

APLICACIÓN DE LA WEB SEMÁNTICA EN LA LOCALIZACIÓN DE DOCUMENTOS NORMATIVOS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Arturo Fernández-Puente

E.P.S. Universidad de Sevilla, España

Gabriel Bravo-Aranda, F. Hernández-Rodríguez

E.S.I., Universidad de Sevilla, España

Angel Mena-Nieto

E.S.I., Universidad de Huelva, España

Abstract

Regulatory information has a direct and significant effect on the safety, economy and quality of many industries, especially in the construction sector. However, Computers are now hardly aiding designers in accessing, interpreting and applying standard's contents. For this purpose, we are using an ontology-based, semantic web approach to model the core meaning of these contents, so that their semantics can be shared by computers and standards users. In the paper we discuss a methodology to select the standards related to the current project. Our approach involves the use of three main components: (1) Semantic model of standards contents. We consider three different kinds of relevant information units: (a) Metadata that describe normative documents; (b) the contents of the scope and purpose sections of standards; and (c) the table of contents included in standards. (2) Standard documents repository. We use the conceptual models that constitute the first component to annotate relevant information units in the documents, so that the subject they regulate is semantically described. (3) User interface. This component is needed for users to express and formalize their queries for the current project. In the paper, we present these components.

Keywords: *information modelling; semantic Web; ontologies; standards*

Resumen

Las normas tienen un efecto directo y muy importante sobre los proyectos de ingeniería, especialmente en construcción, es directo y relevante, sin embargo poco esfuerzo se ha realizado en incorporar el uso del ordenador para facilitar el acceso, interpretación y aplicación de sus contenidos. Con tal fin, utilizamos un enfoque basado en la Web Semántica y en tecnologías de ingeniería ontológica para desarrollar un modelo de sus contenidos principales que permita compartir su semántica entre el ordenador y los distintos usuarios. Este documento forma parte de este enfoque, aplicado a localizar las normas con contenidos relevantes a un proyecto, mejorando la eficacia apoyado en los aspectos semánticos. Se desarrollan tres componentes principales: (1) Modelo semántico de los contenidos de las normas. Se consideran tres tipos de unidades de información relevantes: (a) Metadatos que describen el documento normativo, (b) contenidos de las secciones del

Ámbito de Aplicación y (c) contenido del índice de la norma. (2) Repositorio de normas de la construcción. Las normas son etiquetadas con las unidades de información relevantes modeladas en el punto anterior. (3) Interfaz de usuario. Asiste al usuario a expresar y formalizar las consultas. Se presentan dichos componentes.

Palabras clave: *modelado de la información; web semántica; ontologías; normativa*

1. Introducción: documentos normativos y Web semántica

Los contenidos de las normas técnicas tienen un efecto directo y relevante en la seguridad, la economía y la calidad de la industria en general, y más especialmente en el sector de la construcción. Sin embargo, los reglamentos, normas y códigos técnicos son usualmente complejos de manejar y aplicar a proyectos concretos, debido al carácter multidisciplinar, a su volumen y variabilidad en el tiempo. Los ordenadores han asistido a los técnicos en muchas fases del proyecto, pero poco en el acceso, interpretación y aplicación de los contenidos normativos. Los principales esfuerzos se han dirigido a la búsqueda de normativa de aplicación y a automatizar las tareas de comprobación de conformidad con una norma (Fenves & Garret, 1986), (Kiliccote, 1996), (Yurchyshyna, 2010), aunque el éxito obtenido es relativamente bajo.

Si se analizan los principales motivos que dificultan la utilización del ordenador en la gestión de los contenidos de información de las normas, podemos resaltar los siguientes aspectos:

- La información se presenta en lenguaje natural, generalmente acompañado de tablas, ecuaciones y figuras. Esto obliga a una formalización de sus contenidos para que sea interpretable por el ordenador.
- El lenguaje natural presenta en muchos casos la necesidad de interpretación de sus contenidos, debido a que incluyen sinonimias, polisemias, definiciones abiertas o no específicas. Aunque muchas normas se acompañan de un diccionario de términos, es necesaria la unificación de los conceptos asociados a los mismos, para evitar errores de interpretación. La interpretación completa no puede depender del punto de vista del usuario y la jerga particular de los distintos actores.
- La información aportada por los documentos normativos es incompleta, es decir, no es autónoma, pues no permite por sí sola su completa interpretación, sino que requiere de un cierto conocimiento del dominio en el lector. Precisamente son los usuarios de menor experiencia y conocimiento los que más necesitan un asistente para la interpretación de los contenidos de la norma. Por ello, se deben complementar las normas con modelos que representen el conocimiento del dominio, en este caso del mundo de la construcción en sus diferentes aspectos.
- El cuerpo normativo completo está distribuido y es dinámico. Actualmente, los organismos redactores de normas suelen poner la información a disposición de los usuarios a través de la red en formato electrónico, generalmente en PDF y HTML. Este hecho permite la lectura de las normas, pero se precisa de un cierto control para asegurar su aplicabilidad temporal.

