



Universidad
Nacional
de Quilmes

Departamento de Ciencia y Tecnología
Tecnatura en Programación Informática

TRABAJO DE INSERCIÓN PROFESIONAL

FRONTTIER

Manejador de dependencias de la *capa de presentación*
para plataformas basadas en lenguajes para la
Máquina Virtual de Java

Alumno

Alan Rodas Bonjour
alanrodas@gmail.com

Directora

Dra. Gabriela B. Arévalo
garevalo@unq.edu.ar

JULIO 2014

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos los profesores de la carrera de Tecnicatura en Programación Informática y a mis compañeros de clase quienes me acompañaron durante todo mi proceso de formación, me brindaron su apoyo, su compañía y cariño.

Quiero agradecer también a mi familia, por el aliento que me han brindado desde el principio de mis estudios, en especial a mis padres, quienes con mucho esfuerzo apostaron por mi educación.

Por sobre todo quiero dar las gracias a Gabriela Guibaud sin cuya ayuda me habría sido imposible terminar este trabajo.

Índice

1. Introducción	7
1.1. Sobre los sistemas web	7
1.1.1. Estado anterior a los sistemas web	8
1.1.2. Aparición de las computadoras personales	9
1.1.3. Navegadores y primeros sistemas web	9
1.1.4. Rich Internet Applications	10
1.2. Acerca de la Java Virtual Machine (<i>JVM</i>)	11
1.3. Crecimiento de la <i>JVM</i> como plataforma	11
1.4. Desarrollo de sistemas web en la <i>JVM</i>	12
1.4.1. Estructura común de sistemas web	12
1.4.2. Reutilización de código mediante <i>dependencias</i>	14
1.4.3. Dependencias manejadas de la <i>capa de lógica de negocios</i>	15
1.4.4. Dependencias no manejadas de <i>capa de presentación</i>	16
1.4.5. CDN	17
1.4.6. Dependencias manejadas de <i>capa de presentación</i>	18
2. Solución Propuesta	19
2.1. Características deseadas	19
2.2. Elección de tecnologías a utilizar	21
2.3. Alcance del presente trabajo	21
3. Guía de Uso	22
3.1. Uso desde la línea de comandos	23
3.1.1. Uso con los valores por defecto	23
3.1.2. Selección del archivo de configuración y su formato	24
3.1.3. Elección de carpeta de destino	25
3.1.4. Cache local y cache global	26
3.1.5. Modo verbose	28
3.1.6. Agregar archivos de expansión	29
3.2. Comandos de manejo de la aplicación	30
3.2.1. Instalar dependencias	30
3.2.2. Cachear dependencias	31
3.2.3. Instalar plugins	31
3.3. Archivos de configuración de la herramienta	32
3.4. Distintos formatos del archivo configuración	33
3.4.1. Formato de configuración estándar	33
3.4.2. Formato de configuración estilo <i>Maven</i>	34
3.4.3. Formato de configuración estilo <i>Ivy</i>	34
3.5. Integración en sistemas	35

3.5.1.	Integrando desde <i>Scala</i>	35
3.5.2.	Integrando desde <i>Java</i>	35
4.	Desarrollo	35
4.1.	El modelo general	35
4.2.	Modelo del parser de linea de comando	35
4.3.	Modelo de <i>archivos de configuración</i>	35
4.4.	Modelo de sistema de descargas	35
5.	Formas de Extensión	35
5.1.	Extendiendo los comandos y argumentos de la herramienta . .	36
5.2.	Extendiendo los formatos de <i>archivo de configuración</i>	36
5.3.	Integrando con otras herramientas	36
6.	Conclusiones	36
7.	Trabajo a futuro	36
	Siglas	43
	Glosario	43
	Referencias	47

Resumen

Al momento de desarrollar sistemas web utilizando lenguajes que corren en la *JVM*, es a menudo necesario descargar una serie de bibliotecas y archivos desde diversos sitios de *Internet* para agregarlos a nuestro proyecto. Estos archivos son nuestras *dependencias* para la *capa de presentación*, la parte visible de nuestro sitio. Esta tarea suele llevar tiempo, ser tediosa y propensa a errores. Actualmente no hay herramientas que corran sobre la *JVM* que automaticen la tarea. Este trabajo propone una solución al problema mediante el desarrollo de un *manejador de dependencias* hecho completamente en *Scala*, capaz de descargar automáticamente todos estos archivos, organizarlos en nuestro código y dejarlos listos para su uso.

1. Introducción

En la presente sección se intentará explicar brevemente el contexto actual del desarrollo de software y las motivaciones del presente trabajo, así como del lenguaje de programación elegido para el desarrollo.

Se comenzará por un análisis sobre la evolución de las tecnologías actuales y como estas han derivado a la generación de aplicaciones hechas mayormente en *HTML5*. Luego se enumeraran los distintos factores que inciden sobre la elección del lenguaje de programación a utilizar, mostrando como los lenguajes para la *JVM* son una buena elección debido a su popularidad y a la compatibilidad de código entre lenguajes que corren sobre la plataforma. Finalmente se explicará la estructura básica de las aplicaciones web desarrolladas sobre lenguajes de la *JVM*, y como se manejan las *dependencias* en estas aplicaciones.

1.1. Sobre los sistemas web

Si bien no es el objetivo de este documento explicar en detalle la historia de los cambios en las arquitecturas de software, este apartado intentará dar una breve muestra de las transformaciones que ha sufrido la industria de desarrollo de sistemas en los últimos tiempos, y como estas han llevado a que los sistemas web sean hoy en día una de las opciones más utilizadas en el ámbito empresarial.

1.1.1. Estado anterior a los sistemas web

En las décadas de 1960 y 1970, comienza en el mundo un proceso lento pero incremental de computarización de la información. Las computadoras dejan de ser "*juguetes*" científicos para pasar a ser complejas maquinarias con verdadera utilidad práctica en distintas industrias.

Durante esos años varias empresas comienzan a *informatizarse*. Bancos, petroleras y otros, compran grandes computadoras capaces de almacenar toda su información o procesar complejos cálculos matemáticos en poco tiempo. En este contexto, múltiples empresas como *IBM*, *RCA*, y *General Electric*, comenzaron a fabricar gigantescas computadoras de precio cada vez más económico. Estas máquinas evolucionarían poco a poco hasta convertirse en lo que hoy se conocen como *mainframes*.

En este sentido, David Stephens en su libro *What On Earth is a Mainframe?* [2008] describe a un *mainframe* como una computadora muy grande, con una base de datos de alto rendimiento, a la cual se accede desde una terminal remota, es decir, una máquina "*tonta*", sin mucha otra finalidad más que la de conectarse al servidor central para realizar peticiones de datos y mostrarle los resultados al usuario.

Stephens también destaca los beneficios de los *mainframes* por sobre una computadora personal a nivel empresarial. Las características que menciona son:

- **Integridad de datos:** Los datos DEBEN ser correctos.
- **Rendimiento:** Se debe procesar gran cantidad de datos.
- **Respuesta:** El procesamiento debe ser inmediato.
- **Recuperación ante desastres:** En caso de un fallo, se debe volver a estar operativo inmediatamente.
- **Usabilidad:** Debe hacer lo que se requiere, cuando se requiere.
- **Confiabilidad:** No debe fallar y siempre debe estar disponible.
- **Auditoria:** Ser capaz de saber quien realizó qué acción en el equipo.
- **Seguridad:** Solo aquellos que pueden realizar una acción pueden hacerlo.

Estas características son todavía buscadas en los grandes *mainframes* de la actualidad, y resultan fundamentales en emprendimientos críticos, por ejemplo, sistemas bancarios, programas de control de acciones financieras, sistemas petroleros o el software que controla misiones espaciales.

Margaret S. Elliott y Kenneth L. Kraemer ha descripto que las tendencias de la tecnología utilizada, no obedecen solamente a motivaciones económicas y operativas, sino a un complejo entramado de relaciones entre empresas que comparten una visión utópica sobre la tecnología en cuestión [Elliott

y Kraemer,2008, pag 3]. Así, las empresas comercializadoras de *mainframes* enarbolando como bandera principal los beneficios planteados por Stephens, lograron generar una visión utópica en las empresas usuarias para posicionar la tecnología dominante durante largos años. Es por esto que los *mainframes* siguen teniendo hoy en día un lugar en el mercado.

1.1.2. Aparición de las computadoras personales

A partir de fines de los 70's y comienzos de los 80's, las Computadoras Personales (Personal Computer, PCs) comienzan a ser cada vez más accesibles [Allan,2001, cap 4]. La liberación de *ARPANET* por parte de DARPA en 1983 da nacimiento a *Internet*. Estos dos cambios suponen un quiebre en las tecnologías de uso empresarial.

El PC, sumado a la conectividad y nuevas tecnologías tanto en sistemas como en lenguajes de programación llevaron a que los *mainframes* comenzaran a perder terreno.

La posibilidad de ejecutar programas en cada PC dio lugar a nuevas arquitecturas *cliente-servidor*. Ahora los usuarios corrían los programas en su propio equipo, permitiendo aumentar la velocidad de respuesta. El programa se conectaba a *Internet* y sincronizaba información con un servidor central solo cuando fuera necesario.

Esta arquitectura permitiría una más rápida evolución del software por sobre la opción de tener el sistema en un *mainframe*, como explican Doris G. Duncan y Sateesh B. Lele en su artículo "Converting From Mainframe to Client/Server at Telogy Inc.". Sin embargo, como contrapartida estos cambios suponen un alto costo de mantenimiento, y en caso de poseer equipos con distintos sistemas operativos, un gasto extra en el desarrollo. Esto se debe a la necesidad de generar un cliente para cada sistema operativo, y la necesidad de actualizar los mismos en caso de futuros cambios¹. Así, los autores demuestran que, independientemente de los costos, el factor más incidente en el cambio es la necesidad de mantener el sistema al día con las necesidades de la empresa.

1.1.3. Navegadores y primeros sistemas web

Tras la aparición de los navegadores web, como *Netscape* e *Internet Explorer*, a comienzos de 1990, se comenzaron a desarrollar los primeros sistemas web.

¹ Recuerde el lector que el software se distribuía en esa época en medios físicos, por lo que la instalación de una nueva versión del sistema requería presencia física en el equipo.

Los mismos, consistían básicamente en documentos dinámicos, generados con información tomada de una base de datos. Gran influencia tuvieron en este tipo de soluciones, la creación de lenguajes de programación y tecnologías pensadas para generar documentos *HTML* dinámicamente [Hunter y Crawford,2001, pag 2], como *PHP*, *ASP* y los *Servlets* de *Java*. La posibilidad de generar *aplicaciones* que corran en el navegador, solucionó las problemáticas asociadas a el mantenimiento de los sistemas y al desarrollo para múltiples sistemas operativos. Sin embargo, esta vez, la naturaleza de *HTML* limitaba la capacidad de las aplicaciones a sencillos formularios, botones y enlaces. Estas limitaciones hicieron que no fuera sino hasta con la aparición de las primeras tecnologías complementarias a *HTML*, que las aplicaciones web comenzarían a cobrar relevancia, dando lugar a las Aplicacion de Internet Enriquecida (Rich Internet Application, RIA).

1.1.4. Rich Internet Applications

Las RIAs surgen para compensar aquellas faltantes que presentaban las aplicaciones web frente a las tradicionales de *cliente-servidor* de escritorio. En un primer lugar, software en forma de complementos (*plugins*) que permitían correr algún lenguaje especial en los navegadores fueron creados. Uno de los más populares fue *Flash* de *Adobe*, que continua siendo utilizado hoy en día. *Java* tampoco se quedo atrás y presentó sus *Servlets*, una forma de embeber código Java en páginas *HTML*.

