

Ontología de monumentos de la villa de Madrid

Autor: Víctor Iglesias Castán
Tutora: Claudia Reina Fajardo
Profesor: Joan Arnedo Moreno

Grado de Ingeniería Informática
Computación

Enero del 2025

El presente cuadro de texto tiene solamente finalidades informativas y no tiene que ser incluido en la memoria del estudiante. Asimismo, esta página tampoco tiene que ser incluida.

SOBRE LOS CONTENIDOS DE ESTE DOCUMENTO

Este documento incluye estilos predeterminados de texto, ejemplos de citas bibliográficas, notas a pie de página e inserción de figuras (imágenes y gráficos) y tablas, así como sección de bibliografía e índices automatizados listos para usar.

SOBRE LOS CAPÍTULOOS DE ESTE DOCUMENTO

Aquellos apartados (i.e. capítulos, apartados, subapartados, etc.) con el título en color negro son obligatorios para todos los TFP, mientras que aquellos en color gris son opcionales, es decir, susceptibles de ser incluidos en la memoria según el tipo de TFP realizado. Es recomendable adaptar el orden de los capítulos a la naturaleza del TFP a realizar, e incluso combinar dos o más capítulos en uno si se considera oportuno.

Tened en cuenta que el número máximo de páginas que puede tener la memoria es 90, incluyendo anexos y bibliografía.

Créditos/Copyright

Una página con la especificación de créditos/copyright para el proyecto (ya sea aplicación por un lado y documentación por el otro, o unificadamente), así como la del uso de marcas, productos o servicios de terceros (incluidos códigos fuente). Si una persona diferente al autor colaboró en el proyecto, tiene que quedar explicitada su identidad y qué hizo.

A continuación se ejemplifica el caso más habitual y una lista de posibles alternativas:



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento- NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

Licencias alternativas (elegir alguna de las siguientes y sustituir la licencia anterior)

A) Creative Commons:



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial - SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial- Compartirlgual [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial. [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento- SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/es/)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-Compartirlgual. [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/)

B) GNU Free Documentation License (GNU FDL)

Copyright © 2024 – 25 Víctor Iglesias Castán.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	<i>Ontología de monumentos de la villa de Madrid</i>
Nombre del autor:	<i>Víctor Iglesias Castán</i>
Nombre del colaborador/a docente:	<i>Claudia Reina Fajardo</i>
Nombre del PRA:	<i>Joan Arnedo Moreno</i>
Fecha de entrega (mm/aaaa):	<i>01/2025</i>
Titulación o programa:	<i>Grado de Ingeniería Informática</i>
Área del Trabajo Final:	<i>Web semántica</i>
Idioma del trabajo:	<i>Español</i>
Palabras clave	<i>Ontología Monumentos</i>
Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras): <i>Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados y conclusiones del trabajo</i>	
Abstract (in English, 250 words or less):	

Dedicatoria/Cita

Breves palabras de dedicatoria y/o una cita.

Agradecimientos

Si se considera oportuno, mencionar a las personas, empresas o instituciones que hayan contribuido en la realización de este proyecto.

Abstract

Texto con la síntesis del proyecto, esto es, un texto en el cual se explica de manera concisa la definición del proyecto/problema abordado, sus objetivos/métodos de resolución, y los resultados y conclusiones (no puede ser una lista, sino un texto continuo redactado de manera estructurada). Si es necesario poner una referencia en este texto, ésta será anotada a pie de la misma página. En este apartado se puede usar un lenguaje más literario y coloquial que para el resto del documento.

El Abstract se escribirá por duplicado. Una de las versiones tiene que ser **obligatoriamente en inglés**. La otra versión tiene que estar escrita en catalán o español. En caso de no escribir el resto del documento en inglés, será necesario escribir la segunda versión del Abstract en el idioma utilizado para el resto de la memoria. La palabra Abstract se cambiará por **“Resum”** o **“Resumen”** en la versión catalana y española, respectivamente.

Extensión recomendada: 250 palabras máximo.

Como escribir un buen Abstract (en inglés):

<http://www.ece.cmu.edu/~koopman/essays/abstract.html>

Palabras clave

Ontología, Web semántica, Monumentos, Datos abiertos, *Linked data*, Trabajo de Final de Grado

Notaciones y Convenciones

Uso de tipografías (familias, negritas, itálicas, etc.) para distinguir tipos de contenidos en los textos, por ejemplo, código, etc.

Índice

1. Introducción.....	13
1.1. Prefacio.....	13
1.2. Descripción.....	14
1.3. Objetivos generales.....	15
1.3.1. Objetivos principales.....	15
1.3.2. Objetivos secundarios.....	15
1.4. Metodología y proceso de trabajo.....	16
1.4.1. Requisitos.....	17
1.4.2. Dominio, alcance, usuarios y usos.....	17
1.5. Planificación.....	18
1.5.1. Tareas.....	18
1.5.2. Hitos.....	19
1.5.3. Diagrama de Gantt.....	19
1.6. Presupuesto.....	20
1.6.1. Equipamiento técnico.....	21
1.7. Estructura del resto del documento.....	21
2. Análisis de mercado.....	22
2.1. Web semántica.....	22
2.2. Ontología.....	23
2.3. XML.....	23
2.4. RDF.....	23
2.5. OWL.....	23
2.6. SPARQL.....	23
2.7. Linked data.....	23
2.8. Open data.....	23
3. Propuesta.....	23
3.1. Definición de objetivos/especificaciones del producto.....	23
3.2. Modelo de negocio.....	23
4. Diseño.....	24
4.1. Arquitectura general de la aplicación/sistema/servicio.....	24
4.2. Arquitectura de la información y diagramas de navegación.....	24
4.3. Diseño gráfico e interfaces.....	24
4.3.1. Estilos.....	24
4.3.2. Usabilidad /UX.....	24
4.4. Lenguajes de programación y APIs utilizados.....	25
5. Implementación.....	25
5.1. Requisitos de instalación.....	25
5.2. Instrucciones de instalación.....	25
6. Demostración.....	26
6.1. Instrucciones de uso.....	26
6.2. Prototipos.....	26