Como puede entenderse a partir de los puntos anteriores, la problemática de la gestión de contenidos del cuerpo normativo es similar en muchos aspectos a la que se presenta en la interpretación de la información existente en la Web. La información está principalmente en lenguaje natural (con toda la problemática de interpretación por parte del ordenador), es distribuida, dinámica y está sujeta al punto de vista del usuario que la ha incorporado. Frente a la Web, los contenidos de las normas presentan características que pueden facilitar su

tratamiento: son un mundo cerrado (el número de documentos es limitado), tratan sobre conceptos físicos (Chung & Stone, 94) y está asegurada la fiabilidad de los contenidos mediante los organismos editores, que además aportan cierta formalidad en su redacción. De este razonamiento se deduce que las tecnologías de la Web semántica pueden ser adecuadas para hacer del ordenador un instrumento eficaz en la interpretación y gestión de los contenidos de las normas técnicas, y tener muchos más beneficios del que ha tenido en su aplicación a la Web, evolucionando de la Web tradicional a la Web semántica.

2. Objetivos y metodología

Como se ha indicado en la introducción del presente documento, el objetivo principal de esta investigación es incorporar el ordenador en la interpretación de la información contenida en los documentos normativos. Este propósito general, ya presentado en trabajos anteriores (Bravo, G. et al., 2008, 2010), permitiría la interpretación, en general, de cualquier documento técnico, como pliegos de condiciones o especificaciones de diseño. Para el caso particular de las normas aplicables a un proyecto de construcción específico, es requisito previo localizar las normas aplicables, que es el objetivo particular de este trabajo.

La diferencia principal respecto a otros métodos actuales de búsqueda de normas mediante el ordenador, es la utilización de criterios semánticos, no basados en aspectos sintácticos o tecnologías apoyadas en el uso de palabras claves. Este hecho permite establecer un segundo objetivo, muy relacionado con la interpretación de la información: conocer los motivos por los que se selecciona una norma, qué aspectos son los regulados, qué rol juegan las distintas partes del proyecto en esa norma, o incluso en qué parte de la norma se hace referencia a cada uno de ellos.

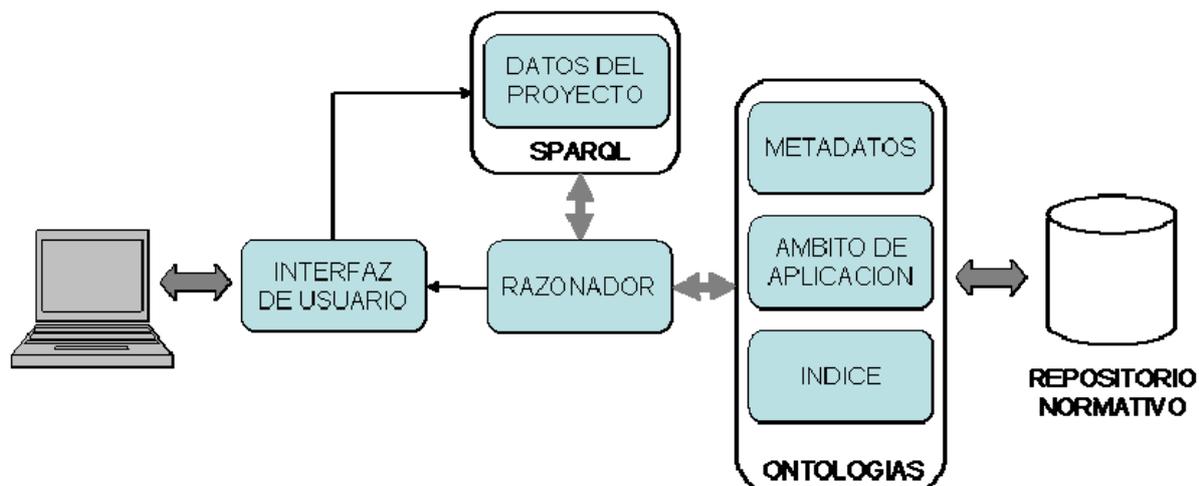
La tecnología de la Web semántica se basa, de forma resumida, en superponer una capa semántica a los datos incluidos en el texto, relacionando los términos contenidos con conceptos mediante un etiquetado, y extraer las relaciones existentes entre dichos conceptos de los roles que juegan sus términos correspondientes, que han sido consensuados por todos los usuario

2.1 Descripción general del planteamiento

El primer objetivo es asistir al profesional del diseño en el sector de la construcción seleccionando aquellas normas que son aplicables en un proyecto particular. Para verificar la bondad del sistema se plantea realizar la consulta de normas aplicables sobre varios tipos de proyectos. La búsqueda se plantea sobre un conjunto de normas, que se almacenan en formato digital en un repositorio. En el campo de la construcción se han considerado principalmente los distintos documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE) y reglamentos y normas relativos a las distintas instalaciones. Los resultados obtenidos son revisados por un conjunto de expertos para obtener los parámetros de eficacia.

Los distintos componentes del sistema aparecen en la figura 1. La interfaz de usuario permite a los usuarios realizar de forma guiada las consultas orientadas a localizar las normas necesarias en el desarrollo de un proyecto, de modo que un razonador pueda extraer los documentos e ítems de información que lo verifican. Para ello se formaliza la consulta en formato SPARQL, que permite razonar sobre las ontologías que representan las normas, expresadas en lenguaje OWL, y extraer aquellas que verifican las condiciones indicadas en la consulta. El resultado es mostrado en la interfaz de usuario, que gracias a las direcciones URL, permite mostrar y navegar por las distintas normas seleccionadas. Las Ontologías agrupan la información en tres campos: metadatos, ámbito de aplicación e índice, e incluyen además ontologías para la descripción de los productos y de las actividades de la construcción. A continuación se describen y especifican los criterios utilizados para cada uno de los componentes del planteamiento.

