



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Sistema para la integración
de información sobre productos fitosanitarios.

System for the integration
of information on phytosanitary products.

Autor

Catalin Dumitrache

Director

Francisco Javier López Pellicer

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. Catalin Constantin Dumitrache

con nº de DNI X8714559C en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado _____, (Título del Trabajo)

Sistema para la integración de información sobre productos fitosanitarios

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 31 de Enero de 2018

Fdo: Catalin Constantin Dumitrache

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar tengo que agradecer por su esfuerzo y dedicación a Francisco Javier Lopez Pellicer, tutor de mi TFG, que desde el primer momento me enseñó valiosas lecciones tanto en el ámbito profesional como a un nivel personal y siempre intentó aportarme ese grano extra de conocimiento que tanto necesitaba.

En segundo lugar, a mis padres, por su apoyo a lo largo de toda la carrera y por sus consejos cuando las cosas tomaban un giro desafortunado.

Por último quiero agradecer a mis profesores, ya que gracias a su sabiduría he podido formarme como profesional con unas aptitudes competentes, y a mis amigos, que siempre han estado allí para ayudarme a desconectar cuando más lo necesitaba.

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se centra en presentar y demostrar un modelo de integración de información relativa a productos fitosanitarios y su aplicación en diferentes productos agrícolas provenientes de fuentes heterogéneas en un esquema único y escalable.

Para lograr esto, se han seleccionado diferentes fuentes de datos sobre productos fitosanitarios, presentes en distintos formatos y se han analizado varias tecnologías de integración para elegir el stack tecnológico que más se adecue al problema en cuestión. Dada la naturaleza del mismo, se puede englobar dentro de un panorama de programación y tecnologías *Big Data*.

Así pues, en este proyecto se han usado herramientas de almacenamiento elegidas bajo un criterio de escalabilidad futura y herramientas de procesado de datos bajo el criterio de proporcionar soporte al mayor abanico de fuentes heterogéneas posibles. El proyecto emplea un sistema de ficheros portable y distribuido como sistema responsable del almacenamiento gracias a sus características de escalabilidad, en conjunto con una herramienta capaz de acceder a los datos almacenados a través de una aproximación relacional. Para el procesado de los datos se ha hecho uso de una herramienta que ofrece soporte al procesado de ficheros provenientes de diferentes fuentes, entre las que se encuentra la base de datos elegida, mencionada en este apartado.

Para demostrar la viabilidad del sistema, se ha desarrollado un prototipo funcional que recoge datos sobre productos fitosanitarios a nivel de España y Europa e integra la información de ambas fuentes, constituyendo un primer paso hacia ese modelo compartido donde varias fuentes heterogéneas concuerdan en un mismo esquema congruente. Los datos se pueden ver mediante una aplicación web desarrollada con un generador de proyectos ligero sobre *Java* capaz de desplegar rápidamente una aplicación con una cuidada *UI*.

Palabras clave: Integración, Big Data, Productos fitosanitarios, Procesado, Base de datos no relacional, Modelo único, Escalabilidad, Fuentes heterogéneas.

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
2. Contexto, motivación y restricciones	3
2.1. Contexto y necesidades reales	3
2.2. Motivación y objetivos	5
2.3. Restricciones	7
3. Análisis	8
3.1. Análisis del problema	8
3.2. Actores básicos	8
3.3. Captura y priorización de requisitos	9
3.4. Análisis de riesgos	11
3.5. Análisis del contexto tecnológico	12
3.6. Elección del Stack Tecnológico	13
3.7. Captura de requisitos final	16
4. Diseño	19
4.1. Diseño conceptual	19
4.2. Diseño final	20
4.3. Arquitectura del sistema	22
4.3.1. Diagrama de despliegue.	22
4.3.2. Diagrama de componente y conector.	23
4.3.3. Diagrama de clases y paquetes.	24
4.3.4. Diagrama de secuencia.	24
4.3.5. Diagrama de datos.	26
4.4. Estrategia de integración y expansión	28
4.5. Restricciones al diseño	29
5. Implementación	30
5.1. Prueba de concepto	30
5.2. Prototipo	33
5.3. Problemas encontrados	39
6. Gestión	45
6.1. Metodología	45
6.2. Organización y control de versiones	46

6.3. Control de esfuerzos	48
6.4. Estimación del coste	50
7. Conclusiones	53
7.1. Resultados y objetivos	53
7.2. Conocimientos adquiridos	55
8. Bibliografía	57
Glosario sobre Fitosanitarios	62
Glosario Técnico	63
Lista de Figuras	65
Lista de Tablas	66
Anexos	67
A. Análisis	68
A.1. Análisis de requisitos	68
A.1.1. Captura inicial de requisitos	68
A.1.2. La técnica MoSCoW	69
A.2. Análisis de riesgos	70
A.3. Clientes potenciales	77
A.4. Análisis de diseños alternativos	79
B. Diseño	83
B.1. Prueba de concepto en detalle	83
C. Datos	88
C.1. Esquema relacional de la base de datos <i>JHipster</i>	88
C.2. Esquema de datos en la base de datos MySQL	89
D. Implementación	90
D.1. Capturas de pantalla	90
E. Gestión	92
E.1. Cálculo del coste de la hora de trabajo del alumno	92

Capítulo 1

Introducción

Actualmente el proceso de consulta del uso y aplicación de los productos fitosanitarios resulta una tarea en ocasiones tediosa, sobre todo cuando se trata de comprobar las especificaciones y regulaciones que imponen diferentes países en operaciones de importación o exportación de determinados productos agrícolas. Hoy en día, una persona que quiere comercializar estas sustancias debe tener en cuenta varios factores: En primer lugar, existen varios extensos manuales (*Manual de seguridad y salud durante la exposición a productos fitosanitarios* [1], *Aplicación de productos fitosanitarios nivel cualificado* [2], *Buenas prácticas agrícolas en la aplicación de los fitosanitarios* [3]) que recogen medidas de seguridad, buenas prácticas y pautas sobre la aplicación de los productos fitosanitarios. Dichos manuales se deben cumplir en todo momento. No solo eso, las bases de datos o almacenes que recogen la información sobre productos fitosanitarios en muchas ocasiones no están bien gestionadas, son difíciles de encontrar, presentan la información en formatos heterogéneos e, incluso, contienen información desactualizada. Este *TFG* busca proporcionar herramientas que ayuden a reducir la complejidad de esa tarea de búsqueda de información acerca de productos fitosanitarios, facilitando el acceso a un esquema común con toda la información centralizada y actualizada.

El objetivo principal de este *TFG* es **proponer y validar un proceso de recogida, transformación y presentación de la información sobre productos fitosanitarios** que pueda beneficiar a los agricultores y **facilitar la consulta de dicha información de manera más rápida, simple y accesible que los métodos actuales**.

Entre los retos planteados figuran:

- Desarrollar un sistema capaz de visualizar los datos ya integrados nutriéndose únicamente de las fuentes originales sin intervención de una persona en el proceso
- Asegurar la consistencia de los datos y su almacenamiento tanto en formato original como en su formato procesado e integrado en la versión final
- Diseñar una solución escalable y actualizada en todo momento
- Evaluar la posibilidad de añadir características de trazabilidad y mantenimiento a la aplicación.

Este documento se presenta dividido en varios bloques conceptuales; el primero abarca los primeros dos apartados (Resumen ejecutivo y el capítulo de Introducción) y se corresponde a una introducción al trabajo realizado. En él, se ofrece una visión completa y resumida del problema junto con la solución propuesta en este proyecto. El bloque de análisis abarca el segundo y tercer capítulo (Contexto, motivación y restricciones y Análisis) y presentan el trabajo de análisis que se llevó a cabo, desde el estudio del entorno, hasta el análisis del stack tecnológico, pasando por el de riesgos y la captura de requisitos. Aparecen conceptos como el contexto del marco conceptual en el que se sitúa el proyecto junto con las motivaciones para desarrollarlo y las restricciones que conlleva. El tercer bloque se corresponde a la solución desarrollada en sí; abarca el cuarto y quinto capítulo (Diseño e implementación) y en él se plasma el trabajo realizado desde las fases tempranas de su puesta en marcha, empezando con el diseño hasta el momento de la finalización del desarrollo de la solución. Los últimos bloques se corresponden a los detalles de gestión del proyecto, a las conclusiones tanto de los objetivos del proyecto como del alumno a nivel personal y a los diferentes anexos recogidos durante toda la duración del *TFG*.

Capítulo 2

Contexto, motivación y restricciones

2.1. Contexto y necesidades reales

Los productos fitosanitarios son un elemento imprescindible en la producción agrícola, tanto en los sistemas convencionales de agricultura como en los sistemas de agricultura integrada o ecológica. Sin su existencia, muchos cultivos de las zonas de producción de mayor interés económico y social serían inviables hoy en día debido a los estragos potenciales de las diferentes clases de plagas.

No obstante, el uso de dichos productos fitosanitarios debe estar regulado ya que una aplicación indebida de los mismos puede tener otros efectos no deseables. Dichos efectos de ninguna manera deben suponer un peligro para la salud humana y tampoco riesgos inaceptables para el medio ambiente.

Por ello el Estado sólo aprueba la comercialización de aquellos productos fitosanitarios que sean útiles para combatir las plagas pero no impliquen otros riesgos colaterales. Para que un producto fitosanitario pueda comercializarse debe estar inscrito necesariamente en el *Registro Oficial de Productos Fitosanitarios* [4]. Es, por tanto, necesario y casi obligatorio que la información del *Registro de Productos Fitosanitarios* llegue de manera precisa a todos los implicados en el área del uso de los productos fitosanitarios.

La *Directiva 2009/128/CE* [5] establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios en la Unión Europea. Esta *Directiva* implica, por ejemplo, la obligación del registro del uso de productos fitosanitarios. Un ejemplo del desarrollo de esta *Directiva* es el *Cuaderno de Explotación* [6]. Este cuaderno aglutina de manera ordenada y armonizada todos los elementos que deberán registrar los titulares de las explotaciones agrícolas, con el objetivo de facilitar el cumplimiento de dicha *Directiva*.

Actualmente hay varias empresas que ofrecen aplicaciones (p. ej. *aGROSLab* [7], *Agriculum* [8] o el *Cuaderno de Campo Agronev* [9]) que implementan el *Cuaderno de Explotación*. Un valor añadido que suelen incorporar estas aplicaciones es una base de datos con información acerca de los productos fitosanitarios autorizados. El problema al que se enfrentan estas empresas es que esta información no se publica de forma uniforme en los países miembros de la Unión Europea. Es decir, hay al menos un publicador por país miembro, la información publicada en cada estado

miembro es heterogénea y a veces no comparable con la de otros países miembros y los formatos que utilizan normalmente presentan problemas de procesado. A nivel Europeo, hay una *base de datos de referencia* [10] que contiene las restricciones legales a nivel comunitario (con un grado de adopción variable entre los países miembros) en el uso de productos fitosanitarios. Dado que no hay un estándar de publicación establecido, una consecuencia adicional de esta situación es que es complicado verificar si un producto tratado con una serie de productos fitosanitarios en un país miembro puede ser exportado a otro, ya que la normativa fitosanitaria aplicable puede diferir.

En cuanto a la importación de productos desde un país miembro de la Unión Europea, el artículo 52 del *Reglamento (CE) 11/07/2009* [11] se refiere a este trámite como comercio paralelo y se especifica que para poder llevarlo a cabo, el Estado Miembro donde se desee introducir deberá determinar que el producto fitosanitario es idéntico en composición a otro ya autorizado en su territorio al que se denominará

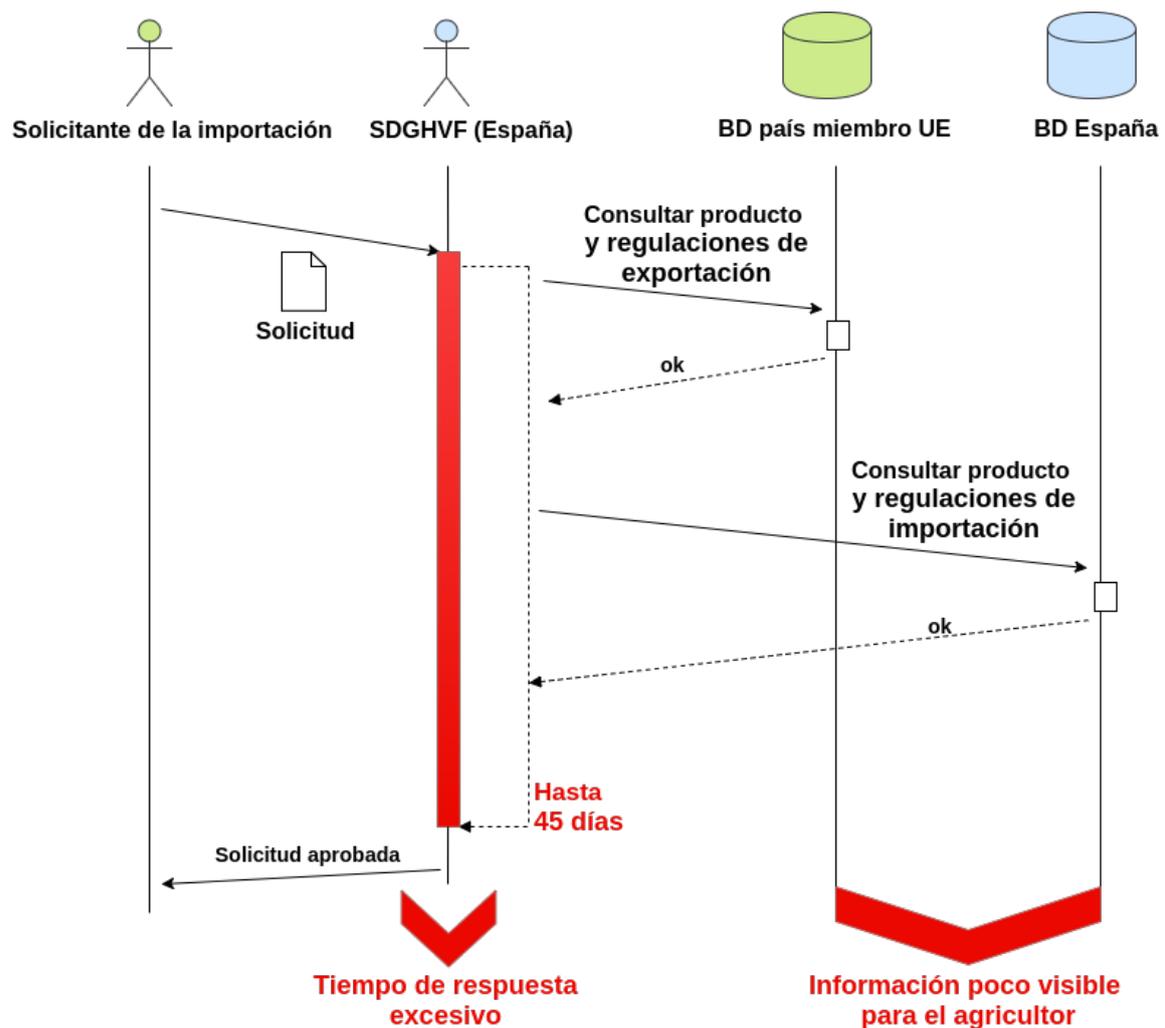


Figura 2.1: Diagrama de flujo del proceso actual de importación de un producto fitosanitario

“producto de referencia”. Para realizar el trámite, actualmente el proceso consta en rellenar la *solicitud* del certificado [12] (disponible en la página web del ministerio), entregarla a la Subdirección General de Higiene Vegetal y Forestal (SDGHVF en la figura 2.1) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente y esperar a que sea aprobada (*Preguntas frecuentes MAPAMA* [13]).

Los principales problemas actuales de este proceso vienen por una parte en el lado del agricultor/empresa que solicita la importación puesto que no solo el tiempo de respuesta en ocasiones no es inmediato (de hasta de 45 días) sino que además, el agricultor o bien tiene poca información acerca de los productos permitidos en una importación/exportación o el acceso a dicha información es bastante tedioso y complicado. Por otra parte en el lado de la institución certificadora encargada de comprobar la solicitud el proceso no es del todo eficiente debido al hecho de tener que verificar manualmente si el producto cumple con los requisitos de composición del correspondiente producto en el país de importación/exportación. Estos problemas se pueden observar claramente en el diagrama de la figura 2.1, que muestra un flujo típico en un trámite de comercio paralelo entre un agricultor/empresa que quiere importar un producto a un determinado país, en este caso, España.

Por todo lo anterior, es razonable desarrollar un sistema que provea un esquema único donde los datos esten integrados y congruentes entre los diferentes países de la unión europea para facilitar un consumo posterior por las aplicaciones, e, incluso, directamente por los agricultores.

2.2. Motivación y objetivos

Dado el escenario descrito en el apartado anterior, es evidente que se pueden introducir mejoras al proceso que pueden llegar a beneficiar a las partes involucradas (tanto a agricultores y empresas como a las instituciones reguladoras). Con ese objetivo en mente, se propone desarrollar una aplicación prototipo que valide el proceso de integración de la información de diferentes países en un esquema único que recogiese los datos que de otra manera tendrían que ser recopilados manualmente, con largos tiempos de espera y con una incertidumbre por parte de los agricultores/empresas en lo que a datos sobre productos fitosanitarios respecta.

El diagrama de la figura 2.2 muestra el potencial proceso que tendría que seguir una persona interesada en realizar una importación y los problemas que sería capaz de solucionar el desarrollo de la aplicación planteada en este proyecto.

Se puede apreciar que con este desarrollo se conseguiría no solo reducir los plazos de respuesta al agricultor/empresa sino también una mayor transparencia en la consulta

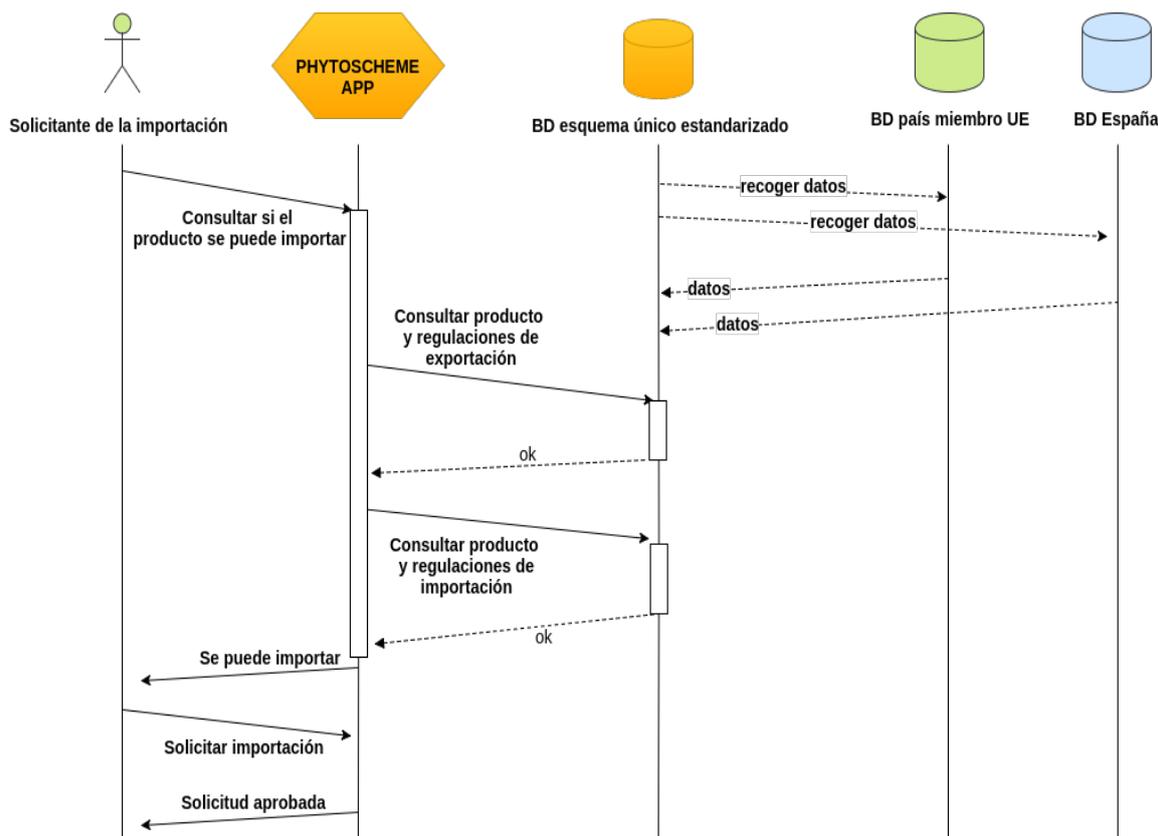


Figura 2.2: Diagrama de flujo del potencial proceso de importación de un producto fitosanitario

de los datos, puesto que al estar integrados en un modelo único, el agricultor/empresa o los interesados podrían tener acceso a toda la información y consultar cualquier aspecto que de otra manera habría sido prácticamente inaccesible. No solo eso, sino que además, al conseguir un modelo potencialmente estandarizado, no haría falta del trabajo manual y tedioso de comprobación de los requisitos por parte de la *SDGHFV* sino que sería el propio sistema el encargado de comprobar si la petición del solicitante cumple con la *legislación fitosanitaria* vigente de cada país.

Uno de los aspectos a tener en cuenta al comienzo del proyecto fue el hecho de que para que la solución se pudiera aplicar a un nivel real del problema, se necesitaba una gran capacidad de almacenamiento. Los datos deberían almacenarse periódicamente y además, potencialmente podrían provenir de multitud de fuentes, en diferentes formatos, con unos tamaños variables y constantes actualizaciones. Muchas fuentes equivalen a muchos datos, y muchos datos equivalen a la necesidad de un sistema de almacenamiento capaz de soportar toda esa carga.

Unido a esto, la elección de dicho sistema de almacenamiento suponía un punto crítico, puesto que no bastaría con cualquier base de datos sino que tendría que cumplir ciertas características como la posibilidad de guardar los datos en sus formatos

originales, la necesidad de generar una jerarquía para su almacenamiento, o la posibilidad de integración con los trabajos de transformación y procesado de los datos.

Por ello, el proyecto tuvo como objetivo principal desarrollar una solución prototipo para demostrar la validez de los procesos y herramientas involucradas en la integración de varias fuentes heterogéneas de productos fitosanitarios en un modelo único.

2.3. Restricciones

Teniendo en cuenta que el proyecto actual es un *TFG* y no un proyecto comercial, se tienen que tomar en cálculo una serie de restricciones que vienen dadas tanto por la naturaleza del proyecto como por los partícipes del mismo. En primer lugar, siendo un *TFG*, debe realizarse una cantidad de esfuerzo equivalente a *12 ECTS*. Dado que el desarrollo realizado en este proyecto está enfocado a formar parte de un plan mucho mayor, donde el trabajo realizado se retomará y ampliará en futuros *TFGs*, desde el principio se delimitaron aquellas características que se deseaban incluir en el proyecto y también aquellas que no corresponden a esta iteración. Siendo una fase temprana de dicho plan maestro, a esta fase le correspondía la parte de validación del modelo, de las tecnologías empleadas y de la viabilidad del producto, no siendo primordial tener un producto final robusto sino demostrar que las tecnologías en su totalidad se complementaban y funcionaban acorde a lo esperado.

Otro factor restrictivo dada la naturaleza del proyecto es el hecho de que existe un director, que puede marcar las pautas de desarrollo, sugerir e imponer metodologías de trabajo o incluso herramientas del stack tecnológico que pueden suponer una ventaja o una desventaja en el desarrollo del proyecto. El alumno debe ser capaz de discutir estas tendencias con el director y razonar las decisiones que se tomen, en conjunto, y exponiendo sus puntos de vista con el objetivo de llegar a un acuerdo común.

Capítulo 3

Análisis

3.1. Análisis del problema

Como ya se ha señalado varias veces a lo largo de este documento, existe la necesidad en el mundo agrícola de disponer de la información sobre productos fitosanitarios de una manera centralizada, actualizada y de fácil acceso. Hoy en día esta necesidad se ha intentado abordar de varias maneras, y por ello hay disponibles varias aplicaciones que intentan apoyar al consumidor en las tareas agrícolas que involucran productos fitosanitarios. Algunos ejemplos son los productos que ofrecen empresas como *aGROSLab*, *Cuaderno de Campo Agronev*, o *Agricolum*. No obstante, estas aplicaciones se enfrentan al mismo problema; la inexistencia de una base de datos estandarizada cuya información sea congruente a través de los diferentes países de la Unión Europea. Por eso mismo, estas aplicaciones tienen que implementar, desarrollar y mantener ellas mismas las bases de datos que permitan acceder a la información deseada. Nuestra solución ofrecería un sistema dotado de una base de datos estandarizada, congruente en su información y completa, de código abierto y altamente escalable, por lo tanto todas las aplicaciones mencionadas arriba podrían convertirse en potenciales clientes consumidores de nuestro sistema, sustituyendo sus bases de datos por nuestra solución, con costes de integración mínimos.

3.2. Actores básicos

En este apartado se van a presentar los actores que van a intermediar en el proyecto: los proveedores de los datos y los usuarios del mismo.

Proveedores. Esto es, toda parte tercera de la que el proyecto se nutre para obtener los datos a emplear en la aplicación. Cada fuente de datos proviene de algún portal web (nacional o internacional). En el proyecto se monta una infraestructura alrededor de dichos portales y por lo tanto la desaparición de alguno de estos sitios web significaría el cese de aprovisionamiento de los datos provenientes de dicha fuente. Actualmente, el proyecto se nutre de dos fuentes distintas: los productos autorizados recogidos del portal del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente (*MAPAMA*) [4] y los datos provenientes de la *base de datos de pesticidas a nivel Europeo* [10].

Potenciales usuarios. Los diferentes tipos de usuarios a los que está dirigida la aplicación final. Por una parte serían los agricultores que comercializan sus productos, las instituciones encargadas de validar y certificar la importación / exportación de productos agrícolas o las empresas importadoras / exportadoras de productos agrícolas. Este segmento se beneficiaría directamente de los resultados del proyecto puesto que el proceso de comprobación de los requisitos fitosanitarios sobre los productos agrícolas / pesqueros / alimentarios se conseguiría de manera mucho más sencilla. Por otro lado también se podrían beneficiar de la infraestructura conseguida en este proyecto empresas que ya implementan sus propias aplicaciones fitosanitarias, pero carezcan de ese esquema y datos estandarizados que este proyecto propone.