6.2.1. Prototipos Lo-Fi.....	26
6.2.2. Prototipos Hi-Fi.....	26
6.3. Tests.....	26
6.4. Ejemplos de uso del producto (o guía de usuario).....	26
7. Conclusiones y líneas de futuro.....	27
7.1. Conclusiones.....	27
7.2. Líneas de futuro.....	27
Bibliografía.....	28
Anexos.....	29

Figuras y tablas

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Gantt.....	19
Figura 2: Pila tecnológica de la web semántica (9).....	22

Índice de tablas

Tabla 1: Tareas por hito.....	18
Tabla 2: Cronología de los hitos.....	19
Tabla 3: Horas por tarea.....	21

1.Introducción

1.1. Prefacio

El presente documento es la memoria de mi trabajo de final de grado de ingeniería informática. Éste trabajo pretende explorar las posibilidades que ofrece actualmente la web semántica, sus herramientas y los datos abiertos. Para ello, se propone crear una ontología que pueda tener su interés y utilidad dentro del mundo de las ontologías, así como ser una pieza clave dentro de un entorno de aplicación cliente / servidor que empodere a las personas.

A partir de los datos abiertos acerca de los monumentos localizados en la villa de Madrid, se definirán las clases, jerarquías, propiedades y restricciones de una ontología. Este modelo no se diseñará de forma que quede circunscrito a los datos de Madrid, sino que será generalizado para que pueda contener monumentos de todas las ciudades del mundo. A continuación, la ontología se poblará con los datos.

Finalmente, se pondrán a prueba las posibilidades que ofrece la web semántica mediante la integración de la información contenida en la DBpedia acerca de monumentos. La DBpedia contiene información extraída de la Wikipedia en forma estructurada y mediante consultas semánticas se pueden relacionar sus contenidos con los de la ontología

1.2. Descripción

En los desplazamientos por las ciudades, ya sea en la localidad de residencia del transeúnte o en una visita debida a diferentes motivos como turismo o trabajo, es frecuente encontrarse con monumentos. El espacio público no es un museo, por lo que toda la información acerca del monumento está contenida en una placa conmemorativa o inscripción, por lo que el observador carece de información más detallada, desde su contexto histórico a una breve biografía de su autor, o incluso a quién o qué se está homenajeando. De hecho, no es infrecuente que tan solo se tenga un conocimiento superficial incluso de monumentos por los que se pasa casi a diario.

Actualmente, cada vez más ayuntamientos se suman a la filosofía *open data*, y comparten de forma abierta toda clase de datos acerca de su localidad, como monumentos, jardines y demás puntos de interés. Estos datos permitirían poblar una ontología de monumentos. Gracias a la omnipresencia del móvil y otros dispositivos portátiles, un transeúnte podría acceder a la información contenida en la ontología acerca del monumento que está viendo en ese momento mediante una aplicación móvil, ya sea a partir de las coordenadas de su posición actual o buscándolo por su nombre.

Además, la información contenida en dicha ontología podría ampliarse más allá de los datos suministrados por los entes públicos. Por un lado, la Wikipedia es el recurso colaborativo más grande construido por la humanidad y en ella se encuentra información detallada acerca de muchos monumentos de ciudades alrededor del mundo. Por otro lado, tenemos la DBpedia, un proyecto que sigue el paradigma de *linked data* con el objetivo de extraer datos estructurados de la Wikipedia, cuyo contenido está pensado para ser consumido por humanos, no por programas.

Finalmente, el hecho de tener toda esta información contenida en una ontología, la hace accesible a otras ontologías, programas y sistemas informáticos, por ejemplo relacionados con el urbanismo, el turismo, etc. Esto no es casual, pues las ontologías son la principal herramienta de la web semántica para conseguir su objetivo: que las aplicaciones puedan interpretar, compartir y reutilizar la información.

El presente trabajo no se centra en la realización de la aplicación móvil (lado cliente) ni de la aplicación del lado servidor, pero sí incluye la ontología a la que deberá consultar la aplicación servidor para satisfacer las peticiones del cliente, el poblado de esta con datos provenientes del Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, así como demostraciones de las consultas en SPARQL a la ontología, así de cómo se puede ampliar la información que contiene acerca de un monumento con la contenida en la DBpedia.

1.3. Objetivos generales

1.3.1. Objetivos principales

Los objetivos principales son dos. En primer lugar, crear una ontología de monumentos. Esta se diseñará para poder contener información de monumentos de cualquier ciudad del mundo, aunque por las constricciones de tiempo, para este proyecto se poblará sólo con los datos abiertos que proporciona Madrid. En segundo lugar, enriquecer la información contenida en la ontología con la información de la DBpedia mediante consultas semánticas en SPARQL.

