

Patrimonio Arqueológico e Infraestructuras de Datos Espaciales: la IDE de Casa Montero

A. Fraguas¹, A. Menchero², A. Uriarte¹, S. Consuegra¹, P. Díaz-del-Río¹ y J. Vicent¹.

¹Grupo de Investigación *Prehistoria Social y Económica*
Instituto de Historia, Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CSIC)
C/Albasanz 26-28, 28037 Madrid
{afraguas, uriarte, sconuegra, diazdelrio, jvicent}@ih.csic.es

²amencherof@gmail.com

Resumen

Se presenta el potencial de la aplicación de las Infraestructuras de Datos Espaciales en la gestión, investigación y difusión del Patrimonio Arqueológico a través del ejemplo del sistema de información del yacimiento arqueológico de Casa Montero (Madrid). Se muestran los servicios y recursos que permiten el almacenamiento, gestión y difusión de la información de un yacimiento arqueológico concreto.

Palabras clave: Patrimonio Arqueológico, IDE, Información semi-estructurada, SOA, ROA

1 Introducción

Diferentes iniciativas con respecto a IDEs (*Infraestructuras de datos espaciales*) como la NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*) estadounidense o la europea INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) fijan como uno de sus objetivos prioritarios compartir la información espacial a todos los niveles, tanto públicos como privados. Tanto NSDI como INSPIRE permiten incorporar información arqueológica y antropológica dado que, a nivel de metadatos, ambas son conformes a la norma ISO19115. Esta norma en su código “016” contempla “*characteristics of society and culture*”, lo que se encuentra dentro del ámbito de las ciencias humanas a las que pertenece la arqueología entre otras disciplinas.

Pretendemos que la información arqueológica sea aceptada como un nodo de la IDEE, con la difusión hacia otros niveles que ello conlleva según los principios de INSPIRE.

Durante los primeros ensayos del servicio de mapas de la IDE de Casa Montero, el consabido vuelo desde la exosfera hasta la localización elegida que realiza el programa Google Earth, que es parte de nuestro banco de pruebas, nos guardaba una sorpresa. Acostumbrados a visualizar la representación vectorial del yacimiento sobre las imágenes de satélite del terreno originalmente rústico, al producirse una actualización de las mismas, la imagen obtenida al final del vuelo ya actualizada, lo hacía sobre la nueva infraestructura viaria de la zona (Figura 1). Esta imagen es, quizá, una buena síntesis de las relaciones entre Arqueología e IDEs. A partir de ese momento, el último vestigio de lo que en los últimos años fue el yacimiento arqueológico de Casa Montero y hace más de 5.000 una mina creada por las poblaciones prehistóricas de la región, únicamente existía en la virtualidad de los ordenadores.

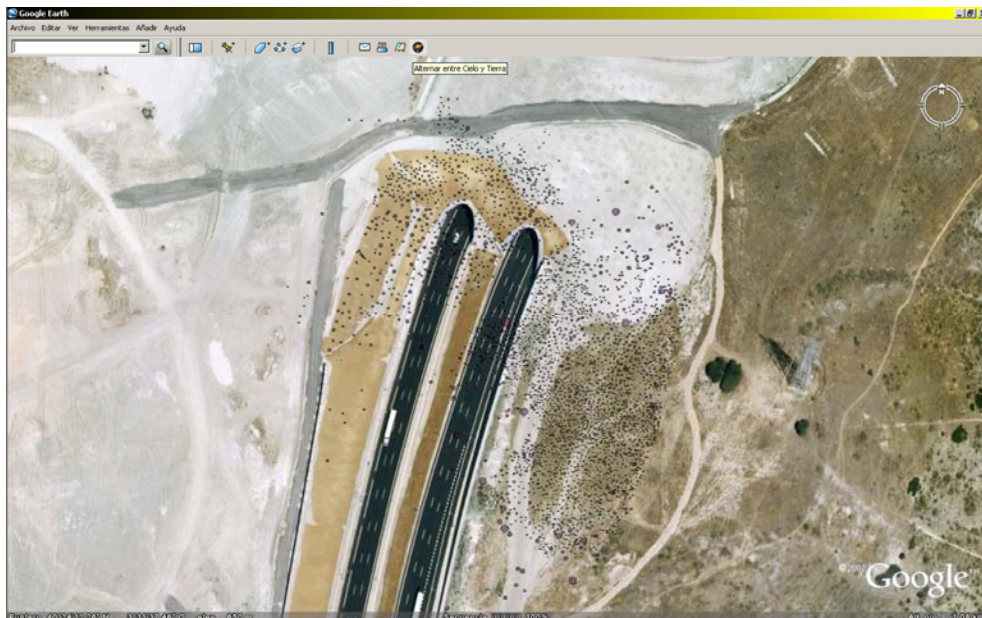


Figura 1. Pozos documentados durante las intervenciones arqueológicas, en Google Earth.

