nocivos mediante la previsión de eventos o la creación de alertas a través de ciertos valores de umbral y políticas predefinidas.

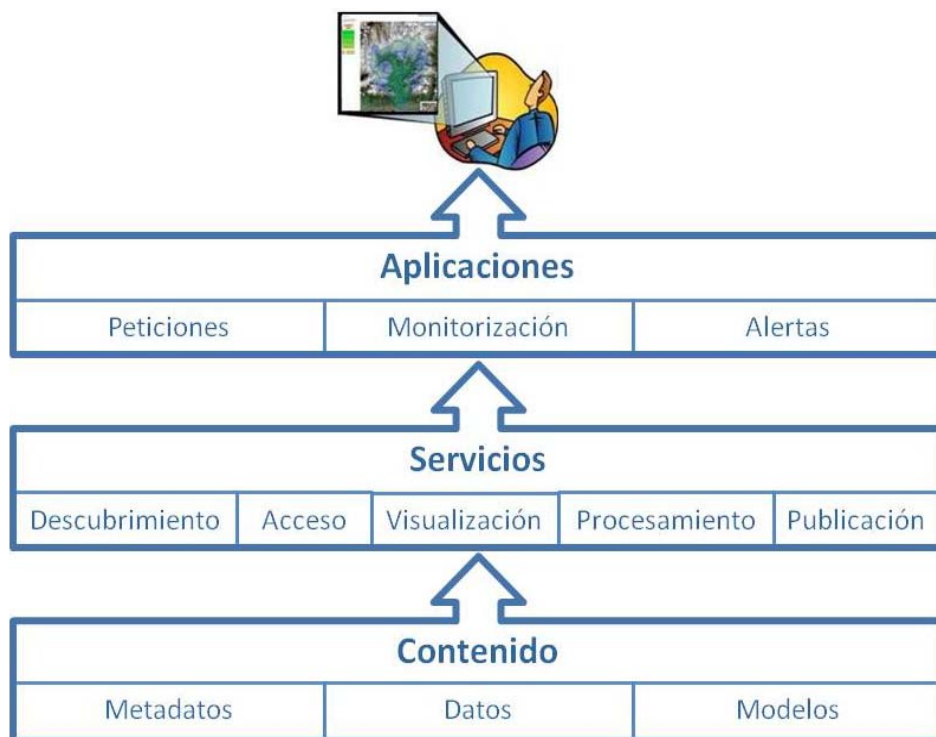


Figura 1. Arquitectura de 3 capas de la IDE para viscaUJI.

En la línea de DomoGIS [10], viscaUJI va más allá del mero control de edificios y se ocupa de la supervisión y gestión de los recursos de un Campus Universitario, cuya estructura es similar a una ciudad, pero en un tamaño menor y en un ambiente más controlado, en una mayor aproximación al concepto de Ciudad Inteligente.

3.1. Contenido

Un primer paso para la creación de la IDE es la reorganización de los contenidos disponibles de una forma estructurada, única y centralizada.

En cuanto a los datos, cada espacio exterior e interior ha sido modelado. Se han recogido datos tanto espaciales como alfanuméricos. Para los datos espaciales, se

han recogido datos vectoriales y raster en diferentes resoluciones y sistemas de referencia y se han filtrado, extrayendo sólo los datos necesarios.

Se les ha dotado de referencias espaciales y se han re proyectado para permitir su superposición y análisis espacial con respecto no sólo a nuestros propios datos, sino también a otra información a nivel local de diferentes disciplinas o a mayores escalas.

La información alfanumérica proviene de la base de datos de la Universidad. Actualmente el sistema incluye características físicas de cada espacio, como la superficie, edificio, piso, ala y número de espacio, que constituye el identificador único de cada espacio interior. Este identificador permite su relación con otros datos como la ubicación lógica, sea una escuela o departamento, el uso, el personal y su información de contacto; equipamiento, instalaciones en uso, consumo de energía, y así sucesivamente. Otra información deriva de la propia forma física y la ubicación de cada espacio, como el tamaño o la orientación.

Hemos editado la simbología de los datos basándonos en esta información alfanumérica para representar la información geoespacial de acuerdo a una leyenda amigable, correspondiente con el servicio de mapas llamado “capa topográfica” proporcionado por ESRI (Environmental Systems Research Institute), que nos ha ayudado a tener un mapa base con información completa y precisa, y coherente con su entorno, tal y como muestra la Figura 2.