El objetivo desde la perspectiva del usuario será poder obtener información acerca del monumento que está viendo: historia, descripción de los elementos, biografía de su autor, etc. Este objetivo se conseguirá mediante una aplicación para dispositivos móviles cuyo desarrollo no está en el alcance del presente trabajo. Esta aplicación del lado cliente consultará a una aplicación del lado servidor que a su vez obtendrá la información de la ontología.

En cuanto a los objetivos personales, por un lado y a pesar de llevar muchos años trabajando como programador, la mayoría dedicados al desarrollo web, me llama la atención la web semántica. En consecuencia, con este trabajo puedo mejorar mis conocimientos acerca de la web semántica y las tecnologías relacionadas: las ontologías, el estándar de notación RDF con sus tripletas y su representación en forma de grafo, el estándar OWL, el lenguaje SPARQL para hacer consultas sobre información basada en RDF y el concepto de datos abiertos.

Por otro lado, me llamó mucho la atención el proyecto de la Wikipedia desde que lo conocí hace muchos años, pues me pareció una forma excelente de hacer llegar conocimientos a cualquier ser humano con acceso a Internet, pudiendo así vencer las limitaciones económicas y físicas que padezca la persona en su entorno. Lamentablemente, en la última década los usuarios cada vez pasamos más tiempo en plataformas cuyos contenidos mayoritarios están pensados sólo para entretener, por ejemplo TikTok, Instagram o Facebook, de manera que parte de Internet se ha convertido en una nueva “caja tonta”. Frente a esta realidad, puede explorarse el proyecto DBpedia como herramienta para enriquecer con contenido de la Wikipedia otras aplicaciones, colaborando así a que Internet mantenga el potencial que se le vio desde sus inicios para mejorar la cultura y la formación de las personas.

1.3.2. Objetivos secundarios

Esta ontología, a su vez, puede ser integrada en ontologías de dominio más general, por ejemplo de turismo, urbanismo o geografía. Esta posibilidad no es para nada algo secundario sino que la interoperabilidad es una de las aplicaciones de la web semántica. La única razón por la que se ha listado como objetivo secundario es porque no será abordado en este trabajo, si bien será posible pues la ontología será públicamente accesible.

1.4. Metodología y proceso de trabajo

A la hora de crear una ontología existen diversas metodologías. Algunas de ellas resultado de la experiencia obtenida en el desarrollo de un proyecto concreto y que pueden adaptarse mejor a proyectos de características similares; otras con un enfoque más generalista. Algunas metodologías son: Ontology Development 101, Methontology, On-To-Knowledge, Text2Onto, SENSUS-Based y Grüninger y Fox. Algo frecuente en estas metodologías es que son un proceso iterativo, característica que no por casualidad es compartida con el desarrollo de software.

Probablemente, la que mejor encaja con este proyecto es Methontology (1), propuesta por el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica de Madrid. Esta metodología propone un ciclo de vida basado en iteraciones, donde cada iteración consiste en el mismo conjunto de actividades o pasos. Las actividades están inspiradas en la norma IEEE 1074 para el proceso de desarrollo de software. El fruto de cada iteración es un prototipo de la ontología.

Las razones por las que encaja mejor son dos:

1. El desarrollo de esta ontología se ve favorecido por un proceso iterativo. Por ejemplo, al crear las instancias mediante la carga de datos del fichero CSV, podrían descubrirse deficiencias en la ontología que deberán subsanarse.
2. Esta ontología es ampliable mediante la incorporación de nuevas fuentes de datos abiertos. Nuevas propiedades de los mismos podrían requerir cambios en la ontología, por lo que es correcto verla como un prototipo que evoluciona a medida que se enriquece con nuevas fuentes de datos. En este sentido, la ontología resultante de este proyecto hay que verla como un prototipo.

Las actividades o pasos son:

- **Especificación:** Define el alcance de la ontología. En esta fase se debe decidir y delimitar:
 - o Los objetivos de su creación.
 - o El dominio de actuación.
 - o Por quién y para qué será utilizada.
- **Conceptualización:** Se debe organizar y estructurar el conocimiento adquirido mediante la creación de un glosario de términos que pertenezcan al dominio, definirlos y estructurarlos. De las diferentes herramientas para lograr este objetivo, para este trabajo se empleará el diseño UML.
- **Formalización:** El modelo conceptual de la actividad anterior se pasa a un modelo formal, más riguroso.
- **Integración:** Debe contemplarse si existen y pueden integrarse otras ontologías para reducir costes y evitar duplicidades.

- **Implementación:** Se convierte el modelo formal en un modelo computable. En este trabajo se empleará Protégé para lograrlo. Además, en el desarrollo mediante Protégé que se realizará, se solaparán las actividades de formalización e implementación.
- **Evaluación:** Debe verificarse que la ontología cumpla con los objetivos planteados en la especificación.
- **Documentación:** Para que la ontología se pueda compartir y reutilizar, se debe documentar. Esta memoria será la documentación de la ontología.
- **Mantenimiento:** Consiste en establecer cuáles líneas de mantenimiento y modificación se llevarán a cabo. Esta actividad está fuera del alcance del presente trabajo, corresponderá a quienes reutilicen o amplíen la ontología en el futuro.

