



# Análisis, diseño e implementación de un sistema de monitorización y uso de aulas informáticas

---

*Trabajo de Fin de Grado - Grado en Ingeniería Informática*

Universidad Carlos III de Madrid

Escuela Politécnica Superior

Autor: Fernando Ruiz del Moral Medina

Tutor: Alejandro Calderón Mateos

Leganés, Junio 2015

# AGRADECIMIENTOS

Dedicar este Trabajo de Fin de Grado a mis padres y mi familia, los cuales han realizado muchos esfuerzos día a día para que pudiera cursar mis estudios en la Universidad Carlos III de Madrid, y me han apoyado durante toda la carrera.

## Tabla de contenido

1.	Introducción .....	7
1.1	Motivación.....	7
1.1	Objetivos.....	7
1.2	Estructura del documento.....	8
2.	Estado actual del arte.....	9
2.1	Herramientas de monitorización.....	9
2.1.1	AWStats .....	9
2.1.2	Google Analytics .....	10
2.1.3	WebAlizer .....	13
2.1.4	Piwik.....	14
2.1.5	W3Perl .....	15
2.1.6	Tabla comparativa .....	16
3.	ANÁLISIS .....	17
3.1	Requisitos.....	18
3.1.1	Requisitos de usuario .....	18
3.2	Especificación de casos de uso .....	22
3.3	Requisitos de software .....	28
3.3.1	Requisitos software funcionales.....	28
3.3.2	Requisitos software no funcionales .....	29
3.4	Matrices de trazabilidad .....	31
3.4.1	Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y casos de uso.....	31
3.4.2	Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos software	32
4.	Diseño.....	33
4.1	Diseño de la base de datos .....	34
4.2	Diseño de la interfaz de usuario .....	37
4.2.1	Diseño de la interfaz grafica .....	37
4.2.2	Diagramas de navegación.....	39
4.3	Tecnologías y herramientas usadas en el diseño del sistema .....	43
4.3.1	Base de datos.....	43
4.3.2	Aplicación Web .....	45

4.3.3	Scripts .....	48
5.	Implantación.....	51
5.1	Manual de administrador .....	53
5.1.1	Windows 7 .....	53
5.1.2	Debian Wheezy.....	54
6.	Planificación y presupuesto .....	57
6.1	Planificación .....	57
6.2	Presupuesto .....	58
6.2.1	Costes de personal .....	58
6.2.2	Costes de equipos.....	59
6.2.3	Costes de software .....	59
6.2.4	Otros costes asociados al proyecto.....	60
6.2.5	Coste total del proyecto .....	61
7.	Resultado del uso de la herramienta en el Departamento de Informática.....	62
7.1	Resultado de uso en Windows 7.....	62
7.2	Resultado de uso en Debian Wheezy .....	67
8.	Conclusiones y líneas futuras .....	71
8.1	Conclusiones .....	71
8.2	Líneas futuras.....	73
9.	Acrónimos y abreviaturas .....	73
10.	Bibliografía.....	75