Las *RIA* comenzaron a copar los mercados empresariales, ya que permitían ahorrar en mantenimiento y desarrollo, a la vez que brindaban la alta usabilidad que se demandaba de un sistema empresarial.

Cada vez más soluciones comenzaron a surgir, *Adobe Flex*, *Microsoft Silverlight* y *JavaFX* [Clarke, Connors y Bruno,2009]. Sin embargo, la falta de estándares llevaría a que se desarrollaran con fuerza *CSS* y *JavaScript*, tecnologías libres y disponibles en cualquier navegador sin necesidad de instalar software adicional.

Así, en los últimos años,y gracias también al auge de los smartphones y tablets, incapaces de correr los anteriormente mencionados *plugins*, el llamado *HTML 5* pasaría a transformarse en el estándar para el desarrollo de *RIAs* [David,2013].

La tendencia marca que las *RIAs* desarrolladas bajo el estándar *HTML5* seguirán siendo la norma durante los años venideros. Múltiples *frameworks* han aparecido capaces de generar rápidamente sistemas web con una interfaz completamente realizado en *HTML5*.

1.2. Acerca de la Java Virtual Machine (*JVM*)

Con la popularidad de *Java*, comenzaron a surgir una serie de lenguajes que compilan a *bytecode* para la Máquina Virtual de Java. Estos lenguajes se presentan como alternativas para los programadores de la plataforma que buscan una opción "superior", en algún aspecto, a *Java*. *Groovy* por ejemplo, se presenta como un lenguaje dinámico, similar a Ruby; *Clojure* es una extensión de Lisp apuntado a la Programación Concurrente; *Scala* es un lenguaje que presenta características tanto de Programación Funcional como de Programación Orientada a Objetos. También existen otra numerosa cantidad de lenguajes, algunos experimentales, algunos con una base creciente de usuarios, que corren sobre la plataforma, como también una amplia cantidad de adaptaciones de lenguajes populares para que corran en la *JVM*, como JRuby y Jython, versiones de Ruby y Python que compilan a *bytecode* java. Una característica interesante de estos lenguajes es que el código compilado suele ser compatible entre sí, es decir, código escrito en *Java* puede ser ejecutado en *Scala*, código *Groovy* puede ser usado desde *Clojure*, etc.². Finalmente, podemos destacar el hecho de que hoy en día existen numerosas implementaciones de la *JVM*, tanto propietarias como libres, muchas con fines muy específicos, como Dalvik, la *JVM* del sistema operativo Android [Wikipedia,2012].

1.3. Crecimiento de la *JVM* como plataforma

Java es, casi sin cuestionamientos ³, uno de los lenguajes más populares. Así lo demuestran las estadísticas de análisis de popularidad de lenguajes, como la renombrada estadística TIOBE que a la fecha de esta publicación ubica a *Java* en segundo lugar [TIOBE Software, 2014]. La estadística "*transparente*" creada por Gautier de Montmollin, que publica el código de forma

² Si bien mayoritariamente esto es cierto, ciertas características especiales de algunos lenguajes no pueden ser empleadas desde otros, presentando así ciertas limitaciones de compatibilidad. Sin embargo, se espera que futuras versiones de la *JVM* permitan un grado de compartición de código entre lenguajes aún mayor.

³ Se puede argumentar que la medición de la popularidad de los lenguajes de programación es una ciencia inexacta, pues los factores de medición no se encuentran determinados. Sumado a esto, la mayoría de los resultados se basa en cantidad de líneas de código y menciones online, hecho que no tiene en consideración las diferencias entre un lenguaje y otro, ya que algunos son necesariamente más verbosos que otros (Por ejemplo, dos códigos que realizan exactamente la misma acción en dos lenguajes distintos pueden resultar en cantidades significativamente distintas de líneas de código entre uno y otro, solo por la sintaxis y la naturaleza misma del lenguaje.) Así, cada estadista toma distintas variables, le otorga distinto peso a las mismas y obtendrá distintos resultados.

Open Source y sus reglas online, muestra al lenguaje de Oracle en la misma posición [Montmollin,2013], mientras que la otra herramienta *Open Source* que permite medir la popularidad de los lenguajes, PyPL, de Pierre Carbonelle, lo muestra en primer lugar [Carbonelle,2014].

Además, Gerber Kunst ha desarrollado un gráfico en donde muestra la cantidad de líneas de código en GitHub por sobre las menciones en StackOverflow, mostrando a *Java* por sobre los más populares, pero también a los lenguajes que corren sobre la *JVM*⁴ como de alto interés.

Queda entonces patente que los lenguajes que se ejecutan en la *JVM* tienen un uso cada vez mayor. Empero, la diferencia se volvería aún más grande si se considera el uso de los lenguajes para desarrollo de soluciones web.

Si bien no existen estadísticas que confirmen esto, es prácticamente reconocido por cualquier programador que la ventaja que se lee en las estadísticas por parte del lenguaje C, es producto del desarrollo, no de sistemas web, sino de pequeñas herramientas de escritorio. Asimismo, la popularidad creciente de Objective-C, se debe al uso del mismo en las aplicaciones móviles de iPhone y iPad. Finalmente, el amplio desarrollo que presenta en las encuestas *JavaScript*, no compite necesariamente con los sistemas hechos en *JVM* sino que de hecho, tiende a complementarlos, ya que es una parte importante de las *RIAs*⁵.

1.4. Desarrollo de sistemas web en la *JVM*

Al desarrollar sistemas web se puede elegir cualquiera de los lenguajes para la *JVM*, y dentro del mismo, cualquiera de los numerosos *frameworks* que trabajan con *HTML5* existentes. Sin embargo hay ciertas constantes comunes de todos los lenguajes y *frameworks* antes mencionados. A continuación se analizarán estos componentes comunes para comprender la forma de desarrollar en los mismos.

1.4.1. Estructura común de sistemas web

La mayoría de los sistemas web suelen dividirse en capas (También llamadas *layers* o *tiers*). Estas capas suelen dividirse de forma tal que cada una esté encargada de partes muy puntuales de la lógica de la aplicación.

⁴ Entre los lenguajes para la *JVM* se encuentran *Scala*, *Clojure*, *Groovy*, *AspectJ*, *Ceylon*, *Fantom*, *Fortress*, *Frege*, *Gosu*, *Ioke*, *Jelly*, *Kotlin*, *Mirah*, *Processing*, *X10*, *Xtend*, *Rhino*, *JRuby*, *Jython*, entre otros. Aunque no todos se encuentran mencionados en la gráfica.

⁵ver sección 1.1.4.

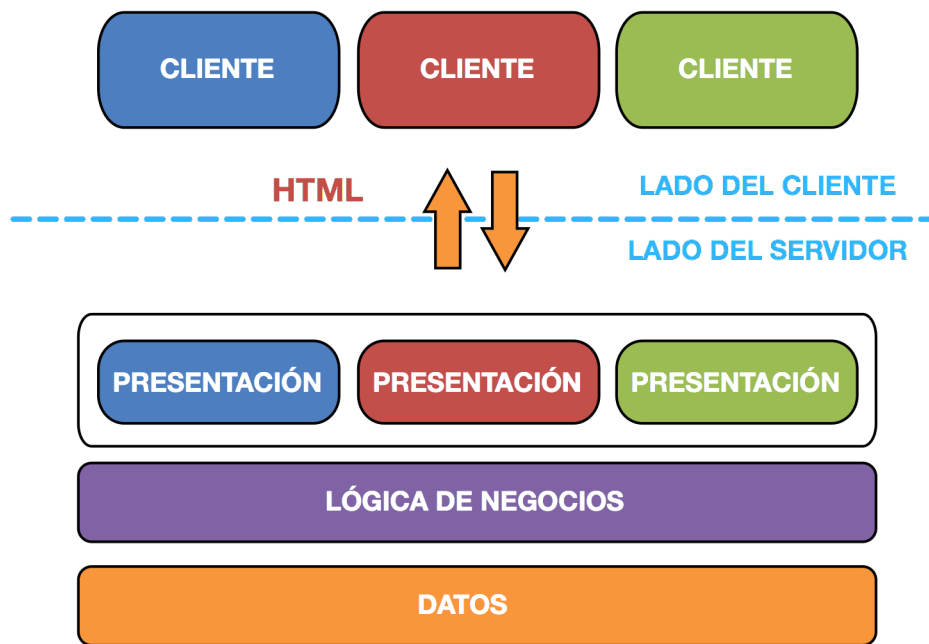


Figura 1: Arquitectura en capas básica de un sistema web.

La mayoría de los autores suelen identificar tres capas, las cuales, dependiendo del autor, suelen recibir distintos nombres. Sin embargo, la estructura es siempre la misma. Estas capas son: la de interfaz o *presentación*, la de *lógica de negocios*, modelo o aplicación y la de *datos* o persistencia.

La capa de datos es la encargada de manejar los accesos a la base de datos, persistir la información, y todo lo relacionado a elementos de los que se deba guardar registro. La capa de lógica de negocios es la que contiene el código de las competencias de la aplicación, es decir, las cosas que la aplicación puede hacer, su funcionalidad. Finalmente, la capa de interfaz es la que permite acceder a la funcionalidad y visualizar los datos a los usuarios o clientes [Baarish,2002, pag 29-30]. La figura 1 muestra la arquitectura básica de una aplicación web según este esquema.

En los últimos años, el crecimiento de las tecnologías móviles han hecho que la arquitectura cambie a una más orientada a servicios, donde el servidor no genera documentos que serán procesados por el usuario, sino que este, consumirá solamente datos expuestos por el servidor, encargándose el cliente de la parte de la interfaz. De esta forma, un mismo sistema web puede ser utilizado para mostrar una página en un navegador, o por una aplicación para teléfonos móviles[MacVittie,2008]. La figura 2 muestra la arquitectura con este nuevo paradigma.

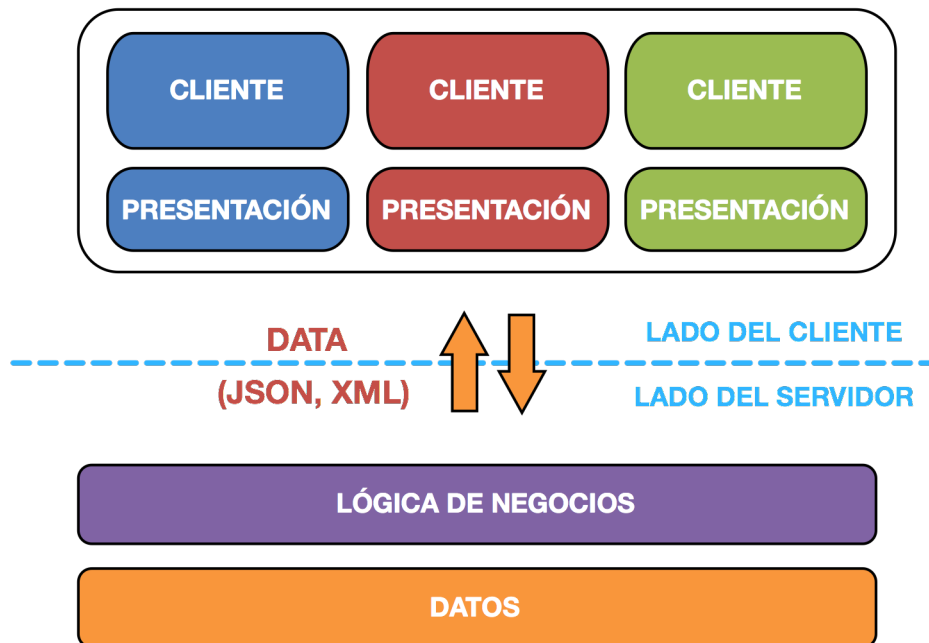


Figura 2: Arquitectura en capas de los nuevos sistemas web.