3.3. Captura y priorización de requisitos

Por recomendación del director del proyecto, el análisis y la captura de requisitos han estado desde el principio regidos por el método *MoSCoW*, una técnica de priorización de requisitos usada en la gestión de proyectos, análisis de negocio y desarrollo de software con objetivo de llegar a un acuerdo común con los *stakeholders* (integrantes del proyecto) sobre la importancia que se debería dar a cada requisito. Esta técnica también es conocida bajo los nombres de *priorización MoSCoW* o *análisis MoSCoW*. En la sección A.1 de los anexos se puede observar una explicación más detallada de esta técnica.

Inicialmente se propuso una visión de *brainstorming* para la captura de requisitos. Dicha primera versión supuso la recogida de todos aquellos requisitos susceptibles de ser desarrollados para este proyecto, previa a su categorización, clasificación y priorización. Se encontraron un total de 16 requisitos que gracias a la técnica *MoSCoW* se categorizarían y priorizarían para determinar cuáles serían imprescindibles y cuales menos importantes. Una distinción a mencionar es que hay requisitos de implementación marcados con *(I)* y requisitos del *TFG* como conjunto marcados con *(TFG)*. En la sección A.1 de los anexos se refleja este listado en su formato inicial, previo a la aplicación de la técnica *MoSCoW*.

Tal como indica *MoSCoW*, los requisitos capturados en la fase previa se han categorizado y priorizado en las siguientes clases:

Debe tener:

- *(I)* Recolectar datos oficiales tanto de productos fitosanitarios autorizados de España como de las sustancias activas a nivel europeo.

- (I) Almacenar la última versión de los datos en formato original y además mantener todas las versiones descargadas.
- (I) Monitorizar y almacenar los procesos de recolección de los datos de entrada así como las rutas de su procesado.
- (I) Ofrecer la infraestructura y las herramientas de configuración necesarias para una expansión futura del proyecto.
- (I) Implementar un modelo de aplicación consistente, ejemplificando el ciclo de vida típico de los datos desde su recogida hasta su presentación visual.
- (TFG) Una memoria extensa y detallada.

Debería tener:

- (TFG) Mecanismo de control de esfuerzos.
- Mecanismo de control de versiones.
- (TFG) Módulo de trazabilidad de los datos desde las fuentes originales hasta su visualización.
- (I) Mecanismo de detección de errores e inconsistencias en los datos provenientes de diferentes fuentes.

Podría tener:

- (I) Genericidad en cuanto al soporte de integración de los datos de diferentes fuentes basado en un fichero de claves y valores.
- (I) Soporte para la búsqueda de registros (datos) desde la interfaz web.
- (I) Desarrollo dirigido por un paradigma de inversión de dependencias para conseguir un control centralizado.

No tendrá:

- (I) Desarrollo en el lado del *Front-End*.
- (I) Integración de más de dos fuentes de datos heterogéneas.

3.4. Análisis de riesgos

En la fase inicial del proyecto se abordó el proceso de gestión de riesgos, para determinar los diferentes factores que podrían afectar a un proyecto de esta envergadura. Dicho proceso consta de varios pasos que en conjunto permiten tener una visión clara de aquello que puede entorpecer, frenar o incluso imposibilitar la finalización del proyecto. A continuación se listan dichos pasos y se presentan las conclusiones principales extraídas de cada una de ellas, dejando para los anexos la versión completa:

En primer lugar, **la identificación de riesgos** permite determinar la lista de riesgos capaces de romper la planificación del proyecto. Durante esta fase se estudió qué factores podrían influenciar, en mayor o menor medida el flujo de trabajo normal del proyecto. Se agruparon en diferentes categorías para delimitar las zonas a las que afectaría cada riesgo. Así pues, aparecen 31 riesgos divididos en 4 clases:

- 4 riesgos globales (referentes a todo el proyecto)
- 5 riesgos tecnológicos (referentes a los aspectos más técnicos y tecnológicos del proyecto)
- 7 riesgos de alcance (referentes al tamaño y alcance de la solución)
- 14 riesgos de entorno de desarrollo (referentes tanto a la gestión como a las diferentes partes del entorno del desarrollador)

El **análisis del riesgo** ofrece una medición de la probabilidad y el impacto de cada riesgo. Maneja tres valores que determinan la gravedad de un riesgo: la probabilidad con la que se puede dar un riesgo, el impacto que tendría en el resultado final un riesgo y la aceptación del riesgo, una medida delimitadora que define aquellos riesgos que son considerados aceptables y aquellos ante los que se deben tomar medidas. En esta fase se detectaron un total de 6 riesgos reseñables, que se presentan en el siguiente punto.

La **priorización de riesgos**, fase donde se puede ver la lista de todos los riesgos anteriores ordenados por su gravedad. A continuación se mencionan aquellos que han tenido un factor de gravedad superior a 4, límite del criterio de aceptación. Todos los riesgos que aparecen aquí han obtenido una puntuación de 6/6:

- **RG_1.** Riesgo global “Plazos”. Riesgo de que el proyecto no se acabe en la fecha prevista.
- **RT_2.** Riesgo de tecnologías “Software no probado”. Riesgo de tener que interactuar con software no probado.

- **RA_1.** Riesgo de alcance “Tamaño estimado”. El tamaño estimado del proyecto es inferior al tamaño real resultante tras su finalización.
- **RA_6.** Riesgo de alcance “Número de cambios”. El número de cambios en los requisitos es demasiado elevado y no permite un avance en el desarrollo.
- **RE_9.** Riesgo de entorno de desarrollo “Formación”. El equipo de desarrollo no ha recibido la formación necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Finalmente, la **planificación de la gestión de riesgos**, fase relativa al plan para tratar cada riesgo significativo. En este apartado la estrategia a seguir fue recoger los seis riesgos anteriores y proponer para cada uno una solución mitigadora. Los resultados de esta fase se pueden observar en el apartado *Análisis de riesgos* de los *Anexos*.

3.5. Análisis del contexto tecnológico

Dado que se trata de un escenario caracterizado por la heterogeneidad en contenidos y formatos de los datos, la necesidad de su procesamiento y de una escalabilidad futura, el proyecto está situado en un círculo de tecnologías *Big Data*, que presenta los siguientes retos:

- **Datos.** La información sobre los productos fitosanitarios no está habitualmente disponible en un formato estructurado. Es decir, la solución debe poder trabajar con datos en formatos no estructurados y ser capaz de procesarlos, idealmente convirtiéndolos a un formato relacional.
- **Esquema.** No existe un esquema de referencia compartido para integrar la información de productos fitosanitarios de diferentes países, pudiendo darse el caso de la existencia de varios esquemas distintos en función del caso de uso. Es decir, la solución debe poder reconfigurar el esquema de integración con facilidad.
- **Procesado.** Derivado del reto anterior, los datos no se pueden procesar y almacenar directamente en el esquema de integración sino que deben guardarse en el formato original y ser procesados bajo demanda teniendo en cuenta las características específicas de cada fuente.
- **Almacenamiento.** No se dispone de un presupuesto para invertir en un gran sistema de almacenamiento que permita almacenar los datos en formato original. Por ello, toda solución deberá ser de código abierto y poder ejecutarse sobre hardware de bajo coste.

- **Presentación de los datos.** Es necesario desarrollar una interfaz visual para presentar los datos una vez integrados en un modelo único.
- **Agilidad.** La solución debe poder evolucionar con facilidad. Cualquier desarrollador que utilice la solución debe poder reconfigurar rápidamente el esquema común y los servicios que exponen dicho esquema para su uso.
- **Plazos.** Las limitaciones temporales y la priorización de tareas son influyentes en la elección del stack tecnológico, aunque en menor medida que los puntos anteriores.

3.6. Elección del Stack Tecnológico

Debido a los factores mencionados en el apartado anterior, el *Stack Tecnológico* se vio restringido a las herramientas mencionadas anteriormente; tal como se ha dicho, la solución necesitaba almacenar la información en crudo hasta el momento de su procesamiento y es por ello que una aproximación relacional habría sido inviable. Por lo tanto, viendo las diferentes opciones *noSQL* disponibles (*MongoDB*, *Cassandra*, *DynamoDB*, *HBase*, etc) y por recomendación del director del proyecto, la elección más clara fue elegir *Apache Hadoop* como sistema de almacenamiento. *Apache Hadoop* es una gran herramienta para el escalado de aplicaciones y lo utilizan grandes empresas para *Big Data*. Se adapta perfectamente a las necesidades de este proyecto y el software es gratuito. Además, hay una gran comunidad de personas capaces de ayudar con cualquier proyecto y la documentación disponible es lo suficientemente extensa como para salir de cualquier situación problemática. Sin embargo, la instalación y configuración del sistema supuso un reto para el alumno debido a las diferentes fuentes de información disponibles *ad hoc*. Se necesitaron varios intentos hasta dejarlo completamente funcional y dar por finalizada su instalación en el equipo.

Apache Hadoop por sí mismo no era capaz de solucionar todos los problemas del proyecto; este sirve para almacenar los datos y, si bien es cierto que las operaciones de *MapReduce* permiten transformar dichos datos, dada la necesidad del desarrollo ágil del proyecto, lo mejor fue disponer de algún mecanismo más sencillo para el procesado de los mismos. Por ello, se decidió emplear *Apache Hive* como herramienta de traducción de los datos almacenados en *Apache Hadoop*, tanto en crudo como procesados, a una estructura relacional, sobre la que se podían hacer preguntas *SQL*. La propia instalación de *Apache Hive* no supuso un gran problema, y, a pesar de que comparte nociones con *MySQL*, gran parte de su sintáxis es diferente. Por ello se tuvo que aprender a usar el lenguaje para poder trabajar con las estructuras de *Apache Hive*.

El otro reto planteado fue la presentación de los datos integrados mediante una interfaz web, lo que vendría siendo el lado del cliente de la solución. Indudablemente hay infinidad de posibilidades para el desarrollo de esta parte. No obstante, realmente la parte de visualización no es una parte crítica del proyecto, ni el objetivo del mismo. Es por ello que se adoptó una postura de desarrollo rápido del lado del cliente. *JHipster* (generador de aplicaciones sobre *Spring*) resultó la herramienta indicada, puesto que fácilmente, en unos cuantos pasos es capaz de generar una aplicación sobre un esquema de base de datos (en este caso *MySQL*) con una interfaz gráfica cuidada que satisfacía las necesidades del proyecto.

Teniendo en cuenta que los anteriores puntos constituyen el core tecnológico del proyecto, conforme se avanzaba se veía que no eran suficientes para conseguir los resultados deseados. Se hicieron múltiples pruebas para intentar conectar *JHipster* directamente a *Apache Hive* sustituyendo la base de datos de *JHipster* (*MySQL*) por *Apache Hive*, aunque todas con resultados negativos que se recogen en detalle en la sección 5.3. Se llegó a la conclusión de la necesidad de emplear otras herramientas adicionales para diferentes tareas como el procesado de los datos previo a su exposición en *Apache Hive*, o la traducción de los datos y estructuras de *Apache Hive* a la base de datos que emplea *JHipster*. Las elegidas fueron *Talend Big Data* y *Apache Sqoop*. *Talend Big Data* es una herramienta de procesado de ficheros capaz de conectarse a *Apache Hadoop*, extraer la información contenida en sus nodos, procesarla y volver a guardarla con los cambios efectuados, tal como se le indique. *Apache Sqoop* es una herramienta diseñada para transferir bloques de datos entre *Apache Hadoop* o *Apache Hive* y almacenes de datos estructurados como las bases de datos relacionales. No obstante, antes de dar con la solución de *Talend Big Data* se probó durante el período del verano el programa *Kettle* y se intentó integrar de numerosas maneras con el proyecto de *JHipster*, todas resultando en conclusiones negativas.

Para poder conectar la base de datos de *Apache Hadoop* con la base de datos *MySQL* de *JHipster*, el paso previo necesario fue conectar *Apache Hadoop* con *Apache Hive* y realizar la exportación de los datos de *Apache Hive* a *MySQL* mediante *Apache Sqoop*. La dificultad en este apartado fue no sólo aprender la sintaxis de *Apache Sqoop* sino también ser capaz de preparar los datos en el lado de *Apache Hive* para que encajen perfectamente todos los registros, filas y columnas con los correspondientes en la parte de *MySQL*, puesto que *Apache Sqoop* falla a no ser que ambas partes sean idénticas en cuanto a estructura.

A continuación se presentan las tecnologías a las que se hace referencia en este apartado con el objetivo de familiarizar al lector con las herramientas utilizadas y dar una explicación más detallada de las mismas. Se presentan siguiendo una enumeración

en función del papel que interpreta cada una en el flujo de los datos, desde el almacenamiento hasta su visualización:

Apache Hadoop. *Apache Hadoop*¹ es un framework que permite el procesamiento distribuido de múltiples conjuntos de datos a través de clusters de ordenadores mediante modelos de programación sencillos. Está diseñado para escalar desde servidores únicos hasta miles de máquinas y para detectar y gestionar fallos en la capa de aplicación y así permitir una alta disponibilidad a pesar de que los equipos individuales fallen.

Apache Hive. *Apache Hive*² facilita la lectura, escritura y gestión de grandes conjuntos de datos residentes en almacenes distribuidos de datos mediante *SQL*. La estructura de datos puede ser proyectada sobre los datos que ya existen en almacenamiento. *Apache Hive* provee una herramienta de línea de comandos y un driver *JDBC* para que los usuarios se puedan conectar a Apache Hive.

Apache Sqoop. *Apache Sqoop*³ es una herramienta diseñada para transferir bloques de datos entre *Apache Hadoop* y almacenes de datos estructurados como las bases de datos relacionales. Se puede usar para transformar los datos de *HDFS* mediante *MapReduce* a un formato relacional para después exportarlos a un sistema gestor de bases de datos como *MySQL* u *Oracle*.

JHipster. *JHipster*⁴ es una plataforma de desarrollo para generar, desarrollar y lanzar aplicaciones con tecnología *Spring Boot*, *Angular.js* y *Spring microservices*. Es capaz de generar aplicaciones totalmente configuradas con un *Back-End Java*, un *Front-End Angular.js* y un conjunto de herramientas pre-configuradas como *Yeoman*, *Gradle*, *Grunt*, *Gulp.js* y *Bower*.

Spring Framework. El framework *Spring*⁵ provee un modelo de programación y configuración sencillo para aplicaciones *Java*. Un punto clave de *Spring* es el soporte infraestructural a nivel de aplicación. Uno de sus módulos más conocido es *Spring Boot*, un framework ligero que tiene la intención de simplificar el proceso de configuración de una aplicación hecha con *Spring*.

¹Apache™ Hadoop®- <http://hadoop.apache.org>

²Apache™ Hive®- <https://hive.apache.org>

³Apache™ Sqoop®- <https://sqoop.apache.org>

⁴JHipster - <http://www.jhipster.tech>

⁵Spring Framework - <https://projects.spring.io/spring-framework/>

AngularJS. *AngularJS*⁶ es un framework de *JavaScript* de código abierto, mantenido por *Google*, que se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página. Su objetivo es aumentar las aplicaciones basadas en navegador con capacidad de *Modelo Vista Controlador*, en un esfuerzo para hacer que el desarrollo y las pruebas sean más fáciles.

Talend Big Data. *Talend Big Data*⁷ es un software open-source de integración, procesado y transformación de datos. Permite trabajar con paradigmas *Big Data* y ofrece una interfaz gráfica para diseñar y programar cómodamente procesos *ETL*.

3.7. Captura de requisitos final

Una vez realizado un análisis detallado tanto del problema como del marco conceptual y los riesgos en las fases previas al arranque del proyecto, lo siguiente que se determinaron fueron los requisitos del sistema. Gracias al análisis previo realizado mediante la técnica *MoSCoW* plasmado en la sección 3.3 y a las conclusiones obtenidas de los apartados anteriores, la tarea de captura de requisitos *funcionales* tanto del sistema como del proyecto resultó en una sencilla selección y categorización de los mismos. Además, como se puede observar, algunos de los requisitos priorizados en las categorías inferiores de *MoSCoW* en la sección 3.3 han sido descartados. Los requisitos no funcionales surgieron tanto de recomendaciones del director del proyecto como del análisis previo. En las tablas 3.1, 3.1 y 3.2 se recogen tanto los requisitos funcionales como los no funcionales, divididos en sistema y proyecto, siendo los de sistema los referentes al propio producto tecnológico en sí, y los de proyecto los referentes a la gestión del mismo.

⁶AngularJS - <http://www.angularjs.org>

⁷Talend Big Data - <http://www.TalendBigData.com>

Nombre	Descripción
RFS_1	El sistema deberá recolectar los datos oficiales tanto de productos fitosanitarios autorizados de España como de las sustancias activas a nivel europeo.
RFS_2	El sistema deberá almacenar la última versión de los datos recolectados en el RFS_1 en su formato original y además mantener todas las versiones descargadas de las mismas.
RFS_3	El sistema deberá monitorizar y almacenar los procesos de recolección de los datos de entrada, así como las rutas de su procesado.
RFS_4	El sistema deberá ofrecer la infraestructura y herramientas de configuración necesarias para que futuros desarrolladores puedan integrar otras fuentes de datos de manera rápida y eficiente.
RFS_5	El sistema deberá implementar un modelo de aplicación consistente, ejemplificando un ciclo de vida típico de los datos, desde su recogida, su procesamiento, su posterior integración en un modelo más completo y su presentación en un <i>Front-End</i> de ejemplo.
RFS_6	El sistema deberá implementar un mecanismo de detección de errores e inconsistencias en los datos provenientes de fuentes heterogéneas.

Tabla 3.1: Requisitos Funcionales del Sistema

Nombre	Descripción
RNFS_1	Los información de los productos fitosanitarios deberá ser recogida de portales como <i>MAPAMA</i> [4] y los datos sobre los pesticidas de la <i>Base de datos europea</i> [14].
RNFS_2	Se hará uso de algún tipo de <i>Crawler web</i> [15] para la descarga periódica de los datos sobre productos fitosanitarios y pesticidas.
RNFS_3	Como sistema de almacenamiento de los datos recogidos sobre productos fitosanitarios autorizados y sustancias activas se usará <i>Apache Hadoop</i> .
RNFS_4	Para monitorizar, almacenar y mostrar los procesos de recolección de los datos de entrada se usará <i>Talend Big Data</i> .
RNFS_5	Para conseguir unos desarrollos posteriores más ágiles se hará uso de la herramienta <i>Apache Hive</i> , que permite una aproximación relacional directamente sobre <i>Apache Hadoop</i> .
RNFS_6	La presentación de los datos en su formato final se hará mediante una aplicación con <i>GUI</i> , desarrollada mediante la herramienta <i>JHipster</i> .

Tabla 3.2: Requisitos No Funcionales del Sistema

Nombre	Descripción
RFP_1	El proyecto deberá incluir una memoria en la que se documentan todos los pasos y procesos involucrados en su construcción.
RFP_2	Se deberá mantener constancia del esfuerzo dedicado durante el proyecto.
RFP_3	El proyecto deberá mantener un control de versiones actualizado en todo momento.

Tabla 3.3: Requisitos Funcionales del Proyecto

Capítulo 4

Diseño

Este capítulo abarca aquellos aspectos considerados durante la fase del diseño de la aplicación, desde sus versiones primitivas (diseño conceptual) hasta el diseño final de la aplicación, pasando por los diferentes diagramas arquitecturales que muestran el sistema desde diferentes puntos de vista. Además, al final se hará una retrospectiva sobre aquellas restricciones que han afectado el curso del desarrollo de las diferentes soluciones desde el punto de vista del diseño.

4.1. Diseño conceptual

Con el análisis finalizado y teniendo en cuenta los requisitos, se llegó a la conclusión de que los desarrollos realizados a lo largo de la duración de este proyecto no serían más que el comienzo para algo mucho más grande; se debía ofrecer tanto la infraestructura necesaria como el soporte para que la solución pudiera escalar y ser expandida mediante el trabajo de futuros desarrolladores.

El diseño conceptual del sistema se presenta a continuación a una escala abstracta y de alto nivel. Básicamente, el proyecto hará uso de numerosas fuentes de información, en este caso sobre productos fitosanitarios y sus derivados. Dicha información deberá ser recogida de manera periódica y almacenada en algún sistema de persistencia tal como proviene de sus fuentes, es decir, en una versión *en crudo*. Una vez almacenada en su versión original, los datos pasarán a una siguiente fase en la que serán procesados bien para extraer la información relevante o de interés para el proyecto bien para añadir datos útiles como información de trazabilidad, todo esto con el objetivo en mente de conseguir ese esquema unificado. Una vez procesados, los datos se almacenarán en otro sistema de persistencia, o incluso en el mismo de antes, si es posible. En este punto habría dos opciones; o que los datos ya estuvieran integrados en un único modelo, o que estuvieran individualmente separados en el almacén anterior. En este segundo caso, los datos deberían ser unificados para conseguir ese esquema único y posteriormente poder ser visualizados, ya sea mediante un navegador con una aplicación web, o mediante otro método de visualización. En el diagrama de la figura 4.1 se puede observar el diseño conceptual descrito anteriormente de manera gráfica.

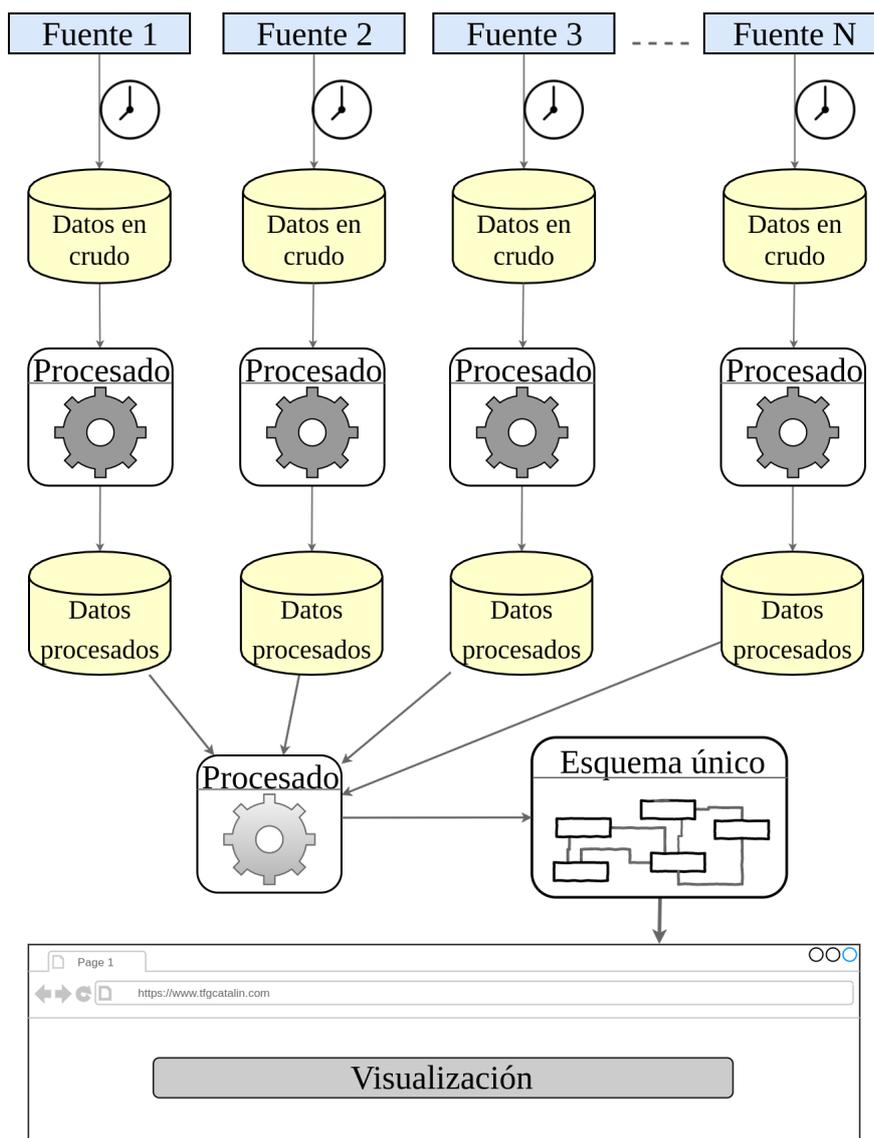


Figura 4.1: Diseño conceptual de la solución

4.2. Diseño final

En el apartado anterior se ofreció una visión de alto nivel del diseño de la solución, sin hablar de herramientas ni de tecnologías concretas. En este apartado se va a profundizar en el diseño y se va a explicar en detalle la manera en que los datos pasan a través de las diferentes herramientas dentro del sistema, desde la descarga de los datos desde sus fuentes hasta su visualización en pantalla, pasando por las diferentes etapas de procesado y almacenamiento.

En el diagrama de la figura 4.2 se puede observar un mapeo casi directo entre los elementos del diseño final y los del diseño conceptual de la figura 4.1. Se puede observar que el diseño final incluye a *Talend Big Data* como responsable tanto de los procesos que descargan y almacenan los *datos en crudo* como de los que posteriormente procesan

y almacenan los datos como *datos procesados*. En cuanto al sistema de almacenamiento, que guardará tanto los datos originales como los modificados se utilizará *Apache Hadoop* para los *datos en crudo* y *Apache Hive* dentro de *Apache Hadoop* para los *datos procesados*. Una vez los datos estén transformados y almacenados correctamente, se usará *Apache Sqoop* para transferirlos a ese esquema único que se persigue como objetivo, y que estará almacenado dentro de una base de datos *MySQL*. Para que este último paso sea posible, debe ser el propio *Talend* quien prepare los datos para ser integrados directamente en el esquema unificado. *JHipster* tendrá una conexión directa a la base de datos *MySQL* y gracias a ello será capaz de leer los datos y mostrarlos en pantalla con su propia interfaz web.