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. AWStats .....	10
Ilustración 2. Google Analytics .....	11
Ilustración 3. Webalizer .....	13
Ilustración 4. Piwik.....	14
Ilustración 5. W3Perl .....	15
Ilustración 6. Casos de uso .....	23
Ilustración 7. Matriz de trazabilidad (dependencias) requisitos de usuarios y requisitos software.....	33
Ilustración 8. Esquema de diseño de la aplicación.....	34
Ilustración 9. Modelo entidad-relación de la base de datos.....	34
Ilustración 10. Diseño de la interfaz gráfica .....	38
Ilustración 11. Diagrama de navegación de la herramienta .....	39
Ilustración 12. Diagrama de navegación "Búsqueda general" .....	40
Ilustración 13. Diagrama de navegación "Búsqueda por aula" .....	41
Ilustración 14. Diagrama de navegación "Búsqueda por aula y equipo" .....	42
Ilustración 15. Diagrama de navegación "Histórico usuarios" .....	43
Ilustración 16. Comparativa paquetes de software para implantación de la aplicación	52
Ilustración 17. Programador de tareas Windows 7.....	54
Ilustración 18. Edición de tareas en el archivo Crontab.....	57
Ilustración 19. Diagrama de Gantt. ....	58
Ilustración 20. Tabla información uso Windows 7 Abril 2015.....	63
Ilustración 21. Gráfica histórico mensual Windows 7.....	65
Ilustración 22. Tabla histórico mensual Windows 7.....	66
Ilustración 23. Gráfica histórico diario Abril 2015-Windows 7 .....	67
Ilustración 24. Tabla histórico diario Abril 2015-Windows 7 .....	67
Ilustración 25. Tabla información uso Debian Wheezy-Abril 2015.....	68
Ilustración 26. Tabla histórico mensual Debian Wheezy .....	69
Ilustración 27. Tabla histórico mensual Debian Wheezy .....	70
Ilustración 28. Gráfica histórico diario Abril 2015-Debian Wheezy .....	70
Ilustración 29. Tabla histórico diario Abril 2015-Debian Wheezy.....	71

## Índice de tablas

Tabla 1. Tabla comparativa de soluciones disponibles actualmente.....	17
Tabla 2. Plantilla de especificación de requisitos de usuario.....	19
Tabla 3. RUS-CAP-001.....	20
Tabla 4. RUS-CAP-002.....	20
Tabla 5. RUS-CAP-003.....	20
Tabla 6. RUS-CAP-004.....	20
Tabla 7. RUS-CAP-005.....	21
Tabla 8. RUS-RES-001.....	21
Tabla 9. RUS-RES-002.....	21
Tabla 10. RUS-RES-003.....	22
Tabla 11. CU-01.....	24
Tabla 12. CU-02.....	24
Tabla 13. CU-03.....	25
Tabla 14. CU-04.....	25
Tabla 15. CU-05.....	26
Tabla 16. CU-06.....	27
Tabla 17. CU-07.....	27
Tabla 18. Plantilla de especificación de requisitos software.....	28
Tabla 19. RS-FUNC-001.....	29
Tabla 20. RS-FUNC-002.....	29
Tabla 21. RS-FUNC-003.....	29
Tabla 22. RS-NFUNC-001.....	30
Tabla 23. RS-NFUNC-002.....	30
Tabla 24. RS-NFUNC-003.....	30
Tabla 25. RS-NFUNC-004.....	31
Tabla 26. RS-NFUNC-005.....	31
Tabla 27. Matriz trazabilidad requisitos de usuario y casos de uso.....	32
Tabla 28. Comparativa base de datos actuales.....	45
Tabla 29. Comparativa lenguajes interpretados actuales.....	47
Tabla 30. Comparativa lenguajes interpretados Windows.....	50
Tabla 31. Costes de personal.....	59
Tabla 32. Costes de equipos.....	59
Tabla 33. Costes de software.....	60
Tabla 34. Otros costes asociados al proyecto.....	61
Tabla 35. Coste total del proyecto.....	61

# 1. Introducción

En este capítulo se expone la motivación de la realización del proyecto desarrollando los objetivos que se persiguen, además de describir la estructura de este documento.

## 1.1 Motivación

El presente Trabajo de Fin de Grado surgió del intento fallido de que la temática del mismo estuviera relacionada con el protocolo LDAP <sup>[1]</sup>. Al haber ya implantado un método de autenticación basado en LDAP en las aulas informáticas, se decidió optar a realizar una aplicación web en la que mostrar estadísticas y datos de uso de dichas aulas.

Una vez finalizado el Trabajo de Fin de grado y la respectiva aplicación web se procederá a incluirla en el Laboratorio del Departamento de Informática <sup>[2]</sup> donde se monitorizaran los datos para mejorar la gestión de las aulas y en el futuro mejorarla y añadir nuevas características.