1.4.1. Requisitos

El producto final consta de la ontología como parte fundamental. En segundo lugar, consta de las consultas en SPARQL que sirven como prueba de concepto del potencial de las ontologías y el *linked data*.

Los requisitos de la ontología son los siguientes:

- Contener información acerca de los monumentos de Madrid provenientes de datos abiertos: nombre, descripción, año, dirección, barrio, distrito y enlace a la ficha del monumento en el sitio web “Patrimonio cultural y paisaje de Madrid”.
- Ser ampliable a monumentos de otras ciudades.
- Los monumentos estarán clasificados por tipos.

Los requisitos que deben cumplir las consultas son los siguientes:

- Localizar el monumento cercano a una geolocalización y proporcionar la información disponible en la ontología de ese monumento.
- Encontrar monumentos por nombre, barrio, distrito, año, autor y ciudad.
- Ampliar la información disponible mediante consultas cruzadas con el punto de acceso SPARQL de la DBpedia, de manera que se pueda incluir su historia, descripción de sus elementos, biografía del autor o autores, etc.

1.4.2. Dominio, alcance, usuarios y usos

El dominio del proyecto son los monumentos localizados en Madrid. El alcance del proyecto es la creación de la ontología de monumentos de Madrid a partir de los datos abiertos disponibles. Este alcance implica una primera iteración del producto, aunque tal vez requiera retornar a una actividad anterior cuando se descubra que son necesarios cambios. El alcance no incluye las nuevas iteraciones que requieran la incorporación de más datos de otras ciudades: se limita estrictamente a Madrid.

El perfil de los usuarios finales del producto desarrollado será técnico, ya sea para ampliar la ontología con más instancias o integrarla en otra ontología, ya sea para crear las aplicaciones lado cliente y servidor, en ambos casos se requieren personas de suficiente perfil técnico.

Los posibles usos del producto final son tres:

- Ampliar la ontología con monumentos de más ciudades.
- Integrarla en ontologías de propósito más general.

- Crear una aplicación que permita a usuarios finales obtener información desde su móvil del monumento que están contemplando.

1.5. Planificación

La planificación del proyecto se estructura en hitos, los cuales derivan de las entregas de las PEC. Por cada hito se han definido sus tareas. La visualización en forma gráfica del espacio temporal de las tareas se realiza mediante el diagrama de Gantt.

1.5.1. Tareas

A continuación, se muestran las tareas requeridas de cada PEC o hito:

PEC 1
Lectura de los materiales de las asignaturas TFG y Web semántica
Informarse acerca de la web semántica, los datos abiertos, las ontologías y tecnologías relacionadas
Elaboración de una propuesta inicial
PEC 2
Análisis de la información acerca de monumentos disponible en ficheros open data
Análisis de la información acerca de monumentos contenida en la Wikipedia y en la DBpedia
Elaboración del estado del arte
Crear proyecto en Github
PEC 3
Describir mediante UML el modelo que contiene toda la información necesaria
Creación de la ontología con Protégé a partir del diseño UML
Programación del script de importación de datos
Creación de consultas que demuestren las posibilidades de la ontología y de su integración con la DBpedia
PEC 4
Pulir la versión definitiva de la ontología
Versión definitiva en Github: fichero de la ontología y fichero README.md
Pulir la versión definitiva de la memoria
Creación del vídeo de defensa del TFG
Creación del vídeo tráiler del proyecto
PEC 5
Preparación de la defensa del trabajo
Defensa síncrona del trabajo

Tabla 1: Tareas por hito

1.5.2. Hitos

Los hitos coinciden con las entregas parciales de las PEC:

Tarea	Fecha inicio	Fecha fin
PEC 1	25/09/2024	20/10/2024
PEC 2	21/10/2024	17/11/2024
PEC 3	18/11/2024	08/12/2024
PEC 4	09/12/2024	12/01/2025
PEC 5	13/01/2025	?

Tabla 2: Cronología de los hitos

1.5.3. Diagrama de Gantt

A partir de las tareas e hitos definidos previamente, se ha elaborado el siguiente diagrama de Gantt:

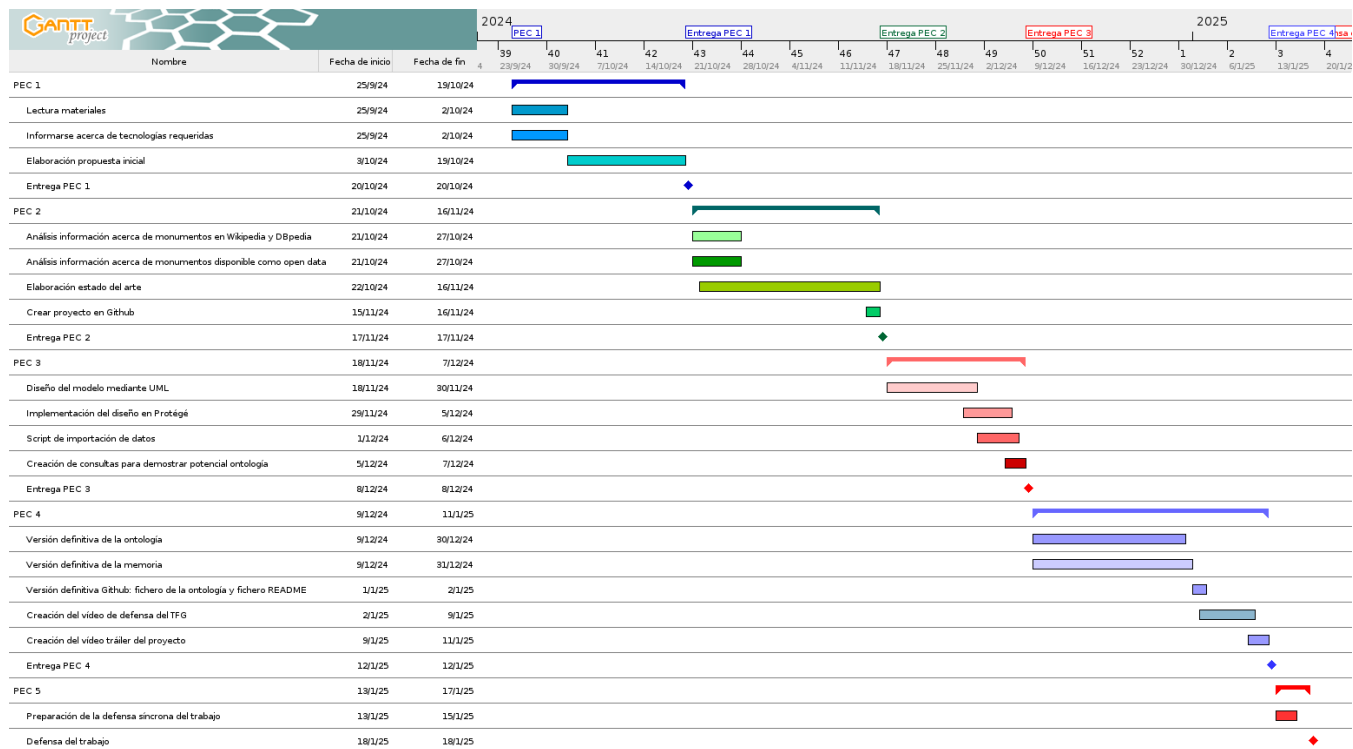


Figura 1: Diagrama de Gantt

Como todavía se desconoce la fecha exacta de la defensa del trabajo, se ha planteado la fecha del 18 de enero de 2025.

La planificación (tareas e hitos) se ha hecho acorde con los enunciados de cada PEC: estos especifican qué partes del proyecto se deben realizar. Ahora bien, existe cierta coincidencia entre la planificación dada y la metodología Methontology:

- La PEC 1 coincide con la actividad de especificación, así como las 2 primeras tareas de la PEC 2.
- La tarea del estado del arte coincide con la actividad de integración, pues tal vez se encuentre una ontología que pueda reutilizarse.

- En la PEC 3 se llevan a cabo las actividades de formalización e implementación. Las consultas que se crearán también servirán para realizar la actividad de evaluación de la ontología.
- En la PEC 4 aparecen las tareas de creación de las versiones definitivas de la ontología y la memoria, las cuales pueden verse como otra iteración después de la evaluación, pues según se haya visto en las consultas, podría ser necesario regresar a la actividad de conceptualización y avanzar hasta la de evaluación.

Un posible riesgo está en cumplir con los plazos de la PEC 3, pues a efectos prácticos concentra prácticamente todo el desarrollo del producto y tan sólo se dispone de 20 días.

1.6. Presupuesto

La limitación en este proyecto es de tiempo, éste viene dado por el total de créditos ECTS de la asignatura: 12. En la UOC, un crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante (2), por lo que se dispone de 300 horas para este proyecto. Además, las fechas de entrega de los hitos también vienen estipuladas.

El periodo desde el inicio del semestre hasta el hito de la PEC 4 es de 106 días. De ahí a la PEC 5 se han puesto 5 días, si bien se desconoce la fecha exacta de la defensa del trabajo, es un tiempo razonable para la defensa del trabajo y la preparación de esta. Por lo tanto, puede considerarse que se disponen de 111 días.

El equipo humano del proyecto está compuesto por una única persona, por lo que las tareas del proyecto se desarrollarán en función de mi disponibilidad. Actualmente trabajo a jornada completa 40 horas semanales, además de cursar otras 2 asignaturas, pero dispongo de días de vacaciones para avanzar en el proyecto. Aproximadamente son 2,7 horas por día, unas 19 a la semana.

La siguiente tabla desglosa las tareas del proyecto y sus horas. A partir de aquí se podría realizar un presupuesto asignando a cada tipo de tarea un precio por hora.

Hito	Actividad	Horas
PEC 1		
	Lectura de los materiales	10
	Informarse acerca de tecnologías requeridas	11
	Elaboración propuesta inicial	46
PEC 2		
	Análisis información acerca de monumentos en Wikipedia y DBpedia	9
	Análisis información acerca de monumentos disponible como open data	10
	Elaboración estado del arte	56
PEC 3		
	Diseño del modelo mediante UML	30
	Implementación del diseño en Protégé	16
	Script de importación de datos	6
	Creación de consultas para demostrar potencial ontología	10
PEC 4		
	Versión definitiva de la ontología	28
	Versión definitiva de la memoria	33
	Versión definitiva Github: fichero de la ontología y fichero README	2
	Creación del vídeo de defensa del TFG	21
	Creación del vídeo tráiler del proyecto	8
PEC 5		
	Preparación de la defensa sincrónica del trabajo	5

Tabla 3: Horas por tarea

1.6.1. Equipamiento técnico

El equipamiento técnico se divide en software y hardware. En lo que respecta al último, basta con una estación de trabajo sin especiales prestaciones. Concretamente, se dispone de un equipo con CPU Intel Core i5-4460 a 3,2 GHz, 16 GB de RAM y 1TB de disco duro.