1.4.2. Reutilización de código mediante *dependencias*

Prácticamente ningún desarrollador comienza una aplicación completamente desde cero, haciendo a la conocida frase "*Pararse sobre hombros de gigantes*" una constante en el desarrollo de software, en especial en el empresarial. Así, existen numerosos *frameworks*, *toolkits*, bibliotecas, y porciones de código que los desarrolladores pueden importar en el propio, de forma de obtener funcionalidades genéricas previamente desarrolladas.

Estas porciones de código de terceros que utilizan los desarrolladores en sus proyectos recibe el nombre de *dependencias*. Las mismas son necesarias para que un proyecto funcione correctamente.

Se pueden distinguir dos tipos de *dependencias*, las manejadas y las no manejadas. Las *dependencias* no manejadas son código que se agrega manualmente al proyecto mediante la clásica técnica de "*copiar y pegar*" o agregando los archivos correspondientes a esa *dependencia* en alguna carpeta del proyecto (Proceso al que se denominará "*instalar*"). Por su parte, las manejadas, consisten en algún tipo de descripción en un *archivo de configuración* o similar que identificará a las *dependencias* requeridas. Un programa externo evaluará nuestro *archivo de configuración* y se encargará de instalar nuestras *dependencias* declaradas, estos programas son conocidos como *manejadores de dependencias*.

Las *dependencias* no manejadas suelen implicar una serie de pasos repetitivos y propensos a errores que el usuario debe realizar con el objetivo de poder correr su código. Por su parte, las *dependencias* manejadas son preferentes, ya que eliminan errores comunes y ahorran tiempo y trabajo a los desarrolladores. Además, los *manejadores de dependencias* suelen ahorrar el trabajo que implica instalar las *dependencias* anidadas⁶ [Larman y Vodde,2010]. Finalmente, en este escrito, se identificaran dos tipos más de dependencias. las de la *capa de lógica de negocios*, dadas por *paquetes* de código *Java* compilado (archivos *.jar* o *.war*), y las de *capa de presentación* que consisten en, pero no se limitan a, archivos *CSS* y *JavaScript*. En las subsecciones siguientes se verá como estas dependencias son abordadas por los desarrolladores que trabajan en lenguajes de la *JVM* en la actualidad.

1.4.3. Dependencias manejadas de la *capa de lógica de negocios*

El desarrollo en la plataforma *Java* se volvió muy popular rápidamente, y por tanto, un gran numero de herramientas surgieron para asistir al desarrollador al momento de programar.

En el ámbito del manejo de *dependencias* en la *capa de lógica de negocios* la herramienta *Maven* de la fundación *Apache* se ha posicionado como el estándar de facto⁷ [Sonatype,2008]. Otro de los proyectos que se han posicionado en esta área es *Apache Ivy*, que se concentra solamente en el manejo de *dependencias*.

Maven hace uso de un *archivo de configuración* escrito en *XML*⁸. El código 1 muestra un ejemplo de este tipo de *archivo de configuración*.

Ivy utiliza también archivos *XML*, pero estos son más compactos que los de *Maven*. El código ?? es un ejemplo del mismo.

Con la aparición de nuevos lenguajes para la *JVM* comenzaron a surgir nuevos *manejadores de dependencias*, como *Grape* o *Gradle* para *Groovy*, *SBT* para *Scala* y *Leiningen* para *Clojure*, y *Apache Buildr* como propuesta multilenguaje. Cada uno de ellos utilizan un *archivo de configuración* con distinta sintaxis [Alexander,2013, pág. 569]. El código 3 muestra un ejemplo

⁶ Asuma el lector un proyecto *A* con una *dependencia B*. El paquete *B* es a su vez un proyecto con *dependencias*, por ejemplo *C*. Para que *A* funcione correctamente, requiere *B* y este a su vez requiere *C*, haciendo que de forma transitiva *A* requiera *C*.

⁷ Si bien *Apache Maven* es en realidad no solo un *manejador de dependencias* sino un administrador de proyectos, provee la funcionalidad antes mencionada y la misma se ha vuelto un estándar.

⁸ Este archivo es comúnmente denominado POM, ya que el nombre del archivo debe ser pom.xml.


```

<project>
  ...
  <dependencies>
    <dependency>
      <groupId>group-a</groupId>
      <artifactId>artifact-a</artifactId>
      <version>1.0</version>
    </dependency>
    <dependency>
      <groupId>group-a</groupId>
      <artifactId>artifact-b</artifactId>
      <version>1.0</version>
    </dependency>
  </dependencies>
</project>

```

Código 1: Configuración de *dependencias* en *Maven* mediante archivo POM

```

<ivy-module version="2.0">
  <info organisation="org.apache" module="hello-ivy"/>
  <dependencies>
    <dependency org="group-a" name="artifact-a" rev="1.0"/>
    <dependency org="group-b" name="artifact-b" rev="1.0"/>
  </dependencies>
</ivy-module>

```

Código 2: Archivo de configuración de Ivy

de la declaración de una *dependencia* en el *archivo de configuración* de *SBT*.

```

libraryDependencies += "org.springframework.data" % "spring-data
-neo4j" % "3.1.1.RELEASE"

```

Código 3: Dependencia de SpringFramework 3.1.1 para *SBT*

A pesar de este hecho, todos los *manejadores de dependencias* trabajan bajo el estándar pre-impuesto por Maven, siendo así al punto tal de que el sitio MVNRepo es el centro de referencia al momento de buscar dependencias.

1.4.4. Dependencias no manejadas de *capa de presentación*

Lamentablemente, la falta de estándares para desarrollar *RIAs* en la *capa de presentación* durante largos años llevó a que no hayan herramientas sencillas para instalar *dependencias* que corran en la misma. La mayoría de estas

dependencias consisten en archivos *CSS* y *JavaScript*, los cuales suelen ser descargados manualmente a través de la página del creador del código (No existen repositorios centralizados como en el caso de las *dependencias* de la *capa de lógica de negocios*). Luego, los archivos deben ser copiados a alguna carpeta del proyecto (la ubicación exacta depende de la estructura del proyecto y por tanto debe ser recordada por el programador) para encontrarse finalmente disponibles para su importación y uso en el código del usuario. Si bien el proceso parece sencillo, las aplicaciones web se han vuelto cada vez más y más complejas. Las posibilidades que brindan los navegadores aumentan y, por tanto, también aumentan las *dependencias* ya que se requieren cada vez cosas más específicas⁹.

A su vez, los tipos de *dependencia* son más variados (No son solo archivos *jar* o *war*), dando por resultado un catálogo mucho más amplio, donde una misma *dependencia* no necesariamente consiste en un único archivo, sino en múltiples archivos de distinto formato que deben ser agregados al proyecto de una forma específica. La falta de un lugar que agrupe estos contenidos y estandarice sus nombres, versiones, formas de instalación, etc. hace que sea muy difícil manejar estas *dependencias*.

1.4.5. CDN

Las *Red de Distribución de Contenidos* (*Content Delivery Network*, *CDN*) surgen con la idea de agrupar el contenido disponible¹⁰.

Las *CDN* permiten al usuario insertar en su código *HTML* una clausula que importa automáticamente la dependencia requerida desde el servidor más cercano.

El código 4 utiliza la *CDN* de Google (<https://developers.google.com/speed/libraries/>) una de las más populares y confiables junto con la de Microsoft (<http://www.asp.net/ajaxlibrary/cdn.ashx>) y los sitios <http://www.jsdelivr.com/> y <http://cdnjs.com/>.

Las *CDNs* no solo brindan el beneficio de facilitar el manejo de dependencias, sino que a su vez le ahorra trabajo a los servidores de nuestra aplicación, que no requiere servir algunos archivos, y puede, en teoría, ser beneficioso para los usuarios, ya que el servidor de la *CDN* podría estar más cerca de su área

⁹ Un claro ejemplo de esto son las Fuentes web (Webfonts). Las mismas no comenzaron a ser comunes sino hasta hace unos pocos años, y hoy en día son usadas en enorme cantidad de sitios.

¹⁰ Su creación no responde necesariamente a procesos de manejo de dependencias en proyectos de desarrollo de software, sin embargo es uno de los usos posibles de este tipo de redes y ha sido uno de los usos más comunes.

```

<html>
  <head>
    ...
    <!-- JQuery -->
    <script src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.1/
      jquery.min.js"></script>
    <!-- JQuery Mobile -->
    <link rel="stylesheet" href="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/
      jquerymobile/1.4.3/jquery.mobile.min.css" />
    <script src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquerymobile
      /1.4.3/jquery.mobile.min.js"></script>
    <!-- JQuery UI -->
    <link rel="stylesheet" href="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/
      jqueryui/1.11.0/themes/smoothness/jquery-ui.css" />
    <script src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jqueryui/1.11.0/
      jquery-ui.min.js"></script>
  </head>
  <body>
    ...
  </body>
</html>

```

Código 4: Dependencias agregadas mediante *CDN*

que el de la aplicación, facilitando la carga del sitio.

Como contrapartida, las *CDNs* suelen tener una gestión centralizada, con lo cual es difícil contar con las últimas versiones, o con bibliotecas que los administradores del mismo decidan no colocar. Así, muchas bibliotecas y *frameworks* no se encuentran disponibles en las *CDNs* más populares. A esto se le agrega el alto costo de mantener una *CDN* por cualquier empresa que no posea grandes servidores a lo largo del globo.

1.4.6. Dependencias manejadas de *capa de presentación*

Surgió entonces la necesidad de contar con *manejadores de dependencias* para la *capa de presentación* y que no requiera de la disponibilidad de terceros como las *CDNs*. Así surgieron soluciones que manejan las *dependencias* de forma similar a la forma en que lo hacen los manejadores de la *capa de lógica de negocios*.

Bower y *Component*¹¹, son casi con seguridad, los más populares de estos sistemas. Ambos son modulo de la plataforma Node.js y poseen formas de manejar las *dependencias* mediante un *archivo de configuración*. Sin em-

¹¹ Component es más similar a Maven ya que se encarga de muchas otras cosas además del manejo de dependencias, como procesos de compilación.

bargo, ambas requieren en la mayoría de los casos contar con herramientas externas como *Git*, ya que se desentienden del proceso de mantenimiento de repositorios [Twitter,2014].

RequireJS y *Browserify* son otras soluciones que manejan las dependencias *JavaScript* solamente y no utilizan la técnica de *archivos de configuración* [Franko,2013].

Todas estas soluciones se presentan bastante incompletas en comparación a las disponibles en la *capa de presentación*. Además, al requerir herramientas que no son independientes del sistema operativo, generan muchas complicaciones al momento de configurar el entorno de desarrollo o de puesta en producción del sistema. Como si esto no fuera suficiente, el desarrollador debe aprender una nueva tecnología, proceso que lleva tiempo y esfuerzo del que a veces no dispone.