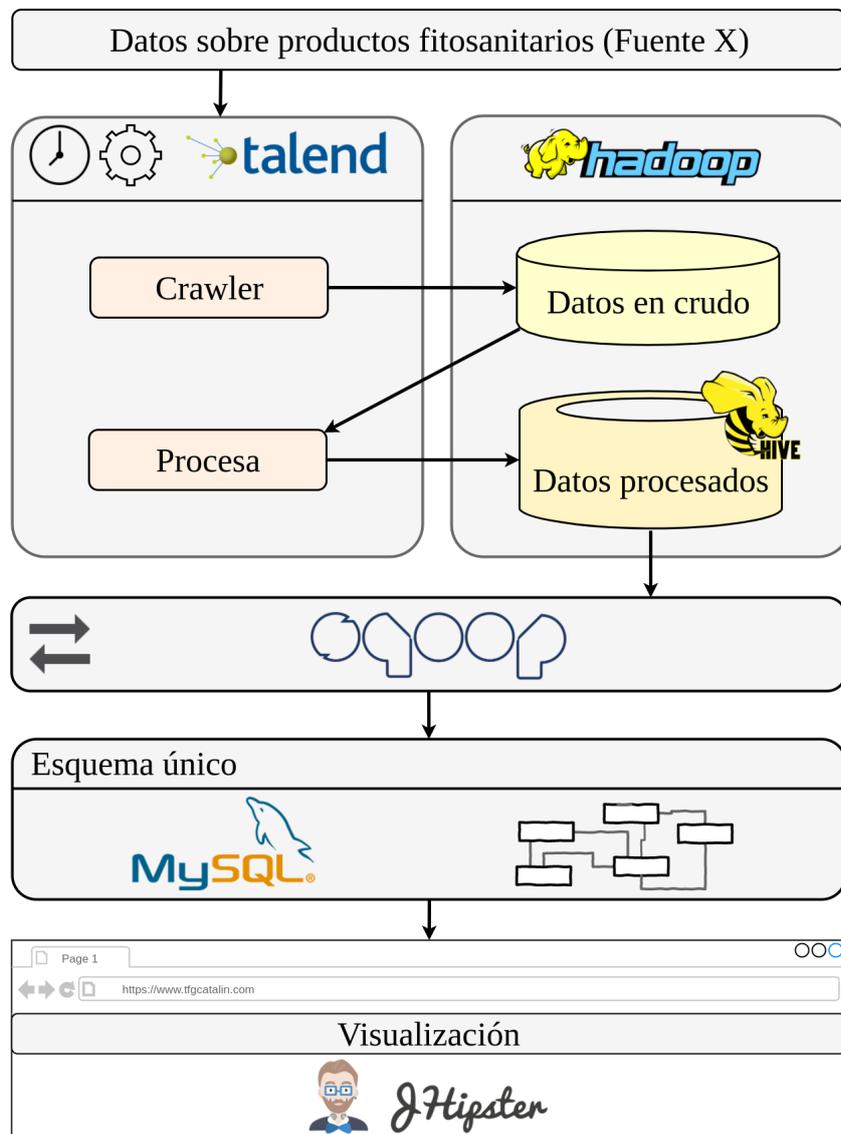


Figura 4.2: Diseño final de la solución - De los datos a su explotación

4.3. Arquitectura del sistema

Este apartado tratará de dar una visión arquitectural del sistema, pasando por diferentes diagramas para representar el proyecto de manera gráfica y completa. Esta sección abarcará los siguientes diagramas: diagrama de despliegue, diagrama de componente y conector, diagrama de clases y paquetes, diagrama de secuencia y diagrama de datos.

Diagrama de despliegue.

Como se puede observar en la figura 4.3, el despliegue de la aplicación consta de un nodo principal, el Servidor. Este almacena tanto la aplicación de *JHipster* como la base de datos *MySQL* y *Apache Sqoop*. La aplicación de *JHipster*, al tratarse de una aplicación *Spring* se representa como un artefacto dentro de un contenedor *Spring*, el *Spring Container*. Además, allí se define el módulo de *scheduling* implementado por el alumno como un artefacto separado del de la aplicación, aunque a nivel práctico realmente su implementación está ubicada dentro del propio módulo de la aplicación. *Apache Hadoop* aparece en el diagrama como una *base de datos* aparte, por varias razones: en primer lugar, *Apache Hadoop* se puede desplegar en un nodo separado del Servidor. En segundo lugar, se pueden crear varias instancias en diferentes nodos del mismo para conseguir almacenar una cantidad mayor de datos, y proporcionar la aplicación de un componente de almacenamiento escalable.

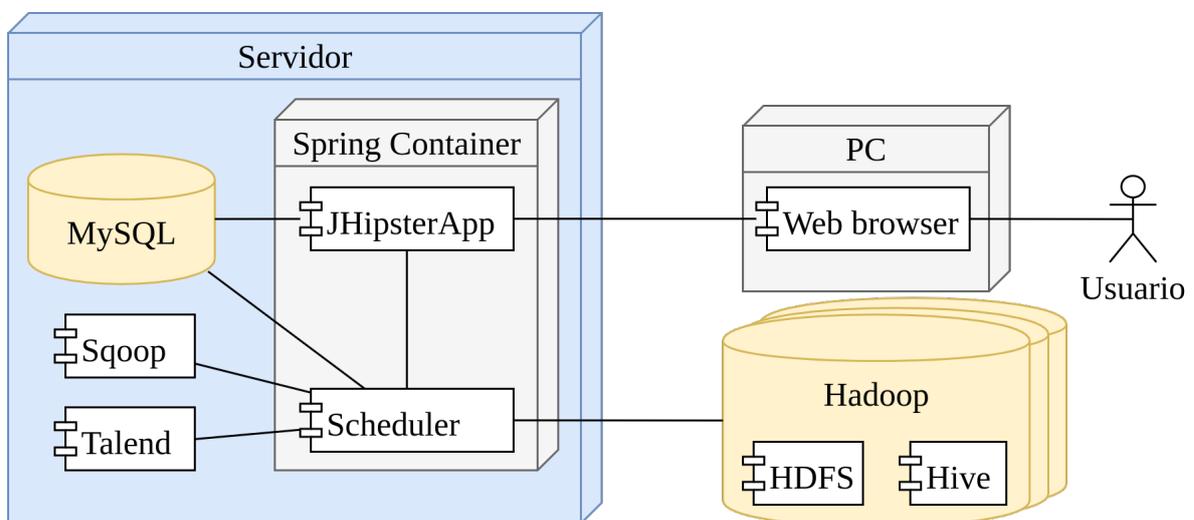


Figura 4.3: Diagrama de despliegue de la solución

Diagrama de componente y conector.

El diagrama de la figura 4.4 muestra la visión arquitectural del sistema a nivel de componentes y conectores. En él se representan todos los elementos del sistema junto con las interfaces que ofrecen y utilizan cada uno de ellos. Se observan todas las conexiones que hay entre los distintos componentes y se puede interpretar como una expansión, o una visión de más bajo nivel del diagrama de despliegue. Se entiende el componente *Talend* como los distintos procesos desarrollados con esta herramienta, más que una conexión con el propio programa ya que en ningún momento se requiere de *Talend* más allá que para la construcción de dichos procesos.

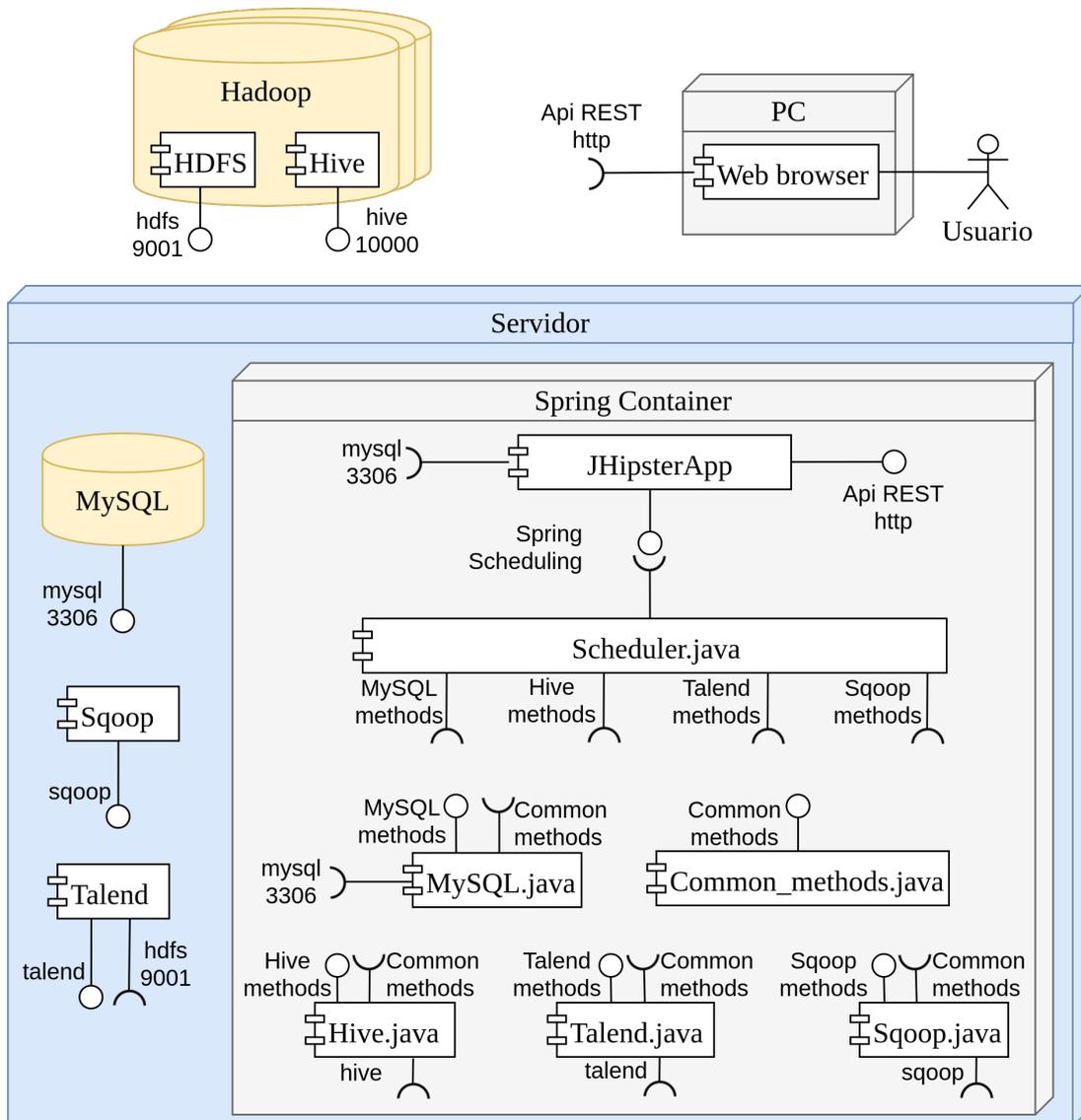


Figura 4.4: Diagrama de componente y conector

Diagrama de clases y paquetes.

En el diagrama de clases presente en la figura 4.5 se adjunta el modelo de clases y paquetes correspondiente a la infraestructura que se construyó para soportar el comportamiento mencionado en la sección Implementación del prototipo real (Sección 5.2). Dicho diagrama no incluye aquellas partes del código que se generan durante la instanciación de la aplicación con *JHipster* sino únicamente las que el alumno ha desarrollado.

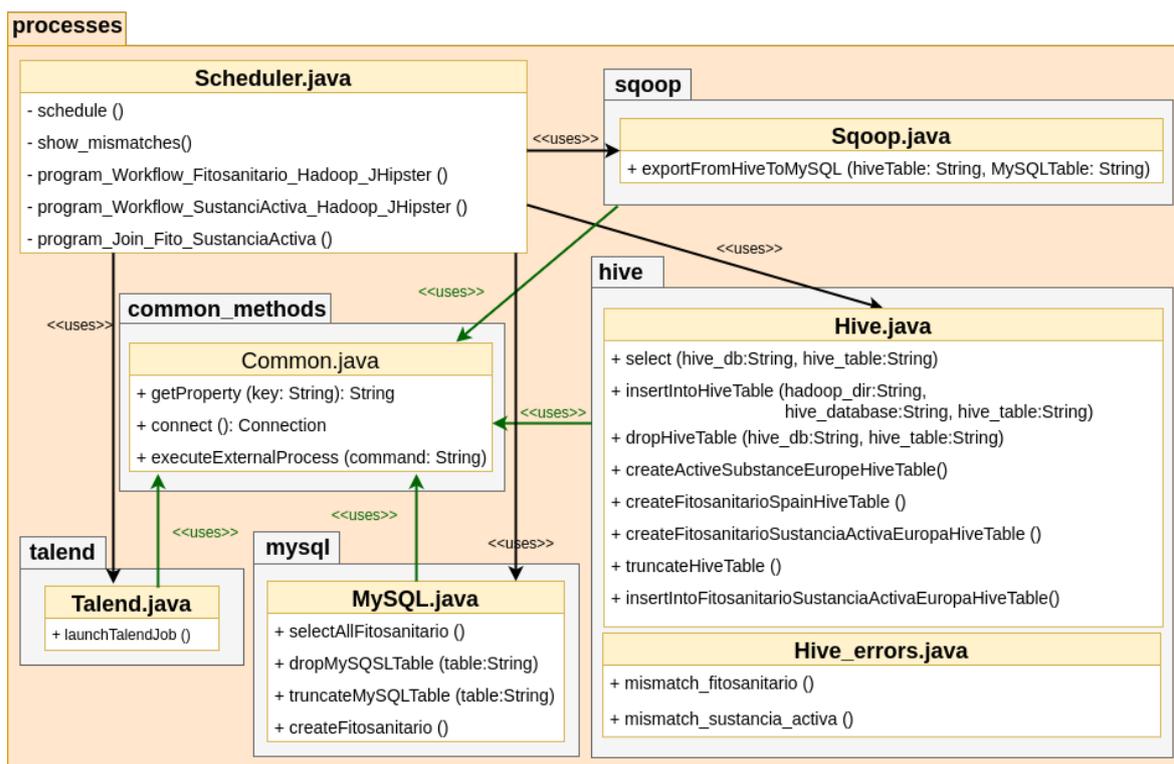


Figura 4.5: Diagrama de clases y paquetes para soportar la automatización del *workflow*

Diagrama de secuencia.

Una vez vista la estructura del diagrama anterior, a continuación se presenta un diagrama de secuencia de ejemplo para ilustrar la interacción de los diferentes componentes y el rol que juegan en el *workflow* desde que los datos se descargan hasta que pasan a visualizarse mediante *JHipster*. Para ello se ha hecho uso de un ejemplo *vertical* para los datos de los productos fitosanitarios autorizados de España. Periódicamente, los datos se descargan desde la web del *MAPAMA* [4], son procesados y almacenados en *Apache Hadoop*, se exponen en *Apache Hive*, se transfieren con *Apache Sqoop* a *MySQL* y *JHipster* es capaz de visualizarlos.

Diagrama de datos.

A continuación se muestra el diagrama de datos tal como están almacenados en *Apache Hive*. A pesar de que también se almacenan datos en la base de datos *MySQL*, la estructura presente allí es relativamente sencilla en comparación con la de *Apache Hive* y por lo tanto se ha decidido presentar en los anexos, en la sección C.2.

Como se puede observar, en la figura 4.7 aparecen, mediante una estructura de diagrama entidad-relación las entidades que han sido creadas en *Apache Hive*. Por una parte tenemos las entidades *fitosanitario_con_id* y *sustancia_activa_europa*, que son las entidades principales de la solución. La primera se crea a partir de los datos obtenidos de la primera fuente integrada en el proyecto, proveniente del listado de productos fitosanitarios autorizados en España disponibles en la página web del *MAPAMA* [4]. La segunda son los datos de las sustancias activas provenientes de la base de datos abierta sobre pesticidas a nivel europeo. El resto de entidades presentes en el modelo son el resultado de diferentes operaciones sobre estas dos tablas. A continuación se explica cómo se han conseguido dichas entidades y qué representan.

1. En primer lugar, la relación marcada con un *1* en el diagrama representa una cierta similitud en el campo *formulado* de la primera tabla y el campo *name* de segunda: El *formulado* incluye el *name* de la segunda tabla. No obstante, los datos no son perfectos: por una parte está el problema del idioma; muchos de los fitosanitarios aparecen en español mientras que las sustancias activas están en inglés, por lo que un mapeo directo no daría el 100% de los *matches*. Otro problema es el de los *campos múltiples*, esto es, en la primera tabla, algunos registros del campo *formulado* incluyen no solo uno, sino varios nombres de sustancias activas. Por lo tanto, haría falta una búsqueda para poder hacer el matching con todas las sustancias activas encontradas.
2. La relación marcada con un *2* representa la tabla *fito_active_substance*, que es el resultado de hacer un mapeo casi directo de la relación mencionada en el punto anterior: Primero, del campo *formulado* nos quedamos únicamente con el nombre de la sustancia activa. Después se hace una operación de *JOIN* para conseguir el *real_id* (id real de la sustancia activa) de la segunda tabla.
3. Las relaciones marcadas con un *3* y un *4* surgen de la necesidad de registrar los errores; las tablas *mismatch_fitosanitario_fito_sustancia* y *mismatch_sustancia_fito_sustancia* recogen aquellos fitosanitarios de la primera tabla que no aparecen en la tabla *integrada* (*fito_active_substance*) y aquellas sustancias activas de la segunda tabla que tampoco aparecen, respectivamente.

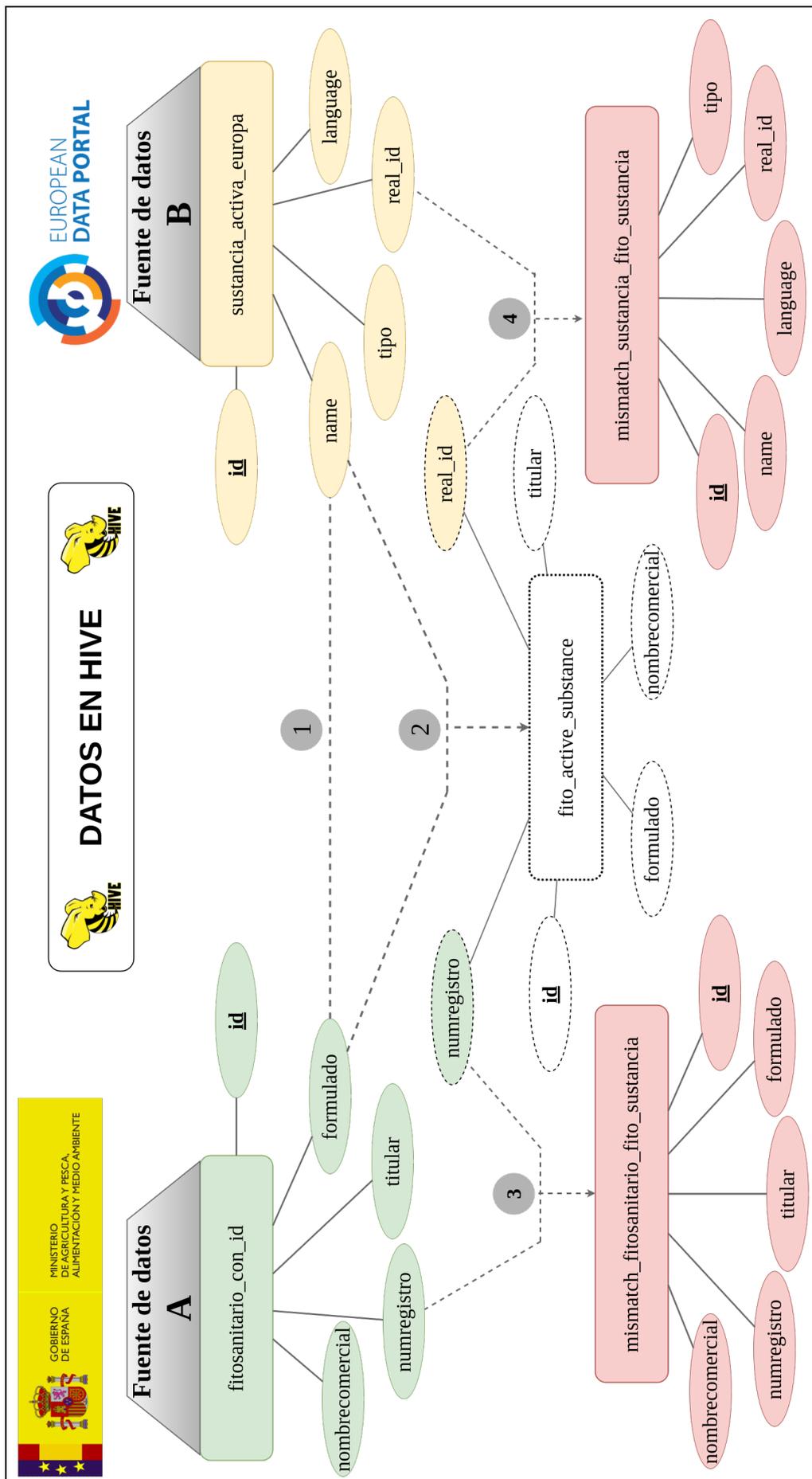


Figura 4.7: Esquema de datos importados en *Apache Hive*

4.4. Estrategia de integración y expansión

Una vez visto el diseño del sistema, en esta sección se hablará de la estrategia de integración y expansión que gobernará los futuros desarrollos a partir de la infraestructura montada en la realización de este proyecto.

Como se observará en el desarrollo del prototipo real de la sección 5.2, realmente gracias a la infraestructura conseguida y a la arquitectura que se ha montado, realizar nuevas funcionalidades y expandir el proyecto no debería suponer un reto y debería ser bastante asequible. En este apartado caben destacar varias líneas posibles de expansión en el proyecto:

Aumento de la capacidad de almacenamiento. Este apartado es bastante trivial, puesto que gracias a *Apache Hadoop*, esto se puede conseguir fácilmente. Tal como se ha comentado, *Apache Hadoop* tiene el potencial de crecimiento mediante nodos adicionales, desplegados en la misma o en diferentes máquinas, con capacidad de almacenamiento extra. Así pues, para que el sistema escalase en cuanto a capacidad de almacenamiento, lo único que se tendría que hacer es desplegar más nodos de *Apache Hadoop* para tener la información repartida en más espacio de almacenamiento.

Integración de datos nuevos. Para integrar nuevos datos en el sistema de nuevas fuentes, la estrategia a seguir debería ser la que se observa en el diagrama de la figura 4.8.

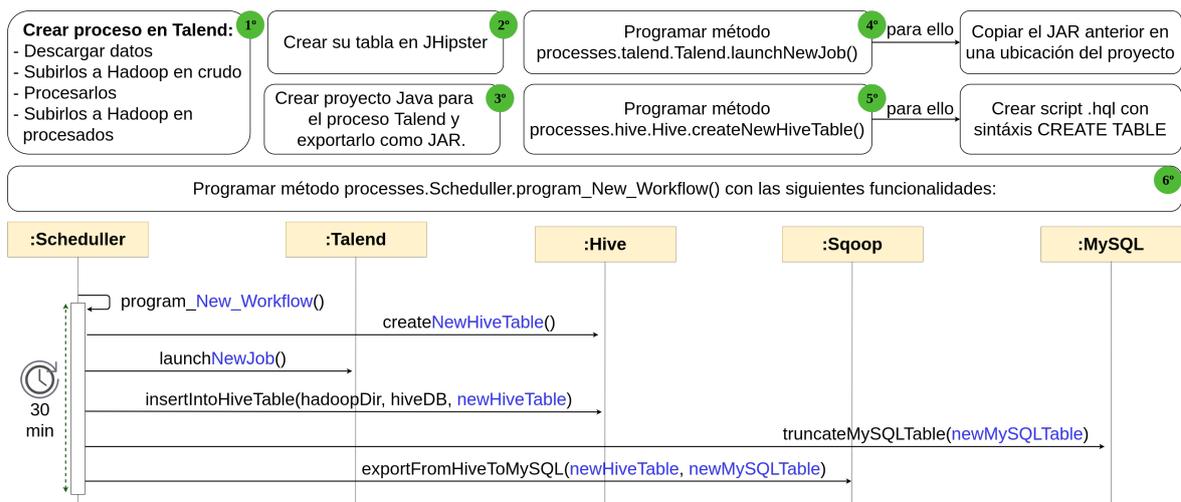


Figura 4.8: Estrategia recomendada para la integración de datos nuevos

Funcionalidades extra. Aunque realmente este proyecto se ha desarrollado pensando en una expansión futura únicamente en cuanto a la integración de nuevos

datos y la escalabilidad de almacenamiento, gracias a la estructura de la aplicación de *JHipster* es posible dotar al sistema de tantas funcionalidades extra como se desee.

4.5. Restricciones al diseño

La gestión y desarrollo del proyecto, en todas sus fases se ha visto restringida por diferentes pautas y recomendaciones provenientes de terceras partes. Este apartado pretende aclarar algunas de estas cuestiones para reflejar aquellas decisiones que han condicionado, para bien o para mal, el desenvolvimiento del alumno.

Desde el inicio del proyecto el director impuso algunas de las herramientas a utilizar, así como el diseño a priori de la solución. *Apache Hadoop*, *Apache Hive* y *JHipster* fueron el *core* tecnológico que el director estableció para la realización del proyecto. Como primer diseño, además, el director expuso un modelo en el que los datos tanto procesados como sin procesar serían almacenados en *Apache Hadoop*, consumidos desde *Apache Hive* e importados directamente a *JHipster*, sustituyendo la base de datos de *JHipster* por *Apache Hive*. Tras observar que este modelo no cumplía con los requisitos del proyecto, se optó por la otra variante, mediante *Apache Sqoop*, tal como se ha mencionado anteriormente.

Otra de las herramientas recomendadas por el director del proyecto fue *Pentaho Kettle* y, como se puede observar en la sección 5.3, fue una de las piezas que más problemas acabó dando. Ante esta situación, el director recomendó *Talend*, que resultó ser un mejor componente y que satisfacía con los requisitos de la fase de análisis.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que el proyecto se trata de un *TFG* y no de una solución comercial. Por ello, hay unas normas o pautas establecidas que delimitan y guían en el desarrollo del mismo: la limitación de las horas de dedicación recomendadas, que se corresponden a los 12 créditos ECTS, la inclusión de una memoria suficientemente extensa para recopilar todos los aspectos del desarrollo del proyecto e incluso la limitación económica implícita, esto es, no existe una remuneración monetaria para el alumno tras el desarrollo del proyecto.