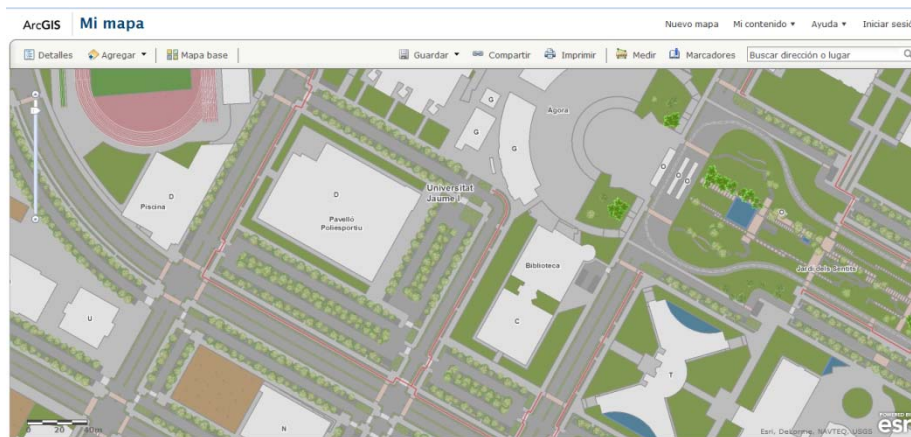


Figura 2. Contenido geoespacial de la Universidad Jaume I integrado con la simbología del servicio de mapas “capa topográfica” de ESRI.

Por otro lado, trabajamos en la integración de los datos ambientales de calidad del aire de la red de sensores del gobierno regional. Además, se facilita la participación de los usuarios y para ello se ha explorado el uso de técnicas de juego para animar a los usuarios a proporcionar datos de ruido a través de los sensores incluidos en sus teléfonos inteligentes.

Toda esta información referente al Campus se integra en un modelo de datos basado en el modelo de ESRI Local Government Information Model (LGIM) [11], de la que vemos un extracto en la Figura 3, lo que nos permite beneficiarnos de una estructura predefinida de relaciones entre los diferentes elementos que caracterizan áreas con tamaños, infraestructuras y servicios como son las ciudades.