### 1.1 Objetivos

Para que el proyecto cumpla con las expectativas iniciales, es necesario que alcance una serie de objetivos.

El objetivo principal es conseguir realizar una aplicación web que muestre unos datos acerca del uso de las aulas informáticas del Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid <sup>[3]</sup>.

Otros objetivos principales son la creación y ejecución de scripts para los diferentes sistemas operativos que se ejecutan en los ordenadores de las aulas, la adaptación de la información obtenida de cada ordenador para su almacenaje y posterior tratamiento en la aplicación web, o el graficado de los datos de cara al usuario.

Todos estos objetivos proporcionarán un mejor conocimiento del uso de las aulas del Laboratorio del Departamento de Informática para optimizar su mantenimiento y/o adquisición de nuevos ordenadores lo que podrá llegar a suponer un ahorro económico para la Universidad Carlos III de Madrid.

## 1.2 Estructura del documento

El documento estará dividido en las siguientes partes:

- **Introducción**, donde se desarrolla la motivación, objetivo y la estructura del documento.
- **Estado del arte**, donde se detalla todas las tecnologías existentes necesarias para desarrollar la solución propuesta.
- **Análisis**, donde se realiza un estudio sobre la necesidad de desarrollar una aplicación para la integración de datos de las aulas informáticas.
- **Diseño**, donde se expone y detalla el diseño de la solución propuesta.
- **Implantación**, donde se exponen las fases que se han llevado a cabo para la implantación de la solución.
- **Planificación y presupuesto**, donde se expone y detalla el presupuesto y la planificación realizada para llevar a cabo el proyecto.
- **Resultado del uso de la herramienta en las aulas del Departamento de Informática**, donde se analizan los datos obtenidos por la herramienta para intentar adquirir unas conclusiones iniciales sobre el uso de las aulas.
- **Conclusiones y líneas futuras**, donde se exponen las conclusiones del trabajo final y las posteriores mejoras posibles sobre el sistema adoptado.
- **Acrónimos y abreviaturas**, donde se exponen los acrónimos y abreviaturas usados en este documento.
- **Bibliografía y documentos**, donde se muestran las fuentes externas de información que han sido necesarias para la realización del sistema.



## 2. Estado actual del arte

En este capítulo se expondrán tecnologías actualmente disponibles para la realización de la solución propuesta.