2 Patrimonio arqueológico

El Patrimonio Arqueológico (PA) forma parte del Patrimonio Histórico y, por tanto, del Patrimonio Cultural y es, por ley, objeto de protección por la Ley. El desarrollo de Sistemas de Información (SI) para la gestión del PA facilita enormemente los tres tipos de actividades de las que éste ha de ser objeto: 1) gestión, de cara a su protección y conservación; 2) investigación, para la elaboración de conocimiento histórico a través del análisis arqueológico; y 3) difusión, con el fin de divulgar entre la sociedad el PA y el conocimiento histórico generado a partir de éste.

Desde nuestra perspectiva, el PA reúne una serie de características que hacen idónea y conveniente su integración en sistemas de información tipo IDE. Algunas de dichas características son intrínsecas a la propia naturaleza del PA y otras son extrínsecas, atribuibles al contexto social que lo genera. Las primeras son básicamente dos: materialidad y espacialidad. El PA recoge toda una serie de entidades materiales (artefactos, construcciones, suelos, etc.) que comparten el hecho de ser productos, directos o indirectos, de la actividad humana, y, además, el haber sufrido, tras su uso histórico, una serie de procesos de deposición y alteración que han modificado su propia materialidad. Las entidades arqueológicas tienen una materialidad compleja, resultado de una serie de procesos históricos y físicos, susceptible de ser analizada de forma sistemática por la arqueología para interpretar la naturaleza de dichos procesos y el contexto sociocultural que verosímelmente los generó. La descripción analítica de las entidades arqueológicas implica el manejo de un modelo de datos que estructure y normalice en la medida de lo posible la información de ellas extraída. Por otra parte, las entidades arqueológicas tienen una naturaleza espacial que les viene dada por la posición, forma y dimensiones del contexto de hallazgo. Ésta es susceptible de ser descrita mediante un modelo de datos espaciales. Cabe añadir que el diseño de un registro adecuado de la información arqueológica es doblemente necesario debido a que su propio proceso de obtención conlleva con frecuencia su destrucción, particularmente en la excavación. Por otra parte, la propia naturaleza de los datos arqueológicos, reflejo de las actividades humanas tanto en el pasado como en la actualidad, de su proceso de investigación y de obtención, nos permite definir la información arqueológica como semi-estructurada [1].

Las características extrínsecas del PA son fundamentalmente de dos tipos: jurídicas y económicas. En cuanto a las primeras, existe una legislación amplia sobre el

papel de las administraciones respecto al PA. La Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español trata el PA como parte del Patrimonio Histórico y establece las líneas maestras para su protección y gestión, a partir del principio de que el Estado, a través de todas sus administraciones, se impone el deber de salvaguardar la conservación del Patrimonio Histórico, en general, y Arqueológico, en concreto, y garantizar el acceso de los ciudadanos al uso y disfrute del mismo. Cada Comunidad Autónoma, en virtud de las transferencias de las competencias de cultura y patrimonio, ha desarrollado su propia legislación y, frecuentemente, creado su inventario de bienes arqueológicos. Es precisamente en el perfeccionamiento de dichos inventarios donde la aplicación de las IDEs puede jugar un papel innovador. En lo que respecta al contexto económico, el PA juega un papel importante en las políticas de desarrollo, tanto en calidad de factor condicionante como de recurso. En primer lugar, el enorme crecimiento que la construcción, tanto de obra pública como de edificación, ha experimentado en los últimos años en España supone un fuerte impacto sobre el PA, impacto que frecuentemente es abordado con las oportunas medidas de registro y protección que la ley contempla. La información arqueológica, ya abundante y compleja de por sí, se ha visto notablemente incrementada a raíz de las numerosas intervenciones arqueológicas. Por otra parte, el PA, debidamente estudiado y puesto en valor mediante la creación de parques y aulas arqueológicas, es un recurso turístico de gran valía. Todo esto hace que el PA sea considerado como un elemento de emergente importancia en las políticas de ordenación del territorio y en los planes de desarrollo. Ello exige que el PA se integre con otras realidades a las que afecta o por las que se ve afectado, como son, por ejemplo, los planes urbanísticos, la ordenación catastral o los recursos medioambientales.