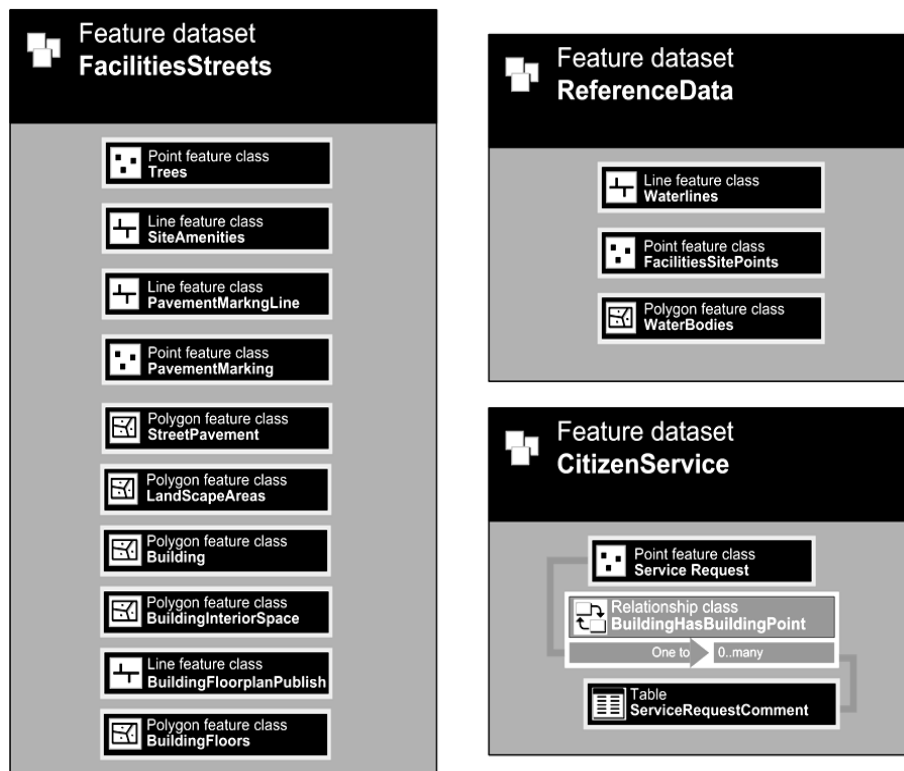


Figura 3. Extracto del modelo de datos LGIM de ESRI

Este tipo de estructura ha sido creada bajo estilo y normativas de ciudades en EEUU. La idea ha sido simplificar la estructura y recrearla en función a las posibles necesidades de la UJI. Es importante destacar que esta nueva estructura propuesta, podría servir de base para cualquier otro campus que se quiera crear en un futuro, por la sencillez de la misma, ya que los campos de las clases y entidades son los mismos o muy similares de un campus a otro.

La estructura consiste en 3 conjuntos de entidades, que podemos ver en la Figura 4:

- *External:* este conjunto de entidades corresponde a todas los elementos externos del campus. Es decir, todos aquellos que se encuentran fuera de las estructuras de los edificios o instalaciones cerradas.
- *Internal:* este conjunto de entidades correspondería a todas las estructuras internas dentro de edificios o estructuras cerradas.
- *ServiceRequest:* este conjunto de entidades almacena todas las peticiones. Pero la característica principal, es que son almacenadas dependiendo dónde se encuentren (Espacio externo o espacio interno)

Dentro de la estructura *Internal* de los conjuntos de entidades, se puede incluir (para llegar a un nivel de control) los distintos equipos eléctricos dentro de la estructura, la ubicación de los aires acondicionados y equipos de calefacción, los equipos de incendios, tuberías de aguas, cuartos y paneles de electricidad, establecer rutas de escape para situaciones de emergencia, inmuebles dentro de las oficinas, antenas wifi dentro de los edificios, etc.