Figura 1: Planteamiento del problema



3. Componentes del sistema

En este apartado se especifican los criterios considerados para cada uno de los componentes del sistema.

INTERFAZ DE USUARIO: se definen tres funciones de la interfaz de usuario: (1) guiar al usuario en la formulación de la consulta, para que introduzca criterios relevantes sobre las normas aplicables, (2) formalizar la consulta en SPARQL para facilitar el funcionamiento del razonador, y (3) mostrar los resultados de la consulta al usuario, permitiendo la navegación dentro y entre las normas seleccionadas.

Se ha considerado una aplicación basada en Java que permite el desarrollo de una interfaz con distintas ventanas de edición. Es posible el control de las distintas relaciones que definen el proyecto, que pertenecen a las ontologías de metadatos, ámbito de aplicación e índice, combinando las condiciones mediante operadores lógicos.

La consulta generada se formaliza en SPARQL. El resultado final es una *query* que puede ser ejecutada en el razonador de Protégé. Se rechazó la posibilidad de usar CORESE, ya que está más enfocado a su uso sobre documentos marcados con RDFS. La consulta se formaliza de manera que en la respuesta se incluye el localizador de las normas y la parte de la misma que verifica el *query*. Así se permite al usuario hacer uso del documento.

DATOS DEL PROYECTO: en realidad los datos que definen el tipo de proyecto están implícitos en el *query* expresado en lenguaje SPARQL. Los *query* se expresan usando los componentes “Construct”, y la búsqueda por *backward-chaining*. Se han considerado los criterios de W3C SPARQL Working Group (W3C, 2010). Usando las palabras de Berners-Lee, director del consorcio W3C “Pretender usar la Web Semántica sin SPARQL es como pretender usar una base de datos relacional sin SQL”.

REPOSITORIO DE NORMAS: como ya se ha comentado anteriormente, se ha considerado un conjunto de normas que incluye los documentos del CTE y reglamentos y normas de instalaciones, como el Reglamento de Baja Tensión. La mayoría de estos documentos están disponibles en soporte electrónico en formato PDF. Para facilitar el acceso a la información, la primera tarea es utilizar un analizador sintáctico o parser para marcar en formato XML las

distintas partes del documento y poder referirlos mediante XPATH (W3C, 2010). El marcado semántico de los conceptos específicos utilizados en las ontologías se ha realizado mediante marcado manual. Las ontologías se describen en el siguiente apartado.

RAZONADOR: se considera formado por dos tipos de componentes principales, las consultas desarrolladas en SPARQL, y los axiomas basados en *description logic*, ambos ejecutados mediante el razonador integrado de Protégé (Horridge, 2009). Las consultas presentan la forma del constructor SELECT, como se observa en la figura 2, se muestra la búsqueda de normas sobre ensayos de hormigón endurecido, devolviendo el sistema el documento normativo, el aspecto regulado y el localizador del recurso. La pertenencia del documento a la clase de NormaVigenteTemporal se obtiene creando dicha clase, a la cual pertenecen todas las normas donde la fecha del proyecto se encuentre entre la fecha de entrada en vigor y la fecha de derogación.

Figura 2: Ejemplo de búsqueda de norma

```
PREFIX stand: http://owlns.com/standard/
SELECT ?standardDoc ?subject ?url
FROM <repository.owl>
WHERE {
    ?standardDoc stand:subj "EnsayoHormigonEndurecido"
    ?standardDoc stand:subj ?subject
    ?standardDoc stand:locStand ?url
    ?standardDoc rdf:type stand:NormaVigenteTemporal
}
```