3 El yacimiento de Casa Montero

Durante los trabajos arqueológicos previos a la construcción de la autovía de circunvalación M-50 a su paso por Vicálvaro (Madrid), fue localizado el yacimiento de Casa Montero. Se trata de una mina de sílex de época neolítica (5.300 a.C.), la primera excavada en España, aunque son bien conocidos los paralelos en el resto de Europa. Su excepcionalidad e interés motivaron que la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid obligara a modificar el trazado de la carretera para preservar una parte del yacimiento.

Los trabajos de excavación arqueológica se han dilatado durante tres campañas entre septiembre de 2003 y agosto de 2006, permitiendo llevar a cabo una

minuciosa documentación del yacimiento que ha generado un copioso volumen de datos: en una superficie 4 ha. se han documentado 4000 pozos mineros (Figura 2), de los que se han excavado totalmente 324, exactamente 3.375 estratos de relleno de los distintos pozos (Figura 3).

La mina se caracteriza por la proliferación de pozos verticales para la extracción del sílex, de diámetros no superiores a 1,50 m y que alcanzan los 10 m. de profundidad. Junto a la verticalidad de las paredes de las estructuras llama la atención la proximidad entre ellos dado que en algunos casos apenas distan 20 cm. La excavación arqueológica ha permitido conocer con bastante detalle el proceso extractivo. Las herramientas recuperadas (picos de asta y sílex, cuñas de sílex y mazas y percutores de cuarcita), así como las marcas de éstas dejadas en las paredes arcillosas de los pozos, la disposición y tipo de estratos de relleno que colmataban las estructuras y los escasos indicios de pates, poleas o postes, permiten aventurar que el proceso de excavación-extracción de cada pozo requeriría la intervención de 2 personas que invertirían no más de 5 días.

Cuando la excavación del pozo alcanzaba los niveles inferiores de sílex, éste se abandonaba. Hecho esto se rellenaba el pozo de inmediato con las tierras extraídas de él y los circundantes e incluyendo los desechos del testado y preparación de los núcleos (Figura 4).

El material arqueológico recuperado es mayoritariamente sílex y, como el yacimiento, excepcional por dos razones fundamentales:

1. Se trata de los desechos de una actividad extractiva y productiva que permiten recomponer “paso a paso” los gestos de la fabricación de las herramientas de sílex de las comunidades neolíticas de la Meseta.
2. Su enorme abundancia ha obligado a elaborar precisos protocolos para su estudio así como un sistema de gestión de la información en el que la IDE ocupa un lugar relevante. El peso total de los restos de sílex recuperados asciende a 65.885 kg y un total de 173.585 piezas analizadas o clasificadas (Figura 5).

Otros objetos arqueológicos, aunque minoritarios, son: recipientes cerámicos, industria ósea y percutores de cuarcita. Su estudio ha permitido determinar con precisión la adscripción cultural del yacimiento a los momentos más antiguos del Neolítico de la Meseta, así como el hecho de que toda la superficie minera conocida de Casa Montero se realizó en un lapso de tiempo corto, de no más de 300 años.

4 El Sistema de Información de Casa Montero

Partiendo de la realidad descrita en los epígrafes anteriores, información semi-estructurada (o de estructura variable) referida a elementos materiales

espacialmente localizados (restos arqueológicos como pozos mineros, herramientas de sílex, fragmentos cerámicos, etc.), se ha puesto en marcha el SI del yacimiento de Casa Montero. Dicho SI está siendo llevado a cabo desde el Grupo de Investigación *Prehistoria Social y Económica* del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC, que trabaja en la aplicación de tecnologías de la información y la comunicación al estudio del registro arqueológico. A partir del *know-how* obtenido en prototipos previos [2], se ha planteado la utilización de una arquitectura de software mixta que combina servicios CSW, WMS, WFS y WCS del *Open Geospatial Consortium* (OGC) y servicios web que utilizan criterios de diseño RESTful. La poderosa mezcla resulta en una arquitectura distribuida que ha hecho que la “virtualización” de la excavación arqueológica esté siendo abordable con éxito. Los servicios del OGC están basados en una arquitectura orientada a servicios (SOA). Los servicios que permiten acceder a la información temática siguen una arquitectura orientada a recursos (ROA) (en los términos definidos en [3] para aplicaciones web conformes a los criterios REST apuntados por Roy Fielding [4]). En la Tabla 1 se comparan ambas arquitecturas. Los cuatro beneficios que justifican el uso la arquitectura ROA para implementar los servicios de acceso a la BD orientada a grafos, que se plantea para la información temática arqueológica, son los apuntados por Richardson y Ruby [3: 79] para ROA: *addressability, statelessness, connectedness y uniform interface*.