Capítulo 5

Implementación

5.1. Prueba de concepto

La primera fase de desarrollo de la solución fue la prueba de concepto; su objetivo fue encontrar las herramientas adecuadas para el *Stack Tecnológico* y demostrar que las elegidas son viables y que funcionan en conjunto. Además, se estudiaron y valoraron los problemas que puedan presentar y los retos que podrían suponer desde una aproximación tecnológica. Conceptualmente, este apartado podría verse englobado dentro de la sección de Análisis (Capítulo 3) ya que, como se ha mencionado, la prueba de concepto fue la que determinó el *Stack Tecnológico* y, por ende, incluyó una correspondiente parte de análisis, esto es, búsqueda, investigación, test de viabilidad, etc. No obstante, dado que realmente formó parte del desarrollo de la solución se ha decidido redactarlo como una primera parte del apartado de Implementación de la solución. Así pues, esta sección presentará tanto el *Stack Tecnológico* utilizado, los problemas encontrados en esta fase y las diferentes alternativas que se han probado junto con los motivos por los que se han desechado de la decisión final. En el diagrama de la figura 5.1 se puede observar el panorama global de los pasos que se han dado y las herramientas que se han utilizado para montar toda la infraestructura necesaria para una versión final de la prueba de concepto dentro de la primera fase del desarrollo del proyecto.

Después se hará un breve resumen de las pruebas que se han realizado con las diferentes herramientas consideradas como partes potenciales del *Stack Tecnológico*, que será ampliado en la sección B.1 de los anexos.

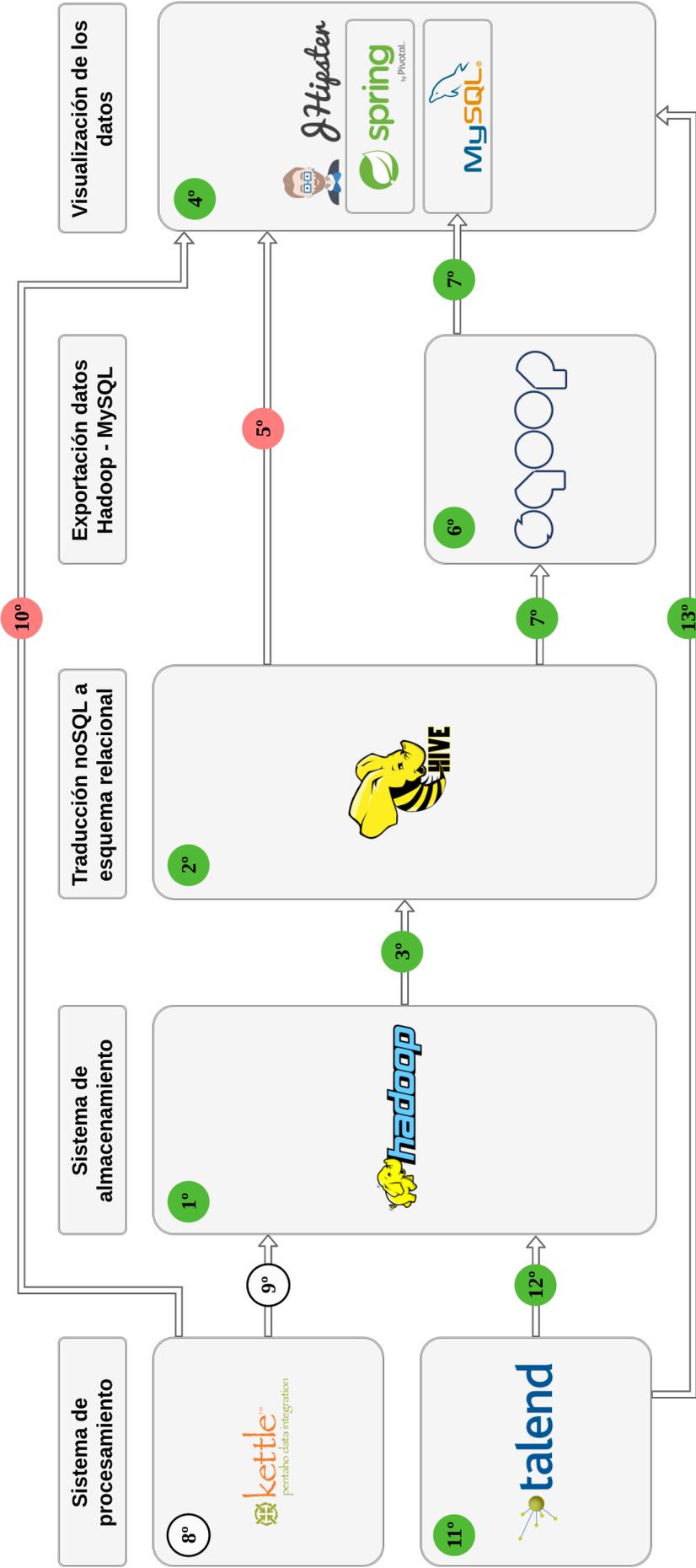


Figura 5.1: Diagrama de las etapas de la prueba de concepto.

Pasos reflejados en el diagrama de la figura 5.1:

Paso	Descripción	Resultado
1º	Instalación y configuración de <i>Apache Hadoop</i>	Éxito
2º	Instalación y configuración de <i>Apache Hive</i>	Éxito
3º	Configuración de la conexión de <i>Apache Hadoop</i> con <i>Apache Hive</i>	Éxito
4º	Instalación y configuración de <i>JHipster</i>	Éxito
5º	Intento de conexión directa entre <i>JHipster</i> y <i>Apache Hive</i>	Resultado fallido.
6º	Instalación y configuración de <i>Apache Sqoop</i>	Éxito
7º	Exportación de datos desde <i>Apache Hive</i> a <i>MySQL</i> con <i>Apache Sqoop</i>	Éxito
8º	Instalación y configuración de <i>Kettle Pentaho</i>	Éxito
9º	Desarrollo de procesos <i>ETL</i> para <i>Apache Hadoop</i> mediante <i>Kettle Pentaho</i>	Éxito
10º	Intento de importación de procesos de <i>Kettle Pentaho</i> en <i>JHipster</i>	Resultado fallido
11º	Instalación y configuración de <i>Talend Big Data</i>	Res
12º	Desarrollo de procesos <i>ETL</i> para <i>Apache Hadoop</i> mediante <i>Talend Big Data</i>	Éxito
13º	Importación de procesos de <i>Talend Big Data</i> en <i>JHipster</i>	Éxito

Tabla 5.1: Pasos realizados durante la prueba de concepto

Desarrollo de la prueba de concepto. Tal como se observa tanto en el diagrama como en los pasos anteriores, la prueba de concepto se llevó a cabo de una manera secuencial, validando primero las tecnologías y herramientas individuales y posteriormente intentando integrarlas. En primer lugar (*pasos 1 y 2*) se instalaron y configuraron los componentes principales del proyecto: *Apache Hadoop* y *Apache Hive* y después se llevó a cabo su interconexión guiada por pruebas de traspaso de datos de *Apache Hadoop* a *Apache Hive* (*paso 3*). A continuación se instaló *JHipster* (*paso 4*) y en una primera aproximación al problema se intentó conectar directamente *JHipster* con la base de datos *Apache Hive* (*paso 5*). Tras descubrir que este método no era adecuado pues *JHipster* no ofrece ningún tipo de soporte *ad hoc*, se optó por un cambio de estrategia; enlazar el flujo de datos entre *Apache Hive* y *JHipster* mediante *Apache Sqoop*. Para ello se instaló, configuró y probó *Apache Sqoop* (*pasos 6 y 7*) con resultados satisfactorios. Tras observar que el uso exclusivo de estas herramientas eran incompletas

para el desarrollo del proyecto (puesto que se determinó necesario un programa de procesado, transformación y carga de ficheros), la opción más prometedora fue *Kettle Pentaho* (paso 8). Si bien la construcción de los procesos mediante esta herramienta resultó una tarea no demasiado tediosa (paso 9), su traspaso a un programa *Java* integrable dentro del proyecto de *JHipster* resultó reiteradamente fallido (paso 10). Se decidió recurrir a otra prometedora herramienta, *Talend Big Data* como sustitutiva de *Kettle Pentaho*, lo que resultó en una gestión acertada (paso 11). Con *Talend* se pudieron construir los procesos necesarios para transformar y transportar los datos desde/hacia *Apache Hadoop* (paso 12) y se logró realizar el traspaso de dichos procesos a un programa *Java* e integrarlo en *JHipster* (paso 13).

Conclusiones. Una vez conseguidos los pilares fundamentales de la integración dentro del proyecto (*Apache Hadoop*, *Apache Hive*, *JHipster*, *Apache Sqoop*, *Talend*) realmente las únicas preocupaciones que quedaban eran la automatización íntegra del proceso y la ejecución periódica del mismo para disponer de los datos en su versión actualizada. No obstante, para estas tareas no fue necesaria una prueba de concepto puesto que todo esto se podía conseguir desde el propio proyecto de *JHipster*, mediante *Spring* y código *Java*, cosas con las que el alumno ya estaba familiarizado. Dando por finalizada la prueba de concepto, se empezó a diseñar y construir el prototipo real que quedaría como solución real del proyecto.

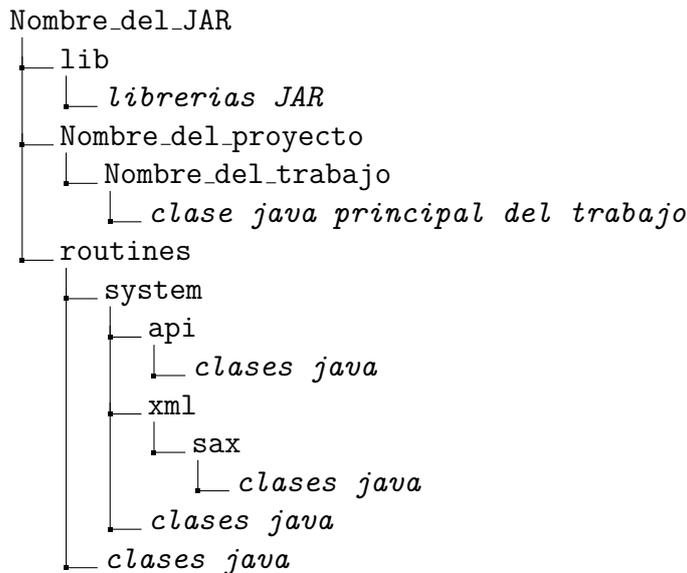
5.2. Prototipo

Primera iteración para conseguir una integración y automatización completa - Productos fitosanitarios autorizados de España

Lo primero que se hizo entrando en el desarrollo del prototipo real fue implementar un simple proceso mediante la interfaz gráfica de *Talend*. Este proceso realiza las siguientes operaciones:

1. Descarga desde la web del *MAPAMA* el fichero *Excel* de los productos fitosanitarios autorizados.
2. Convierte dicho *Excel* a un formato *OpenOffice* para poder ser procesado desde *Talend* con los componentes excel correspondientes.
3. Sube a *Apache Hadoop* una versión sin procesar del fichero
4. Procesa el fichero añadiéndole una columna llamada *ID* al principio y lo sube como versión procesada a *Apache Hadoop*.

A continuación se exportó el proceso desde Talend: *Archivo* → *Export* → *Java* → *archivo JAR file*. Esto exporta las clases y librerías que *Talend* necesita para lanzar el trabajo en un archivo comprimido llamado *nombre_trabajo.jar*. El siguiente paso fue descomprimir el *archivo JAR* en cuestión, analizar su contenido y ver cómo se podría importar en un proyecto Java. El *archivo JAR* contenía varias carpetas y ficheros pero lo que interesa es lo siguiente:



Así pues, a continuación se creó un nuevo proyecto *Java* con *IntelliJ* y *Maven* (*TalendCrawler*) y se copiaron todas las clases Java con su correspondiente estructura de carpetas. Dentro del fichero *pom.xml* del proyecto *TalendCrawler* donde se importaron todas las dependencias de Talend que figuraban como librerías locales en la carpeta *lib*. Para ello se tuvo que definir el *repositorio de paquetes de Cloudera* [16], que es desde donde Maven buscaría la mayoría de librerías. Tras comprobar que la aplicación arrancaba y se comportaba correctamente, el próximo paso fue encapsular y exportar la aplicación como un *archivo JAR*, en conjunto con sus librerías. Para ello se hizo uso del plugin *one-jar* de *Maven* que recoge las dependencias del proyecto y las empaqueta junto a las otras clases en un único *archivo JAR*.

En el proyecto de *JHipster* lo que se hizo fue crear una clase llamada *Talend*, desde la que periódicamente (mediante la anotación *Scheduled*) se ejecutaba el *archivo JAR* anterior a través del comando *Runnable*.

Teniendo ya el proceso de *Talend* integrado en la aplicación de *JHipster*, el siguiente problema a abordar fue el de la automatización de su ejecución. Se sabe que los productos fitosanitarios autorizados son actualizados periódicamente en la web de *MAPAMA*. Por eso mismo, nuestra aplicación requería también de una descarga periódica de dichos datos, para asegurarse de que en todo momento el programa tiene

Num ID Registro	Nombre Comercial	Titular	Formulado
1 11179	MICROTHIOL SPECIAL DISPERS	UPL IBERIA S.A.	AZUFRE 80% [WG] P/P
2 11231	COBRE-NORDOX	COMERCIAL QUIMICA MASSÓ, S.A.	OXIDO CUPROSO 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P
3 11312	DECCOSOL-MF	DECCO IBERICA POST COSECHA S.A.U.	2-FENILFENOL 13% (EXPR. EN OPP) [SL] P/V
4 11317	BASAGRAN L	BASF ESPAÑOLA S.L.U.	BENTAZONA 48% (SAL SÓDICA) [SL] P/V
5 11388	MESUROL 200 SC	BAYER CROPSCIENCE, S.L.	METIOCARB 20% [SC] P/V
6 11412	SP4OK	NUFARM ESPAÑA, S.A.	MCPA 40% (SAL POTÁSICA) [SL] P/V

Figura 5.2: Captura de pantalla de la integración de los productos fitosanitarios.

la versión actualizada de los fitosanitarios autorizados de España. Esto se consiguió gracias al *módulo de scheduling*[17] de *Spring* que permite programar la ejecución de un método de manera periódica. Como decisión estratégica se propuso lanzar el proceso de *Talend* cada media hora. Resuelto este problema también, el siguiente objetivo fue automatizar toda la ejecución del proceso, desde la descarga del fichero de los productos autorizados hasta la visualización de los datos mediante *JHipster*. Aprovechándose del mismo módulo anterior de *scheduling*, el desarrollo tendría que seguir el siguiente esquema:

- Primero, los datos deberían descargarse y procesarse y almacenarse en *Apache Hadoop* mediante el módulo de *Talend*.
- A continuación, se debería implementar otro módulo encargado de la carga de dichos datos procesados a una tabla de *Apache Hive*.
- Después de eso, se deberían transferir los datos de *Apache Hive* a la base de datos *MySQL* que emplea *JHipster*.

Así pues, para cada uno de los módulos mencionados se creó un paquete con una clase que contenía los métodos necesarios para lograr sus tareas particulares.

El resultado gráfico de esta primera parte se puede observar en la captura presente en la figura 5.2.

Segunda iteración para conseguir una integración y automatización completa - Sustancias activas de Europa

La primera iteración supuso los mayores problemas debido no solo al desconocimiento previo de las tecnologías sino también al hecho de no saber exactamente si dichas tecnologías iban a funcionar en conjunto. Una vez conocidas las tecnologías y tomado un primer contacto con ellas (el alumno no había trabajado con *Talend* previamente) la segunda parte de la integración se llevó a cabo de una manera mucho más fluida. Para esta iteración se conocía previamente el *modus operandi* para automatizar todo el proceso, desde la descarga de los datos hasta su visualización con *JHipster*. Por lo tanto, lo único diferente con respecto a la primera iteración fue desarrollar el trabajo de procesado específico de los datos de entrada.

Para la segunda iteración se eligieron los datos expuestos en la *Base de datos europea sobre pesticidas* [14] para seguir expandiendo la solución. Como ya se ha explicado, el objetivo de este proyecto es conseguir validar un modelo de integración para datos sobre productos fitosanitarios. En la primera iteración se obtuvieron los datos sobre los productos fitosanitarios autorizados en España. Estos contenían un campo llamado *Formulado*. Dicho campo se refiere a la *sustancia activa* de cada producto. Resulta que los datos descargados de la *base de datos europea* contienen una amplia estructura de datos e información relativa a los productos fitosanitarios. No obstante, dicha cantidad de información también resulta excesiva. Por ello, se ha optado por una aproximación minuciosa, cogiendo y procesando un solo elemento de todos los disponibles a la vez. En este caso dicho elemento corresponde a un fichero con la información relativa a las *sustancias activas*. Esta aproximación permitió ese objetivo de integración puesto que gracias a ello se pudo hacer un mapeo casi directo con los datos sobre productos autorizados de España.

De igual manera que en la primera iteración, se implementó en *Talend* el workflow necesario para procesar los datos de las sustancias activas. Esto es, por una parte, descargarlos de la página web, añadir la fecha y hora del momento de la descarga y guardarlos en *Apache Hadoop* como datos en crudo de España sin alterar ni su formato ni su contenido. Por otra parte se formateó el contenido, para almacenar en *Apache Hadoop* un fichero *.csv* con sólo la información relevante del fichero original y con una columna extra para el identificador de las filas. El mismo proceso de *Talend* también se encarga de subir este *.csv* a *Apache Hadoop* en la carpeta de datos procesados de Europa.

A continuación se preparó la infraestructura necesaria para soportar la carga de datos en *Apache Hive* mediante una nueva tabla que se mantendrá actualizada con

los datos más recientes sobre sustancias activas de Europa. Esto se consiguió gracias al desarrollo implementado en el proyecto de *JHipster* desde el que periódicamente se lanza el workflow anterior de Talend, y posteriormente se realiza una importación de los datos a *Apache Hive*. Además, en el lado del cliente, en *JHipster* se creó la tabla correspondiente a la de *Apache Hive* en *MySQL* y, una vez más, periódicamente, los datos de *Apache Hive* son transferidos a la base de datos *MySQL* a través de *Apache Sqoop*. El resultado de esta iteración es que periódicamente, en *JHipster* se pueden visualizar los datos actualizados de las sustancias activas europeas sin necesidad de que el usuario tenga que intervenir o interactuar con el sistema en ningún momento. En la figura 5.3 se puede observar el resultado plasmado de manera gráfica en la web.

ID	Real Id	Tipo	Language	Name
1	pest:activeSubstance-1000	pest:ActiveSubstance	en	Benalaxyl
2	pest:activeSubstance-1001	pest:ActiveSubstance	en	Benalaxyl-M
3	pest:activeSubstance-1002	pest:ActiveSubstance	en	Benazolin
4	pest:activeSubstance-1003	pest:ActiveSubstance	en	Bendiocarb
5	pest:activeSubstance-1004	pest:ActiveSubstance	en	Benfluralin
6	pest:activeSubstance-1005	pest:ActiveSubstance	en	Benfuracarb
7	pest:activeSubstance-1006	pest:ActiveSubstance	en	Benfuresate
8	pest:activeSubstance-1007	pest:ActiveSubstance	en	Benodanil

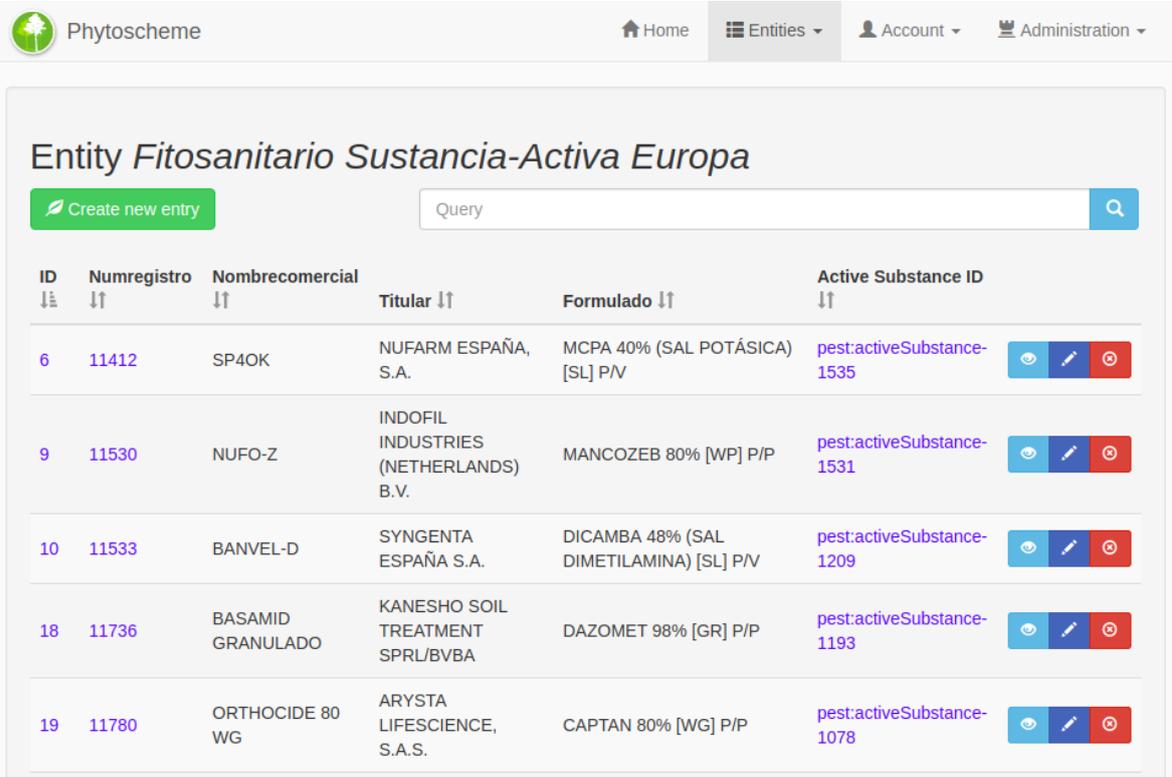
Figura 5.3: Captura de pantalla de la integración de las sustancias activas.

Tercera iteración para conseguir una integración y automatización completa - unión de los datos anteriores en una nueva tabla - Fitosanitario_Sustancia_Activa_Europa

Mientras que las dos primeras iteraciones se centraron en recoger datos periódicamente de fuentes independientes, subirlas a *Apache Hadoop* y luego importarlas en *Apache Hive* y *MySQL* para ser consumidas por *JHipster*, la tercera iteración tuvo que ver con la integración de dichas fuentes independientes dentro del sistema. Como se ha mencionado anteriormente, los datos de las sustancias activas

Europeas se eligieron como fuente para este proyecto dado que encajaban en cierta medida con los datos de los productos fitosanitarios autorizados en España: Estos últimos contienen un campo referente a las sustancias activas involucradas en el producto autorizado y gracias a eso se pudo hacer un *mapping* entre ellos. No obstante, el *mapping* no fue directo, puesto que los datos no venían en el mismo formato: en el caso de los productos autorizados, el campo en cuestión contenía además de los nombres de las sustancias activas en mayúscula la cantidad en la que podían estar presentes, mientras que en el caso de las sustancias activas europeas, los nombres venían en minúscula y sin la cantidad correspondiente. Así pues, en una primera aproximación lo que se hizo fue crear una tabla que contuviera los datos de los productos autorizados de España más una columna que fuera el identificador real de la **primera** sustancia activa involucrada en el producto.

Esta aproximación no es la solución perfecta, no obstante, es una primera iteración que soluciona una parte del problema. Se consiguió gracias a una consulta en *Apache Hive* que partía los datos del campo *formulado* (referente a las sustancias activas que forman el producto) de los productos autorizados de España, se quedaba con la primera cadena de sólo literales y hacía el *JOIN* con el nombre de la sustancia activa (pasado a mayúsculas) de la tabla de las sustancias activas europeas.



ID	Numregistro	Nombrecomercial	Titular	Formulado	Active Substance ID
6	11412	SP4OK	NUFARM ESPAÑA, S.A.	MCPA 40% (SAL POTÁSICA) [SL] P/V	pest.activeSubstance-1535
9	11530	NUFO-Z	INDOFIL INDUSTRIES (NETHERLANDS) B.V.	MANCOZEB 80% [WP] P/P	pest.activeSubstance-1531
10	11533	BANVEL-D	SYNGENTA ESPAÑA S.A.	DICAMBA 48% (SAL DIMETILAMINA) [SL] P/V	pest.activeSubstance-1209
18	11736	BASAMID GRANULADO	KANESHO SOIL TREATMENT SPRL/BVBA	DAZOMET 98% [GR] P/P	pest.activeSubstance-1193
19	11780	ORTHOCLIDE 80 WG	ARYSTA LIFESCIENCE, S.A.S.	CAPTAN 80% [WG] P/P	pest.activeSubstance-1078

Figura 5.4: Captura de pantalla de la integración de los productos fitosanitarios y las sustancias activas.

Como primera solución provisional, se consigue hacer un *matching* exitoso de unos cuatrocientos registros de un total de aproximadamente mil trescientas sustancias activas. En la figura 5.4 se puede observar el resultado de esta fase y en la sección D.1 de los anexos se encuentran más capturas de pantalla de la aplicación. No obstante, los problemas que presenta son los siguientes:

- Hay productos autorizados que tienen más de una sustancia activa como parte de su formulado y la consulta solo reconoce la primera de ellas.
- Hay sustancias activas que aparecen en los productos autorizados de España que vienen en español y la consulta no es capaz de reconocerlos puesto que las sustancias activas de europa tienen su nomenclatura en inglés.

Fichero de configuración

Para simplificar el acceso a los recursos se ha hecho uso de un fichero de configuración a los que acceden varios componentes: En primer lugar, el *script bash* que descarga los datos de los productos autorizados del *MAPAMA* [4]. Este *script* usa una función *bash* para solicitar los valores del fichero de propiedades de la web del *MAPAMA*, y saber la ruta en el sistema donde guardar dicho fichero. Si en cualquier momento se quiere modificar dicha localización, gracias al fichero de configuración, el único sitio que se debería modificar sería en el propio fichero.

En segundo lugar, la aplicación *Java* del *trabajo* de *Talend* también accede a dicho fichero de configuración, puesto que en él se han establecido tanto rutas de almacenamiento dentro del *HDFS* de *Apache Hadoop*, como el nombre del nodo o del usuario. No obstante, tal como se ha comentado en el apartado anterior, esta aplicación *Java* ha tenido que ser empaquetada en un archivo *JAR* único y conjunto con todas sus librerías. Entonces ... ¿cómo accede a dicho fichero de configuración?. La solución ha sido hacer que el *archivo JAR* reciba la ruta a dicho fichero mediante un argumento, de forma robusta, tal que si no recibe argumentos, o si el fichero que se le pasa no es un fichero de propiedades, el proceso alerta del error y se detiene.