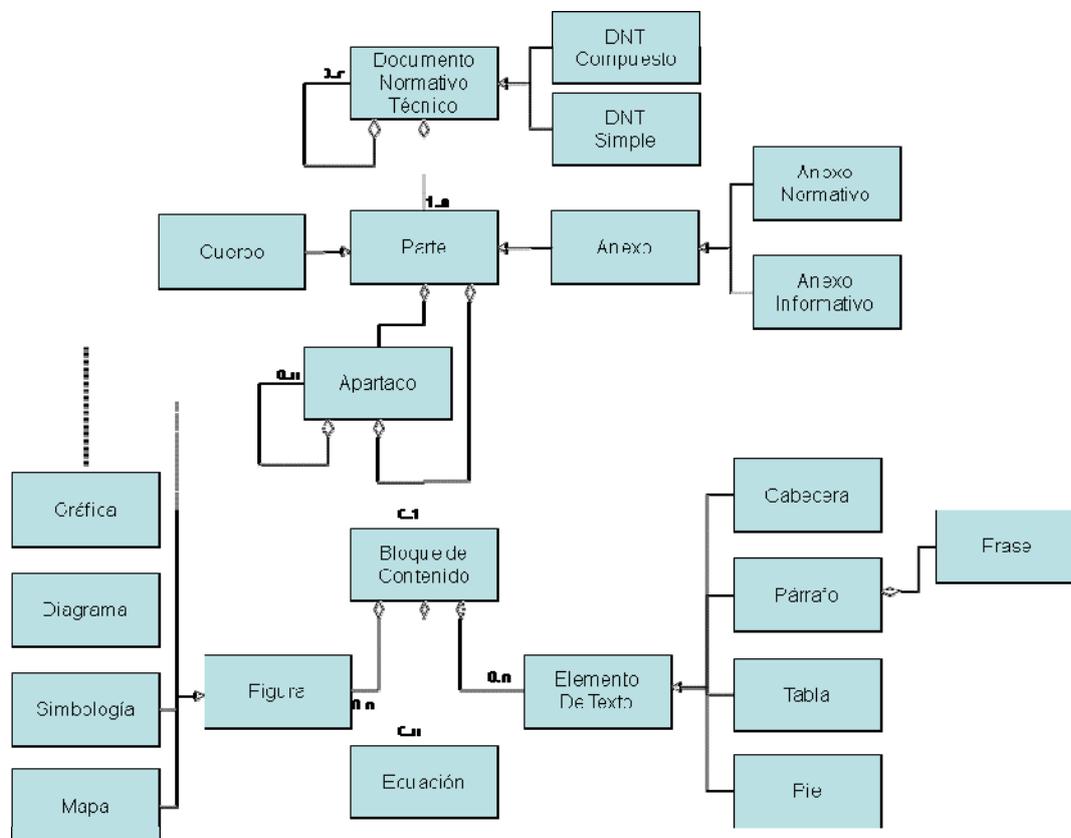
4. Ontologías del sistema

Las ontologías son el soporte de conocimiento del dominio sobre el cual se va a realizar el razonamiento para determinar las normas de aplicación sobre cada tipología de proyecto. Las principales ontologías utilizadas han sido desarrolladas para el modelo general de interpretación de los contenidos de los documentos normativos, trabajo al que pertenece esta aplicación. Tanto los modelos de productos y actividades del dominio fueron presentados en (Bravo et al., 2008,2010). Las nuevas ontologías desarrolladas representan los documentos normativos. Para asegurar la coherencia entre todas las ontologías se ha desarrollado una ontología de alto nivel, que debido al carácter general del sistema, se ha basado en ontologías de lenguaje natural, particularmente en (Helbig, 2005), simplificado para el caso de información técnica. Se han desarrollado dos ontologías con dos objetivos distintos, que se exponen a continuación.

Ontología estructural: es la ontología que contiene los conceptos y relaciones que permiten dividir el documento normativo en componentes. Los tipos de componentes y sus relaciones reflejan la estructura del documento. Es necesaria para acceder y recuperar los contenidos del documento normativo, por ello se incluyen en la ontología las relaciones entre las distintas partes del documento y la identificación como recurso. Esta se ha realizado mediante el parser comentado en el apartado anterior. Como las principales relaciones de la estructura de un documento son las de clasificación (is-a) y agregación (part-of), se ha considerado desarrollar la ontología a partir de un modelo de orientación a objetos, que es el presentado en la figura 3. Desde el punto de vista semántico podemos definir las *Unidades de Información*, se consideran fracciones de información con cierta independencia en su

interpretación, como disposiciones, clasificaciones, etcétera. Las Unidades de Información se relacionan y localizan por el componente de la división estructural que lo contiene.