Propiedad	Orientada a recursos	Orientada a servicios
Granularidad	Caso del recurso	Caso del servicio
Objetivo principal	Direccional solicitudes (habitualmente URLs)	Creación de una solicitud de carga
Direccionamiento	Única dirección por recurso	Una dirección final por servicio
¿Se pueden situar en caché las respuestas?	Sí	No
Interfaz de aplicación	Genérico del mecanismo de solicitud (p.e. verbos HTTP)	Específico de cada servicio (p.e. definido con WDSL)
Descripción de formato de los datos	Sí, el formato de los propios recursos	Sí, el formato de los mensajes de interacción y de la información intercambiada (p.e. XML)

		Schema en WSDL)
--	--	-----------------

Tabla 1. Comparación de ROA y SOA (a partir de Thelin [5]).

SILEX, acrónimo de *Sistema de Información Locacional En XML*, es el nombre en clave del *mashup* que permitirá incorporar capas de información arqueológica detallada a la IDE local, regional y mundial. Es decir, los servicios y recursos manejados por el SI que mostramos deberían ser incluidos como un nodo de la IDEE, con la difusión hacia otros niveles que ello conlleva según los principios de INSPIRE.

Uno de los principios motores del SI SILEX es el software libre [6] y de código abierto [7], pues consideramos que una forma viable y equitativa de que avance el conocimiento es compartirlo con la suficiente libertad para explorarlo y mejorarlo. Así, los paquetes de software empleados son: 1) *Apache Tomcat* como motor de servlets sobre el que desplegar las aplicaciones web; 2) *Geoserver* como servidor para exponer la información geográfica en la web a través de los estándares WMS, WFS y WCS del OGC; 3) *OpenLayers* como librería Javascript para presentar mapas dinámicos en páginas web; 4) *GeoNetwork* para exponer la información de los mapas generados por el proyecto Casa Montero vía la especificación CSW del OGC, al igual que como entorno de presentación del portal geográfico; 5) *PostgreSQL* más *Postgis* para almacenar y recuperar los diferentes mapas y metadatos referidos en el punto anterior de manera óptima; 6) *Apache Cocoon* como entorno de publicación web basado en XML para la construcción de aplicaciones web, tanto para el servicio web como para el interfaz de usuario web de acceso a la información temática; 7) *Orbeon XForms* para la generación dinámica de formularios *cross-browser* HTML más Javascript a partir de definiciones XForms; 8) *Saxon*, motor de transformación XSLT, para la transformación de documentos XML; 9) *eXist*, base de datos nativa XML, para el almacenamiento de la información temática con motor de consultas integrado basado en XQuery.

En una de las sesiones del 74º Congreso de la *Society for American Archaeologist, Towards An International Inventory Of Prehistoric Mines And Quarries*, se va a discutir el modo de almacenar la dispersión espacial de minas prehistóricas y su información temática asociada. Es una iniciativa dirigida a inventariar un patrimonio cultural habitualmente no protegido debido a la escasa espectacularidad de sus restos (estructuras y materiales). Frente a las soluciones estáticas asentadas en las tecnologías web de los años 1990 (p.e. <http://www.flintsource.net/>), la

solución que proponemos está articulada en torno a las IDEs y las bases de datos nativas XML (en línea con lo que se ha dado en llamar web 2.0), que en nuestro caso siguen un modelo orientado a grafos como el que se puede deducir del diagrama de la Figura 6. Esta arquitectura ha permitido modelar de forma sencilla la complejidad tridimensional del proceso de formación de un yacimiento arqueológico como Casa Montero. Permitiendo documentar y posteriormente “navegar” entre las diferentes unidades estratigráficas detectadas durante el proceso de excavación. En las Figuras 7 y 8 se observa el volcado de enlaces para un pozo específico, obtenido a partir de una exploración del grafo de relaciones entre unidades estratigráficas del yacimiento.