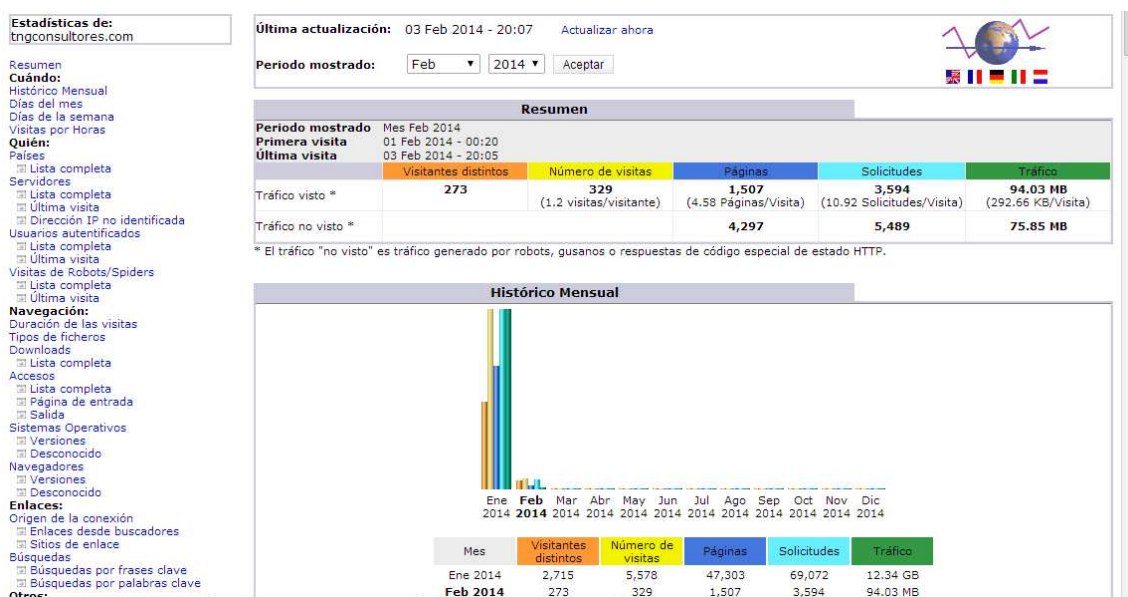
### 2.1 Herramientas de monitorización

La gestión de grandes cantidades de ordenadores en entornos académicos conlleva tener en cuenta información sobre usuarios, sistemas operativos, gestión de recursos, etc... Por ello hay herramientas de monitorización que recogen, clasifican y muestran la información de servidores, redes de ordenadores y páginas web de manera que sean útiles para las personas que los van a analizar.

Gracias a la información que nos proveen dichas herramientas se podrá hacer un uso más eficiente e inteligente de los ordenadores, pudiéndose incluso anticiparse a eventos importantes para la gestión de esos ordenadores, lo que repercutirá en un ahorro de recursos y dinero para las entidades académicas que las usen.

En los siguientes puntos se detallarán las principales herramientas de monitorización de redes y páginas web.

#### 2.1.1 AWStats



*Ilustración 1. AWStats*

AWStats <sup>[4]</sup> (Advanced Web Statistics) es una herramienta de código abierto escrita en lenguaje Perl <sup>[5]</sup> y que utiliza la GNU General Public License <sup>[6]</sup>.

Procesa y analiza “logs” de datos de servicios de internet como servidores web, correo electrónico, FTP <sup>[7]</sup>, y presenta los datos en informes de tablas y gráficos de barras a través de un navegador web. Es capaz de analizar ficheros de logs de datos muy grandes de todo tipo de servidores como Apache <sup>[8]</sup>, Microsoft IIS <sup>[9]</sup> y otros tipos de logs de otros productos.

El desarrollo de AWStats se inició en el año 2000 por Laurent Destailleur y actualmente se incluye en todas las distribuciones Linux.

A continuación enumeraremos las ventajas y desventajas de la herramienta AWStats.

**Ventajas:**

- Es capaz de procesar ficheros de logs de gran tamaño.
- Puede funcionar sobre diferentes distribuciones de Linux.
- Es una herramienta de código abierto por lo que es gratuita.
- Al ser de código abierto no se provee de información a terceros.

**Desventajas:**

- Puede dar lugar a brechas de seguridad debido al uso de un programa CGI para mostrar los datos en el navegador web.
- Informes muy básicos.
- Para su funcionamiento en versiones de Windows es necesario instalar un intérprete del lenguaje Perl.