2. Solución Propuesta

De analizar el apartado anterior se puede percibir que sería de amplio interés para los desarrolladores contar con una herramienta que corra sobre la *JVM* y que permita manejar las *dependencias* de la *capa de presentación*. Este trabajo propone la generación de una solución a este problema desarrollada en *Scala* y usando *SBT* para manejar las *dependencias* en el mismo.

2.1. Características deseadas

Se tomarán como requerimientos una serie de características que a los efectos parecen deseables en una herramienta que intenta posicionarse como el estándar para manejo de *dependencias* de la *capa de presentación* en lenguajes que corren sobre la plataforma.

En primer lugar, deberá correr enteramente sobre la *JVM*, evitando depender de la instalación de software adicional en el equipo y haciendolo independiente del sistema operativo, por lo cual, es necesario que se encuentre desarrollada en un lenguaje que compile a *bytecode Java*. Adicionalmente deberá poder ser utilizada desde cualquier otro lenguaje de la *JVM* de forma natural, es decir, que en caso de características incompatibles de los lenguajes, debería proveer una capa de abstracción de forma tal que el uso sea transparente y completo. Incluso es deseable que pueda ser ejecutada en forma de programa independiente desde la línea de comandos.

La herramienta deberá ser capaz de descargar y acomodar los paquetes que el usuario determine como *dependencias* en un archivo de configuración. Como se ha mencionado en la sección 1.4.6, distintas herramientas utilizan distintos tipos de archivos de configuración. En lugar de forzar un formato específico para el mismo, el *manejador de dependencias* desarrollado deberá brindar al usuario la posibilidad de usar un formato para el mismo que se adecue a sus necesidades¹².

Al existir soluciones como *Bower* o *Component*¹³, la herramienta debería complementarlas, permitiendo por ejemplo utilizar sus archivos de configuración y sus repositorios.

Finalmente, sería ideal contar con un repositorio propio, en donde desarrolladores puedan subir sus paquetes, o al menos registrar los mismos, permitiendo así consultar la existencia de dependencias. Además, los usuarios podrían querer generar sus propios repositorios y hacer que la herramienta consulte en ellos¹⁴. Algunos de estos repositorios podrían ser privados, y por tanto, se requeriría acceso mediante un usuario y contraseña que la herramienta debe enviar de forma correcta y segura.

Finalmente, podemos destacar el hecho de que, actualmente, muchas *dependencias* de la *capa de presentación* consisten en múltiples archivos. La mayoría de los *manejadores de dependencias* actuales se basan en archivos, haciendo que se requiera una declaración en el archivo de configuración por cada archivo de la dependencia, algo que no solo es poco práctico, sino propenso a errores ya que el olvido de una declaración invalida completamente la dependencia.

Finalmente, al existir numerosos *frameworks* para distintos lenguajes de la *JVM* que apuntan al desarrollo de aplicaciones web, sería deseable la integración con los mismos¹⁵.

En forma de resumen y para mayor claridad, se enumeran a continuación todas las características mencionadas:

¹² Por ejemplo, los usuarios de *Apache Maven* podrían optar por un archivo de configuración en *XML* similar al que acostumbran y conocen, mientras que los usuarios de *SBT* podrían elegir un archivo de configuración cuya sintaxis asemeje los usados en esa herramienta. Debería ser lo bastante flexible para permitir la generación de formatos de archivo de configuración por los mismos usuarios de la herramienta de forma sencilla.

¹³ Estas soluciones no cumplen todos los requerimientos deseados, pero si son utilizadas con éxito en proyectos de desarrollo.

¹⁴ Muchas empresas de software suelen tener sus propios repositorios para garantizar disponibilidad de sus requerimientos o porque contienen código propietario usado internamente.

¹⁵ Por ejemplo, múltiples *frameworks* utilizan sistemas de templates para generar el código *HTML* que finalmente será utilizado. Sería ideal poder brindar algún componente que integre los elementos descargados a los templates del usuario de forma automática.

- Hecho enteramente sobre la *JVM*
- Posibilidad de ser usado desde cualquier lenguaje de la *JVM*
- Archivos de configuración personalizados, con varios formatos por defecto
- Múltiples repositorios
- Seguridad mediante autenticación en los repositorios
- Integración con estándares existentes de *manejadores de dependencias*
- Integración con tecnologías web existentes en la *JVM*

Otros requerimientos podrían surgir a futuro, pero no son tenidos en cuenta al momento de desarrollar esta solución.

2.2. Elección de tecnologías a utilizar

Se ha determinado que la tecnología a usar será *Scala*. La elección se basa en la facilidad que presenta este lenguaje para generar código compatible con otros de la *JVM* y la gran cantidad de características que presenta, las cuales permiten generar gran funcionalidad en pocas líneas de código. Además, *Scala* soporta características de análisis sintáctico (*parsing*) sencillas de usar desde el lenguaje, que resultan muy útiles cuando se requiere leer archivos de configuración. *SBT* permite automatizar las tareas de manejo de dependencias de forma rápida y sencilla, y es el *manejador de dependencias* de facto en *Scala*.

En algunos casos, tales como en el desarrollo en herramientas de integración con tecnologías existentes, es posible que sea necesario el uso de otros lenguajes, como *Java*, *Clojure* o *Groovy*.

2.3. Alcance del presente trabajo

El presente trabajo no pretende ser la solución completa a los requerimientos planteados, los cuales son muy amplios y llevarían demasiado tiempo para abordar por una sola persona. En cambio se enfocará en las características más importantes, dejando asentadas las bases para el desarrollo de las partes no concluidas. Así el enfoque será puesto en la estructura del sistema, orientada siempre a la extensibilidad.

Se presenta como objetivo el desarrollo de al menos las siguientes características de forma completamente funcionales:

- Desarrollo del núcleo del sistema
- Descargar dependencias desde la web vía HTTP
- Descargar desde GitHub mediante *Git*

- Descargar desde un repositorio *SVN*
- Lectura de *archivos de configuración* en *XML* estilo *Apache Maven*
- Lectura de *archivos de configuración* en *XML* estilo *Apache Ivy*
- Lectura de *archivos de configuración* en estilo *SBT*
- Agregado de múltiples repositorios
- Usar la herramienta desde la línea de comandos
- Usar la herramienta desde *Scala*
- Usar la herramienta desde *Java*
- Integración de la herramienta con *Apache Maven*
- Integración de la herramienta con *SBT*
- Integración de la herramienta con Play! Framework

Si bien quedarán pendientes muchas tareas para realizar, estas serán abordadas en futuros trabajos. Además, la herramienta será liberada como *Software Libre* con licencia *Apache* versión 2. Esto permitirá que la comunidad de desarrolladores expanda la herramienta para funcionar con todos los lenguajes de la *JVM*, en muchos más *frameworks*, y que se integre con una mayor cantidad de procesos.

Para lograr esto, la documentación del proyecto es sumamente importante. El desarrollo debe contar necesariamente con documentación que apunte a explicar la estructura del sistema, así como el código utilizado. También resulta interesante contar con un centro de referencia para futuros desarrolladores, por lo que colocar esta documentación a disposición de la comunidad a través de *Internet* es esencial.

3. Guía de Uso

El presente capítulo muestra el funcionamiento del sistema de manejo de dependencias para la *capa de presentación* desarrollado, el cual se ha denominado *Fronttier*.

Se muestra entonces como funciona *Fronttier* en aspectos generales, su uso desde la interfaz de línea de comandos, y su integración y uso desde sistemas en distintos lenguajes de programación.

3.1. Uso desde la línea de comandos

Como aplicación que corre desde la línea de comandos, *Fronttier* es extremadamente sencilla de utilizar, si bien posee un amplio número de comandos y configuraciones.

Para correr la aplicación, es necesario ejecutar el archivo JAR de la herramienta. Para ellos nos debemos valer de la *JVM*. El siguiente código muestra como ejecutar *Fronttier* desde la interfaz de *línea de comandos*.

```
$ java -jar fronttier.jar
```

Adicionalmente, se puede pasar una serie de argumentos a la aplicación para configurarla a gusto y necesidad del usuario, tal como se muestra a continuación.

```
$ java -jar fronttier.jar <argumentos>
```

Para simplificar el trabajo del usuario al momento de ejecutar la aplicación a través de la *línea de comandos*, *Fronttier* incluye un simple programa que puede ser colocado en cualquier lugar accesible para el usuario¹⁶, permitiendo ejecutar la aplicación de forma más sencilla, tal como se muestra en el siguiente ejemplo.

```
$ fronttier <argumentos>
```

En los próximos apartados se verán los argumentos posibles en más detalle.

3.1.1. Uso con los valores por defecto

Al ser ejecutada sin ningún tipo de argumentos, *Fronttier* utilizará los valores por defecto de la aplicación. Estos incluyen, utilizar el *Repositorio Global* como cache, buscar dependencias en un archivo de configuración con el formato estándar de *Fronttier* con el nombre *fronttier.ftt* e instalará las dependencias descargadas en el directorio local.

Es decir, es posible llamar al programa sin ningún argumento y obtener funcionalidad del mismo mediante "*convenciones*" que *Fronttier* utiliza. De esta forma, se puede utilizar el programa de la siguiente forma:

¹⁶ Un lugar accesible es, por ejemplo, cualquier carpeta que se encuentre dentro de la variable de entorno "*PATH*" en el sistema operativo del usuario.


```
$ fronttier
```

En las próximas secciones se verá con mayor profundidad como funcionan cada uno de los argumentos y cuales son sus valores por defecto. Además se verá a que refieren los valores por defecto con mayor precisión.

3.1.2. Selección del archivo de configuración y su formato

Por defecto, *Fronttier* intentará localizar en el directorio actual un archivo con el nombre de *fronttier.ftt*. Este archivo es donde se declaran las dependencias y repositorios del *proyecto*.

A su vez, el usuario puede especificar un archivo distinto en donde buscar dependencias. Esto se logra mediante la opción *--filename* o *-f* pasada como argumento a la aplicación e incluyendo luego el nombre del archivo que se desea utilizar como archivo de declaración de dependencias y repositorios. A continuación se puede observar un ejemplo de como llamar a la aplicación para que lea un archivo llamado *dependencies.ftt*:

```
$ fronttier --filename dependencies.ftt
```

Estos archivos pueden tener internamente distintos formatos, es decir, distintas formas de representar la información. *Fronttier* puede comprender por defecto distintos formatos. Cada formato posee un nombre único por el cual el usuario puede identificarlo, y así, indicarle a la herramienta que debería esperar de los contenidos del archivo de configuración. Esto se logra mediante el argumento *--config* o *-c*. El siguiente código muestra como elegir un formato con nombre *"xml"*:

```
$ fronttier --config xml
```

Los formatos registrados inicialmente son:

- fronttier
- xml
- attrxml
- scale

Sin embargo, el usuario puede registrar nuevos formatos mediante extensiones a la herramienta. En caso de no especificar el formato del archivo, el formato *fronttier* es el utilizado.

El formato elegido del archivo repercute sobre el nombre por defecto del mismo. Por ejemplo, el nombre de archivo por defecto para el formato *xml* es *fronttier.xml*, al igual que para el formato *attrxml*. Por su parte el formato *fronttier* buscará un archivo por el nombre de *fronttier.ftt*.

Los argumentos *--config* y *--filename* se pueden usar al mismo tiempo dando lugar a cualquier combinación de nombre de archivo y formato. Por ejemplo, el siguiente código muestra como utilizar *Fronttier* para que utilice un archivo *dependencies.xml* que posee formato *xml*.

```
$ fronttier --config xml --filename dependencies.xml
```

La estructura interna de cada uno de los formatos, así como la forma de declarar dependencias y repositorios es especificada en la sección 3.4.