Respecto al software, el sistema operativo es Linux, si bien el software requerido es agnóstico del sistema operativo. El diseño UML de la ontología se realizará con la herramienta en línea “draw.io” y se implementará con el programa Protégé, posiblemente se deba añadir una extensión para poder trabajar con GeoSPARQL. No obstante, Protégé no tiene la capacidad de acceder a servicios remotos para realizar consultas distribuidas que integren la información contenida en la ontología con la de la DBpedia, por lo que se empleará Apache Jena Fuseki como servidor SPARQL. GeoSPARQL también puede ser integrado en Fuseki, se analizará esta opción. Si bien Virtuoso podría funcionar mejor cuando hay un gran volumen de datos, Fuseki será suficiente para la prueba de concepto del presente trabajo.

1.7. Estructura del resto del documento

Breve descripción de los otros capítulos de la Memoria.

Explicación de los contenidos de cada capítulo y su relación con el trabajo en global.

2. Análisis de mercado

En este apartado se explica el concepto de web semántica, así como las tecnologías y estándares relacionados en los que se basa el presente trabajo.

2.1. Web semántica

La web actual es la web 2.0. En sus páginas web se presenta la información de forma comprensible para los humanos. La web semántica no es una nueva web, una especie de web 3.0, sino una extensión de la actual que la complementa, cuyo objetivo final es la interrelación de los recursos disponibles en la web, es decir, la web debe ser una red de interconexión de datos que puedan ser comprendidos por aplicaciones.

Actualmente, la información de la web no está estructurada y además contiene gran cantidad de texto en lenguaje natural, siempre ambiguo. En consecuencia, para que la web semántica sea una realidad, debe lograrse describir el significado, es decir, la semántica.

Por otro lado, además de haberse logrado dotar de significado a la web, también se debe disponer de aplicaciones y tecnologías que empleen la información semántica para ofrecer nuevos servicios. Este software es lo que el W3C denomina servicios web y agentes.

Si se logran ambos objetivos, sería realidad el siguiente ejemplo de una aplicación: el buscador inteligente. Mediante el mismo, un usuario formula que desea irse de vacaciones a una localidad el próximo fin de semana. El buscador sabrá cuáles son las fechas del próximo fin de semana y sugerirá unos vuelos. Una vez el usuario selecciona los que considera mejores, el buscador se encarga automáticamente de las reservas. A continuación, el buscador sugiere diferentes alojamientos y se encarga también de reservar el seleccionado.

En la siguiente figura se muestra la pila de la web semántica, tal y como la presentó Tim Berners-Lee en la presentación “Semantic Web – XML2000”:

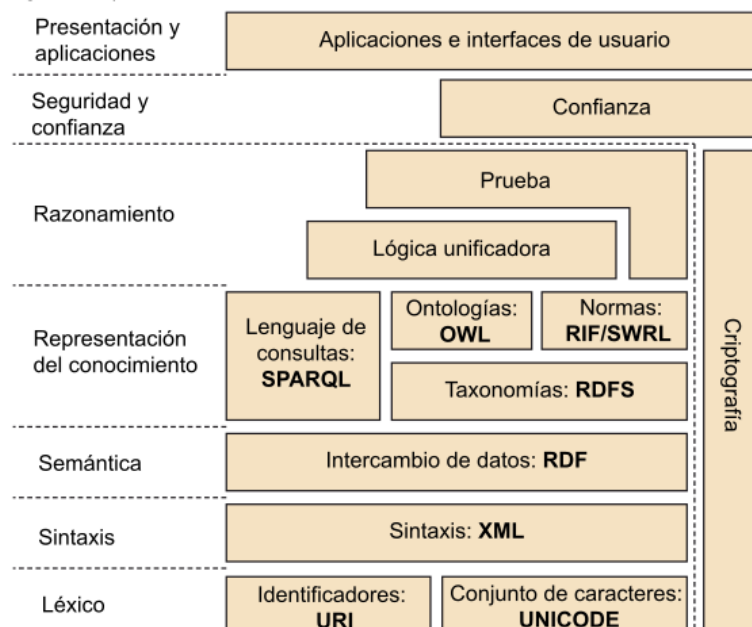


Figura 2: Pila tecnológica de la web semántica (9)

En los siguientes subapartados se explican estas tecnologías y estándares.

2.2. Ontología

2.3. XML

2.4. RDF

2.5. OWL

2.6. SPARQL

2.7. Linked data

2.8. Open data

3.Propuesta

A partir del análisis de mercado hecho en el capítulo anterior, este tercer capítulo pretende explicar de manera resumida la propuesta del TF, haciendo énfasis en sus particularidades que lo diferencian de la competencia.

Nota: No todas las sub-secciones propuestas a continuación son aplicables a todos los tipos de TF, por lo cual hay que escoger las más apropiadas según cada caso. También se pueden modificar sus títulos o resumir según se considere conveniente.