Los pasos seguidos en la construcción del SI de este yacimiento son las siguientes. 1) Análisis del modelo de datos; se utilizan hojas de cálculo para capturar los requisitos de las entidades, sus propiedades y relaciones a fin de simplificar el diálogo con los conocedores del dominio de datos. 2) Definición de la representación XML de cada entidad en el lenguaje de esquemas ISO Relax NG. 3) Definición de las relaciones (de generalización, de asociación, etc.) en un lenguaje XML según las propiedades específicas del yacimiento estudiado. En la Figura 6, que corresponde a la representación gráfica en UML del modelo de datos, se pueden observar tales relaciones. 4) Definición de las etiquetas en distintos idiomas para los nombres de entidades y sus propiedades. 5) Migración de los datos existentes desde las fuentes de datos originales a formato XML según el/los esquemas Relax NG y validación. 6) Construcción del servicio web de información temática conforme a criterios de diseño basados en ROA (y REST). 7) Construcción de un interfaz de usuario web de acceso/consulta/modificación de la información expuesta por el servicio web (aplicación web temática). 8) Creación y exposición de las capas ráster y vectoriales con los mapas relativos al yacimiento que deseamos exponer. 9) Creación y exposición de los metadatos que describan las capas referidas en el punto anterior siguiendo la norma ISO19115. Los metadatos relativos a los diferentes objetos, almacenados en la BD Nativa XML, heredarán la metainformación general de los mapas en donde se ubiquen. Esta forma de proceder permitirá consultar parte de la información arqueológica almacenada según el modelo, para el caso de Casa Montero, mostrado en la Figura 6 mediante el servicio CSW del OGC. 10) Integración de la aplicación web temática y la aplicación geográfica a través del identificador único entre los objetos almacenados en la BD Nativa XML y la BD geográfica.

5 Conclusión

En la actualidad nos encontramos a medio camino en la construcción de este ambicioso SI para datos arqueológicos. El sistema es accesible en la URL www.casamontero.org aunque su uso está aún limitado por un sistema de control de accesos. A finales de 2009 prevemos la conclusión y liberación bajo licencia GPL de la versión 1.0. En este SI se combinan tecnologías IDE y una B.D. *ad hoc* orientada a grafos con una semántica que facilita la recuperación de la documentación arqueológica. La IDE de Casa Montero supone la aplicación de las últimas tecnologías de la información al almacenamiento, gestión y difusión de la información de un yacimiento arqueológico concreto, caracterizada por una notable complejidad y un gran volumen. Ello responde a la idea de que la organización sistemática de los datos arqueológicos y la accesibilidad a éstos son enormemente útiles para la protección, investigación y puesta en valor del PA y para su integración en su contexto geográfico y administrativo.

Referencias

- [1] Florescu, D. Managing Semi-Structured Data. ACM Queue 3(8) (October 2005)
[<http://www.acmqueue.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=335>].
- [2] Fraguas Bravo, A. The ARANO SDI: a spatial data infrastructure for the rock art of Northeast Africa. Archaeological Computer Newsletter, 68. 1-8.
- [3] Richardson, L. y Ruby, S. RESTful Web Services. O'Reilly, 2007.
- [4] Fielding, R.T. Architectural styles and the design of network-based software architectures. University of California Press, Irvine, 2000
[<http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>].
- [5] Thelin, J. A Comparison of Service-oriented, Resource-oriented, and Object-oriented Architecture Styles
[<http://www.thearchitect.co.uk/presentations/arch-styles/3-arch-styles.pdf>].
- [6] <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- [7] <http://www.opensource.org/>



Figura 2. Vista aérea de Casa Montero durante el proceso de excavación.



Figura 3. Perfil de uno de los pozos atravesando las vetas de sílex.

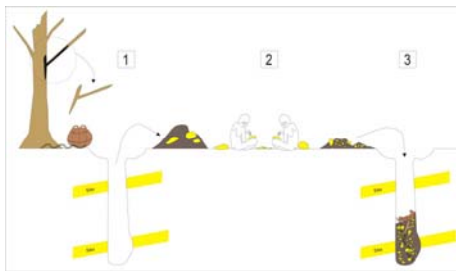


Figura 4. Reconstrucción del trabajo en la mina.



Figura 5. Vista parcial del almacén del yacimiento de Casa Montero.