3.1.3. Elección de carpeta de destino

Por defecto *Fronttier* trabaja sobre la carpeta actual, y es allí en donde se *instalan* las dependencias descargadas.

No obstante, la carpeta en donde se instalar las dependencias puede ser especificada, de forma tal que se instalen en alguna carpeta especifica o una subcarpeta de la carpeta local. Para ello se utiliza el comando *--destination* o *-d* seguido de la ubicación en donde se desean descargar las dependencias.

```
$ fronttier --destination <folder>
```

Por ejemplo, el valor por defecto es *.*, es decir, la carpeta actual. Es decir que los siguientes dos comandos son equivalentes

```
$ fronttier
```

El siguiente ejemplo muestra como indicarle a *Fronttier* como utilizar como carpeta de descarga un subdirectorio con el nombre de *"WEB-INF/html"*. Si bien no es algo común, se pueden especificar tambien direcciones absolutas en lugar de relativas. En caso de que las direcciones contengan espacios se pueden utilizar comillas simples o dobles para escapar la dirección.

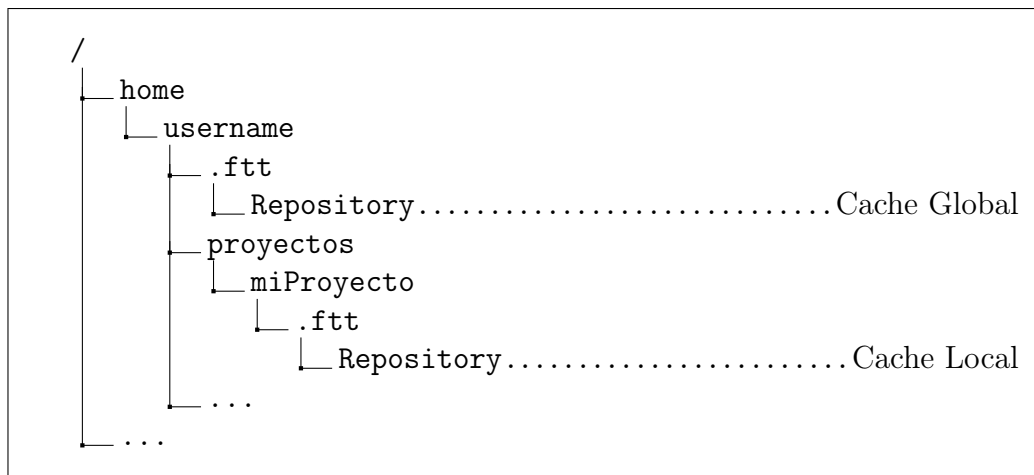
```
$ fronttier --destination .
```

```
$ fronttier --destination ./WEB-INF/html
```

3.1.4. Cache local y cache global

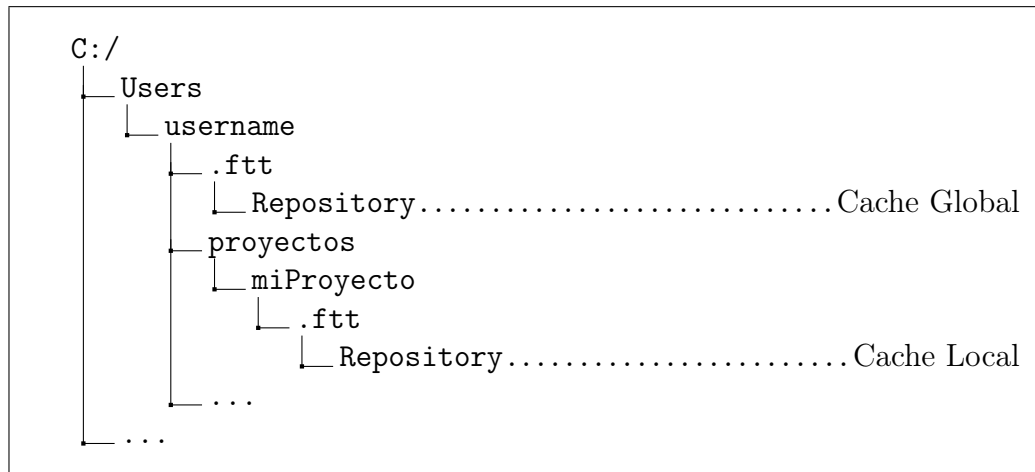
Fronttier mantiene en la maquina del usuario una cache con todos los archivos que ha descargado al momento. Esto permite acelerar el proceso de *instalación* de las dependencias en un proyecto particular. Así, *Fronttier* mantiene dos lugares en que utiliza de cache, la *Cache Local* y la *Cache Global*. Mientras que la cache local abarca solamente un proyecto particular, y permite así no requerir descargar las mismas dependencias una y otra vez al momento de correr el programa. En cambio, el global es donde se descargan todas las dependencias de todos los proyectos. En este caso, si dos proyectos utilizan la misma dependencia, el segundo proyecto no requiere descargar nuevamente la misma, adicionalmente a la posibilidad de evitar descargas en ejecuciones subsiguientes del proyecto.

Para la mayoría de los casos, es conveniente utilizar la cache global. La misma, consiste en un directorio en la carpeta personal del usuario en el sistema operativo. La carpeta de cache local, es un directorio oculto en la carpeta del proyecto actual, es decir, desde donde se esté ejecutando la aplicación. Las estructuras de carpetas expresadas en 1, 2 y 3 muestran la ubicación de la carpeta de cache en distintos sistemas operativos.



Estructura de Carpetas 1: Caches en un sistema Linux

```
$ fronttier --destination "./Web Dependencies"
```



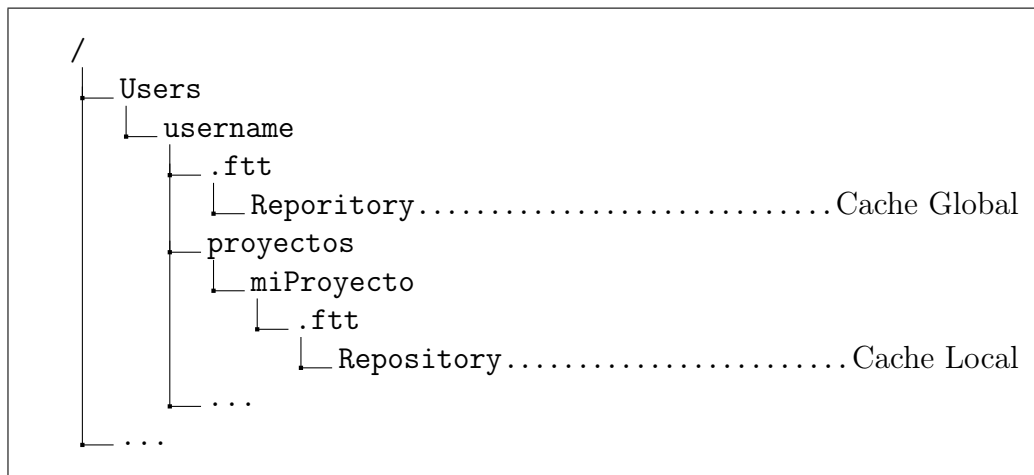
Estructura de Carpetas 2: Caches en un sistema Windows

Al analizar cada una de las dependencias requeridas, *Fronttier* evalúa en primer lugar si la misma se encuentra en la Cache Local, en caso de no encontrarla buscará luego en la Cache Global- En caso de encontrar la dependencia en la cache, recurrirá a instalar la misma en la carpeta solicitada al momento de la ejecución, copiandola desde la cache hacia el proyecto. En caso de que no se encuentre la dependencia en la cache, la buscará en los repositorios en linea especificados y en los por defecto, encontrandola para descargarla e instalarla. En caso de no encontrarla en los repositorios en linea, la herramienta le notificará al usuario con un mensaje de error.

Por defecto, si una dependencia requerida no se encuentra en la cache (inicialmente vacía) *Fronttier* la copiará a la cache global para futuro uso. Este comportamiento esta dado mediante el flag *--global* o *-g* . El comportamiento puede ser modificado mediante otros flags que se excluyen mutuamente, como *--local* o *-l* para descargar a la cache local las dependencias, o *--nocache* para no utilizar la cache en absoluto. A su vez, se puede utilizar el flag *-f* o *--force* para forzar la descarga de la dependencia desde los repositorios en linea incluso si se encuentran en la cache. Esta acción reemplazará la versión actual en la cache con la nueva versión.

El siguiente código muestra como descargar dependencias sin guardarlas en la cache, y utilizando siempre la versión disponible en los repositorios en linea.

Y el siguiente, como descargar las dependencias en la cache local, indepen-



Estructura de Carpetas 3: Caches en un sistema Mac OS X

```
$ fronttier --nocache -f
```

dientemente de si se encuentran en la alguna de las caches.

```
$ fronttier -lf
```

Como se ve en este último comando, los flags en su formato corto pueden agruparse utilizando un solo signo de argumento y pasando todos los flags juntos. Para este caso *-lf* es equivalente a *-l -f*.

3.1.5. Modo verbose

Por defecto *Fronttier* brinda muy poca información al usuario con respecto a que está haciendo en cada momento, solamente indicando los errores que se puedan llegar a producir. Es posible, sin embargo, cambiar dicho comportamiento activando el modo "*verbose*".

Precisamente el flag *--verbose* o *-v* activa este modo que permite identificar con mayor precisión que es lo que se encuentra realizando la herramienta en cada etapa del proceso de resolución de dependencias.

A continuación se muestra una salida posible de la ejecución de *Fronttier* en modo verbose.

Como se puede observar, la información es detallada, volviéndose muy útil para verificar que efectivamente la herramienta se encuentra haciendo lo que el usuario espera.

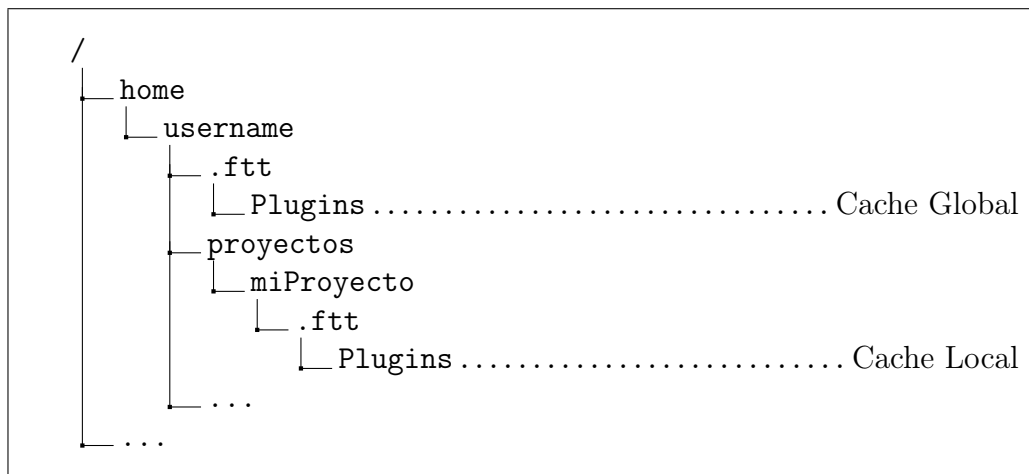
3.1.6. Agregar archivos de expansión

Como ya se ha expresado en este documento, la herramienta *Fronttier* puede ser extendida por código del usuario. Así, es necesario indicarle a la misma de alguna forma que archivos se desean cargar¹⁷. Esto es posible gracias al argumento `--load` o `-l` el cual recibe como argumento el o los nombres de archivo a cargar. Por ejemplo, para cargar los archivos `"first.jar"` y `second.jar` se debería ejecutar a la aplicación de la siguiente forma

La extensión del archivo no es necesaria pues se asume que siempre será `.jar`. Los archivos de extensión, en este caso, se encuentran en la carpeta actual desde donde se ejecuta la aplicación, pero se pueden utilizar también rutas absolutas o relativas para llamar a los archivos

Como se puede ver, se puede entrecomillar la ruta en caso de que la misma contenga espacios.