3.1. Definición de objetivos/especificaciones del producto

Descripción de los objetivos principales que tiene que realizar el producto/servicio (p.ej.: venta de billetes online, reservas de hoteles, alquiler de coches).

Listado detallado de las características, especificaciones y prestaciones principales del producto/servicio (p.ej.: multiplataforma, bilingüe, registro de usuarios, emisión de tarjetas de embarque, sistema de pagos mediante tarjeta de crédito, emisión de facturas).

3.2. Modelo de negocio

En caso de que corresponda, se incluirá un apartado de valoración económica del trabajo. Este apartado indicará los gastos asociados a la hipotética (o no) puesta en marcha del proyecto, los beneficios económicos que se esperan y la manera en que se esperan obtener, así como un análisis sobre la viabilidad económica del producto.

4. Diseño

A partir de este capítulo (y en los sucesivos, ya que el contenido se puede dividir en más de un capítulo) se tiene que explicar todos los detalles del producto/servicio realizado.

Nota: No todas las sub-secciones propuestas a continuación son aplicables a todos los tipos de TF, por lo cual hay que escoger las más apropiadas según cada caso. También se pueden modificar sus títulos o resumir según se considere conveniente.

4.1. Arquitectura general de la aplicación/sistema/servicio

Descripción general de los elementos que componen el producto desarrollado (p. ej.: front-end cliente, back-end servidor, almacenamiento en la nube, etc.) y la forma en que se relacionan entre sí.

Se recomienda incluir diagramas generales; los diagramas de detalle se incluyen en el apartado siguiente.

4.2. Arquitectura de la información y diagramas de navegación

Descripción detallada mediante diagramas de los elementos principales que componen la aplicación.

Se recomienda incluir:

- Diagramas de la arquitectura interna de la información, incluyendo bases de datos, procesos, clases, componentes, etc.
- *Story-boards* y guiones creados para el producto y comentarios a los mismos.
- Diagramas de navegación generales y sub-diagramas de detalle, si son necesarios.
- Contenidos incluidos en la aplicación, indicando tipo y formatos.

No todos los tipos de diagramas sugeridos se aplican a todas las aplicaciones. Escoger los que se adecuen mejor al tipo de aplicación desarrollada.

En vez de formar un capítulo propio, los diagramas también se pueden integrar en otros capítulos de la memoria para ilustrar determinados temas o apartados.

4.3. Diseño gráfico e interfaces

Esbozos, croquis, modelos, etc., creados durante el proceso de trabajo, incluyendo especialmente:

4.3.1. Estilos

Definición de la línea gráfica del trabajo. Es recomendable incluir, entre otros:

- Logotipos y anagramas
- Paleta de colores
- Paleta tipográfica, tamaño y estilo de fuentes
- Fuentes, iconos, botones y otros elementos gráficos

4.3.2. Usabilidad /UX

Información sobre cómo se han aplicado principios y técnicas de usabilidad y experiencia de usuario al trabajo realizado. Incluir, por ejemplo:

- Formas de interacción
- Navegación
- Sitemap

4.4. Lenguajes de programación y APIs utilizados

Descripción del proceso realizado para elegir la plataforma de desarrollo (p.ej. CMS, sistema operativo, lenguaje de programación, herramientas a utilizar, etc.). Enumerar las principales plataformas y herramientas existentes para realizar el producto/servicio y justificar la elección de la solución escogida.

Información detallada sobre los recursos tecnológicos utilizados. Organizar por:

- Software
 - o Desarrollo
 - o Diseño
- APIs de terceros, complementos, plug-ins
- Hardware
- Otros

5. Implementación

Nota: No todas las sub-secciones propuestas a continuación son aplicables a todos los tipos de TF, por lo cual hay que escoger las más apropiadas según cada caso. También se pueden modificar sus títulos o resumir según se considere conveniente.

5.1. Requisitos de instalación

En el caso de ser necesaria una instalación, especificar la información detallada de los recursos necesarios:

- Software
- Hardware
- Formación/Conocimientos
- Otros requisitos

Detallar para cliente y servidor, si se utiliza.

5.2. Instrucciones de instalación

En el caso de ser necesaria una instalación, especificar los pasos detallados sobre cómo se tiene que instalar/implantar la aplicación.

6. Demostración

6.1. Instrucciones de uso

En el supuesto de que la utilización de la aplicación sea de gran complejidad o que se requiera realizar procesos específicos, hay que incluir los pasos detallados sobre cómo se tienen que realizar.

En caso de ser necesario, indicar URLs, datos de acceso, etc.

6.2. Prototipos

Prototipos creados a lo largo del proceso de desarrollo.

6.2.1. Prototipos Lo-Fi

- Sketches
- Wireframes
- Story-boards

6.2.2. Prototipos Hi-Fi

- Mock-ups
- Maquetas funcionales

Incluir imágenes con una resolución legible para el formato de este documento. Para cada imagen, indicar su título o función (p. ej.: página *home*, formulario de registro de usuario, etc.).

En el supuesto de que el volumen de imágenes sea muy elevado y/o que la resolución de este documento no resulte suficiente para una buena legibilidad, se puede realizar un documento separado con los requisitos adecuados, por ejemplo en PowerPoint u otra herramienta de presentación. Mencionar el documento resultante en el anexo de “Entregables del proyecto”.