Figura 3: Modelo de Objetos para la Ontología estructural

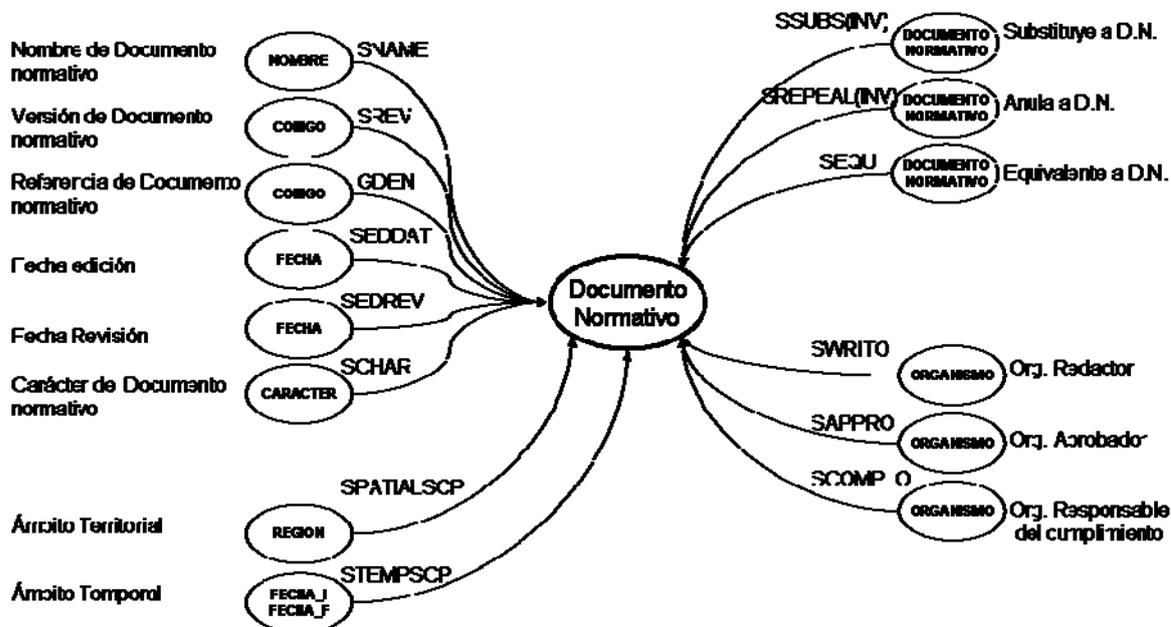


Ontología semántica: es la ontología que contiene los conceptos que permiten decidir qué normas son aplicables a cada proyecto. Para el sistema general se está desarrollando una única ontología que recoge todos los tipos de *Unidades de Información* necesarias para la correcta interpretación de un documento normativo. Para el sistema actual de selección de documentos normativos se han considerado tres ontologías parciales, en función del tipo de información. Las ontologías se han desarrollado siguiendo la metodología combinada del método 101 de desarrollo de ontologías (Noy & McGuinness, 2001). El método bottom-up parte de los conceptos y relaciones que se extraen de los documentos normativos, utilizando el método top-down para realizar la generalización y especialización de dichos conceptos, a partir del modelo general del sistema. El marcado en la norma de los conceptos y relaciones de las ontologías de metadatos y ámbito de aplicación se realiza manualmente, los componentes del índice se identifican mediante el parser, y si conlleva alguna relación, se incluye de forma manual. A continuación se exponen las tres ontologías:

1. *Ontología de metadatos*: representa aquellos conceptos y relaciones que definen la norma, su vigencia desde el punto de vista temporal y espacial, y los organismos relacionados. Por ello, en la mayoría de los casos pueden considerarse propiedades del documento o metadatos, utilizándose propiedades de datos, más que relaciones entre conceptos en la ontología, propiedades de objeto. Se han incluido algunas relaciones entre normas que permitan la navegabilidad entre las mismas: normas que sustituyen o derogan a otras o cuya lectura se recomienda para la correcta

interpretación. El modelo de ontología de metadatos se presenta en la figura 4. En ella se observan los distintos grupos de información.

Figura 4: Modelo de ontología de Metadatos



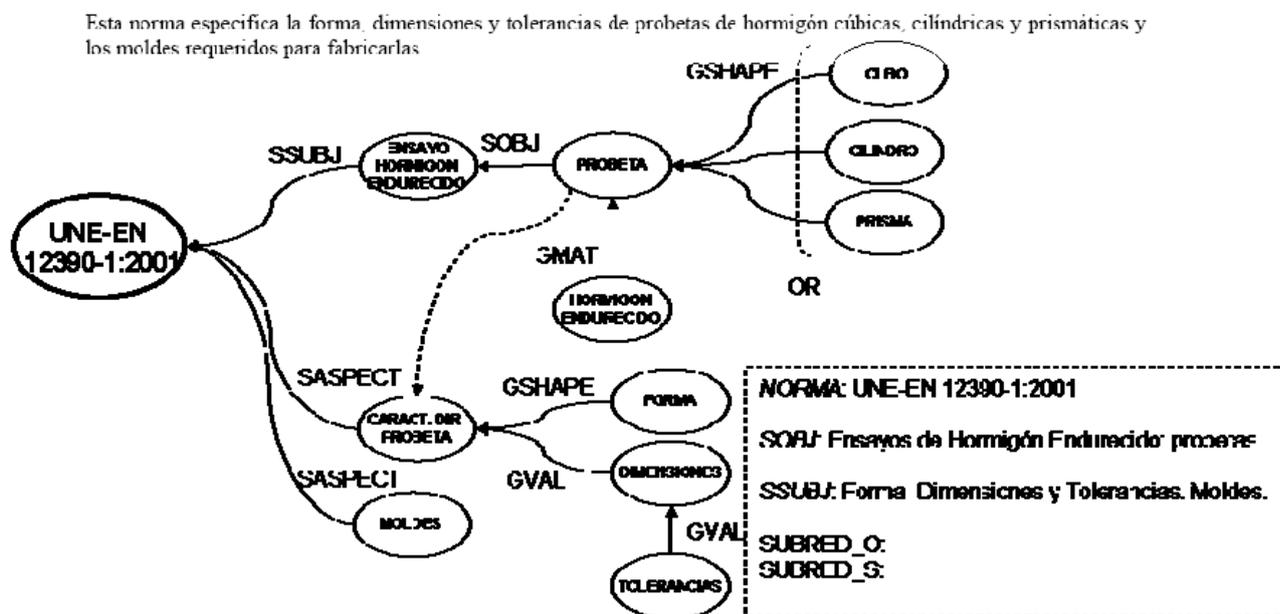
2. *Ontología de ámbito de aplicación:* representa aquellos conceptos y relaciones que definen el objeto de la norma y los aspectos regulados en la misma. En el sistema general se realiza una clasificación de todas las unidades de información que aparecen en un documento normativo, y por extensión, en cualquier documento técnico. Pero, en el presente trabajo, el alcance de la ontología es la selección de los documentos aplicables a un proyecto dado, por lo que se considera un subconjunto de la ontología general de unidades de información. El modelo utilizado para el ámbito de aplicación se presenta en la figura 5. En ella se observan a cada lado del documento normativo las principales relaciones: el producto, proceso o servicio a la derecha de la imagen, y el aspecto o aspectos regulados a la izquierda. En ambos casos está relacionado con un conjunto de caracterizaciones que lo especifican, y son modelados como subred semántica con las ontologías de productos y actividades generales. En el centro aparece la relación de propósito, que no tiene aplicación directa sobre la selección de un documento normativo, pero sí para justificar la intención de la norma.