5.3. Problemas encontrados

Tal como se ha explicado a lo largo del desarrollo de esta memoria, tanto en la fase de la prueba de concepto como en la fase de desarrollo del prototipo se han encontrado diversos problemas de naturaleza técnica o tecnológica:

Incertidumbre inicial. El primero de los problemas que se detectaron tienen que ver con el arranque del proyecto. Debido a una incertidumbre inicial en cuanto a la estructura de su desarrollo, en el arranque del proyecto no se pudo realizar una planificación inicial para dejar definida una visión global de toda su duración. Por ello surgieron problemas como que el alumno entendió que todo el trabajo de instalación y configuración de las herramientas sería una fase previa al desarrollo del proyecto en sí, lo cuál no fue así, puesto que más tarde se establecería que dicho trabajo formaría parte de una primera fase del proyecto: la prueba de concepto. Además, dicha incertidumbre dificultó la gestión del proyecto: la definición de las tareas, el control de los esfuerzos y un análisis adecuado desde el principio.

Sistema operativo. Si bien es cierto que el sistema operativo donde se desarrollase el proyecto no era un requisito, apareció desde el principio como un derivado de las herramientas a utilizar. Se propuso un sistema operativo *Linux* [18] sobre el que llevar a cabo la implementación de la solución. La propia instalación del sistema resultó inicialmente problemática en el portátil del alumno debido a la inexistencia de los *drivers* de *Linux* necesarios para la tarjeta gráfica *Nvidia* [19] presente en el equipo, que resultaba en el no arranque del sistema. Tras unos días de consultas y búsquedas en páginas y foros de Internet, la solución al problema fue añadir la instrucción `nouveau.modeset=0`, que desactiva los drivers libres de *Nvidia* en el menú *GRUB*¹ durante el arranque del sistema permitiendo que la gráfica que se ejecuta sea la otra presente en el equipo, la de *Intel*.

Apache Hadoop. Como previamente se ha mencionado durante la prueba de concepto, la instalación de *Apache Hadoop* no fue la óptima desde el principio puesto que el alumno instaló una versión correspondiente a *Ubuntu 14.04*, mientras que el sistema operativo instalado en el equipo era *Ubuntu 16.04*. Debido a eso inicialmente *Apache Hadoop* dió problemas y en una fase posterior se tuvo que eliminar esta versión del equipo e instalar la correcta. Una vez solucionado ese problema, otro de los retos a los que se tuvo que enfrentar fue el entendimiento conceptual del sistema en sí. Se tuvieron que invertir horas en aprender a utilizar el sistema de ficheros *HDFS*, algo necesario para el almacén de los datos de entrada de las diferentes fuentes.

Otro problema que surgió con *Apache Hadoop* fue debido a la falta de espacio en disco. Llegó un punto a lo largo de la duración del *TFG* donde el disco duro del equipo de desarrollo se llenó y debido a eso las operaciones MapReduce de *Apache Hadoop* se encolaban, se enmarcaban dentro de un estado de *Pendiente* y nunca se ejecutaban.

¹GRUB - <https://www.gnu.org/software/grub/>

Pasaron varios días hasta que se llegó a la raíz del problema y, una vez liberada algo de espacio del disco duro, las operaciones MapReduce de *Apache Hadoop* ya se podían realizar correctamente.

Apache Hive. Como ya se comentó, la instalación de *Apache Hive* en sí no presentó problemas. No obstante, el hecho de tratarse de un lenguaje *SQL* nuevo, a pesar de su similitud con la sintaxis de *MySQL* junto con las peculiaridades del sistema de archivos de *Apache Hadoop*, *HDFS* sobre el que *Apache Hive* trabaja dificultaron un avance fluido del proyecto. En muchas ocasiones los datos de entrada daban problemas a la hora de importarlos en *Apache Hive*, por diferentes razones: inclusión de una cabecera que no debería aparecer en los datos de entrada, formateo incorrecto de los datos e incluso, por falta de experiencia, el uso incorrecto del delimitador en el lado de *Apache Hive*. Aparte de estas dificultades, *Apache Hive* también presentó problemas a la hora de intentar conectarlo directamente con *JHipster*, tal como se verá en los siguientes apartados.

Apache Sqoop. Al igual que *Apache Hive*, la instalación y configuración de *Apache Sqoop* no supuso un problema. No obstante, su manejo es lo que más dificultades presentó, puesto que al igual que los demás componentes, se trataba de una herramienta nueva para el alumno. Las tablas tanto de origen (base de datos *Apache Hive* presente en *HDFS*) como de destino (base de datos *MySQL* de *JHipster*) tenían que coincidir en estructura y tomó varios intentos hasta tener la configuración adecuada.

JHipster. Con *JHipster* se tuvo varios problemas, empezando por su instalación en el equipo. *JHipster* utiliza *Yarn*, *Bower*, *Node.js*, *Gulp* y *Yeoman* y, ya que el equipo tenía preinstaladas algunas de estas herramientas en sus antiguas versiones, al principio la instalación resultó en fallos que tomaron tiempo para solventar. Otro problema, una vez solucionado el anterior fue a la hora de la importación de una aplicación generada con *JHipster* como proyecto dentro del entorno de desarrollo *IntelliJ*. *Gradle* inicialmente no estaba correctamente configurado en el equipo y por ello el proyecto era incapaz de descargar y configurar sus dependencias. Tras haber instalado *Graddle* e importado el proyecto correctamente, otro de los problemas encontrados apareció a la hora de importar un esquema de datos sobre *JHipster* mediante *JDL-Studio*², el editor gráfico para creación de modelos de datos de *JHipster*. Si bien la creación del propio modelo y su descarga en un fichero *.jh* no presentó dificultades, la importación del esquema dentro del proyecto mediante el comando *jhipster import-jdl fichero.jh*

²JDL-Studio - <https://start.jhipster.tech/jdl-studio/>

provocaba errores en el proyecto en el momento de su ejecución. Gracias al control de versiones implementado mediante *git*³ se pudo volver a la versión previa y desechar los cambios provocados por el comando anterior. Se descubrió que si las entidades se crean individualmente mediante el comando *jhipster entity nombreEntidad* el fallo anterior ya no ocurre y se puede continuar con una ejecución correcta.

Otro problema con *JHipster* ocurrió al intentar actualizar la versión del mismo. Según las instrucciones de la página web, el proceso debería ser aparentemente sencillo. Se trata de ir a la localización de la aplicación creada con *JHipster* y ejecutar el comando *jhipster upgrade*. No obstante, dicho comando en ocasiones funcionaba, y en otras, tras esperar el tiempo de actualización, todo aparentaba normalidad hasta que al arrancar la aplicación aparecían errores referentes a determinados *beans* de *Spring* que *JHipster* era incapaz de encontrar. A pesar de intentar solucionar dicho problema, en esos casos el alumno prefirió volver a la versión anterior del proyecto y desechar los cambios realizados por el comando *upgrade*. Como *JHipster* es un sistema en constante evolución, periódicamente los desarrolladores lanzan *parches* mediante los que solucionan problemas como el descrito anteriormente.

Integración de *Apache Hive* y *JHipster*. Tal como se explica en la prueba de concepto (sección 5.1), inicialmente la arquitectura del sistema debía reflejar una conexión directa entre la aplicación de *JHipster* y la base de datos *Apache Hive*, mediante la sustitución de la base de datos de *JHipster* (*MySQL*) por *Apache Hive* en los ficheros de configuración del proyecto. Teniendo en mente que *JHipster* directamente **no ofrece soporte** ni para *Apache Hive* ni para *Apache Hadoop*, la meta era cambiar a nivel de código todos los parámetros y conexiones necesarias para *engañar* a la aplicación y conseguir que trabaje directamente con *Apache Hive*. Esto consistía en importar las librerías necesarias, crear las entidades de *JHipster* dentro de *Apache Hive*, indicarle el driver *JDBC* para conectarse con *Apache Hive* y mapear cada acceso a la base de datos previa *MySQL* a la de *Apache Hive*. El primer gran obstáculo que se detectó fue la importación de las librerías. Resulta que al importar las librerías necesarias para *Apache Hive*, estas presentaban conflictos con las librerías que ya venían importadas por *JHipster*. Encontrar los paquetes conflictivos llevó mucho tiempo, puesto que el árbol de dependencias del proyecto tenía un tamaño considerable y no se podía saber a priori cuál de los múltiples duplicados existentes fallaba. Como se verá a continuación, el problema de las librerías externas dentro de *JHipster* seguirá apareciendo con otros componentes, por lo que se puede entender que *JHipster* no es la mejor elección cuando se quiera expandir el proyecto con muchas librerías externas o de

³git - <https://git-scm.com>

terceros. Por otro lado, el problema de las entidades se abordó poco a poco, intentando migrar las tablas una a una. No obstante, *JHipster* creaba dichas tablas con una sintáxis y unas propiedades y atributos acordes a *MySQL*, algunos de los cuales eran inviables de construir en *Apache Hive* debido a la misma inexistencia de dicha funcionalidad. Las aplicaciones que *JHipster* generan tienen una gran complejidad, con cientos de clases interoperando y compartiendo información, dificultando la depuración de la ejecución del programa y haciendo que una aproximación como la que se intentaba realizar en este período fuera inviable. Tras semanas de intentos frustrados, se consiguió que la aplicación arrancara conectándose a *Apache Hive*, pero era incapaz de realizar cualquier función que se le pedía, como iniciar sesión con un usuario o registrar uno nuevo así que la arquitectura del sistema cambió, se desechó la idea de conectar directamente *Apache Hive* con *JHipster* y se abordó una aproximación que involucrara un intermediario (*Apache Sqoop*) entre *Apache Hive* y *JHipster* y manteniendo la base de datos *MySQL*.

Pentaho Kettle. Aparte del problema anterior, el otro gran obstáculo que supuso un retraso del proyecto fue la elección de *Pentaho Kettle* como sistema para realizar operaciones *ETL* sobre los datos previo a su importación en *Apache Hadoop*. Aparentemente *Pentaho Kettle* era la herramienta que se buscaba complementaria al *Stack Tecnológico* del proyecto. No obstante, con el tiempo se observó que más que una ayuda resultó un inconveniente. Desde su instalación, que resultó conflictiva puesto que por alguna razón al descargar el programa en español, este se descargó con la mitad de sus componentes en inglés y la otra mitad en español hasta su editor gráfico, que no es exáctamente muy *user-friendly*. Se tuvo problemas para conectarse a *Apache Hadoop* ya que, por culpa de una documentación pobre no se da a entender que antes de intentar acceder a *Apache Hadoop* mediante sus componentes se debía configurar un *Cluster* de *Apache Hadoop* dentro del propio editor gráfico. Además se observó que el lanzamiento de un mismo proceso varias veces podía resultar en una ejecución exitosa o fallar estrepitosamente por razones aparentemente arbitrarias.

Pentaho Kettle y JHipster. A la hora de integrar *Pentaho Kettle* y *JHipster*, al igual que ocurría con *Apache Hive*, el problema principal fueron las librerías necesarias para poder trabajar con *Pentaho Kettle* dentro de la aplicación de *JHipster*. En este caso, además, reincidiendo en el problema de la existencia de una documentación pobre, no se listan las librerías necesarias para poder trabajar con *Pentaho Kettle* desde un proyecto *Java*. Por esa misma razón, si bien es cierto que para trabajos o procesos sencillos (de prueba) de *Pentaho Kettle* se consiguió el pack de librerías necesarias a importar, en cuanto los procesos eran un poco más complejos (como los que realmente

necesitaba el proyecto), las librerías empezaban a producir conflictos en el proyecto, resultando en la imposibilidad del arranque de la aplicación. El problema fue que conforme se solucionaban los errores, aparecían otros, y cada vez en más cantidad, haciendo inviable la opción de *Pentaho Kettle* para los requisitos que tenía el proyecto. Por ello, tras reiterados intentos de solucionar dichos problemas se optó por buscar otras alternativas y se encontró *Talend* como herramienta definitiva.

Talend. El único problema que presentó *Talend* realmente no supuso un retraso tan considerable. *Talend* autogenera código *Java* conforme el usuario diseña sus procesos en el editor gráfico. Resulta que uno de sus componentes (*tHDFSInput*) en una primera instalación fallaba pues al insertar el código *Java* correspondiente, se dejaba por cerrar una llave, haciendo que el programa diese error en tiempo de compilación y no se pudiese probar el proceso. No obstante, tras reinstalar *Talend*, este problema cesó y todos sus componentes funcionaron acordes a su especificación.

Talend y JHipster. Reapareciendo por tercera vez, el problema de las librerías importadas en *JHipster* volvió a surgir al intentar integrar el código generado por *Talend* de uno de sus procesos en el proyecto de *JHipster*. Habiendo aprendido la lección de los anteriores intentos, esta vez no se reparó mucho en intentar solventar este problema sino que se adoptó una solución alternativa: crear un proyecto *Java* nuevo que integrase todas las dependencias necesarias para el proceso de *Talend* y encapsular todo su contenido en una librería ejecutable, fácilmente accesible desde *JHipster*. Esta solución también se probó con *Pentaho Kettle*, pero como ya se mencionó, debido a la falta de documentación acerca de las librerías a importar, se desistió en su resolución.

Capítulo 6

Gestión

Este capítulo engloba aquellos aspectos que tienen que ver directamente con la gestión del proyecto: la metodología que se ha seguido a lo largo de todo su desarrollo, la recogida de los esfuerzos y la organización del trabajo así como el control de versiones de los diferentes componentes del proyecto. Se reserva un apartado para mencionar las diferentes pautas e imposiciones que han afectado a un desarrollo libre del proyecto y se recoge un estudio acerca de la estimación del coste del proyecto en sí.

6.1. Metodología

Este apartado explica la metodología que se ha seguido para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, desde su fase inicial llamada prueba de concepto (Sección 5.1) hasta su finalización. Se podrían distinguir dos fases conceptuales acordes a los diferentes *modus operandi* del desarrollo:

Prueba de concepto. El desarrollo de la prueba de concepto ha sido guiado por el director del proyecto. Esto es, el director del proyecto marcó inicialmente el panorama global y el diseño que se quería seguir. A partir de allí, el trabajo consistió en instalar y configurar las herramientas propuestas por el director y validar su integración mediante un flujo de datos de prueba. Si tras un período de pruebas exhaustivas algún componente fallaba o no cumplía con los requisitos especificados en el análisis del proyecto, dicho componente era desechado y se buscaba una alternativa viable al mismo. Lo mismo ocurría si alguna conexión de integración concreta fallaba; por ejemplo, en el caso de intentar conectar *Apache Hive* con *JHipster* directamente, al comprobar que era una solución inviable que no cumplía con los requisitos del proyecto se decidió que la alternativa sería mantener la base de datos original de *JHipster* (*MySQL*) y agregar un componente intermedio (*Apache Sqoop*) para la transferencia de los datos desde *Apache Hive* a *MySQL*.

Prototipo. Una vez integradas las diferentes herramientas y elegido el *stack tecnológico* final, la implementación del prototipo real se ha llevado a cabo mediante una metodología iterativa. Teniendo en mente que se trata de un proyecto con un potencial de crecimiento casi ilimitado, la aproximación más lógica fue agregar valor al proyecto mediante una aproximación de iteraciones agregativas, empezando por la

integración de los productos fitosanitarios autorizados de España y siguiendo por los datos acerca sustancias activas de la base de datos Europea sobre pesticidas. Así pues, en la primera iteración se diseñó e implementó el flujo capaz de descargar los datos acerca de los productos fitosanitarios autorizados de España de la fuente, almacenarlos en *Apache Hadoop*, transformarlos y prepararlos para su inserción en *Apache Hive*, su transferencia a *MySQL* y su posterior visualización en *JHipster*. En una segunda iteración se realizó lo mismo pero con los datos de las sustancias activas extraídos de la base de datos Europea de pesticidas. Siguiendo esta metodología y con el objetivo fijado en el crecimiento del proyecto se puede observar que los futuros avances del sistema se pueden realizar de la misma manera. Otro desarrollador podría retomar el trabajo en este punto y hacer que el programa siga creciendo mediante la expansión del número de iteraciones que agreguen nuevos flujos de datos para dar soporte a nuevas fuentes. La tercera iteración supuso la agregación del soporte capaz de mapear los datos de la primera iteración con los de la segunda, en una versión más que nada ilustrativa; a pesar de que dicha integración no es capaz de mapear el 100 % de los datos, esto no es un problema puesto que no era el objetivo perseguido. Lo que se perseguía era validar el modelo de integración y dar soporte a un crecimiento sencillo de la solución. Por último, siguiendo esta filosofía de iteraciones se agregó en una cuarta iteración un mecanismo para la detección de errores o inconsistencias en los datos integrados provenientes de diferentes fuentes.

6.2. Organización y control de versiones

Otro área de la gestión del proyecto es su organización, a través de sus diferentes componentes. En este apartado se pretende dar una visión global de las estructuras y tecnologías involucradas en la organización del proyecto.

En primer lugar, cabe mencionar que las diferentes herramientas que constituyen el *core* tecnológico del proyecto (*Apache Hadoop*, *Apache Hive*, *Apache Sqoop*, *JHipster*, *Talend*, *MySQL*) se han instalado sobre el equipo del alumno, en una partición local del disco duro. Esto proporcionó rapidez de despliegue y desarrollo para el alumno pero podría suponer dificultades a la hora de expandir el proyecto e incluso riesgos adicionales debido a una inexistencia de tolerancia a fallos o copias de seguridad. No obstante, tratándose de un *TFG* se asumieron los riesgos y se adoptó esta postura como la más adecuada.

En segundo lugar, la propia gestión de las tareas a desarrollar durante el proyecto se ha controlado mediante *Trello*¹ a través de un *Kanban* de cuatro columnas (*To do*,

¹Trello - <https://trello.com>

Doing, Problem y Done):

- La columna *To do* almacena aquellas tareas que están pendientes de realizar o figuran como *features* posibles a desarrollar.
- La columna *Doing* contiene aquellas tareas que el alumno desarrollaba en cada momento.
- La columna *Problem* sirve para almacenar aquellas tareas que presentan algún problema y dificultan su terminación. A través del mecanismo de comentarios de *Trello* el alumno dejaba redactado el problema que ha tenido en dicha tarea para tener constancia de ello en todo momento y posteriormente poder arreglarlo.
- La columna *Done* es donde se arrastraban todas las tareas que eran terminadas.

En la figura 6.1 se puede observar el tablero que el alumno ha usado a lo largo de casi toda la duración del proyecto.

Otro aspecto de la organización se centra en la aplicación desarrollada con *JHipster*. Inicialmente, esta se instaló al igual que las herramientas anteriores en el equipo local del alumno. No obstante, dado que sería una pieza fundamental y sobre la que se desarrollaría el software en sí, se decidió subirla a *git* para mantener un control de versiones sobre ella. Profundizando más acerca de la organización del software desarrollado, dentro de la aplicación de *JHipster* se creó un paquete encargado de mantener todo el código desarrollado por el alumno. Este paquete, llamado *processes*,



Figura 6.1: Tablero *Trello* para la gestión de las tareas del proyecto.

junto con sus subpaquetes y clases se puede observar en la figura 4.5. Existe una clase principal llamada *Schedule* encargada de lanzar los diferentes procesos. Aparte, se han designado distintos subpaquetes en función de las herramientas contra las que atacan: el paquete *talend* es el que contiene los métodos encargados de ejecutar los trabajos desarrollados con *Talend*. El paquete *sqoop* contiene los métodos necesarios para poner en marcha una transferencia de *Apache Sqoop* desde *Apache Hive* a *MySQL*. El paquete *hive* contiene métodos que atacan contra la base de datos de *Apache Hive* mientras que el paquete *mysql* contiene métodos que atacan contra la base de datos de *MySQL*. El paquete *common_methods* es el único especial y contiene métodos públicos que puedan ser usados desde cualquiera de los demás paquetes.

Como esta memoria también se quería mantener bajo un control de versiones riguroso, también se decidió que debería formar parte del software subido a *git*. Así pues, en la carpeta raíz del proyecto de *JHipster* se creó una carpeta llamada *MEMORIA* donde se almacenaba todo lo referente a esta memoria.

Por último lugar, lo único restante de los diferentes componentes del proyecto son los diagramas desarrollados por el alumno tanto para el diseño de la aplicación como para los diferentes capítulos de la memoria y las hojas de gestión de esfuerzos. Estos componentes se crearon en *Google Drive* y se han ido actualizando allí mismo. Dado que el alumno usa la aplicación web *draw.io* para realizar los diagramas, esta aproximación se consideró como la más adecuada.

6.3. Control de esfuerzos

En la primera fase del proyecto el alumno desconocía el panorama global del desarrollo del *TFG*; desconocía el hecho de que habría dos fases, una en la que se realizaría una prueba de concepto y otra en la que se desarrollaría un prototipo real a partir de la validación de las herramientas empleadas en esa prueba de concepto; teniendo esto en mente, cabe destacar que el alumno consideró que el primer contacto con las herramientas, es decir, su instalación y configuración formarían parte de una fase previa, una especie de requisitos previos al arranque del proyecto, que no contabilizarían como esfuerzos en sí. Es por ello que al principio del proyecto el alumno no tomó nota de las horas precisas invertidas en aquella primera fase que más tarde se le revelaría que formaría parte de la prueba de concepto. No obstante, gracias a las herramientas como *Drive* o *Trello*, posteriormente se pudo hacer una recopilación aproximada de los esfuerzos invertidos durante esta fase. Así pues, una vez que se determinó la estructura final del proyecto se empezó a tener constancia de las horas a través de una hoja de cálculo almacenada en *Drive* y gracias a ello se pueden presentar los esfuerzos divididos

en las siguientes categorías:

- **Análisis general.** La fase de análisis general comprendió un máximo de 30 horas aproximadas, entre la determinación de los requisitos, el análisis de los riesgos y la propia elección del *Stack Tecnológico*. Aunque este último va directamente asociado a la prueba de concepto, cabe mencionarlo durante esta fase puesto que es donde a priori se analizaban las diferentes herramientas posibles de todo el elenco disponible. Además, en esta fase se incluye también el esfuerzo realizado por el alumno para comprender la problemática actual que se intenta resolver en este *TFG*, desde lecturas de manuales fitosanitarios hasta portales web que explican los procesos actuales de importación y exportación de los mismos.
- **Diseño general.** El diseño general del sistema tomó un máximo de 10 horas entre las diferentes variantes conceptuales; conforme se demostraba que un diseño aparente no cumplía con los requisitos del sistema, se procedía a diseñar otro, mejor adaptado a las necesidades del proyecto.
- **Prueba de concepto.** En las etapas anteriores se hablaba de un análisis y diseño generales. Esto es así dado que la prueba de concepto en sí incluye una parte de análisis y diseño como tal y se puede entender como separado de las fases previas. Además, al igual que las fases anteriores, gran parte de esta se ha desarrollado cuando aún no se tenía constancia precisa de las horas invertidas. No obstante, se pueden deducir alrededor de 90 horas totales que incluyen la instalación y configuración de las diferentes herramientas probadas junto con sus alternativas, las diferentes pruebas realizadas para conseguir un flujo de los datos desde su descarga hasta su transformación y presentación y la solventación de los diferentes errores que iban apareciendo por el camino.
- **Implementación del prototipo.** La implementación del prototipo reúne todos sus esfuerzos en la hoja de cálculo de *Drive*, con un total de 66 horas de dedicación. En ellas están incluidos los diferentes procesos desarrollados en *Talend*, los diferentes mecanismos para su integración en *Java*, los *crawlers* implementados en lenguaje *bash* así como los componentes software desarrollados en *Java*.
- **Reuniones con el director del proyecto.** Se pueden deducir unas 18 horas de reuniones con el director del proyecto aunque este apartado se puede entender como algo más flexible que los anteriores, ya que, si bien es cierto que no han habido muchas reuniones planificadas con el profesor, este iba pasando por el laboratorio en el que el alumno desarrollaba el trabajo para revisar con él los avances conseguidos y apoyarle en la consecución de los objetivos.

- **Redacción de la memoria.** Las horas invertidas en la redacción de la memoria, al igual que en el bloque anterior, se recogen en su totalidad en la hoja de cálculo de *Drive*. Han resultado un total de 110.5 horas.

En la figura 6.2 se pueden observar las cifras anteriores en formato de diagrama de tarta.

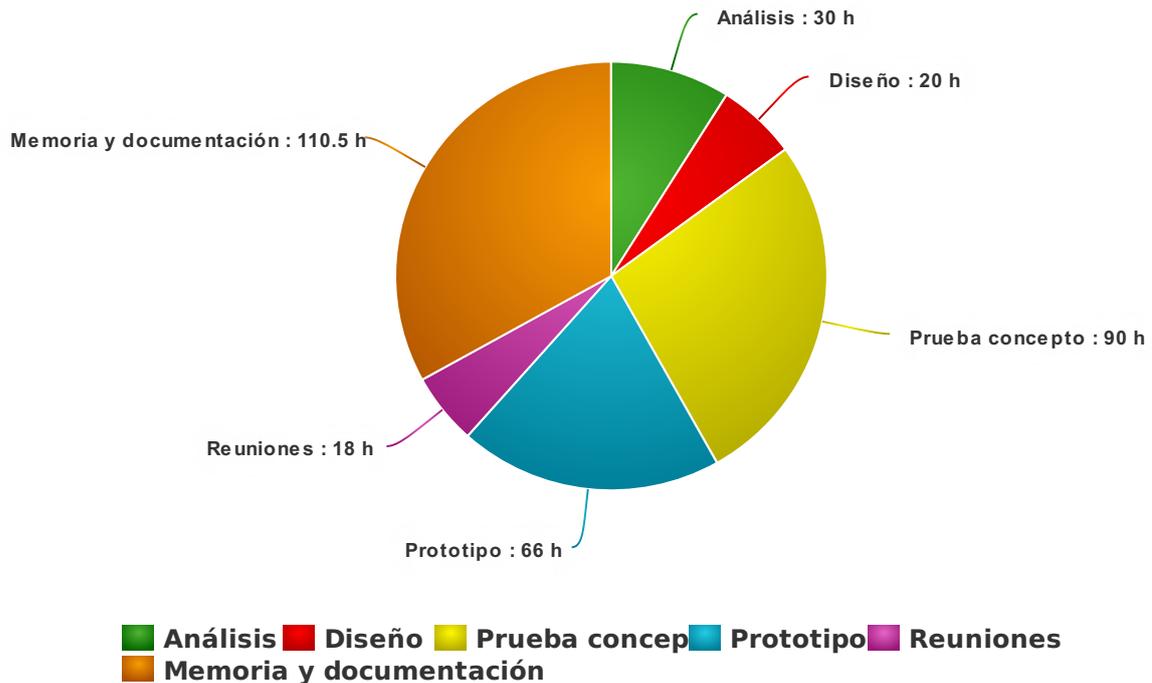


Figura 6.2: Horas de dedicación al proyecto.