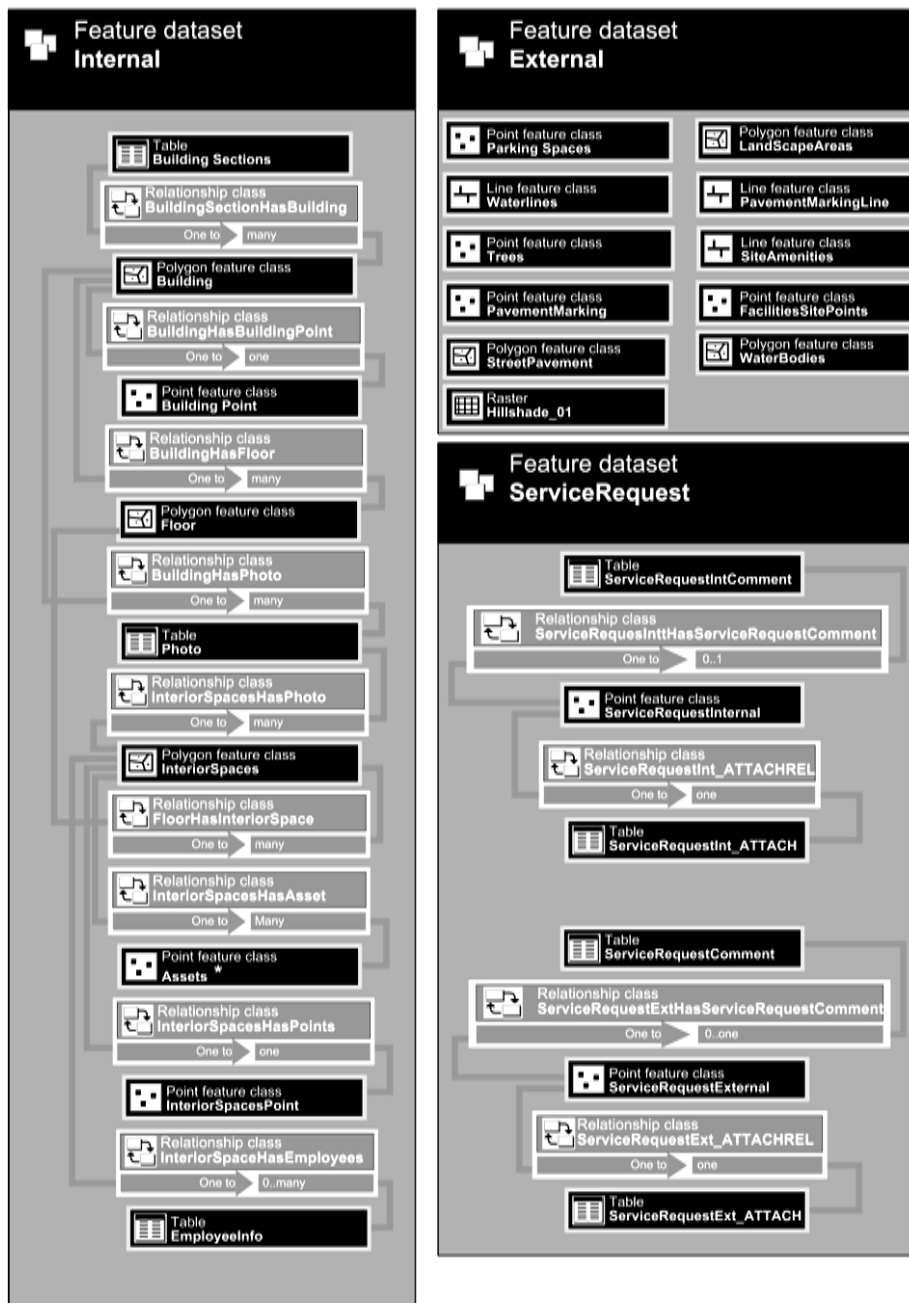


Figura 4. Primera versión del modelo de datos para la Universidad Jaime I

El nivel de detalles que poseamos de los distintos espacios dentro del Campus, nos va a permitir obtener información importante para pensar y analizar aspectos espaciales de todos los componentes dentro de los flujos de trabajos en la gestión de instalaciones, para disminuir costos y aumentar la productividad. Ninguna de las aplicaciones empresariales utilizadas hasta ahora en el campo de la gestión de instalaciones han avanzado en las capacidades analíticas para apoyar procesos de negocios que abarcan áreas geográficas o proporcionar modelos complejos que incluyen visualización multidimensional, incluyendo 3D (espacio), 4D (tiempo) y 5D (dinero)" [12].

Los metadatos sirven para entender los datos, tomar decisiones acerca de ellos y localizarlos. La ISO estandariza el número mínimo de campos exigibles definiendo el Núcleo ISO 19115 con 22 campos; INSPIRE, por su parte añade algunos campos

nuevos en base al Dublin Core Metadata y el Grupo de Trabajo IDEE recomienda también la descripción de calidad de los datos espaciales. Para la definición del Núcleo Español de Metadatos (NEM) se ha partido de estas normas y estándares, y pretende servir de núcleo común que permita la interoperabilidad de metadatos en España, pero cada institución u organismo debe definir los campos de metadatos que necesita para cubrir sus particularidades [13].

El modelo de datos que hemos utilizado, derivado del LGIM de ESRI, incluye algunos de estos metadatos, como el propietario de los datos, título, descripción o fecha de creación.

3.2. Servicios

Una vez los datos están disponibles, se habilitan una serie de servicios que posteriormente serán invocados y utilizados por las aplicaciones. Con este propósito nuevamente aprovechamos y reutilizamos servicios ofrecidos por ESRI.

Una IDE puede definirse como una serie de servicios ofrecidos mediante Internet, cuyas funcionalidades no requieren la instalación de ningún software. Estos servicios se basan en los estándares y en la interoperabilidad [6], y son, como mínimo:

- Servicio de Mapas en Web (WMS) [14]
- Servicio de Nomenclátor (Gazetteer)
- Servicio de Catálogo (CSW) [15]

A estos, se podrán añadir unos nuevos según las necesidades particulares, tanto a nivel de gestión administrativa como a nivel de servicio al usuario.

3.3. Aplicaciones

De entre las aplicaciones para la monitorización y gestión de recursos, actualmente el prototipo incorpora un cliente de visualización (Figura 5), basado en plantillas de ESRI [16], que permite visualizar y obtener información de todos los espacios exteriores del Campus (aceras, zonas verdes, plazas de aparcamiento, carril bici...), así como de elementos puntuales como el arbolado, los diferentes tipos de contenedores de residuos o los puntos reservados para aparcamiento de bicicletas, diferenciando la simbología dependiendo del rango de escala en el que nos encontramos.