Figura 5: Modelo de ontología de Ámbito de Aplicación



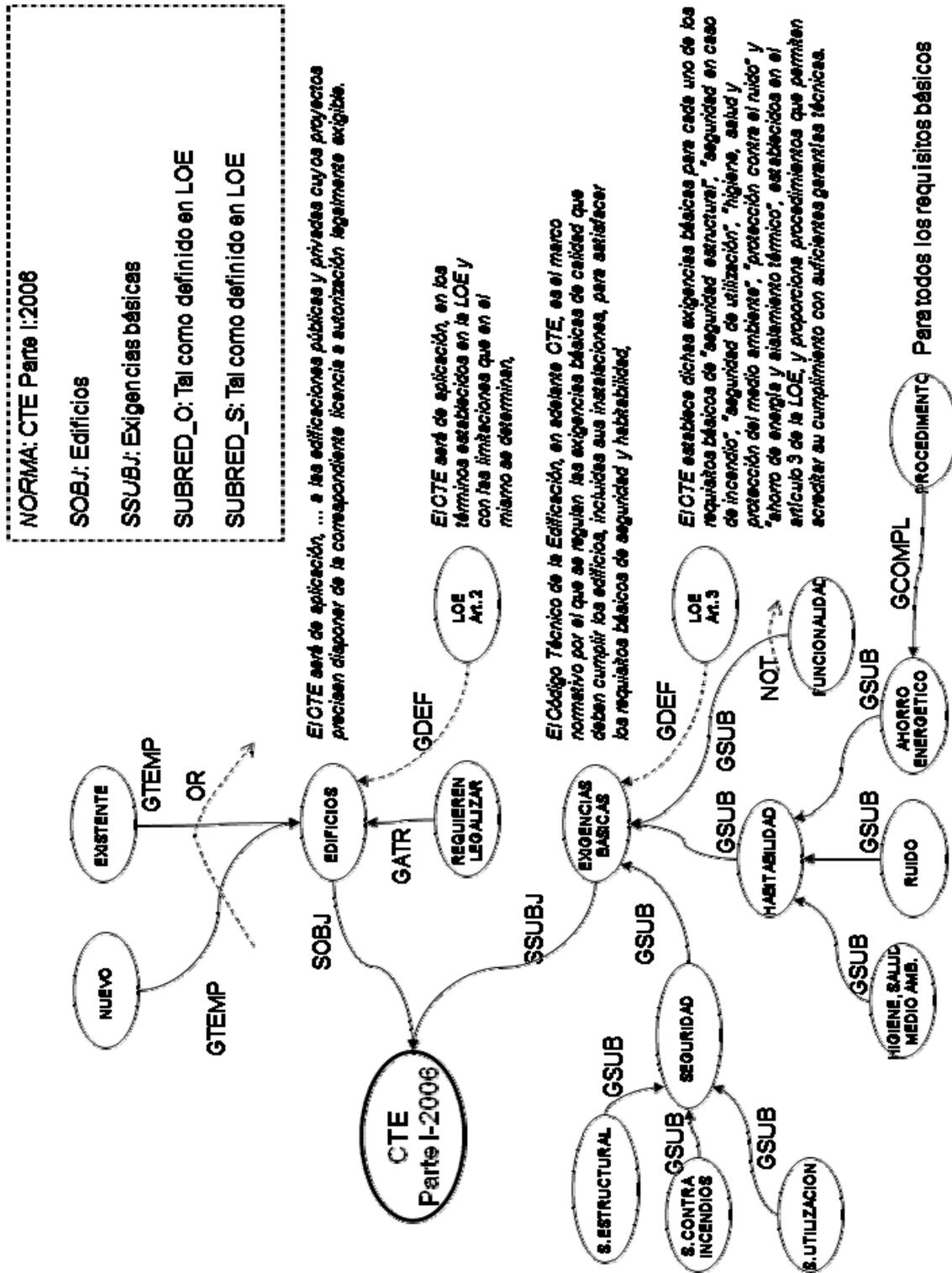
En la figura 6 se muestra la aplicación del modelo al caso de la norma *UNE-EN 12390-1:2001 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes*. Se observa que en estas fichas del modelo se recoge, además de la red semántica de conceptos, relaciones y algunos operadores lógicos presentes en la red semántica, los textos de las normas de donde se deducen y la ficha de datos básicos, para facilitar, en caso necesario, la comprensión de los términos usados en los conceptos y relaciones. En el caso en que el propósito de la norma no esté declarado en la misma norma, no aparece en el modelo. En esta norma se observa que el objeto es una actividad, el ensayo del hormigón endurecido. Aparece reflejado como subred, la probeta el objeto del ensayo, la probeta, con sus especificaciones de forma y material. En la zona inferior aparecen los aspectos regulados: la caracterización general de la probeta, la forma y los valores de dimensiones y tolerancias; y la definición de los moldes. Todos ellos relacionados con el objeto de la norma, la probeta, relación representada en trazos.

Figura 6: Ficha del modelo de la Norma UNE-EN 12390-1



En la figura 7 se ofrece el modelo general que sirve de referencia a todos los distintos documentos básicos del Código Técnico de la Edificación. Aunque sea más complejo que los modelos de aplicabilidad de normas más reducidas, se ha optado por su inclusión por la importancia en este campo.