6.4. Estimación del coste

En este apartado se van a recoger los cálculos que se han llevado a cabo para calcular tanto el coste económico del *TFG* como de la hora de trabajo de una persona que desarrollaría de manera comercial un proyecto como este. Para ello se ha hecho uso de la página web *Calculadora Freelance* [20] y los resultados se pueden ver en los párrafos siguientes.

Para calcular el coste económico del proyecto, se deben conocer a priori tanto las horas totales invertidas en el proyecto como el precio de la hora de trabajo del alumno; el resultado de la multiplicación de estos factores, sumado a otros elementos (como la gestión del proyecto, la gestión de configuraciones o el aseguramiento de la calidad), se corresponde al coste total del proyecto. Las horas invertidas en el proyecto han sido

recogidas en el apartado anterior, mientras que la hora de trabajo del alumno se ha calculado a partir de los parámetros de la tabla 6.1.

Concepto	Cantidad
Sueldo esperado	1500€ mensuales
Días de vacaciones	21 días anuales
Días de inactividad	7 días anuales
Porcentaje reuniones, presupuestos, ventas, etc.	50 %
Gastos alquiler	100€ mensuales
Gastos en servicios (luz, móvil, etc.)	50€ mensuales
Impuesto autónomos	260€ mensuales
Otros gastos	50€ mensuales
Porcentaje beneficios	20 %
TOTAL	28.70€

Tabla 6.1: Precio por hora de trabajo

Visto lo anterior, el coste mínimo de la hora de trabajo del alumno sería de **28.70€** y el desglose de los cálculos se puede observar en la sección E.1 de los Anexos.

A continuación, en la tabla 6.2 se recogen los diferentes componentes y tareas realizadas por el alumno junto con las horas dedicadas y el coste calculado, para conseguir el coste total del proyecto:

Tarea/Componente	Horas	Coste (€)
Análisis general	30 horas	861.00€
Diseño general	20 horas	574.00€
Prueba de concepto	90 horas	2,583.00€
Implementación prototipo	66 horas	1,894.20€
Reuniones	18 horas	516.60€
Redacción Memoria	110.5 horas	3,171.35€
TOTAL Tareas/Componentes	334.5 horas	9,600.15€
Gestión (G)	334.5 h x 0.15	1,440.02€
Gestión de configuraciones (GC)	334.5 h x 0.05	480.01€
Aseguramiento de la calidad (AC)	334.5 h x 0.07	672.01€
TOTAL GESTIÓN Y CALIDAD	90.31 horas	2,592.0405€
Transporte (T)	60 viajes x 2.70€	162.00€
TOTAL MACROS	$G+GC+AC+T$	2,754.04€
Amortización estaciones de trabajo	$(334.5h + 90.31h) \times \frac{800}{334,5h}$	985.54€
TOTAL		13,339.73€

Tabla 6.2: Costes económicos del proyecto

Capítulo 7

Conclusiones

En este capítulo se hablará de las conclusiones sacadas tras finalizar el proyecto. ¿Se han conseguido los objetivos propuestos? ¿Están todos los requisitos cubiertos? ¿Está bien documentada la solución? ¿Es escalable? Se intentará responder a estas preguntas de la manera más concisa y sincera posible.

7.1. Resultados y objetivos

Haciendo una retrospectiva global de los avances conseguidos en este proyecto se puede llegar a la conclusión de que se han conseguido todos los objetivos propuestos en el inicio del mismo. A continuación se van a exponer los requisitos funcionales que han sido establecidos durante la fase de análisis (recogidos en la sección 3.7) y se va a razonar el porqué de la consecución y finalización de cada uno de ellos.

- **RFS_1.** *El sistema deberá recolectar los datos oficiales tanto de productos fitosanitarios autorizados de España como de las sustancias activas a nivel europeo.* - Este requisito está cumplido puesto que, como se puede observar tanto en el capítulo del Diseño (4) como en el de la Implementación (5), tanto los datos sobre productos fitosanitarios autorizados de España como las sustancias activas a nivel europeo forman parte de las fuentes que se han integrado en el sistema.
- **RFS_2.** *El sistema deberá almacenar la última versión de los datos recolectados en el RFS_1 en su formato original y además mantener todas las versiones descargadas de las mismas.* - Este requisito también se cumple puesto que los datos originales descargados periódicamente se almacenan en *Apache Hadoop* en una carpeta llamada *Datos_en_crudo* con la fecha y hora exacta de su descarga y además dichos datos nunca son borrados.
- **RFS_3.** *El sistema deberá monitorizar y almacenar los procesos de recolección de los datos de entrada, así como las rutas de su procesado.* - Otro requisito cumplido, puesto que la aplicación de *JHipster* es la que se encarga tanto de almacenar los procesos de *Talend* en su formato *JAR* como de programar su ejecución de manera periódica y asegurarse de un funcionamiento correcto del mismo.

- **RFS_4.** *El sistema deberá ofrecer la infraestructura y herramientas de configuración necesarias para que futuros desarrolladores puedan integrar otras fuentes de datos de manera rápida y eficiente.* - Como se puede ver en la sección 4.4 del capítulo del Diseño, se ha creado una infraestructura capaz de ofrecer un mecanismo sencillo para futuros desarrollos. Tanto integrar nuevos datos como expandir el proyecto en otros ámbitos funcionales no debería ser un problema para los siguientes programadores que retomen este trabajo; por lo tanto se puede dar por cumplido este requisito.
- **RFS_5.** *El sistema deberá implementar un modelo de aplicación consistente, ejemplificando un ciclo de vida típico de los datos, desde su recogida, su procesamiento, su posterior integración en un modelo más completo y su presentación en un Front-End de ejemplo.* - El requisito RFS_5 también se puede considerar como conseguido dado que, tanto para los datos sobre productos fitosanitarios autorizados de España como para las sustancias activas a nivel europeo dicho ciclo de vida típico ha sido implementado; los datos se descargan, se procesan, se almacenan en *Apache Hadoop*, se transfieren de *Apache Hive* a *MySQL* y se visualizan con *JHipster*.
- **RFS_6.** *El sistema deberá implementar un mecanismo de detección de errores e inconsistencias en los datos provenientes de fuentes heterogéneas.* - Como se ha observado en el capítulo de la Implementación del prototipo real (5.2), se ha implementado un módulo que se encarga de mostrar los datos inconsistentes resultantes de la integración de las dos fuentes principales de este proyecto. Así pues, este requisito también se da por válido.

En cuanto a los requisitos funcionales del proyecto como desarrollo global, aparecían los siguientes en la captura de requisitos:

- **RFP_1.** *El proyecto deberá incluir una memoria en la que se documentan todos los pasos y procesos involucrados en su construcción.* - Requisito validado puesto que esta es dicha memoria.
- **RFP_2.** *Se deberá mantener constancia del esfuerzo dedicado durante el proyecto.* - Requisito cumplido puesto que los esfuerzos se han ido manteniendo mediante la hoja de cálculo de *Drive*.
- **RFP_3.** *El proyecto deberá mantener un control de versiones actualizado en todo momento.* - Requisito cumplido puesto que el proyecto se ha subido a *GitHub* y a través de su sistema de commits se ha mantenido un riguroso control de versiones.

A pesar de haber comprobado que todos y cada uno de los requisitos funcionales han sido cumplidos al 100 %, hay que mencionar y tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El módulo de gestión de errores está en una versión primitiva, esto es, no se ha profundizado en su desarrollo, y al momento de la finalización de este *TFG* el módulo de gestión de errores únicamente recoge aquellos registros que no han podido ser integrados, sin hacer ningún análisis posterior. A efectos de este *TFG* no es un problema puesto que no era un aspecto que se perseguía.
- El módulo de la integración de varias fuentes en un esquema único también aparece dentro de un desarrollo primitivo; A pesar de una transformación previa de los datos de ambas tablas con el objetivo de conseguir un *match* razonable, únicamente se consigue un porcentaje de coincidencias del 30 % y por tanto tan solo esa cantidad de los datos resulta integrada. A pesar de ello, es casi trivial la manera en la que un futuro desarrollador pueda mejorar esta funcionalidad. Además, conseguir una integración perfecta no formaba parte de los objetivos del *TFG* y por lo tanto no supone un problema ni un inconveniente en esta iteración.

7.2. Conocimientos adquiridos

Este apartado se presenta de una manera más personal, puesto que gracias a las labores realizadas durante este proyecto, he adquirido conocimientos y competencias tanto en las diferentes herramientas con las que he trabajado y que eran nuevas para él, como a un nivel personal. En cuanto a herramientas se refiere, he tenido un primer contacto y adquirió competencias en *Apache Hadoop*, *Apache Hive*, *Talend Big Data*, *Pentaho Kettle*, *JHipster*, *Spring framework*, *Maven*, *Apache Sqoop* e incluso \LaTeX^1 , para la redacción de esta memoria. A través de este proyecto, también me he iniciado al mundo de las tecnologías *Big Data*, término muy utilizado en el panorama reciente, con un futuro prometedor y que ansiaba aprender de antemano.

A nivel personal, este proyecto me ha servido para darme cuenta de una serie de aspectos que se han visto pronunciados conforme los desarrollos avanzaban: en primer lugar, aceptar el cambio. En la etapa del desarrollo donde *Pentaho Kettle* fallaba, donde su integración con el proyecto de *JHipster* resultaba imposible, seguí empeñado en conseguir arreglar todos los problemas que presenta. No obstante, he visto que

¹LaTeX - <https://www.latex-project.org>

la mejor decisión fue aceptar el cambio y buscar una alternativa, lo que resultó ser la opción correcta. Aparte de esto, me he dado cuenta que sin la perseverancia y la constancia, la finalización del proyecto se hubiera retrasado muchísimo más, incluso no llegando a cumplir los objetivos propuestos.

Por último, lo que más he aprendido a través del desarrollo de este proyecto es que debo confiar más en mi mismo y en mis decisiones, pero al mismo tiempo debo escuchar con atención y saber valorar cualquier consejo y recomendación de terceros.

Capítulo 8

Bibliografía

- [1] FREMAP. *Manual de seguridad y salud durante la exposición a productos fitosanitarios*. FREMAP, 2015. [http://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/MAN.008%20\(castellano\)%20-%20M.S.S.%20Exp.%20Productos%20Fi.pdf](http://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/MAN.008%20(castellano)%20-%20M.S.S.%20Exp.%20Productos%20Fi.pdf) [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [2] Milagros Fernández Fernández et al. *Manual sobre la aplicación de productos fitosanitarios nivel cualificado*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2017. http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/publicacion/17/03/PLAGUICIDAS_baja.pdf. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [3] Luis Márquez. *Manual de buenas prácticas agrícolas en la aplicación de los productos fitosanitarios*. Atasa, 2008. http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Buenas-practicas-fitosanitarios_tcm7-330044.pdf. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [4] MAPAMA. Registro del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España. <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [5] Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. *Directiva 2009/128/CE*, 2009. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:es:PDF>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [6] MAPAMA. Cuaderno de explotación aprobado por MAPAMA. <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/uso-sostenible-de-productos-fitosanitarios/>, 2012. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [7] 7eData. Cuaderno de Explotación Agrícola Campo aGROSLab. <http://www.cuadernoexplotacion.es>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [8] Agricolium. Cuaderno de campo agrícola Agricolium. <https://agricolum.com>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.

- [9] JNevado. Cuaderno de campo Agronev. <http://jnevado.com/CUADERNOCAMPO/>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [10] European Comission. Base de datos de pesticidas a nivel Europeo. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>, 2016. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [11] Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-82202>, 2009. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [12] MAPAMA. Formulario para solicitudes relativas al registro oficial de productos y material fitosanitario. <http://www.mapama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Modelo%20solicitud%20Registro.pdf>, 2013. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [13] MAPAMA. Preguntas y respuestas frecuentes sobre el registro de productos fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.mapama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/FAQ.pdf>, 2012. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [14] Portal de datos abiertos de la UE. Base de datos abierta europea sobre pesticidas. <https://data.europa.eu/euodp/es/data/dataset/s8QJJ4blyMdeI2AM1TtmXA/resource/ce5c6843-eb27-4168-9c28-b0f13b4ccbb8>, 2015. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [15] Wikipedia contributors. Crawler web - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Web_crawler, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [16] Cloudera. Repositorio de paquetes de Cloudera. <https://repository.cloudera.com/content/repositories/releases/>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [17] Spring. Spring Scheduling Module. <https://spring.io/guides/gs/scheduling-tasks/>. [Online] Ultimo acceso: 2018.01.03.

- [18] Wikipedia contributors. Linux - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Linux>, 2018. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [19] Wikipedia contributors. Nvidia - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Nvidia>, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [20] Laura López. Calculadora Freelance de sueldo por hora online. <http://www.calculadorafreelance.com>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [21] Wikipedia contributors. MapReduce - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/MapReduce>, 2018. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [22] Wikipedia contributors. MySQL - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>, 2018. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [23] Wikipedia contributors. Oracle Database - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Oracle_Database, 2018. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [24] Wikipedia contributors. Fármaco - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Farmaco>, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [25] Wikipedia contributors. Big Data - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Big_data, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [26] Wikipedia contributors. Apache Cassandra - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_Cassandra, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [27] Wikipedia contributors. Operaciones ETL - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Extract,_transform_and_load, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [28] Wikipedia contributors. H2 (DBMS) - Wikipedia, The Free Encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/H2_\(DBMS\)](https://en.wikipedia.org/wiki/H2_(DBMS)), 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [29] Wikipedia contributors. Kanban - Wikipedia, The Free Encyclopedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Kanban_\(desarrollo\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Kanban_(desarrollo)), 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [30] Wikipedia contributors. MariaDB - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/MariaDB>, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.

- [31] Wikipedia contributors. MongoDB - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/MongoDB>, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [32] Wikipedia contributors. Método MoSCoW - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/MoSCoW_method, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [33] Wikipedia contributors. Microsoft SQL Server - Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [34] Wikipedia contributors. PostgreSQL - Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>, 2017. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [35] Agriculture and Consumer Protection. *Glosario de términos del MAPAMA*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/glosario-de-terminos-f-a-o/>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [36] Melissa Anderson. *Manual de instalación de Apache Hadoop de Digital Ocean para Ubuntu 16-04*. Digital Ocean, 2016. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-hadoop-in-stand-alone-mode-on-ubuntu-16-04>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [37] Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). *Glosario de términos fitosanitarios*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016. https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2016/06/ISPM_05_2016_Es_2016-06-23_FullReviewLRG-CPAM.pdf. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [38] Apache Hive. *Apache Hive - Manual de instalación*. Apache Hive, 2017. <https://cwiki.apache.org/confluence/display/Hive/GettingStarted>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [39] Michael G. Noll. *Manual de instalación de Apache Hadoop incorrecto para la versión Ubuntu (16.04) del alumno*, 2011. <http://www.michael-noll.com/tutorials/running-hadoop-on-ubuntu-linux-single-node-cluster/>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.

- [40] Tutorial's Point. *Manual de Tutorial's Point para la instalación de Apache Hive*. https://www.tutorialspoint.com/hive/hive_installation.htm. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [41] T.Stadler. Centro Científico Tecnológico (CCT) Mendoza. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ProducFito.htm>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.
- [42] Yarn - Instalación en Linux Ubuntu. <https://yarnpkg.com/en/docs/install>. [Online] Último acceso: 2018.01.03.

Glosario sobre Fitosanitarios

Certificado fitosanitario. Documento oficial que atestigua el estatus fitosanitario de cualquier envío sujeto a reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990]. *Glosario de términos MAPAMA* [35].

Legislación fitosanitaria. Leyes básicas que conceden la autoridad legal a la organización nacional de protección fitosanitaria a partir de las cuales podrán elaborarse las reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]. *Glosario de términos fitosanitarios* [37].

Producto fitosanitario. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define al producto fitosanitario como la sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción de, o destruir directamente, insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malas hierbas, bacterias y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura. Inclúyase en este ítem los plaguicidas, defoliantes, desecantes y las sustancias reguladoras del crecimiento vegetal o fitorreguladores. *CCT Mendoza* [41].

Sustancia, Sustancia activa, Fármaco. Un fármaco (o sustancia activa) es toda sustancia química purificada utilizada en la prevención, diagnóstico, tratamiento, mitigación y cura de una enfermedad, para evitar la aparición de un proceso fisiológico no deseado o bien para modificar condiciones fisiológicas con fines específicos. En el dominio de aplicación actual, nos referiremos en concreto a aquellos fármacos utilizados en la prevención, diagnóstico, tratamiento, mitigación y cura de enfermedades relacionadas con los productos agrícolas, marinos o alimenticios. *Wikipedia - Fármaco* [24].

Tratamiento fitosanitario. Procedimiento oficial para matar, inactivar o eliminar plagas o para esterilizarlas o desvitalizarlas [FAO 1990; revisado FAO, 1995; NIMF 15, 2002; NIMF 18, 2003; CIMF, 2005]. *Glosario de términos fitosanitarios* [37].

Glosario Técnico

Apache Cassandra. Sistema de gestión de bases de datos distribuidas NoSQL gratis y libre diseñada para gestionar grandes cantidades de datos a través de diferentes servidores. *Wikipedia - Apache Cassandra* [26].

Big Data. Concepto que hace referencia a un conjuntos de datos tan grandes que aplicaciones informáticas tradicionales de procesamiento de datos no son suficientes para tratar con ellos y a los procedimientos usados para encontrar patrones repetitivos dentro de esos datos. *Wikipedia - Big Data* [25].

H2 Database Engine. Sistema de gestión de bases de datos relacionales escrito en Java. Puede ser embebido en aplicaciones *Java* o lanzarse en modo cliente-servidor. *Wikipedia - H2 (DBMS)* [28].

Kanban. Un sistema de gestión de proceso visual que le indica qué producir, cuándo producirlo, y cuánto producir.. *Wikipedia - Kanban* [29].

MapReduce. Modelo de programación para dar soporte a la computación paralela sobre grandes colecciones de datos en grupos de computadoras. Por regla general se utiliza en problemas con datasets de gran tamaño, alcanzando los petabytes de tamaño. *Wikipedia - MapReduce* [21].

MariaDB. Fork del sistema de gestión de bases de datos relacionales *MySQL* con el objetivo de mantener una versión libre de *MySQL* dada la adquisición del mismo por *Oracle*. *Wikipedia - MariaDB* [30].

Microsoft SQL Server. Sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado por *Microsoft*. *Wikipedia - Microsoft SQL Server* [33].

MongoDB. Base de datos NoSQL gratis, libre y multiplataforma orientado a documentos (formato JSON) con un esquema. *Wikipedia - MongoDB* [31].

MySQL Sistema de gestión de bases de datos relacional gratuito, libre y publicado bajo una licencia *GNU GPL*¹. *Wikipedia - MySQL* [22].

Método MoSCoW. Técnica de priorización usada en la gestión de proyectos, análisis de negocio y desarrollo de software para llegar a un acuerdo común con los *stakeholders* (integrantes del proyecto) sobre la importancia que se debería dar

¹GNU General Public License - <https://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

a cada requisito. El término *MoSCoW* en sí mismo es un acrónimo derivado de la primera letra de cada categoría de priorización: *Must have* (debe tener), *Should have* (debería tener), *Could have* (podría tener) y *Won't have* (no tendrá). *Wikipedia - MoSCoW* [32].

Oracle Database. Sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos producido y desarrollado por *Oracle Corporation*². *Wikipedia - Oracle Database* [23].

PostgreSQL Sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia PostgreSQL. *Wikipedia - PostgreSQL* [34].

²Oracle Corporation - <https://www.oracle.com/index.html>

Lista de Figuras

2.1. Diagrama de flujo del proceso actual de importación de un producto fitosanitario	4
2.2. Diagrama de flujo del potencial proceso de importación de un producto fitosanitario	6
4.1. Diseño conceptual de la solución	20
4.2. Diseño final de la solución - De los datos a su explotación	21
4.3. Diagrama de despliegue de la solución	22
4.4. Diagrama de componente y conector	23
4.5. Diagrama de clases y paquetes para soportar la automatización del <i>workflow</i>	24
4.6. Diagrama de secuencia del <i>workflow</i> implementado	25
4.7. Esquema de datos importados en <i>Apache Hive</i>	27
4.8. Estrategia recomendada para la integración de datos nuevos	28
5.1. Diagrama de las etapas de la prueba de concepto.	31
5.2. Captura de pantalla de la integración de los productos fitosanitarios.	35
5.3. Captura de pantalla de la integración de las sustancias activas.	37
5.4. Captura de pantalla de la integración de los productos fitosanitarios y las sustancias activas.	38
6.1. Tablero <i>Trello</i> para la gestión de las tareas del proyecto.	47
6.2. Horas de dedicación al proyecto.	50
A.1. Diseño primitivo del sistema.	79
A.2. Segunda iteración del diseño del sistema.	80
A.3. Tercera iteración del diseño del sistema.	81
A.4. Cuarta iteración del diseño del sistema.	82
C.1. Esquema relacional de la base de datos de <i>JHipster</i>	88
C.2. Esquema de datos importados en <i>MySQL</i> y <i>JHipster</i>	89
D.1. Captura de pantalla de la página de inicio de la aplicación <i>Phytoscheme</i>	90
D.2. Captura de pantalla de la información de un producto fitosanitario.	91
D.3. Captura de pantalla de la información de una sustancia activa.	91

Lista de Tablas

3.1. Requisitos Funcionales del Sistema	17
3.2. Requisitos No Funcionales del Sistema	17
3.3. Requisitos Funcionales del Proyecto	18
5.1. Pasos realizados durante la prueba de concepto	32
6.1. Precio por hora de trabajo	51
6.2. Costes económicos del proyecto	52
A.1. Riesgos globales del proyecto	70
A.2. Riesgos tecnológicos del proyecto	71
A.3. Riesgos de alcance del proyecto	71
A.4. Riesgos de entorno de desarrollo del proyecto	72
A.5. Probabilidad de un riesgo	72
A.6. Impacto de un riesgo	72
A.7. Aceptación de un riesgo	73
A.8. Valoración riesgos globales del proyecto	73
A.9. Valoración riesgos tecnológicos del proyecto	74
A.10. Valoración riesgos de alcance del proyecto	74
A.11. Valoración riesgos de entorno de desarrollo del proyecto	74
A.12. Priorización de riesgos del proyecto	75

Anexos

Anexos A

Análisis

A.1. Análisis de requisitos

Captura inicial de requisitos

El listado que se provee a continuación supone el resultado de la captura inicial de los requisitos sin filtrar ni categorizar. En la sección principal de la memoria correspondiente a este anexo (sección 3.3) se puede observar este listado tras haber sido priorizado mediante la *Técnica MoSCoW*.

- Módulo de trazabilidad de los datos desde las fuentes originales hasta su visualización.
- Integración de más de dos fuentes de datos heterogéneas.
- Una memoria extensa y detallada.
- Mecanismo de control de versiones.
- Desarrollo de tests adicionales en el proyecto de *JHipster*
- Desarrollo dirigido por un paradigma de inversión de dependencias para conseguir un control centralizado.
- Mecanismo de control de esfuerzos.
- Genericidad en cuanto al soporte de integración de los datos de diferentes fuentes basado en un fichero de claves y valores.
- Ofrecer la infraestructura y las herramientas de configuración necesarias para una expansión futura del proyecto.
- Monitorizar y almacenar los procesos de recolección de los datos de entrada así como las rutas de su procesado.
- Recolectar datos oficiales tanto de productos fitosanitarios autorizados de España como de las sustancias activas a nivel europeo.
- Rediseño y desarrollo en el lado del *Front-End*.

- Mecanismo de detección de errores e inconsistencias en los datos provenientes de diferentes fuentes.
- Soporte para la búsqueda de registros (datos) desde la interfaz web.
- Almacenar la última versión de los datos en formato original y además mantener todas las versiones descargadas.
- Implementar un modelo de aplicación consistente, ejemplificando el ciclo de vida típico de los datos desde su recogida hasta su presentación visual.

La técnica MoSCoW

Tal como se menciona en la sección 3.3, la técnica *MoSCoW* es una técnica de priorización de requisitos usada en la gestión de proyectos, análisis de negocio y desarrollo de software con objetivo de llegar a un acuerdo común con los *stakeholders* (integrantes del proyecto) sobre la importancia que se debería dar a cada requisito.

MoSCoW dicta cuatro categorías mediante las que se pueden priorizar los requisitos de un sistema o proyecto:

1. **Debe tener:** Son aquellos requisitos críticos para que el trabajo realizado durante un periodo de tiempo determinado (en nuestro caso desde ahora hasta junio 2017) sea considerado un éxito (*TFG* aprobado). Si uno de estos requisitos no se incluye, el proyecto deberá ser considerado un fallo (no se puede presentar el *TFG*). *Debe tener* en *MoSCoW* se refiere a *MUST*, que puede ser considerado un acrónimo de *Minimum Usable SubseT*. En ese sentido se puede entender como la unión de los requisitos del producto mínimo viable con los requisitos legales (p.ej. documentación en forma de memoria de *TFG*, cumplimiento *LOPD*, etc.) y de seguridad (en el sentido de robustez y calidad de la solución) obligatorios o acordados.
2. **Debería tener:** Son aquellos que son importantes pero no necesarios para ser realizados durante el periodo de tiempo determinado. Pueden posponerse para ser realizados en el siguiente periodo. Son vitales pero no obligatorios, si no se implementan la solución es viable pero es doloroso no hacerlo.
3. **Podría tener:** Son aquellos que comparados con los anteriores son los menos deseados o tienen menor impacto. Hay que tenerlos controlados ya que sólo se podrán entregar si se dan las mejores condiciones (por ejemplo, el proyecto va más rápido de lo esperado). Si hay algún riesgo en la entrega del proyecto estos requisitos serían los primeros en ser descartados.

4. **No tendrá:** Son aquellos que no van a ser entregados durante el periodo considerado. Se mantienen en esta lista de alcance para clarificar el alcance de la solución. Esto evita que informalmente sean introducidos más tarde. El objetivo de esta categoría es ayudar a mantener el foco en una solución estricta.