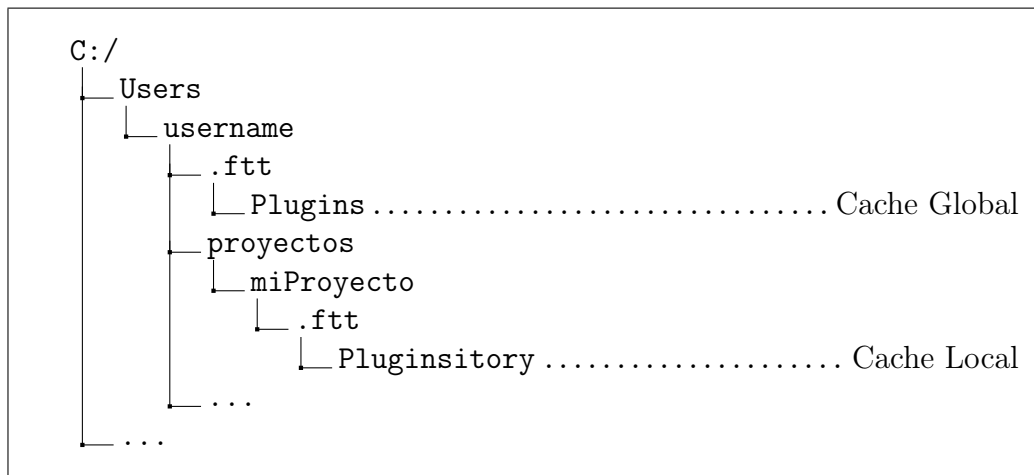
Finalmente, cabe destacar la posibilidad de *instalar* extensiones en una carpeta global o local de forma tal que puedan ser utilizados en cualquier momento. Esta carpeta actúa de forma similar a la cache para los archivos de dependencia. De hecho, su ubicación es precisamente en un directorio hermano a la carpeta del repositorio de cache. En las estructuras de carpeta 4, 5 y 6 se muestra la ubicación de las carpetas de extensiones de *Fronttier*.



Estructura de Carpetas 4: Caches en un sistema Linux

Para poder utilizar archivos de la cache de plugins, se requiere que el nombre del archivo dado no contenga una ruta, ni relativa ni absoluta, sino solamente el nombre del archivo `.jar` a utilizar. Como se puede observar, las

¹⁷ Los archivos a cargar consisten en archivos JAR (código compilado a *bytecode Java*)



Estructura de Carpetas 5: Caches en un sistema Windows

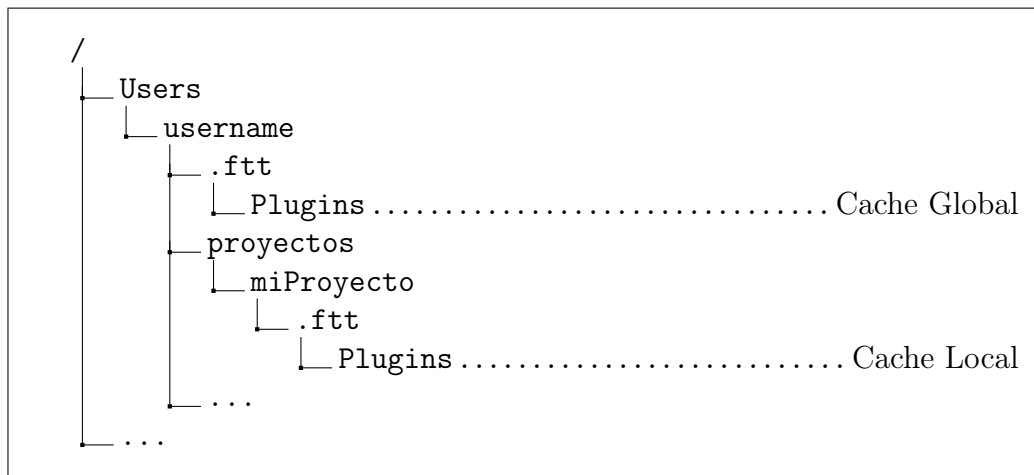
carpetas de *Plugins* existen tanto de forma local como global, al igual que la cache de dependencias. En el caso de especificar un archivo a cargar *Fronttier* buscará primero en la carpeta actual, en caso de encontrarlo, utilizará este, de lo contrario recurrirá a buscar en la cache de plugins local, y finalmente en la cache de plugins global, para finalmente reportar un error en caso de no encontrar el archivo en ninguna de las ubicaciones.

3.2. Comandos de manejo de la aplicación

Fronttier incluye una serie de comandos adicionales para facilitar el manejo de la herramienta y realizar tareas básicas sin necesidad de utilizar un archivo de configuración, o realizar dichas tareas manualmente. Esto incluye cosas como instalar dependencias, copiar dependencias a la cache, borrar dependencias de la cache, instalar o desinstalar plugins, etc.

3.2.1. Instalar dependencias

Es posible instalar dependencias sin la necesidad de declararlas en un archivo de configuración mediante el uso del comando *install*. Este comando tomará como argumento el nombre de la dependencia y la instalará en la carpeta actual o la especificada mediante argumentos especiales como *--destination* . Al igual que cuando actúa leyendo de un *archivo de configuración*, *Fronttier* buscará primero en las caches y en caso de no encontrar la dependencia recurrirá a los repositorios en línea.



Estructura de Carpetas 6: Caches en un sistema Mac OS X

A su vez, la mayoría de los argumentos especificados en la sección 3.1 pueden ser utilizados, quedando exceptuados aquellos que refieren a los *archivos de configuración*.

3.2.2. Cachear dependencias

El comando *cache* y el comando *delete* permiten guardar y borrar dependencias en la cache de dependencias de *Fronttier*. Aquí, los argumentos mostrados en 3.1.4 y el modo verbose son las únicas opciones disponibles.

3.2.3. Instalar plugins

Instalar y desinstalar plugins debe hacerse manualmente o utilizando los comandos *plug* y *unplug* respectivamente. Aquí también, solo tendrán sentido los modificadores *--global* o *--local* y el modo verbose.

Los plugins no cuentan con un repositorio, con lo cual, deben encontrarse en alguna carpeta del sistema para poder hacer referencia al mismo.

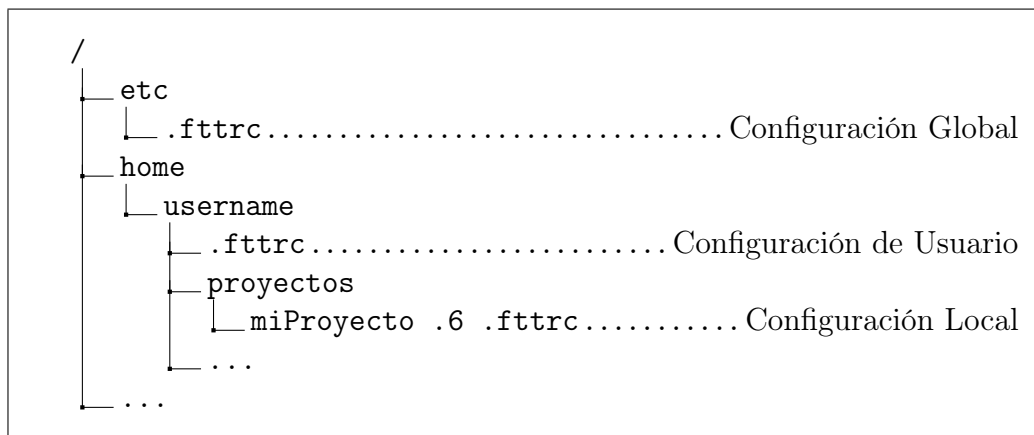
3.3. Archivos de configuración de la herramienta

Fronttier trabaja con valores predeterminados, que incluyen cosas como el formato del archivo de configuración a utilizar, los flags activos, etc. Estos valores pueden ser modificados mediante los llamados archivos de configuración de *Fronttier*.

Precisamente, pueden existir en determinadas ubicaciones del sistema, una serie de archivos que deben tener por nombre *.fttrc* y que modifican los valores por defecto de la herramienta cuando esta es utilizada desde la línea de comandos. Los archivos deben encontrarse en alguna de las siguientes 3 ubicaciones:

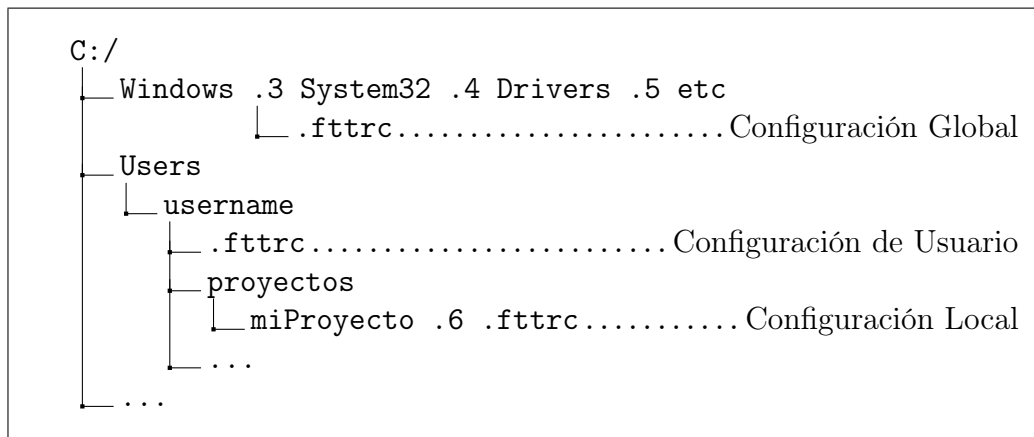
- La carpeta de trabajo actual, o carpeta de proyecto
- La carpeta personal del usuario
- La carpeta de archivos de configuración, comúnmente denominada */etc*

Basados en el ejemplo del usuario trabajando sobre el proyecto *miProyecto* dentro del directorio *proyectos* en su carpeta personal, podemos ver la ubicación de cada uno de estos archivos en los sistemas operativos más comunes en los ejemplos 7, 8 y 9 de las estructuras de carpetas.



Estructura de Carpetas 7: Archivos de configuración en un sistema Linux

Cada archivo posee configuraciones para la ejecución por defecto de *Fronttier*.