6.3. Tests

Descripción de los tests y pruebas realizadas para poner a prueba el trabajo respecto a su funcionalidad, rendimiento, utilidad, etc., indicando, si es necesario, qué herramientas, personas y procedimientos/protocolos se han aplicado. Incluir, por ejemplo, tests de:

- Usuario
- Usabilidad
- Seguridad

Así como cualquiera otro recurso utilizado para obtener información: entrevistas, encuestas, etnografía, análisis de *logs* , etc.

6.4. Ejemplos de uso del producto (o guía de usuario)

Ejemplificar mediante diagramas o listas de pasos los procesos más importantes para obtener los resultados objetivos principales de la aplicación.

En el caso de haber realizado una Guía de Usuario, si no es extensa (menos de dos páginas) se puede incluir en esta sección. En caso de ser más extensa, incluirla como un documento separado y mencionarla en el anexo de “Entregables del proyecto”.

7. Conclusiones y líneas de futuro

7.1. Conclusiones

Conclusiones personales sobre el proyecto realizado, el proceso de trabajo y los resultados obtenidos. Este capítulo tiene que incluir:

- Una descripción de las conclusiones del trabajo:
 - o ¿Qué lecciones se han aprendido del trabajo?
- Una reflexión crítica sobre el logro de los objetivos planteados inicialmente:
 - o ¿Hemos conseguido todos los objetivos?
 - o Si la respuesta a la pregunta anterior es negativa, ¿por qué motivos?
- Un análisis crítico del seguimiento de la planificación y metodología a lo largo del proyecto:
 - o ¿Se ha seguido la planificación?
 - o ¿La metodología prevista ha sido la adecuada?
 - o ¿Se han tenido que introducir cambios para garantizar el éxito del trabajo? ¿Por qué?

7.2. Líneas de futuro

Información, predicciones y sugerencias sobre las posibles ampliaciones a futuro del trabajo, y/o lista de mejoras a realizar en hipotéticas futuras versiones del producto/servicio(3).

Bibliografía

1. José Ramón Rodríguez. El trabajo final como proyecto. Universitat Oberta de Catalunya;
2. FAQ - Estructura de las enseñanzas - Calidad - (UOC) [Internet]. 2024 [citado 15 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.uoc.edu/portal/es/qualitat/qualitat-titulacions/estructura-ensenyaments/faqs/faq-general.html>
3. Robert Clarisó Viladrosa, Jordi Conesa i Caralt, Jordi Duran Cals. Introducción a la representación del conocimiento. Universitat Oberta de Catalunya;
4. Robert Clarisó Viladrosa. Introducción al trabajo final. Universitat Oberta de Catalunya;
5. José Ramón Rodríguez. La gestión del proyecto a lo largo del trabajo final. Universitat Oberta de Catalunya;
6. Kim Hamilton RM. Learning UML 2.0 [Internet]. Disponible en: <https://learning.oreilly.com/library/view/learning-uml-2-0/0596009828>
7. Methontology [Internet]. Disponible en: <https://tv.unir.net/videos/13955/47/106/2587/0/Methontology>
8. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering [Internet]. Disponible en: https://oa.upm.es/5484/1/METHONTOLOGY_.pdf
9. Monumentos de la ciudad de Madrid - Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid [Internet]. [citado 20 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.c05c1f754a33a9fbe4b2e4b284f1a5a0/?vgnextoid=eb8e993ae322b610VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnextfmt=default>
9. Robert Clarisó Viladrosa, Jordi Conesa i Caralt, Robert Clarisó Viladrosa. Ontologías y web semántica. Universitat Oberta de Catalunya;
10. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology [Internet]. Disponible en: https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf

- **Libro:** Autores, Título, Edición (si se tercia), Editorial, Ciudad, Año.
- **Artículo de revista:** Autores, Título, Nombre de la Revista, Número de Página inicial y final, Número de la revista / Volumen, Año.
- **Web:** Nombre o título de la web, URL, fecha en que se ha visitado.

Las citas bibliográficas se tienen que ordenar alfabéticamente, según el apellido del autor, o el apellido del primer autor en el caso de ser varios.

Anexos

Listado de apartados complementarios adicionales o que son demasiado extensos para incluir dentro de la memoria y tienen un carácter auto-contenido. Dependiendo del tipo de trabajo, es posible que no haya que añadir ningún anexo.

Anexo A: Glosario

Glosario de terms y acrónimos utilizados en el trabajo (sólo aquellos mencionados en el presente documento) con breves definiciones de cada uno de ellos.

Anexo B: Entregables del proyecto

Lista de archivos entregados y su descripción.

Anexo C: Capturas de pantalla

Capturas de pantalla tanto del producto/servicio/aplicación realizado así como del proceso de trabajo. Este anexo también puede utilizarse para recopilar las capturas mostradas en otras secciones, en mayor tamaño para su mejor visualización, o no ser necesario su uso por el tipo de trabajo realizado.

Anexo D: Currículum Vitae

Sección opcional aunque recomendable.

Breve nota biográfica del autor del TF. Máximo 700 caracteres.

Anexo E: Resultados detallados de una encuesta

En el caso de haber realizado encuestas, detallar aquí los resultados.

Anexo F: Transcripción de una entrevista

En el caso de haber realizado entrevistas, transcribirlas en esta sección. En el supuesto de que el texto sea demasiado extenso se puede entregar en un documento separado.