### 2.1.2 Google Analytics

Reports: www.googlestore.com

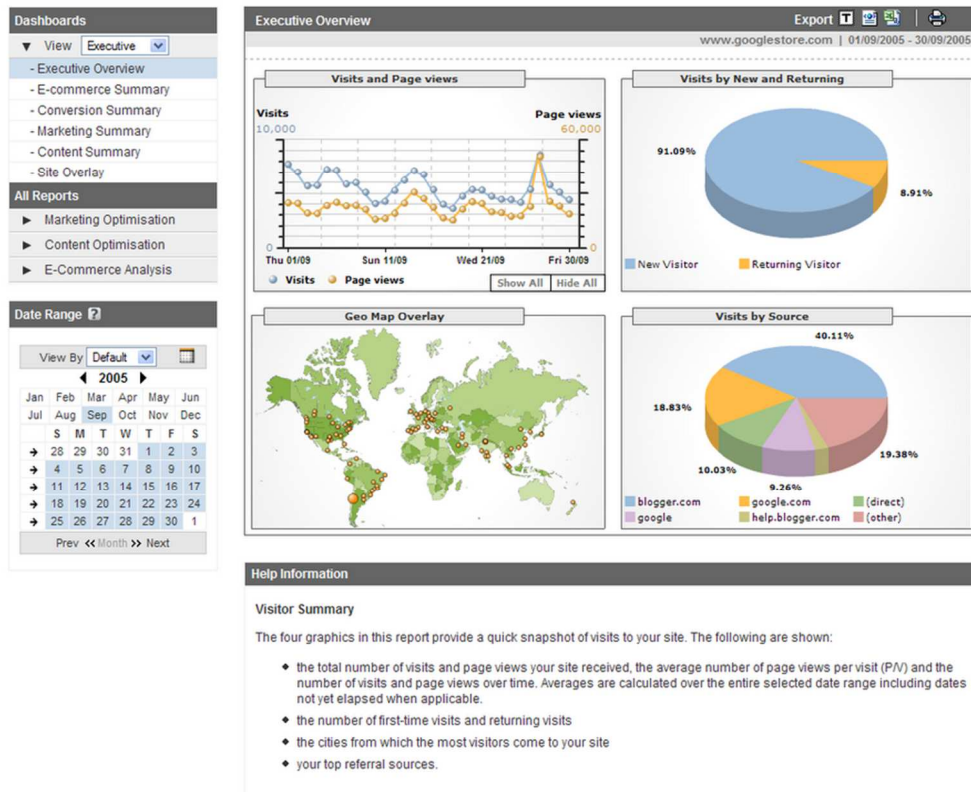


Ilustración 2. Google Analytics

Herramienta gratuita de análisis web ofrecida por Google [10] desde el año 2006. Para poder usarla simplemente es necesario tener una cuenta de Google e insertar en cada una de las páginas web que se desea analizar una porción de código Javascript [11] denominado GATC (Google Analytics Tracking Code).

Google Analytics [12] recolecta los datos de la página web en sus servidores mediante una combinación de cookies y código Javascript que se ejecuta en el navegador del cliente al visitar la web. Asimismo divide su información en los siguientes apartados:

- **Información en tiempo real:** donde se muestran datos en tiempo real acerca de los usuarios conectados a nuestra web, de donde provienen y el contenido de la web que están visitando.

- **Datos de audiencia:** proporciona información como las páginas web vistas por cada usuario, el tiempo empleado en ver cada página ...
- **Fuentes de tráfico:** proporciona información acerca de la procedencia de los usuarios visitantes así como un listado de las palabras clave con la que han encontrado nuestro sitio web si provienen de cualquier buscador.
- **Contenido:** desde este apartado podemos consultar cuales de las páginas web interesan más a los usuarios, de manera que podremos analizar cuales mejorar y cuales debemos explotar más.
- **Conversiones:** donde podremos saber las visitas que han llegado a una URL determinada.

### Ventajas

- Herramienta totalmente gratuita.
- Sencilla de utilizar y apta para todo tipo de usuarios, ya que no hay que tener conocimientos avanzados para su uso cotidiano.
- Informes personalizables y programables para su envío al correo electrónico.
- Permite medir cualquier tipo de campaña de captación de tráfico (Google AdSense, Google AdWords, redes sociales o publicidad).

### Desventajas

- Para que Google Analytics recoja la información se ha de tener activada la función de Javascript en el navegador. Si un usuario decide desactivar Javascript en el navegador por cualquier motivo su información no será registrada por la herramienta.
- No es posible reprocesar la información si los datos no se registran correctamente.
- Los datos se almacenan en servidores de Google, con lo que dejan de ser totalmente privados.