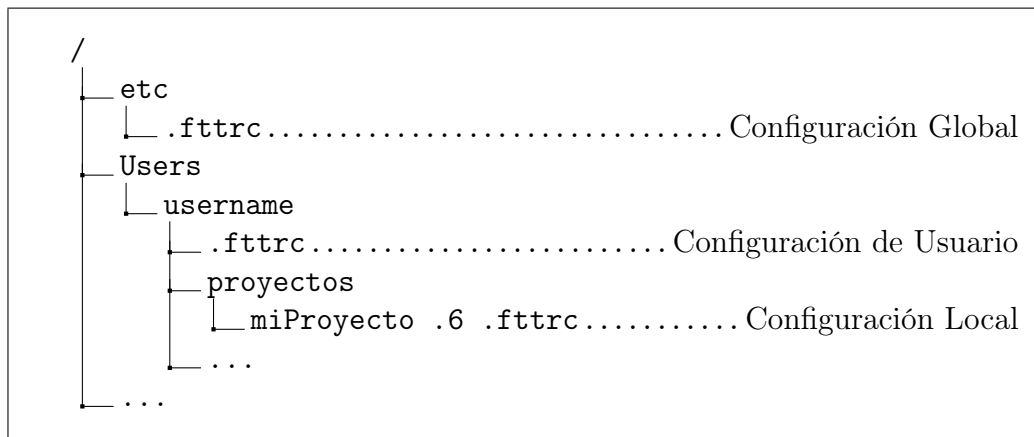
Estructura de Carpetas 8: Archivos de configuración en un sistema Windows

3.4. Distintos formatos del archivo configuración

Como ya se ha mencionado en el presente, existen múltiples formatos de archivos de configuración posibles. El formato elegido usando el método expresado en la sección 3.1.2 afecta así a la forma en la que deben estar declaradas las dependencias en el archivo. En las secciones siguientes se muestran los formatos incluidos por defecto con la herramienta.

3.4.1. Formato de configuración estándar

El formato de configuración estándar o formato *Fronttier* intenta ser el método por defecto para declarar las dependencias y repositorios. El documento posee dos secciones, de las cuales una es opcional y una obligatoria. Cada sección se identifica con el nombre, y luego entre llaves se declararán los elementos pertinentes de dicha sección. A continuación se muestra un ejemplo de una declaración de este formato de archivo. El formato Backus-Naur Extendido para este archivo es Se puede apreciar que es posible no declarar repositorios adicionales, o declarar una lista de dependencias vacía, así como también separar los componentes por un salto de línea o por un punto y coma (;). Finalmente, los espacios en blanco no son tenidos en cuenta, si bien esto no se refleja en la notación EBNF mostrada por simplicidad. Este formato se encuentra registrado bajo el identificador *fronttier* y es el utilizado por la herramienta por defecto.



Estructura de Carpetas 9: Archivos de configuración en un sistema Mac OS X

3.4.2. Formato de configuración estilo *Maven*

Para los usuarios de *Maven* puede ser más cómodo o útil tener un formato que se adecue a los archivos POM que utilizan. Por ello, el formato *xml* permite configurar las dependencias y repositorios utilizando XML. A continuación se muestra un ejemplo de dicho formato

Aquí aplican las reglas básicas de escritura de documentos XML, las cuales se encuentran dadas por el siguiente documento DTD

3.4.3. Formato de configuración estilo *Ivy*

Al igual que ocurre con los usuarios de *Maven*, los usuarios de *Apache Ivy* pueden encontrar más práctico utilizar un documento que sigue la siguiente sintaxis para sus documentos

En este caso, el DTD utilizado es el siguiente

3.5. Integración en sistemas

3.5.1. Integrando desde *Scala*

3.5.2. Integrando desde *Java*

4. Desarrollo

4.1. El modelo general

4.2. Modelo del parser de linea de comando

4.3. Modelo de *archivos de configuración*

4.4. Modelo de sistema de descargas

5. Formas de Extensión

Si bien *Fronttier* y las partes que lo componen son completamente *Open Source*, la herramienta presenta ciertos puntos desde donde es fácil extender la funcionalidad de la misma sin necesidad de conocer la implementación interna.

Existen tres puntos de extensión que vuelven sencillo su uso. El primero permite agregar nuevos comandos y argumentos a la herramienta. En segundo lugar, es sencillo agregar nuevos formatos de *archivos de configuración*. Por ultimo, integrar *Fronttier* con herramientas externas es uno de los puntos de extensión, aunque este implica más a las herramientas que a *Fronttier* en sí.

- 5.1. Extendiendo los comandos y argumentos de la herramienta
- 5.2. Extendiendo los formatos de *archivo de configuración*
- 5.3. Integrando con otras herramientas

6. Conclusiones

Se ha logrado construir una herramienta que es altamente extensible, y que pone al desarrollador en una posición de pocas restricciones con respecto a las extensiones posibles a la misma.

Si bien la herramienta puede no lograr convertirse en un estándar prontamente, no es difícil pensar que futuras modificaciones, mayor cantidad de interacción con otras herramientas y la creación de repositorios libres y comunes puedan llevar a *Fronttier* a convertirse en un referente en cuanto a manejo de dependencias de la *capa de presentación* se refiere.

Durante el proceso de programación de la herramienta, se ha podido observar como el desarrollo de módulos pensados como una API son fundamentales para una fácil y rápida extensión del sistema.

7. Trabajo a futuro

Como se refleja en la sección 2.3, este trabajo tiene un alcance limitado con respecto a los deseos expresados en la sección 2.1. En particular quedan expresadas pero pendientes de desarrollo las siguientes tareas:

- Soportar más formas de descarga a través de otros métodos sistemas de control de versiones, como *Mercurial*, *Bazaar*, *CVS*, etc.
- Mayor cantidad de formatos de *archivos de configuración*
- Seguridad en los repositorios mediante autenticación
- Funcionar desde otros lenguajes de la *JVM* como *Clojure* y *Groovy*
- Integración con más cantidad de procesos, como *Ant*, *Gradle*, etc.
- Integración con mayor cantidad de *frameworks* web
- Integración con interfaces de desarrollo integradas (IDEs)

También queda pendiente la generación de un sitio capaz de funcionar como repositorio de *dependencias* centralizado para que se constituya como la referencia en cuanto a paquetes para usar en la *capa de presentación*. El sitio debería permitir a los desarrolladores subir y manejar ellos mismos los paquetes que desean distribuir en el repositorio. Así, el sitio se volvería la referencia de búsqueda de *dependencias* a utilizar en la *capa de presentación*, tal como MVNRepo lo es para las dependencias de la *capa de lógica de negocios*. Este es realmente uno de los trabajos pendientes más importantes para lograr una buena aceptación de la herramienta y posicionarla como un estándar en la industria.

Sin embargo, el hecho de que exista una enorme cantidad de lenguajes para la *JVM*, y una enorme cantidad de *frameworks* especializados en el desarrollo de aplicaciones web que corren en los mismos, hace que sea extremadamente sencillo encontrar constantemente nuevas posibilidades a realizar. La adaptación a más lenguajes de forma "*nativa*", y la integración con más procesos y *frameworks* es una de las formas de expansión de este trabajo más sencillas y a la vez más deseables. La herramienta puede así expandirse y adaptarse para cubrir las necesidades de una cada vez más amplia cantidad de desarrolladores.

Finalmente, podemos comentar que, si bien la plataforma elegida fue la *JVM*, existen numerosos lenguajes que no corren sobre esta y que se enfocan también en el desarrollo de sistemas web, como la plataforma *.NET* o *PHP*. Esta utilidad podría entonces resultar interesante para la gran cantidad de desarrolladores que no utilizan la *JVM* como plataforma de desarrollo, pero que trabajan con otros lenguajes en aplicaciones web y que se enfrentan en el proceso de desarrollo a las mismas dificultades planteadas en este documento. Así, se podrían crear adaptaciones (*ports*) a estos otros lenguajes y plataformas como una opción de trabajo a futuro.

Por último, es de suma importancia remarcar que la herramienta es liberada como *Software Libre* haciendo que el trabajo pendiente expresado en esta sección pueda ser realizado por la comunidad, e incluso que se desarrollen complementos que expandan el sistema que no han sido siquiera imaginados en esta sección.

```

$ fronttier -v
Iniciando Fronttier
Analizando archivo de dependencias fronttier.ftt
...
El archivo es correcto
Se han encontrado los siguientes repositorios
declarados:
https://personal-repository.my-company.com
Se han encontrado las siguientes dependencias
requeridas:
org.jquery:jquery:2.1.1
org.jquery:jquery-ui:1.11.0
com.twitter:bootstrap:3.2.0
Starting download process
Checking for org.jquery:jquery:2.1.1 at https://
personal-repository.my-company.com
Downloading at https://personal-repository.my-
company.com/org.jquery/jquery/2.1.1/jquery
-2.1.1-min.js
Copying file to global cache at /home/somebody/.
ftt/Repository
Copied at /home/somebody/.ftt/Repository/org.
jquery/jquery/2.1.1/jquery-2.1.1-min.js
Checking for org.jquery:jquery-ui:1.11.0 at https
://personal-repository.my-company.com
Downloading at https://personal-repository.my-
company.com/org.jquery/jquery-ui/1.11.0/jquery-
ui-1.11.js
Copying file to global cache at /home/somebody/.
ftt/Repository
Copied at /home/somebody/.ftt/Repository/org.
jquery/jquery-ui/1.11.0/jquery-ui-1.11.js
Checking for com.twitter:bootstrap:3.2.0 at https
://personal-repository.my-company.com
Downloading at https://personal-repository.my-
company.com/com.twitter/bootstrap/3.2.0/
bootstrap-3.2-min.css
Downloading at https://personal-repository.my-
company.com/com.twitter/bootstrap/3.2.0/
bootstrap-3.2-min.js
Copying file to global cache at /home/somebody/.
ftt/Repository
Copied at /home/somebody38.ftt/Repository/com.
twitter/bootstrap/3.2.0/bootstrap-3.2-min.css
Copied at /home/somebody/.ftt/Repository/com.
twitter/bootstrap/3.2.0/bootstrap-3.2-min.js
Finished downloading process
Installing dependencies at current project at /
home/somebody/projects/myProject
Installing org.jquery:jquery:2.1.1

```

```
$ fronttier --load first second
```

```
$ fronttier --load "C:\Program Files\Fronttier  
Extensions\first"
```

```
$ fronttier install org.jquery:jquery:1.9.0
```

```
$ fronttier install org.jquery:jquery:1.9.0 -l --  
destination ./WEB-INF/html
```

```
$ fronttier cache org.jquery:jquery:1.9.0
```

```
$ fronttier remove org.jquery:jquery:1.9.0 -l
```

```
$ fronttier plug myCoolPlugin
```

```
$ fronttier unplug myCoolPlugin
```

```
repositories {  
  http://myrepository.com  
  https://some-other-repo.org/repository  
}  
  
dependencies {  
  org.jquery:jquery:2.1.1  
  org.jquery:jquery-ui:1.11.0  
  com.twitter:bootstrap:3.2.0  
}
```

```
delimiter = ";" | "\n"  
string = "\s", {"\s"}  
repository = string, delimiter  
repositories = "repositories {" {repository} }"  
dependency = string, ":", string, [":", string]  
dependencies = "dependencies {" {dependency} }"  
depsfirst = dependencies, [repositories]  
depslast = [repositories], dependencies  
grammar = depsfirst | depslast
```



```

repositories {
  http://myrepository.com; https://some-other-repo.org/
  repository
}
dependencies {
  org.jquery:jquery:2.1.1
  org.jquery:jquery-ui:1.11.0
  com.twitter:bootstrap:3.2.0
}

```

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE fronttier -xml>
<fronttier>
  <repositories>
    <repository>http://myrepository.com</repository>
    <repository>https://some-other-repo.org/repository</
      repository>
  </repositories>

  <dependencies>
    <dependency>
      <group>org.jquery</group>
      <name>jquery</name>
      <version>2.11.0</version>

      <group>org.jquery</group>
      <name>jquery</name>
      <version>2.11.0</version>