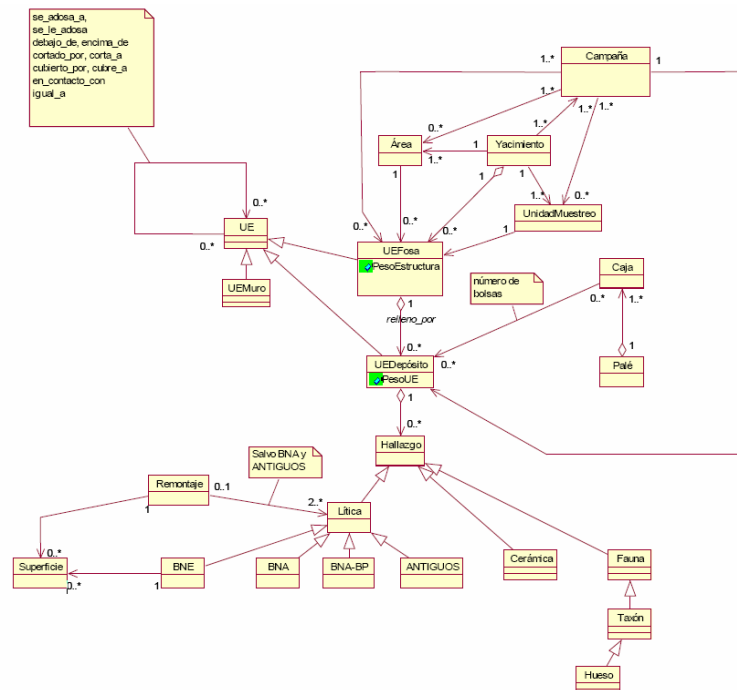
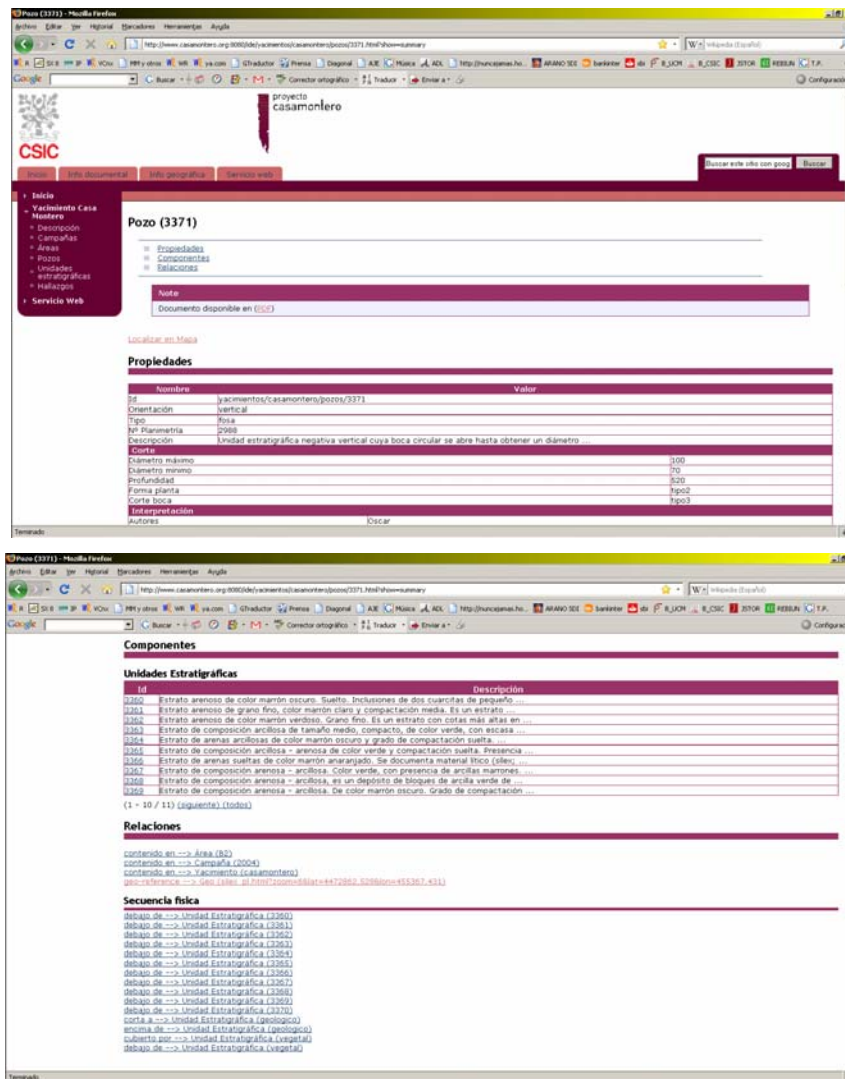


Figura 6. Diagrama UML parcial del modelo de datos para el yacimiento de Casa Montero.



Figuras 7 y 8. Información relativa a uno de los pozos del yacimiento de Casa Montero.