### 2.1.3 WebAlizer

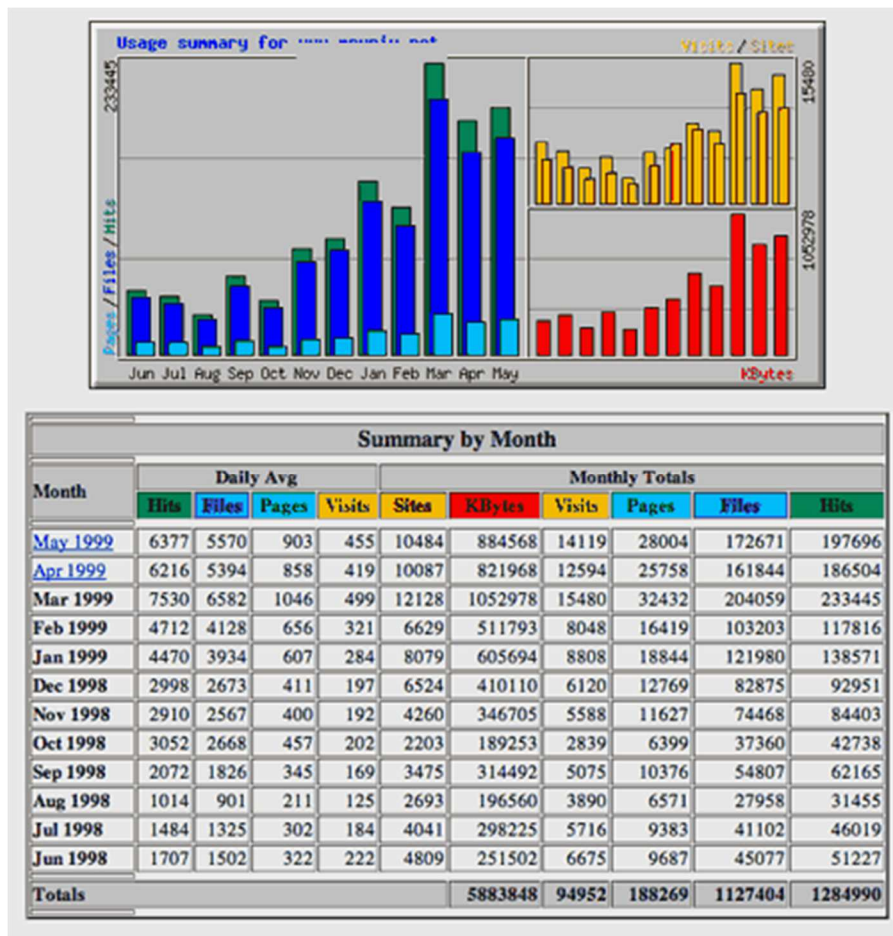


Ilustración 3. Webalizer

WebAlizer <sup>[13]</sup> es una herramienta gratuita escrita en lenguaje C que permite el análisis de los datos almacenados en el log de un servidor, mostrando todo tipo de estadísticas en formato HTML.

Es muy similar a AWStats y fue desarrollada por Bradford Barret en 1997, incluyendo actualmente reportes en más de 30 idiomas distintos.

**Ventajas:**

- Al estar escrito en C es portable y muy rápido en análisis de ficheros de logs grandes.
- Soporta IPv4 e IPv6.
- Es gratuito debido al uso de licencia GNU GPL.

**Desventajas:**

- Las estadísticas que genera no distinguen entre visitas de usuarios y visitas de “robots”, por lo que a veces las cifras de visitas pueden no ser del todo realistas en su exactitud.