El mismo cliente permite la localización por nombre de espacio, asimilable a un topónimo, gracias a la forma de almacenar la información, que incorpora un identificador único para cada espacio, y por el personal que está asociado a él, según la asociación definida entre los datos espaciales y los datos del directorio de la Universidad.

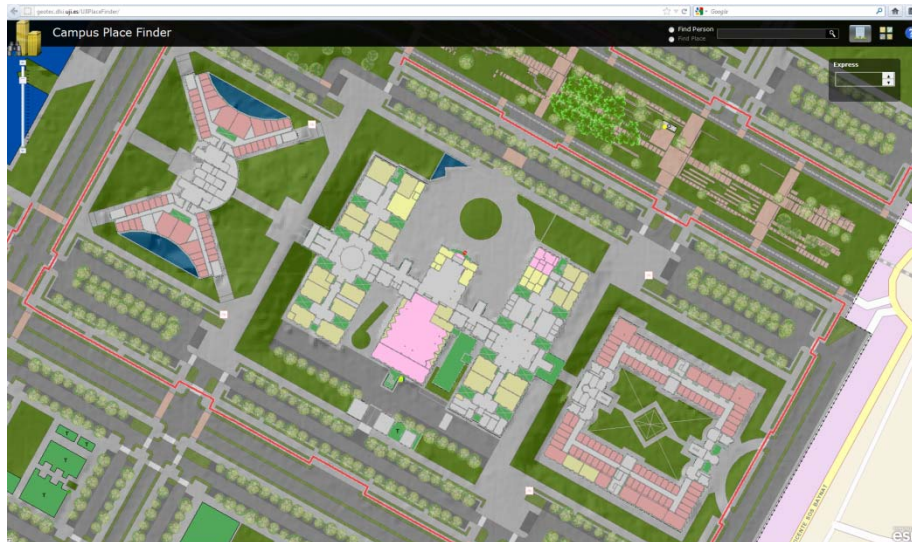


Figura 5. Cliente de visualización y búsqueda de espacios.

Además, se ha habilitado un servicio de peticiones de infraestructura y equipamiento en el que un usuario puede informar a al Servicio pertinente de la Universidad de un mal funcionamiento, la necesidad de una reparación o de material para un espacio específico del Campus, bien basado en la ubicación a la que está asociado, bien eligiendo la posición en el mapa.

4. Conclusiones

Con el objetivo de mejorar la gestión de los recursos del Campus de la Universidad Jaime I de Castellón se ha puesto en marcha el proyecto viscaUJI que, basado en el modelo definido para una IDE local, integra la información disponible en un sistema de información que permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos y nos proporciona herramientas para realizar el análisis de los diferentes sistemas que componen la ciudad inteligente (energía, medio ambiente, movilidad, participación).

Para ello previamente se han estudiado ejemplos de iniciativas similares y se han definido las necesidades propias del Campus y sus usuarios teniendo en cuenta componentes de tipo tecnológico, político, humano y de interrelación con otras IDEs, y atendiendo a criterios funcionales, departamentales, jerárquicos, de interoperabilidad y de uso.

Se han recopilado, preparado e incorporado datos y metadatos, estructurados según un modelo de datos predefinido para ámbitos de administración local, que se adapta a estas necesidades y se han creado las aplicaciones que, a través de los servicios para el descubrimiento, acceso, visualización, procesamiento y publicación, consumen los contenidos y ofrecen unas determinadas funcionalidades que resuelven los problemas anteriormente definidos.

Finalmente, el prototipo incorpora un cliente de visualización que permite la visualización de los datos a través de servicios web y la localización de los elementos en el mapa a través de su nombre o el nombre de las personas asociadas a ellos.

Una vez implementado el modelo de la IDE local para el Campus, se ponen en marcha otras aplicaciones relacionadas con el concepto de *Smart Campus*, como la

monitorización de consumos energéticos por recurso y contador; la valoración del potencial de recursos renovables en las diferentes estructuras del Campus, como podría ser la instalación de energía solar térmica o fotovoltaica en cubiertas o la recogida y almacenamientos de agua de lluvia para su reutilización en el riego de zonas verdes; o la implantación de un sistema de alertas a los usuarios de espacios que consumen por encima o por debajo de las medias nacionales por tipo de combustible, uso, etc..