A.2. Análisis de riesgos

A continuación se exponen las diferentes fases del análisis de riesgos de manera detallada:

1. Identificación de los riesgos

Se han intentado considerar el máximo número de riesgos y se han clasificado en diferentes categorías:

- **Riesgos globales** - ver tabla A.1
- **Riesgos tecnológicos** - ver tabla A.2
- **Riesgos de alcance** - ver tabla A.3
- **Riesgos de entorno de desarrollo** - ver tabla A.4

ID	Nombre	Explicación
RG_1	Plazos	El proyecto no se finaliza para la convocatoria de junio, septiembre o diciembre.
RG_2	Fallo del equipo	El equipo principal de desarrollo falla, se pierde o estropea.
RG_3	Incorporación mercado	El alumno se incorpora al mercado laboral durante el desarrollo del proyecto, a falta de varios meses de su finalización.
RG_4	Experiencia del alumno	El alumno no dispone de los conocimientos y preparación suficiente para el desarrollo del proyecto.

Tabla A.1: Riesgos globales del proyecto

ID	Nombre	Explicación
RT_1	Tecnología nueva	Se trata de una tecnología nueva.
RT_2	Software no probado	Se debe interactuar con software que no ha sido probado.
RT_3	Interfaz especializada	Es requerida una interfaz de usuario especializada.

ID	Nombre	Explicación
RT_4	Componentes diferentes	Se necesitan componentes de programa diferentes a los hasta ahora desarrollados.
RT_5	Rendimiento	Se debe interactuar con un B.D. cuya funcionalidad y rendimiento no ha sido probada.

Tabla A.2: Riesgos tecnológicos del proyecto

ID	Nombre	Explicación
RA_1	Tamaño estimado	Tamaño estimado del proyecto
RA_2	Confianza en la estimación	Confianza en la estimación
RA_3	Número de elementos	Número de programas, archivos y transacciones
RA_4	Tamaño almacenamiento	Tamaño de las bases de datos involucradas
RA_5	Número de usuarios	Número de usuarios
RA_6	Número de cambios	Número de cambios en los requisitos
RA_7	Software reutilizado	Cantidad de software utilizado

Tabla A.3: Riesgos de alcance del proyecto

ID	Nombre	Explicación
RE_1	Gestión proyectos	Hay herramientas de gestor de proyectos
RE_2	Gestión proceso desarrollo	Hay herramientas de gestión del proceso de desarrollo
RE_3	Análisis y diseño	Se usan métodos y herramientas específicas para el análisis y diseño
RE_4	Generadores de código	Hay generadores de código apropiados para la aplicación
RE_5	Pruebas	Hay herramientas de pruebas apropiadas
RE_6	Gestión de configuración	Hay herramientas de gestión de configuración apropiadas
RE_7	Base de datos	Se hace uso de una base de datos o repositorio centralizado
RE_8	Integración	Están todas las herramientas de desarrollo integradas
RE_9	Formación	Se ha proporcionado formación a todos los miembros del equipo de desarrollo
RE_10	Expertos	Hay expertos a los cuales solicitar ayuda acerca de las herramientas
RE_11	Ayuda online	Hay ayuda en línea y documentación disponible

ID	Nombre	Explicación
RE_12	Diseño arquitectónico	Se utiliza un método específico para el diseño arquitectónico y de datos
RE_13	Métricas de calidad	Se disponen métricas de calidad para todos los proyectos de software
RE_14	Métricas de productividad	Se disponen de métricas de productividad

Tabla A.4: Riesgos de entorno de desarrollo del proyecto

2. Análisis del riesgo

Para esta fase se han empleado los tres medidores del riesgo: la probabilidad, el impacto y la aceptación:

- **Tabla para estimar la probabilidad de un riesgo:** - ver tabla A.5
- **Tabla para estimar el impacto de un riesgo:** - ver tabla A.6
- **Tabla para estimar la aceptación de un riesgo:** - ver tabla A.7

Valor	Descripción
Bajo (1)	La amenaza se materializa a lo sumo una vez cada año.
Medio (2)	La amenaza se materializa a lo sumo una vez cada mes.
Alto (3)	La amenaza se materializa a lo sumo una vez cada semana.

Tabla A.5: Probabilidad de un riesgo

Valor	Descripción
Bajo (1)	El daño derivado de la materialización de la amenaza no tiene consecuencias relevantes para la consecución de los objetivos.
Medio (2)	El daño derivado de la materialización de la amenaza tiene consecuencias reseñables para la consecución de los objetivos.
Alto (3)	El daño derivado de la materialización de la amenaza tiene consecuencias graves reseñables para la consecución de los objetivos.

Tabla A.6: Impacto de un riesgo

Valor	Descripción
Riesgo \leq	La organización considera el riesgo poco reseñable.
Riesgo ≥ 4	La organización considera el riesgo reseñable y debe proceder a su tratamiento.

Valor	Descripción
-------	-------------

Tabla A.7: Aceptación de un riesgo

La aceptación es una medida delimitadora que define aquellos riesgos que son considerados aceptables y aquellos ante los que se deben tomar medidas. Para esta medida se ha establecido un criterio de aceptación de 4. Cualquier riesgo cuyo valor sea menor que 4 se considera aceptable y por tanto un riesgo poco reseñable, mientras que aquellos que se encuentran por encima de 4 se consideran reseñables y se debe proceder a su tratamiento.

El cálculo de la gravedad del riesgo y su aceptación se realiza de la siguiente manera: se multiplica la probabilidad por el impacto, y si dicho valor excede el límite del criterio de aceptación, el riesgo se considera reseñable. A continuación, en base a las métricas anteriores, se especifican los riesgos de la fase 1 en las mismas categorías iniciales. Se resaltan en rojo aquellos riesgos cuya aceptación supera el 4.

- **Riesgos globales** - ver tabla A.8
- **Riesgos tecnológicos** - ver tabla A.9
- **Riesgos de alcance** - ver tabla A.10
- **Riesgos de entorno de desarrollo** - ver tabla A.11

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RG_1	Plazos	2	3	6
RG_2	Fallo del equipo	1	3	3
RG_3	Incorporación mercado	1	2	2
RG_4	Experiencia del alumno	2	2	4

Tabla A.8: Valoración riesgos globales del proyecto

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RT_1	Tecnología nueva	3	1	3
RT_2	Software no probado	2	3	6
RT_3	Interfaz especializada	1	1	1
RT_4	Componentes diferentes	3	1	3
RT_5	Rendimiento	2	2	4

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
----	--------	--------------	---------	--------

Tabla A.9: Valoración riesgos tecnológicos del proyecto

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RA_1	Tamaño estimado	2	3	6
RA_2	Confianza en la estimación	2	2	4
RA_3	Número de elementos	2	3	6
RA_4	Tamaño almacenamiento	1	3	3
RA_5	Número de usuarios	1	3	3
RA_6	Número de cambios	2	3	6
RA_7	Software reutilizado	1	1	1

Tabla A.10: Valoración riesgos de alcance del proyecto

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RE.1	Gestión proyectos	1	1	1
RE.2	Gestión proceso desarrollo	1	1	1
RE.3	Análisis y diseño	1	2	2
RE.4	Generadores de código	1	1	1
RE.5	Pruebas	2	2	4
RE.6	Gestión de configuración	2	2	4
RE.7	Base de datos	1	3	3
RE.8	Integración	1	1	1
RE_9	Formación	2	3	6
RE.10	Expertos	2	1	2
RE.11	Ayuda online	2	2	4
RE.12	Diseño arquitectónico	2	1	2
RE.13	Métricas de calidad	3	1	3
RE.14	Métricas de productividad	3	1	3

Tabla A.11: Valoración riesgos de entorno de desarrollo del proyecto

3. Priorización de riesgos

Esta fase incluye todos los riesgos, ordenados de mayor a menor severidad. Se resaltan en rojo los riesgos que habrá que considerar en un plan de defensa estratégico posterior:

ID	Nombre	Riesgo
RG_1	Plazos	6
RT_2	Software no probado	6
RA_1	Tamaño estimado	6
RA_6	Número de cambios	6
RE_9	Formación	6
RT_5	Rendimiento	4
RA_2	Confianza en la estimación	4
RE_5	Pruebas	4
RE_11	Ayuda online	4
RG_2	Fallo del equipo	3
RT_1	Tecnología nueva	3
RT_4	Componentes diferentes	3
RA_4	Tamaño almacenamiento	3
RA_5	Número de usuarios	3
RE_7	Base de datos	3
RE_13	Métricas de calidad	3
RE_14	Métricas de productividad	3
RG_3	Incorporación mercado	2
RE_3	Análisis y diseño	2
RE_10	Expertos	2
RE_12	Diseño arquitectónico	2
RT_3	Interfaz especializada	1
RT_7	Software reutilizado	1
RE_1	Gestión proyectos	1
RE_2	Gestión proceso desarrollo	1
RE_4	Generadores de código	1
RE_8	Integración	1

Tabla A.12: Priorización de riesgos del proyecto

Como se puede apreciar, hay 5 riesgos cuyo factor de gravedad es preocupante y deben ser tratados acordemente:

- a) RG_1. Riesgo global “Plazos”. Tiene que ver con el hecho de no acabar el proyecto dentro de los plazos establecidos para su defensa. Hay 2 fechas recomendables para su defensa, la primera en Junio de 2017 y la segunda en Septiembre de 2017. No obstante, se dispone de otra oportunidad en

Diciembre de 2017, aunque sería la menos recomendable dado que supondría el retraso de la defensa y con ello la dificultad del estudiante de realizar otras actividades mientras tanto. A partir de Diciembre, la consecuencia sería volver a matricularse en el proyecto y aportar las tasas de la matrícula por segunda vez.

- b) RT_2. Riesgo de tecnologías “Software no probado”. Tiene que ver con la probabilidad de usar en el proyecto software que previamente no ha sido probado y pueda fallar. Obtuvo una valoración de gravedad de 6/6 puesto que si bien es cierto que todas las tecnologías han sido probadas individualmente y se sabe que funcionan bien, el proceso en su conjunto no ha sido probado. No se sabe si es viable o no.
- c) RA_1. Riesgo de alcance “Tamaño estimado”. Tiene que ver con el hecho de que el proyecto resulte mucho más grande de lo estimado inicialmente, y por diferentes circunstancias no se llegue a finalizar.
- d) RA_6. Riesgo de alcance “Número de cambios”. Otro riesgo es el hecho de que los requisitos cambien constantemente, bien porque los clientes lo solicitan bien porque las propias tecnologías lo imponen.
- e) RE_9. Riesgo de entorno de desarrollo “Formación”. Este riesgo trata con el hecho de que el alumno disponga de la formación necesaria y suficiente para lograr los objetivos propuestos.

4. Planificación de la gestión de riesgos

En esta fase se recogen las conclusiones mitigadoras acerca de los riesgos “preocupantes” del proyecto, en relación a su factor de gravedad:

- a) RG_1: Plazos - Como medida mitigante, el alumno deberá dedicar un horario de jornada completa a la realización del proyecto durante el verano del año 2017.
- b) RT_2: Software no probado - La contrapartida y defensa de este riesgo es desarrollar o experimentar primero con una prueba de concepto para validar que las tecnologías en su conjunto funcionen correctamente.
- c) RA_1: Tamaño estimado - La solución desde un principio debe definir bien el alcance y determinar aquellas cosas que formarán parte de la solución y aquellas que no lo harán.
- d) RA_6: Número de cambios - El alumno y el profesor deben acordar al principio unos requisitos fijos que no podrán ser modificables, en conjunto

con el hecho de definir claramente el alcance de la solución.

- e) RE_9: Formación - Para mitigar este riesgo, el alumno debe estar en constante aprendizaje, utilizando los manuales y tutoriales de las diferentes herramientas de las que va a hacer uso durante el proyecto. Además, el alumno tendrá a su disposición al director del proyecto para consultar dudas y a los diferentes foros tecnológicos de Internet.

A.3. Clientes potenciales

aGROSLab [7]

- Registro de Explotaciones - Las parcelas se presentan para su selección en un innovador formato de celdas, facilitando la visualización de todas sus características (identificación, cultivo, superficie, . . .), el acceso al visor GIS, la aplicación de filtros y su selección individual o en bloque.
- Registro de Parcelas Agrícolas - permite cargar las parcelas que componen su explotación a partir de la información generada por el aplicativo de gestión de la Solicitud de Ayudas PAC, para la mayoría de las Comunidades Autónomas.
- Compras de Productos Fitosanitarios - incorpora un registro de compras de productos fitosanitarios, en el que podrá archivar todas sus facturas de compra en formato PDF y a partir del cual podrá registrar los tratamientos realizados.
- Registro de Tratamientos Fitosanitarios- filtra los productos autorizados para cada uno de sus cultivos, presenta las plagas para las que puede ser aplicado según la nomenclatura del *MAPAMA* y le informa del tipo y rango de dosis que puede ser aplicada.
- Registro de Comercialización de Cosecha - facilita el registro de la comercialización de su cosecha, presentado en formato de celdas el conjunto de parcelas de su explotación con un determinado cultivo e informando gráficamente de aquellas en las que puede existir un problema con los plazos de seguridad de un tratamiento fitosanitario.
- Receta Fitosanitaria
- Visor GIS con Capas - permite al agricultor visualizar gráficamente las parcelas que componen su explotación y la información de cultivos y los tratamientos realizados. Una herramienta especialmente útil a la hora de identificar sus diferentes parcelas y tener una visión de conjunto de toda su explotación.

- Unidades Homogéneas de Cultivo
- Control de Consumos de Fitosanitarios - permite llevar el control de los productos (fitosanitarios y fertilizantes) adquiridos y los aplicados
- Importaciones y Exportaciones
- Importaciones y Exportaciones

Agricolium [8]

- Web + APP móvil y tableta
- Validación dosis cuaderno de campo
- Gestión de personal y maquinaria
- Informes personalizados y oficiales
- Control por GPS
- Control stock
- Gestión económica
- Rendimientos por campos y cultivos
- Soporte telefónico y por internet
- Gestión del cuaderno de campo
- Aplicación conectada con los datos del Sigpac y fitosanitarios *MAPAMA*
- Sincronización de la información desde cualquier dispositivo
- Vista de tiempo actual y previsión semanal
- Ver histórico de todas las tareas realizadas
- Saber en tiempo real el precio del mercado
- Exportación de la información en otros formatos
- Importación de los datos de la PAC
- Generación del cuaderno de explotación oficial

Cuaderno de campo Agronev [9]

- Labores - Asignación de labores a parcelas, siembra, semilla tratada, aperos, imputación de costes
- Abonado - Registro de Fertilización y Abonado. Composición de los Abonos, Forma de Abonado
- Tratamientos - Tratamientos fitosanitarios en parcelas, eficacia, asesor, equipo de aplicación
- Análisis de plaguicidas - Análisis de productos fitosanitarios, boletín de análisis, residuos detectados
- Recolección - Registro de recolección y loteado. Asignación de venta directa, imputación de costes
- Otros tratamientos - Aplicación de otros tratamientos fitosanitarios (Post-cosecha, Locales, Vehículos)
- Costes - Imputación de gastos / costes a parcelas. Directos / Selectivos.
- Gestión comercial - Compras, ventas, gastos, facturación, domiciliación bancaria SEPA, libro de fitos

A.4. Análisis de diseños alternativos

Al igual que los requisitos, el diseño de la solución también sufrió constantes cambios. Inicialmente la propuesta de trazabilidad de la solución fue la que se puede observar en la figura A.1.

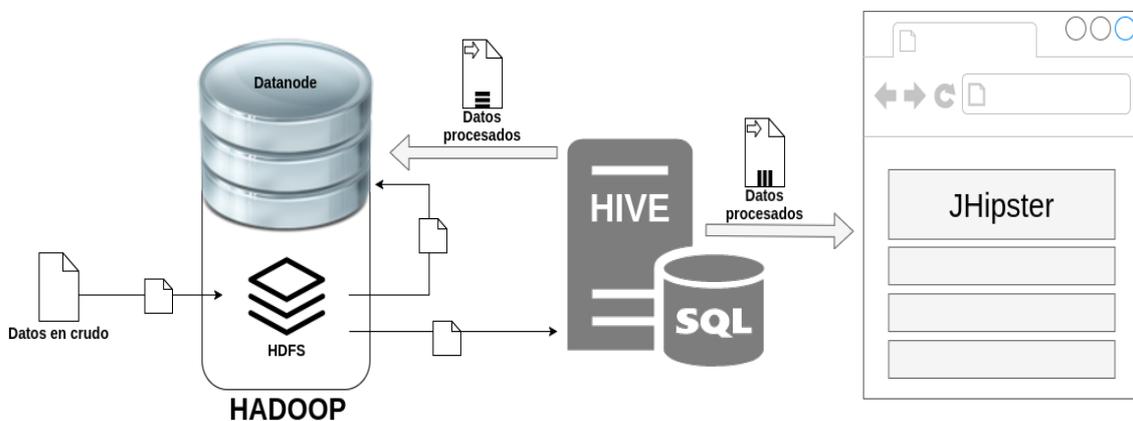


Figura A.1: Diseño primitivo del sistema.

Como se puede observar, inicialmente el concepto giraba alrededor de las tres tecnologías core: *Apache Hadoop*, *Apache Hive* y *JHipster*. No se tuvo en consideración otras herramientas puesto que se pensaba que era suficiente para resolver el problema. Los datos en crudo, extraídos de la web del *MAPAMA* o de otras fuentes heterogéneas, serían almacenados en *Apache Hadoop*, en un nodo local mediante el sistema de ficheros *HDFS*, y posteriormente sería *Apache Hive* el encargado de procesarlos en su totalidad hasta conseguir almacenarlos en un esquema común. Además, la misma “base de datos” de *Apache Hive* funcionaría como base de datos para la aplicación desarrollada con *JHipster*, sirviendo en todo momento ese esquema único para la visualización del mismo en un navegador web. Este segundo diseño, conceptualmente fue la solución ideal para el problema planteado; no obstante, debido a que *JHipster* no ofrece soporte para cambiar la base de datos con la que se construye la aplicación y mucho menos soporte para *Apache Hive* o *Apache Hadoop*, tras muchos intentos frustrados de conseguir esta conectividad directa, se optó por una solución diferente, alejada de este diseño ideal. La alternativa inmediata a este diseño fue la que se observa en la figura A.2.

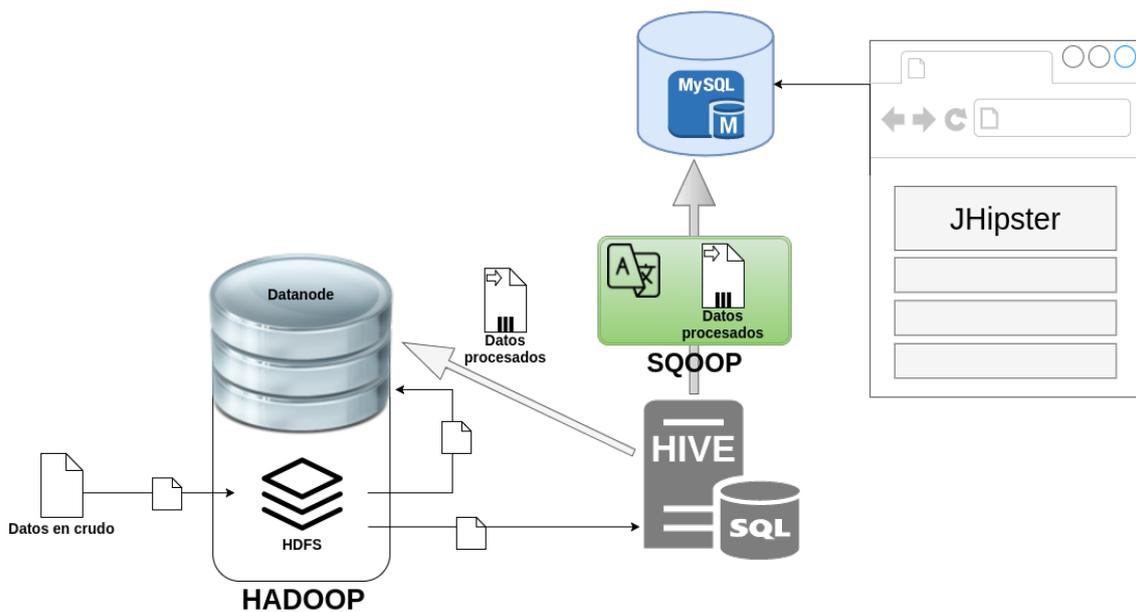


Figura A.2: Segunda iteración del diseño del sistema.

En esta tercera iteración del diseño, se observa la evolución de la idea, condicionada por los problemas anteriormente mencionados. Se conservó la base de datos nativa de *JHipster*, en este caso una base de datos *MySQL* relacional. En ella se almacenaría únicamente la estructura final del esquema unificado, con los datos finales. Dichos datos tendrían que ser pasados desde *Apache Hive* mediante una herramienta de transformación y transporte de datos. En este caso se usó *Apache Sqoop*, una herramienta gratuita que permite transportar los datos desde *Apache Hive* a *MySQL*,

puesto que ofrece soporte tanto para *Apache Hadoop*, *HDFS* y *Apache Hive* como para *MySQL*.

Una vez resuelto el problema de la visualización de los datos, lo próximo que se detectó fue esa necesidad de procesamiento de los datos en crudo antes de incluso exponerlos como un esquema relacional en *Apache Hive*. Para eso, lo mejor era hacer uso de algún programa de procesado de ficheros y una de las mejores opciones aparentes fue *Pentaho*, un programa completo de transformación de ficheros. Este venía con soporte para *Apache Hadoop* y *HDFS*, por lo que gracias a eso se pudo trabajar con ficheros directamente extraídos de *Apache Hadoop*, y almacenarlos directamente en *Apache Hadoop*. Los cambios se pueden observar en la figura A.3.

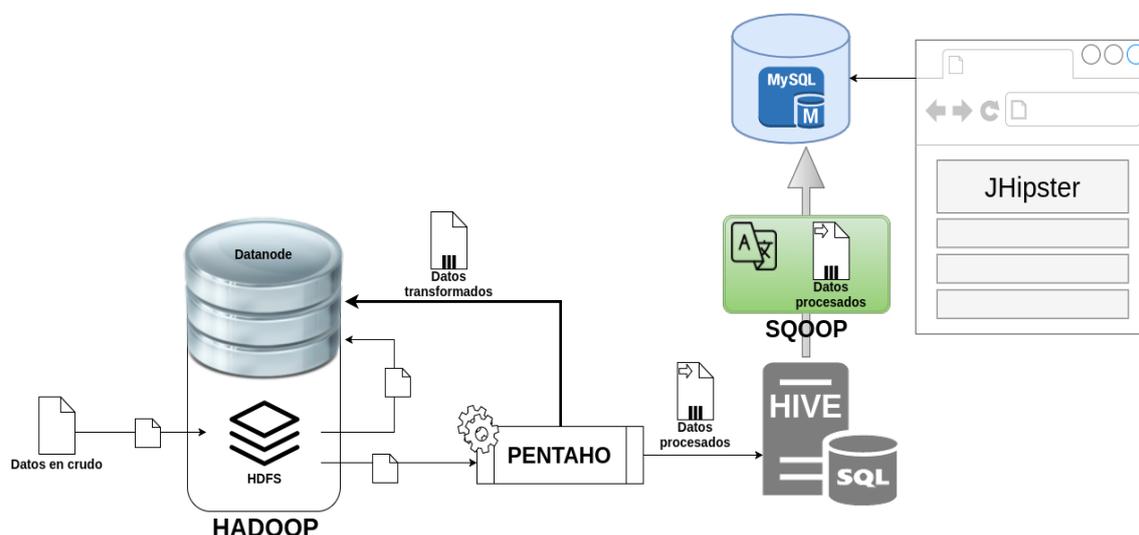


Figura A.3: Tercera iteración del diseño del sistema.

El siguiente cambio importante que sufrió el diseño fue la sustitución de *Pentaho* por *Talend*. Tal como se explica a lo largo de la sección 5.3, *Pentaho* no resultó ser la herramienta adecuada. Por lo tanto en su lugar, se utilizó *Talend*. Otro cambio que se puede observar es que existen unos scripts *Bash* capaces de extraer la información de la fuente (comando *wget*), almacenarla en *Apache Hadoop* como información en crudo y enviar dicha información a *Talend* para ser procesada. *Talend* después procesaría los datos y los almacenaría en *Apache Hadoop* como *Datos procesados*. *Apache Hive* sería el encargado de recoger esos datos en formato relacional y *Apache Sqoop* el responsable de su traslado hasta la base de datos *MySQL* de *JHipster*. Estos cambios se pueden apreciar en la figura A.4. Esta aproximación sería la última, la que mejor reflejaría el diseño final de la solución. Más detalles de su implementación se pueden encontrar en el capítulo *Diseño* de esta memoria (Capítulo 4).

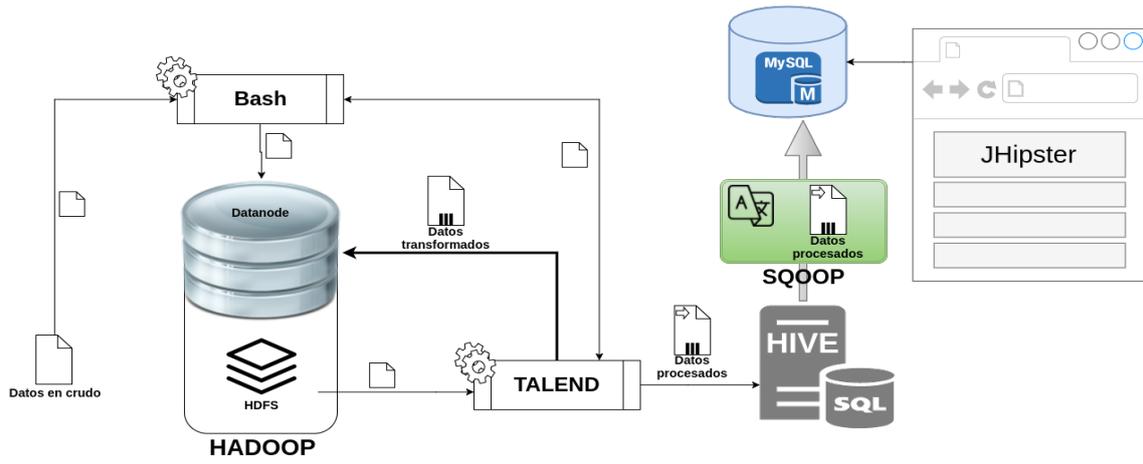


Figura A.4: Cuarta iteración del diseño del sistema.