      <group>org.jquery</group>
      <name>jquery-ui</name>
    </dependency>
  </dependencies>
</fronttier>

```

```

<!ELEMENT fronttier (repositories?, dependencies)>
<!ELEMENT repositories (repository*)>
<!ELEMENT repository (#CDATA)>
<!ELEMENT dependencies (dependency*)>
<!ELEMENT dependency (group, name, version?)>
<!ELEMENT group (#CDATA)>
<!ELEMENT name (#CDATA)>
<!ELEMENT version (#CDATA)>

```

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE fronttier -attrxml>
<fronttier>
  <repositories>
    <repository url="http://myrepository.com"/>
    <repository url="https://some-other-repo.org/repository"/>
  </repositories>

  <dependencies>
    <dependency group="org.jquery" name="jquery" ver="2.11.0"/>
    <dependency group="org.jquery" name="jquery-ui"/>
  </dependencies>
</fronttier>

```

```

<ELEMENT fronttier (repositories?, dependencies)>
<ELEMENT repositories (repository*)>
<ELEMENT repository EMPTY>
<!ATTLIST repository url CDATA #REQUIRED>
<ELEMENT dependencies (dependency*)>
<ELEMENT dependency EMPTY>
<!ATTLIST dependency group CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST dependency name CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST dependency ver CDATA #IMPLIED>

```


Siglas

CDN Red de Distribución de Contenidos (Content Delivery Network)

CSS Hoja de Estilo en Cascada (Cascade Style Sheet)

DARPA Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (Defense Advanced Research Projects Agency)

HTML Lenguaje de Marcas de Hipertexto (HyperText Markup Language)

HTML5 Lenguaje de Marcas de Hipertexto versión 5 (HyperText Markup Language version 5)

HTTP Lenguaje de Transferencia de Hipertexto (HyperText Transfer Language)

JVM Máquina Virtual de Java (Java Virtual Machine)

PC Computadora Personal (Personal Computer)

RIA Aplicación de Internet Enriquecida (Rich Internet Application)

XML Lenguaje de Marcado Extensible (eXtensible Markup Language)

Glosario

CDN

Una red de distribución de contenido consiste en una serie de servidores en *Internet* distribuidos en distintos puntos geográficos. Los usuarios solicitan contenido a estos servidores y es siempre el servidor más próximo a la ubicación del usuario el que entrega el mismo, disminuyendo los tiempos de descarga.

CSS

CSS es un lenguaje utilizado para describir el aspecto y el formato de un documento escrito en lenguaje HTML o similar. Actualmente es un estándar web y es soportado por prácticamente todos los navegadores.

Fuentes web (Webfonts)

Las fuentes web consisten en tipografías capaces de ser utilizadas en el navegador sin necesidad de ser instaladas en el equipo del usuario.

Previo a la creación de esta tecnología, solamente era posible utilizar un numero limitado de fuentes comunes a todos+los sistemas operativos.

Git

Git es un software de control de versiones distribuido, pensando en la eficiencia y la confiabilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando estas tienen un gran número de archivos de código fuente.

GitHub

GitHub es un popular sitio web que permite almacenar código a sus usuarios. Los usuarios pueden entonces mantener su código actualizado y compartirlo online.

HTML

HTML, siglas de *HyperText Markup Language* (lenguaje de marcas de hipertexto), es un lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Fue desarrollado por Tim Berners-Lee en 1991 y rápidamente se convirtió en un estándar.

HTML5

Se conoce como HTML5 a la quinta revisión importante del lenguaje básico de marcado de documentos para *Internet*. Su nombre suele hacer referencia no solo al nuevo estándar, todavía experimental de este lenguaje, sino también a las tecnologías que lo acompañan, CSS en su versión 3, y JavaScript.

HTTP

HTTP es el protocolo usado en cada transacción de Internet. HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos de software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse. Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

JAR

El JAR es una extensión de archivo utilizada por aplicaciones de la plataforma *Java*. Es un archivo comprimido que contiene en su interior código *bytecode Java* junto con metadata. Son, básicamente, programas que corren en la *JVM*..

JavaScript

JavaScript (abreviado comúnmente JS) es un lenguaje de programación interpretado, orientado a objetos y basado en prototipos, utilizado principalmente del lado del cliente. Este lenguaje es un estándar web ya que es implementado como parte de prácticamente todos los navegadores web, permitiendo interactividad del usuario con la interfaz sin necesidad de comunicarse constantemente con el servidor.

JVM

La JVM es una parte fundamental de la plataforma del lenguaje Java, creada originalmente por *Sun Microsystems*. La máquina virtual crea una capa de abstracción entre el sistema operativo y el código Java compilado (*Bytecode*). De esta forma, el código Java puede ser compilado a *bytecode* una sola vez, y correrse en cualquier sistema que cuente con una JVM.

MVNRepo

MVNRepo o Maven Repository, es un sitio web alojado en la dirección <http://mvnrepository.com/> que permite buscar una amplia cantidad de paquetes *jar* o *war* que podemos importar en nuestro proyecto y nos provee del código necesario para agregarlo al mismo a través de distintos *manejador de dependencias*.

Node.js

Node.js es un entorno de programación en la capa del servidor basado en el lenguaje de programación *JavaScript*, con I/O de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor *JavaScript V8*. Fue creado con el enfoque de ser útil en la creación de programas de red altamente escalables, como por ejemplo, servidores web.

Open Source

Código abierto es la expresión con la que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. Se focaliza más en los beneficios prácticos (acceso al código fuente) que en cuestiones éticas o de libertad que tanto se destacan en el software libre.

Parser

Un analizador sintáctico (o parser) es una de las partes de un compilador que transforma su entrada en un árbol de derivación.

RIA

Una aplicación de Internet enriquecida es una aplicación que corre en el navegador del usuario y que permite emular complejos comportamientos y funcionalidades que antes solo eran disponible en sistemas de escritorio, tales como arrastras y soltar, ordenar elementos o crear complejos gráficos. Para esto hacen uso de distintas tecnologías, que pueden ser, programas que corren sobre el navegador en forma de complementos, o aplicaciones creadas enteramente en HTML, CSS y JavaScript.

Software Libre

Software Libre es la denominación del software que respeta la libertad de todos los usuarios que adquirieron el producto y, por tanto, una vez obtenido el mismo puede ser usado, copiado, estudiado, modificado, y redistribuido libremente de varias formas.

StackOverflow

StackOverflow es un popular sitio sobre programación, en donde usuarios suelen realizar preguntas a problemas puntuales y otros usuarios las responden, transformando al sitio en una suerte de foro de intercambio de conocimientos sobre el tópico.

SVN

Subversion (SVN) es una herramienta de control de versiones open source basada en un repositorio cuyo funcionamiento se asemeja enormemente al de un sistema de ficheros.

XML

XML es un lenguaje de marcas utilizado para almacenar datos en forma legible. XML se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo y casi cualquier cosa imaginable.

Referencias

- Alexander, Alvin (ago. de 2013). *Scala Cookbook*. Sebastopol, CA, United States of America: O'Reilly Media (vid. pág. 15).
- Allan, Roy A. (2001). *A history of the personal computer: the people and the technology*. London, Ontario, Canada: Allan Publishing. URL: <http://www.retrocomputing.net/info/allan/> (vid. pág. 9).
- Baarish, Greg (2002). *Building Scalable and High-performance Java Web Applications using J2EE Technology*. Indianapolis, Indiana: Pearson Education (vid. pág. 13).
- Carbonelle, Pierre (jun. de 2014). *PYPL PopularitY of Programming Language index*. URL: <https://sites.google.com/site/pydata/pypl/PyPL-PopularitY-of-Programming-Language> (vid. pág. 12).
- CDN.js (s.f.). *CDN.js: The missing CDN for JavaScript and CSS*. URL: <http://cdnjs.com/> (vid. pág. 17).
- Clarke, Jim, Jim Connors y Eric J. Bruno (2009). *JavaFX: Developing Rich Internet Applications*. Santa Clara, California: Addison Wesley Professional (vid. pág. 10).
- David, Matthew (2013). *HTML5: Designing Rich Internet Applications*. New York; London: Focal Press (vid. pág. 10).
- Duncan, Doris G. y Sateesh B. Lele (1996). "Converting From Mainframe to Client/Server at Telogy Inc." En: *Journal of Software: Evolution and Process* 8 (5). DOI: 10.1002/(sici)1096-908x(199609)8:5<321::aid-smr135>3.0.co;2-4. URL: [http://libgen.org/scimag/index.php?s=10.1002/\(sici\)1096-908x\(199609\)8:5%3C321::aid-smr135%3E3.0.co;2-4](http://libgen.org/scimag/index.php?s=10.1002/(sici)1096-908x(199609)8:5%3C321::aid-smr135%3E3.0.co;2-4) (vid. pág. 9).
- Elliott, Margaret S. y Kenneth L. Kraemer (2008). *Computerization Movements and Technology Diffusion: From Mainframes to Ubiquitous Computing*. ASIS&T monograph series. Information Today Inc. 143 Old Merlton Pike, Medford, New Jersey: American Society for Information Science y Technology (vid. pág. 8).
- Franko, Greg (mayo de 2013). *Dependency Management with RequireJS How-to*. 35 Livery Street, Birmingham, UK: Packt Publishing (vid. pág. 19).
- Google (s.f.). *Google Hosted Libraries*. URL: <https://developers.google.com/speed/libraries/> (vid. pág. 17).
- Hunter, Jason y William Crawford (abr. de 2001). *Java Servlet Programming*. The Java Series. Sebastopol, CA, United States of America: O'Reilly Media (vid. pág. 10).
- jsDelivr (s.f.). *jsDelivr: A free super-fast CDN for developers and webmasters*. URL: <http://www.jsdelivr.com/> (vid. pág. 17).

- Kunst, Gerber (jun. de 2014). *Programming Language Popularity Chart*. URL: <http://langpop.corgier.nl/> (vid. pág. 12).
- Larman, Craig y Bas Vodde (ene. de 2010). *Practices for Scaling Lean & Agile Development: Large, Multisite, and Offshore Product Development with Large-Scale Scrum*. The Java Series. Boston, MA, United States of America: Pearson Education, Inc (vid. pág. 15).
- MacVittie, Lori (jul. de 2008). *The New Distribution of The 3-Tiered Architecture Changes Everything*. URL: <https://devcentral.f5.com/articles/the-new-distribution-of-the-3-tiered-architecture-changes-everything> (vid. pág. 13).
- Microsoft (s.f.). *Microsoft Ajax Content Delivery Network*. URL: <http://www.asp.net/ajaxlibrary/cdn.ashx> (vid. pág. 17).
- Montmollin, Gautier de (jul. de 2013). *The Transparent Language Popularity Index*. URL: <http://lang-index.sourceforge.net/> (vid. págs. 11, 12).
- Software, TIOBE (jun. de 2014). *TIOBE Index for June 2014*. URL: <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html> (vid. pág. 11).
- Sonatype (ago. de 2008). *Maven: The Definitive Guide*. Sebastopol, CA, United States of America: O'Reilly Media (vid. pág. 15).
- Stephens, David (oct. de 2008). *What On Earth is a Mainframe?* Longpela Expertise (vid. págs. 8, 9).
- Twitter, Bower by (2014). *Bower: A package manager for the web*. URL: <http://bower.io/> (vid. pág. 19).
- Wikipedia (abr. de 2012). *List of Java Virtual Machines*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Java_virtual_machines (vid. pág. 11).