Finalmente, la decisión de utilizar el modelo de la IDE local nos proporciona las herramientas para el acceso a la información de forma interoperable y distribuida y nos permite habilitar la integración de datos multidisciplinares y multiescala para la gestión de recursos de forma multiparticipativa, convirtiendo nuestro *Smart Campus* en un proyecto de colaboración interna pero también, algún día, de colaboración con la ciudad, provincia, comunidad...

Referencias

- [1] UNFPA (2011). "State of the World Population 2011". Information and External Relations Division of UNFPA, the United Nations Population Fund. Disponible en: <http://foweb.unfpa.org/SWP2011/reports/EN-SWOP2011-FINAL.pdf>
- [2] Covenant of Mayors Office (2008). "Covenant of Mayors". Disponible en: http://www.pactodelosalcaldes.eu/IMG/pdf/covenantofmayors_text_en.pdf.
- [3] Harrison, C. and Donnelly, I.A. (2011). "A Theory of Smart Cities". Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS. Disponible en: <http://journals.issss.org/index.php/proceedings55th/article/viewFile/1703/572>
- [4] "Introducción a las IDE". Disponible en: <http://www.idee.es>
- [5] Rajabifard, A. (2001): "SDI Hierarchy from Local to Global SDI Initiatives". Presentado en Open seminar on SDI in Asia and the Pacific Region, 7th PCGIAP meeting, Tsukuba, Japon. Disponible en: http://www.sbsm.gov.cn/pcgiap/tsukuba/seminar/paper_sdi.pdf
- [6] Williamson, I., Rajabifard, A., Feeney, M.E. (2003). "Developing Spatial Data Infrastructures. From concept to reality". Taylor and Francis Publisher, 2003
- [7] Coll Aliaga, E., Martínez Llario, J.C., Ibarz Roger, M., Elgezabal Osoa de Txintxetru, A. (2007). "IDE local: Estudio de las necesidades de los ayuntamientos". Actas de Jornadas Técnicas de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (JIDEE'07). Disponible en: http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE07/ARTICULOS_JIDEE2007/articulo32.pdf
- [8] Lopez Pellicer, F.J., Álvarez, P., Muro-Medrano, P.R. (2005) "IDEZar: Un ejemplo de implantación de una IDE local". Actas de Jornadas Técnicas de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (JIDEE'05). Disponible en: http://iaaa.cps.unizar.es/curriculum/09-Otras-Publicaciones-Congresos/cong_2005_JIDEE_Idezar.pdf
- [9] Facilities Management Group of Esri (2011). "Smart Facilities" Fall 2011. Disponible en: http://www.esri.com/library/newsletters/smart_facilities/smart-facilities-fall11.pdf

- [10] Álvarez, M., Arquero, Á., Martínez, E., Río, O. (2010). "Domogis: prototipo de un interfaz del sistema de control de un edificio integrado en un SIG". *Informes de la Construcción*, Vol. 62, 518, 15-24, abril-junio 2010. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/818/903>
- [11] "Implementing the Local Government Information Model with ArcGIS 10". Disponible en: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2010/07/30/implementing-the-local-government-information-model-with-arcgis-10/>
- [12] Rich, S., Davis, K. (2010). "Geographic Information Systems (GIS) for Facility Management". IFMA Foundation. Disponible en: http://www.ifmafoundation.org/documents/public/GIS_WP_FINAL.pdf
- [13] SGT NEM Subgrupo de Trabajo de Metadatos (2012). "Núcleo Español de Metadatos". Disponible en: <http://www.ideo.es/>
- [14] De La Beaujardiere, J. (2004). "Web Mapping Service Implementation Specification, Version 1.3.0." Open Geospatial Consortium. Disponible en: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
- [15] Nebert, D., Whiteside, A. (2004). "OpenGIS—catalogue services specification (version: 2.0)". OpenGIS Project Document 04-021r2, Open GIS Consortium.
- [16] ESRI (2012). "Templates for Facilities". Disponible en: <http://www.esri.com/industries/facilities-management/community/templates.html>