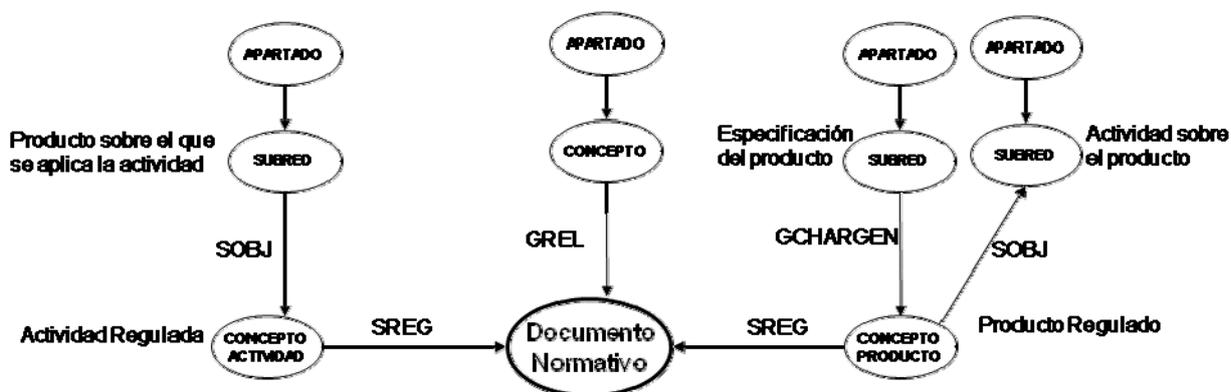
Figura 7: Ficha del modelo de la CTE



3. *Ontología de índice*: representa los conceptos y las relaciones de los epígrafes que titulan cada uno de los apartados del documento normativo. Como se observa en la

figura 3, los *Apartados* suelen tener en su cabecera un elemento de texto cuya unidad de información asociada es el Índice. La localización de los mismos puede ser automática desde el documento en formato PDF, a través del parser. Desde un punto de vista semántico, en la mayoría de los casos el índice describe a grandes rasgos los contenidos de un documento normativo, aportando información que facilita la interpretación de sus contenidos. Estos conceptos y relaciones en los títulos del índice se marcan manualmente, y en este caso particular, facilita la búsqueda de normas. Las relaciones principales que aparecen entre una norma y los conceptos en los epígrafes de los índices son actividades y productos regulados por la norma, y algunas generalidades o propiedades del propio documento normativo. En la figura 8 se muestra el modelo general usado para los índices, donde se identifica tres relaciones principales entre el contenido del índice y el documento normativo al que pertenece: (1) a la izquierda la relación entre el índice y la actividad que regula, en sus subíndices aparecen sobre qué productos se aplica, si no es el caso se aplica sobre el objeto de la norma; (2) en la parte derecha la relación entre el índice y el producto que regula, en los subíndices aparecen especificaciones de aspectos regulados, si no es el caso se considera una caracterización general del producto o actividades reguladas sobre el producto; y (3) en la zona central aparecen los conceptos generales, generalmente metadatos, que habitualmente aportan propiedades del propio documento, y esa es la relación que aparecerá, como ámbito de aplicación. Hay que tener en cuenta que se debe hacer la lectura en función del anidamiento de los distintos niveles de índices, y siempre referido al objeto de la norma.

Figura 8: Modelo de Índice de documento



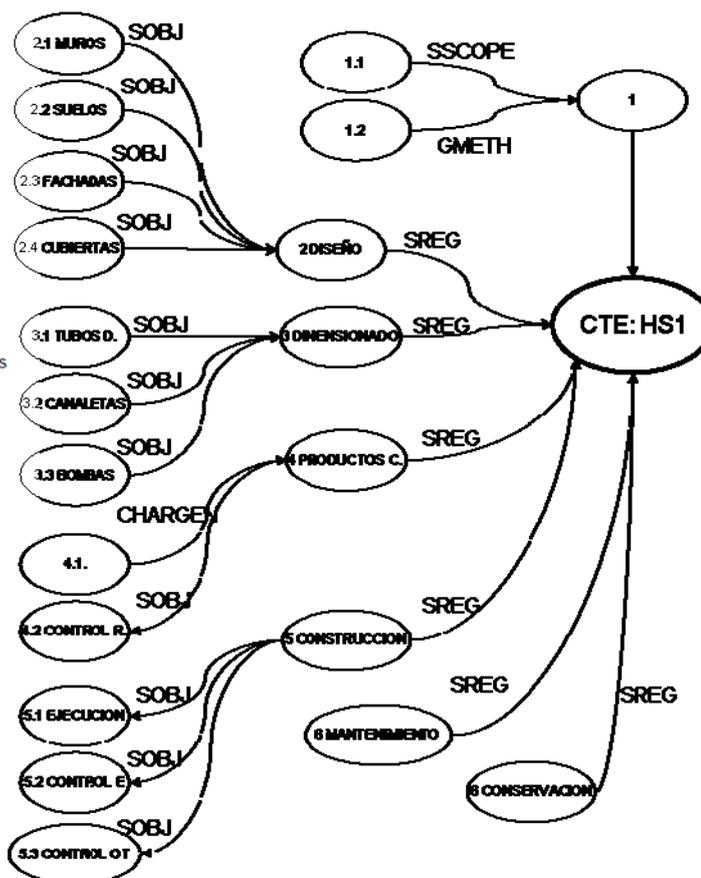
En la figura 9 se muestra la aplicación de este modelo al índice del documento básico HS 1 del Código Técnico de la Edificación. Como se observa, no se han tenido en cuenta los apéndices.