Anexos B

Diseño

B.1. Prueba de concepto en detalle

A continuación se van a presentar detalladamente las herramientas usadas y las pruebas realizadas durante el desarrollo de la prueba de concepto. Además, se van a exponer algunos de los retos enfrentados durante la duración de la misma y la manera en la que se han ido solucionando. Una visión gráfica y temporal del desarrollo de la prueba de concepto se puede observar en la figura 5.1.

Apache Hadoop. Inicialmente la instalación de *Apache Hadoop* supuso algunos problemas puesto que el alumno no había tenido contacto con la herramienta previamente, y la *información* [39] que el alumno seleccionó como base para la instalación estaba desafortunadamente incorrecta (la instalación disponible en dicha web había sido probada con *Ubuntu Linux 10.04*, pero no con la versión del alumno, la *16.04*). Por lo tanto, se tuvo que empezar de cero, eliminando cualquier rastro de la primera instalación de *Apache Hadoop* del sistema. Después de ello, en un segundo intento, y gracias al *tutorial de instalación de Apache Hadoop de Digital Ocean* [36] el programa funcionó correctamente y se procedió a instalar el siguiente bloque software necesario para el funcionamiento del sistema: *Apache Hive*.

Apache Hive. Para la instalación de *Apache Hive* ocurrió un problema similar al de *Apache Hadoop*. La fuente elegida para su instalación no fue la adecuada en un principio; el alumno eligió el tutorial expuesto en la web *Tutorial's Point* [40], que provee información no solo excesiva sino en ocasiones confusa. Como en el caso anterior, se tuvo que erradicar *Apache Hive* del sistema para proceder con una instalación más limpia, esta vez desde la *página web oficial de Apache Hive* [38], puesto que lo único requerido para su instalación fue su descarga y la declaración de las variables de entorno necesarias para su ejecución. De esta manera, se consiguió instalar la versión 2.2.1 de *Apache Hive* sin dificultades.

JHipster: Instalación. Lo siguiente que se probó fue a instalar *JHipster*. Como *Java* y *Node.js*¹, dos de los componentes necesarios para su instalación ya estaban

¹Node.js ®- <https://nodejs.org/en/>

configurados en el equipo, lo único que se tuvo que configurar fue *Yarn*, que se hizo siguiendo los pasos recomendados para *Linux* en la *página oficial de Yarn* [42] para poder instalar *JHipster* con el comando `yarn global add generator-jhipster`, tal como indica la página oficial de *JHipster*. Esto en sí fue fácil, y no supuso mayor problema; No obstante, el desconocimiento de *Yarn* junto con las actualizaciones periódicas que se introducían en *JHipster* hicieron que más de una vez se tuviese que borrar *JHipster* del equipo y volver a instalarlo en su última versión.

JHipster: Aplicación de prueba. Con *JHipster* instalado y configurado en el sistema, el siguiente paso obvio fue crear una aplicación y verla en funcionamiento. Para ello se siguió el tutorial del que se provee en la *página oficial*. La creación de la aplicación con *JHipster* resultó bastante sencillo puesto que se trata de pasos secuenciales. No obstante, dado que en la web no existe mucha información acerca de la integración de un proyecto *JHipster* con *IntelliJ²* (entorno de desarrollo usado por el alumno), el arranque resultó bastante frustrante. El poco dominio que el alumno tenía tanto de *Gradle* como del propio entorno supuso un reto en las fases tempranas del proyecto, que se superó a base de leer documentación y realizar diversos intentos hasta que por fin se consiguió una versión de la aplicación corriendo en local, en el puerto 8080.

Integración Apache Hadoop - Apache Hive - JHipster. Si bien es cierto que la integración entre *Apache Hive* y *Apache Hadoop* resulta casi trivial, la integración entre *Apache Hive* y *JHipster* es todo lo contrario. En primer lugar, se quería conectar *Apache Hive* con *Apache Hadoop* para disponer de una ayuda relacional para poder hacer consultas sobre datos en formatos no relacionales. Su configuración se realizó modificando los ficheros de configuración dentro del directorio de instalación de *Apache Hive*, para permitir una conexión entre los servicios de *Apache Hive* y los nodos de *Apache Hadoop*. En segundo lugar, la conexión entre *Apache Hive* y *JHipster* se quería realizar para tener un flujo directo entre la información que se muestra en pantalla desde *JHipster* y los datos que son importados en *Apache Hadoop* desde las diferentes fuentes. Para ello hay que tener en cuenta que cuando se crea una aplicación con *JHipster*, este pregunta por la base de datos que se quiera usar tanto en producción como en desarrollo. Actualmente *JHipster* ofrece soporte para las siguientes bases de datos: *MongoDB*, *Apache Cassandra*, o una base de datos SQL (*H2 Database Engine*, *Microsoft SQL Server*, *MariaDB*, *PostgreSQL*, *Microsoft SQL Server*, *Oracle Database*). Como se puede observar, *JHipster* no ofrece soporte oficial para una base de datos correspondiente ni a *Apache Hive*, ni a *Apache Hadoop*. Por eso, inicialmente

²IntelliJ IDEA - <https://www.jetbrains.com/idea/>

la aplicación de *JHipster* se creó con una base de datos relacional *MySQL* puesto que su sintáxis es la más parecida a la de *Apache Hive* (aunque no es igual). El objetivo en este caso fue conectar *JHipster* con *Apache Hive* directamente, sustituyendo de alguna manera la base de datos *MySQL* y cambiando cualquier interacción que se tuviera con ella. No obstante, las tablas que se crean durante la creación de la aplicación se crean con una sintáxis propia de *MySQL*, en la base de datos *MySQL* y con un esquema a priori no visible. Tras muchas horas invertidas, muchos portales consultados, muchas preguntas en diversos foros de Internet, esta tarea se marcó como inalcanzable y se procedió a buscar otras soluciones con una viabilidad más alta.

Apache Sqoop. Visto el resultado de la prueba anterior y por lo tanto el abandono de ese camino, el paso más lógico que se debía tomar a continuación era añadir un componente intermedio capaz de transferir datos de *Apache Hadoop/ Apache Hive* a *MySQL*. Afortunadamente, ese componente existe y se trata de la herramienta *Apache Sqoop*, que permite transferir datos de una tabla de *Apache Hive* a otra tabla de una base de datos relacional, con un formato parecido o igual a la de *Apache Hive*. Así pues, gracias a *Apache Sqoop* conseguíamos disponer del mecanismo mediante el que los datos importados en *Apache Hadoop* podían ser visualizados casi directamente (con su previa carga en *Apache Hive*) en el *Front-End* provisto por *JHipster*.

Estado de la prueba de concepto. Con *Apache Hive* conectado a *Apache Hadoop*, *Apache Sqoop* en marcha y una aplicación *JHipster* de prueba para ver un primer resultado de la integración de los datos, el sistema funcionaba acorde a las expectativas del *workflow* de la información: Almacen de los datos en *Apache Hadoop* tanto en su versión “en crudo” como en una versión procesada, recuperación de los datos procesados desde *Apache Hive*, transferencia de los mismos a la base de datos *MySQL* mediante *Apache Sqoop* y visualización por pantalla mediante la aplicación de *JHipster*. No obstante, analizando el estado de la prueba de concepto, se podía observar que en el anterior proceso faltaban tres cosas:

- **Automatización** de las tareas involucradas: Hasta este punto, cualquier parte del proceso requería de la intervención manual de un usuario, esto es, descarga de los datos desde sus fuentes, procesado de los mismos, carga de la información en *Apache Hadoop*, creación de una tabla en *Apache Hive* correspondiente a los datos de dicha fuente particular, carga de los datos desde *Apache Hadoop* a *Apache Hive* y la transferencia de los mismos mediante *Apache Sqoop* hacia la base de datos de *JHipster*, *MySQL*. Viene siendo evidente la necesidad de un mecanismo que permita la automatización de todas estas tareas, con una intervención mínima

por parte de un usuario. Esto permitiría aparte de un incremento considerable en el tiempo de resolución del *workflow*, un desarrollo futuro más ágil y sencillo.

- **Procesado de los datos** de manera eficaz: El *TFG* requería de un módulo de procesado de datos puesto que, como ya se ha explicado en ocasiones durante esta memoria, los datos pueden provenir de diferentes fuentes en formatos heterogéneos. Así pues, una carencia en este punto era esa herramienta o módulo que permitiera trabajar con datos en distintos formatos de una manera rápida y eficaz. Previamente los datos se habían “procesado” manualmente, con un sencillo editor de texto.
- **Actualización periódica** de la ejecución de todas las tareas: Teniendo en mente una visión futura y acabada del proyecto, otro aspecto que se echaba en falta en este punto era la posibilidad de que todo el *workflow* se ejecutase de manera periódica, obteniendo con esto una gran ventaja: la de proveer al consumidor de unos datos actualizados en todo momento.

Kettle. Dejando de lado la *automatización de las tareas involucradas y la actualización periódica de la ejecución de todas las tareas*, lo siguiente que se abordó durante la prueba de concepto fue el problema del *procesado de los datos*. Para ello se requería del uso de alguna herramienta capaz de conectarse con *Apache Hive* o con *Apache Hadoop*, cuya especialidad sean las operaciones *ETL*. El director del proyecto impuso para esto la herramienta *Pentaho - Kettle*³ dada su previa experiencia con este tipo de programas, sobretodo en el área “*GEO*”. Así pues, dentro del abanico de los diferentes productos de *Pentaho*⁴ se encontraba *Pentaho Data Integration*, también conocida como *Kettle*, herramienta libre y gratuita con un diseñador gráfico para realizar operaciones *ETL* que, según mencionaba, permitía una integración sencilla con diferentes tecnologías como *Apache Hive* y *Apache Hadoop*, e incluso ofrecía soporte para una integración con proyectos *Java*. Según las especificaciones del producto, parecía que encajaba perfectamente con las necesidades del proyecto. No obstante, resultó en un dolor de cabeza constante desde el momento de su instalación. No solo la interfaz del programa presentaba fallos, mezclando módulos en español con módulos en inglés o duplicando algunas funcionalidades, sino que además, el intento de migrar los procesos construidos en *Pentaho Data Integration* a la aplicación de *JHipster* resultaron en muchas horas de frustración, errores y hasta largas tutorías con el director del proyecto para intentar portar el código. Tras muchos días o incluso semanas de intentos

³Pentaho Data Integration - <http://www.pentaho.com/product/data-integration>

⁴Pentaho - <http://www.pentaho.com>

y diversas formas de abordar el problema, lo que realmente acabó por apartar *Kettle* del *Stack Tecnológico* fue la adquisición de *Pentaho* por parte de *Hitachi*⁵, privatizando el producto bajo el nombre de *Hitachi Vantara*⁶ y ofreciendo sólo una versión de prueba del mismo.

Talend. Tras la privatización de *Kettle* y las tantas horas dedicadas a su integración dentro del proyecto de *JHipster*, se descartó *Pentaho* como parte del *Stack Tecnológico* y se empezó a buscar otras alternativas. La primera herramienta explorada fue *KNIME*⁷ por recomendación de un compañero. Tras hacer algunas pruebas rápidas, se descubrió que realmente, aunque se ofertase como herramienta libre y gratuita, que lo era, algunas de sus funcionalidades eran de pago. La siguiente opción explorada fue *Talend*, que resultó ser la pieza clave para el funcionamiento del proyecto gracias a la sencillez de sus componentes, a la efectividad de su editor gráfico y gracias a una documentación extensa y bien organizada. A diferencia de las otras opciones para el procesado de los ficheros, con *Talend* se consiguió realizar una demostración de su funcionamiento mediante un sencillo proceso integrado en un proyecto *Java* nuevo, totalmente funcional. Ese proyecto posteriormente se empaquetó en un *.jar* y se exportó al proyecto de *JHipster* desde el que se pudo ejecutar con éxito, sin ningún problema de compatibilidad con el código ya existente.

⁵Hitachi - <http://www.hitachi.com>

⁶Hitachi Vantara - <http://www.pentaho.com/product/data-integration>

⁷KNIME - <https://www.knime.com>

Anexos C

Datos

C.1. Esquema relacional de la base de datos *JHipster*

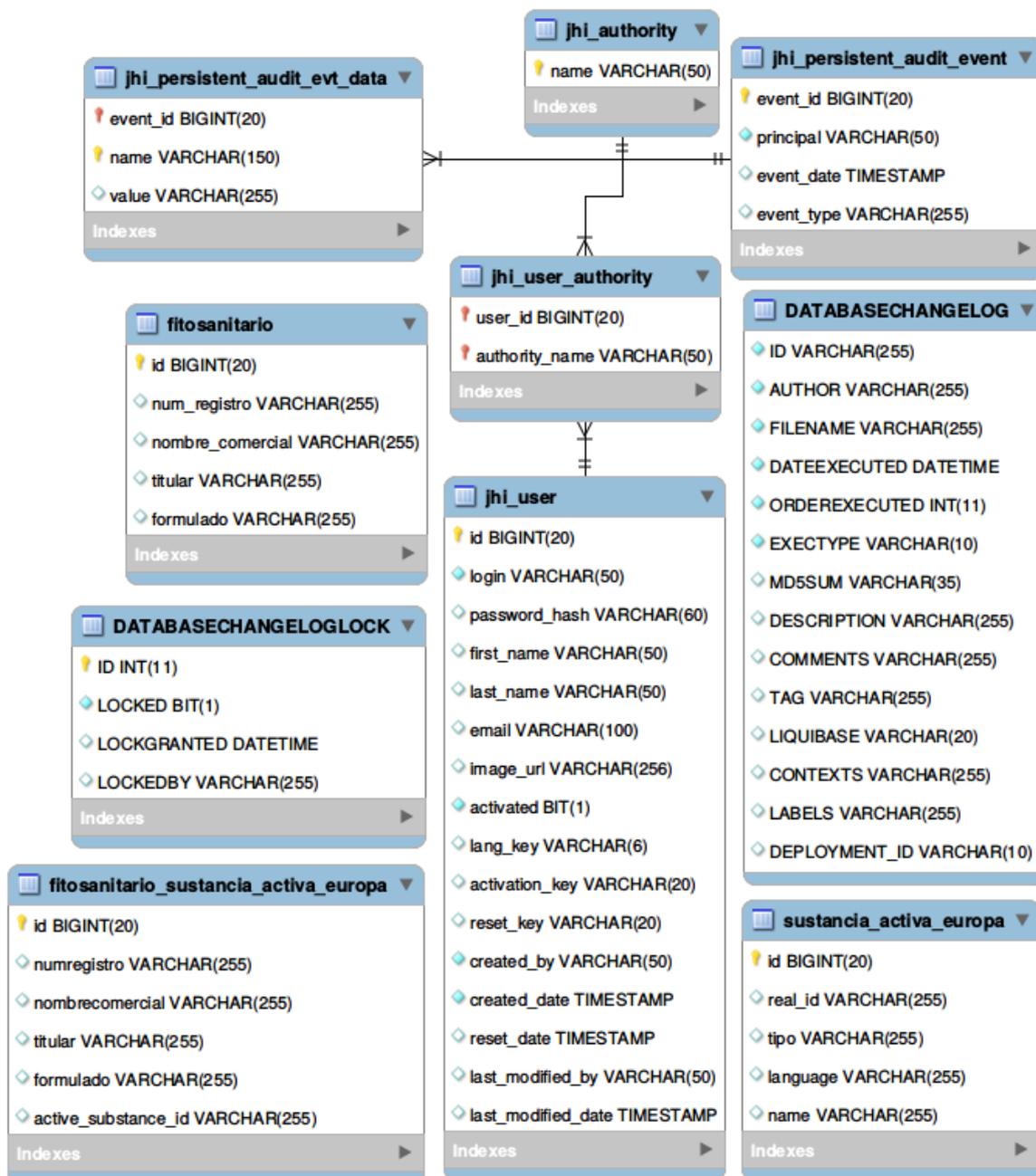


Figura C.1: Esquema relacional de la base de datos de *JHipster*

C.2. Esquema de datos en la base de datos MySQL

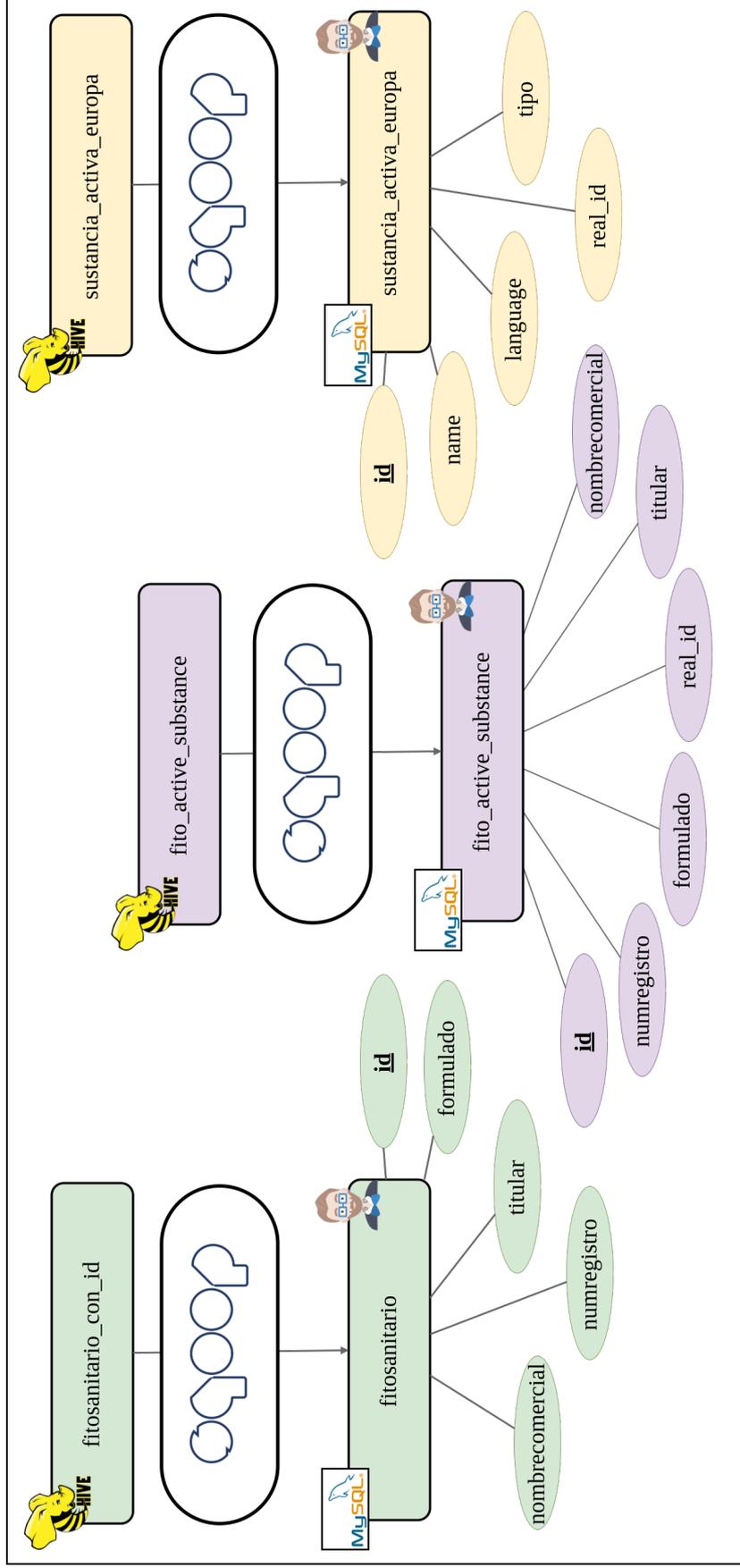


Figura C.2: Esquema de datos importados en MySQL y JHipster

Anexos D

Implementación

D.1. Capturas de pantalla

A continuación se encuentran algunas capturas de pantalla de la aplicación en su estado final.

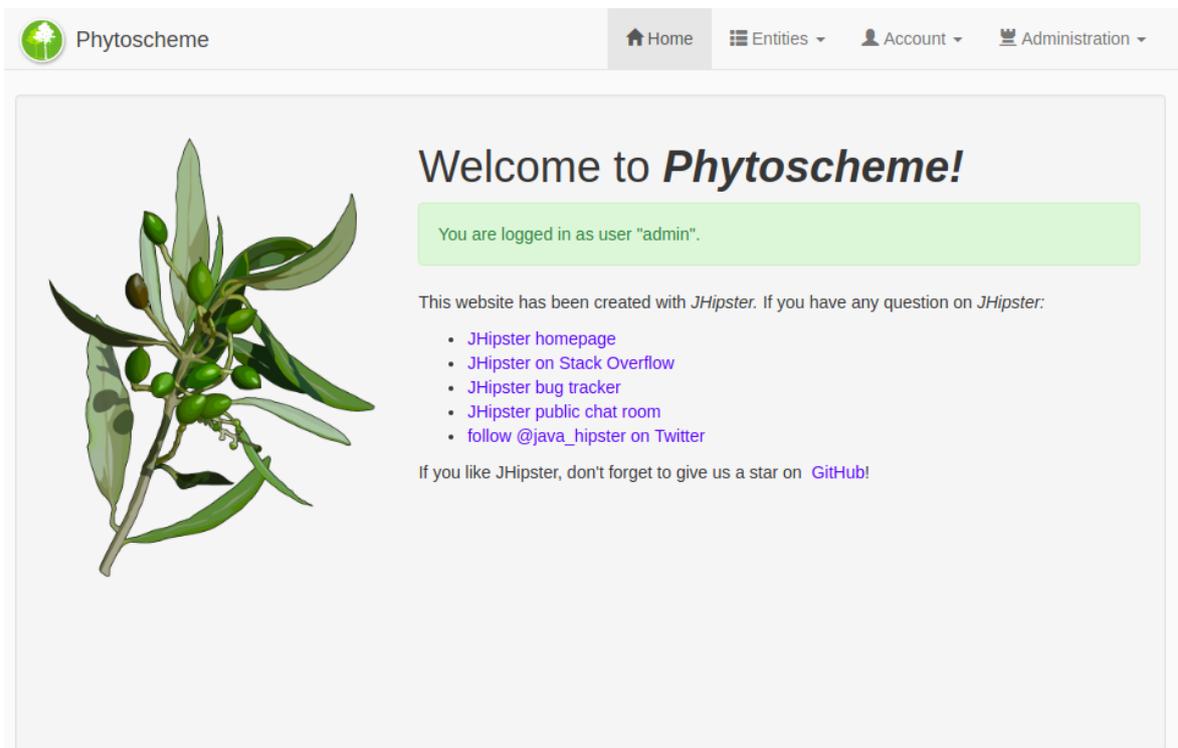


Figura D.1: Captura de pantalla de la página de inicio de la aplicación *Phytoscheme*.

The screenshot shows the Phytoscheme web application interface. At the top, there is a navigation bar with the Phytoscheme logo on the left and menu items for Home, Entities, Account, and Administration. The main content area is titled "Fitosanitario 6" and displays the following information:

Num Registro	11412
Nombre Comercial	SP4OK
Titular	NUFARM ESPAÑA, S.A.
Formulado	MCPA 40% (SAL POTÁSICA) [SL] PV

At the bottom of the information section, there are two buttons: "Back" and "Edit".

Figura D.2: Captura de pantalla de la información de un producto fitosanitario.

The screenshot shows the Phytoscheme web application interface. At the top, there is a navigation bar with the Phytoscheme logo on the left and menu items for Home, Entities, Account, and Administration. The main content area is titled "Sustancia Activa Europa 24" and displays the following information:

Real Id	pest:activeSubstance-1023
Tipo	pest:ActiveSubstance
Language	en
Name	Beta-cypermethrin

At the bottom of the information section, there are two buttons: "Back" and "Edit".

Figura D.3: Captura de pantalla de la información de una sustancia activa.

Anexos E

Gestión

E.1. Cálculo del coste de la hora de trabajo del alumno

A continuación se exponen los cálculos desglosados y en detalle para calcular el coste de la hora de trabajo del alumno. Para conseguir el precio por hora para un salario de 1,500€ hacemos lo siguiente:

1. Calculamos el salario bruto anual:

Salario mensual \times 12 meses

$$1,500.00 \times 12 = \mathbf{18,000\text{€}}$$

2. Hallamos el precio básico por hora:

Salario anual \div 2,080 horas posibles (8 horas \times 5 días \times 52 semanas)

$$18,000.00 \div 2,080 = \mathbf{8.65\text{€}}$$

3. Sumamos el precio de las horas que no trabajarás:

14 días festivos \times 8 hs. = 112 hs. +

21 días de vacaciones \times 8 = 168 hs. +

7 días de incapacidad \times 8 hs. = 56 hs.

$$\mathbf{336 \text{ hs.} \times 8.65 \text{ de coste básico} = 2,907.69\text{€}}$$

4. Calculamos el valor del tiempo que dedicas a presupuestos, reuniones, venta, formación... (tiempo administrativo):

50 % (2,080 hs. posibles - 336 horas que no trabajarás) \times 8.65 coste básico.

$$\mathbf{50 \% \times 1,744 \text{ hs.} \times 8.65 = 7,546.15\text{€}}$$

5. Calculamos el total de tus gastos fijos:

Alquiler mensual: 100.00 +

Servicios mensuales: 50.00 +

Autónomos mensual: 260.00 +

Otros gastos fijos mensuales: 50.00

$$\text{Gastos fijos mensuales } 460.00 \times 12 \text{ meses} = \mathbf{5,520\text{€ fijos anuales}}$$

6. Sumamos el valor de las horas que no trabajas más el valor del tiempo de administración y el de los gastos fijos para obtener el precio extra anual por tu trabajo.

$$2,907.69 + 7,546.15 + 5,520.00 = \mathbf{15,973.85\text{€ de precio extra anual}}$$

7. Ahora calculamos lo que ganarás al año:

2,080 hs. posibles al año - 336 hs. de vacaciones, festivos e incapacidad - 872 hs. de reuniones y presupuestos \times 8.65 coste básico

$$\mathbf{872 \text{ horas de trabajo} \times 8.65 = 7,546.15\text{€ de beneficio anual.}}$$

8. Calculamos el porcentaje de rentabilidad dividiendo el coste entre el beneficio:

$$15,973.85 \div 7,546.15 = 211.682 \%$$

9. Por último para calcular la hora de trabajo sumamos el porcentaje de rentabilidad y el porcentaje de beneficio deseado a nuestro precio básico:

$$8.65 + 8.65 \times 211.682 \% + 8.65 \times 20 \% = \mathbf{28.70\text{€ por hora de trabajo.}}$$