Figura 9: Modelo de Índice de documento CTE: HS 1

Índice

Sección HS 1 Protección frente a la humedad

- 1 Generalidades
 - 1.1 Ámbito de aplicación
 - 1.2 Procedimiento de verificación
 - 2 Diseño
 - 2.1 Muros
 - 2.2 Suelos
 - 2.3 Fachadas
 - 2.4 Cubiertas
 - 3 Dimensionado
 - 3.1 Tubos de drenaje
 - 3.2 Canaletas de recogida
 - 3.3 Bombas de achique
 - 4 Productos de Construcción
 - 4.1 Características exigibles a los productos
 - 4.2 Control de recepción en obra de productos
 - 5 Construcción
 - 5.1 Ejecución
 - 5.2 Control de la ejecución
 - 5.3 Control de la obra terminada
 - 6 Mantenimiento y Conservación
- Apéndice A Terminología
Apéndice B Notación
Apéndice C Cálculo del caudal de drenaje



5. Conclusiones y desarrollos futuros

El esquema propuesto de búsqueda de normas permite a usuarios sin conocimientos profundos de la construcción, buscar información sobre el cuerpo normativo que le permite iniciar el desarrollo de un proyecto. Se basa fundamentalmente en los metadatos y el ámbito de aplicación, tanto el objeto del proyecto como sus aspectos regulados, presentando una gran ventaja al utilizar también el contenido semántico del índice del documento. Debe tenerse en cuenta que forma parte de un proyecto global, donde el objetivo es un modelo para la interpretación de la información contenida en los documentos normativos, no exclusivamente la selección de las normas. Desde este punto de vista, el modelo semántico del índice del documento gana en relevancia, pues en la mayoría de los casos aporta la semántica principal de sus contenidos.

La verificación del sistema es el primer paso a realizar, como ya se indicó, los resultados se verificarán utilizando técnicas habituales en la búsqueda de documentos: PRECISION y RECALL. Los resultados del sistema serán contrastados por un grupo de expertos en el campo de la construcción.

Los siguientes pasos tienen que ver con la consecución del modelo global de interpretación de normas técnicas, fundamentalmente en desarrollar una ontología que permita modelar los distintos tipos de información contenida en las mismas. Por ello, a más largo plazo, se plantea desarrollar alguna metodología, integrada al modelo semántico, que permita la interpretación de información no expresada en lenguaje natural, ya sea en forma de imágenes, tablas, ecuaciones o gráficos entre otros, para una interpretación completa de la información de las normas.

6. Referencias

- Bravo, G. et al. (2008). Semantic Representation of Product Requirements for True Product Knowledge Management. *Ework and Ebusiness in Architecture, Engineering and Construction*. Gran Bretaña. Taylor and Francis. 2008. Pag. 255-262
- Bravo, G. et al. (2010). An Approach to Semantic Modelling of Activities in Construction. *Ework and Ebusiness in Architecture, Engineering and Construction*. London, UK. Balkema. 2010. Pag. 89-95
- Cheng, C.P. et al. (2009). Improving access to and understanding of regulations through taxonomies. *Government Information Quarterly*, 26(2): 238-245, 2009. Elsevier
- Chung, P.W.H. & Stone D. (1994). Approaches to representing and reasoning with technical regulatory information. *The Knowledge Engineering Review*, 9 , pp 147-162 doi:10.1017/S0269888900006779
- Fenves, S.J. & Garret, J.H., Kiliccote, H., (1995). Computer representations of design standards and building codes: U.S. perspective. *The Int. J. of Constr. Information Technol.*, University of Salford, Salford, U.K., 13-34.
- Gruber, T.R. (1993). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In *International Workshop on Formal Ontology: International Journal Human-Computer Studies* (págs. 907-928)
- Helbig, H., (2005). *Knowledge representation and the semantics of natural language*. New York: Springer-verlag
- Horrige, M., et al. (2009). *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools.Edition 1.2*. Technical report, the University of Manchester. http://owl.cs.manchester.ac.uk/tutorials/protegeowltutorial/resources/ProtegeOWLTutorialP4_v1_2.pdf
- Kiliccote, H. (1996). " A standards processing framework." Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pa
- Noy, N.F. & McGuinness, D.L. (2001). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. *Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880*.
- W3C, (2010). *SPARQL LANGUAGE 1.1*. <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- W3C, (2010). *XML PATH LANGUAGE (XPATH) 2.0 (Second Edition)* <http://www.w3.org/TR/2010/REC-xpath20-20101214/>
- Yurchyshyna, A. & Zarly A. (2009). An ontology-based approach for formalisation and semantic organisation of conformance requirements in construction. *Automation in Construction*. Volume: 18, Issue: 8, Publisher: Elsevier B.V., Pages: 1084-1098. ISSN: 09265805 DOI: 10.1016/j.autcon.2009.07.008

Correspondencia (Para más información contacte con):

Arturo Fernández de la Puente Sarriá.
Phone: + 34 95 455 64 39
Fax: + + 34 95 455 28 25
E-mail: puente@us.es