2.1.4 Piwik

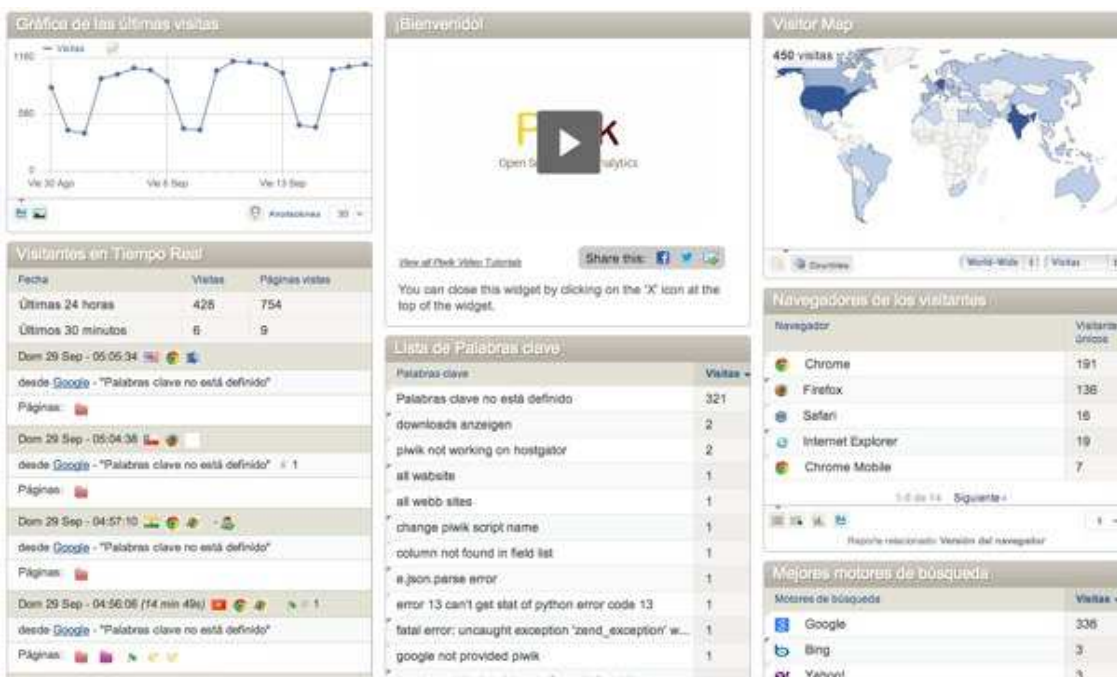


Ilustración 4. Piwik.

Herramienta de análisis web con licencia GPL lanzada en 2007. Está escrita en PHP [14], se instala en nuestro servidor y obtiene los datos de una base de datos MySQL [15] en tiempo real, de forma que la tenencia de los datos siempre será propia sin tener que compartir los datos con terceros.

Al igual que Google Analytics requiere pegar una porción de código en las páginas donde queramos controlar.

**Ventajas:**



- Toda la información recopilada reside en la base de datos, por lo que seremos los únicos dueños de nuestra propia información.
- Puedes hacer tus propios plugins y agregar nuevas características a la herramienta.
- Piwik [16] posee una aplicación móvil totalmente gratuita para Android [17] e iOS [18].
- Dispone de una demo en su página web para ver su aspecto y su funcionamiento.
- Tiene apoyo externo de la comunidad de desarrolladores, por lo que la herramienta está en constante evolución.

### Desventajas:

- Su versión gratuita requiere conocimientos sobre administración de servidores y programación.

### 2.1.5 W3Perl



Ilustración 5. W3Perl

W3Perl<sup>[19]</sup> es una herramienta de análisis de datos escrita en Perl que puede ser instalada en cualquier sistema operativo que soporte el lenguaje Perl. Esta licenciada bajo GPL y no necesita de ninguna porción de código para hacer un seguimiento de las paginas, almacenando los datos durante un periodo de tiempo configurado.

**Ventajas:**

- Provee de análisis de datos en tiempo real.
- Puede analizar todo tipo de ficheros de logs como correo electrónico, FTP, Squid, DHCP, SSH...
- No necesita insertar código en las páginas que se quieren monitorizar.
- Dispone de administración web remota.

**Desventajas:**

- Es dependiente de que haya un intérprete de Perl para su correcto funcionamiento.
- Las estadísticas en tiempo real solo pueden ser ejecutadas una vez para evitar sobrecarga en el servidor.

2.1.6 Tabla comparativa

Mediante la siguiente tabla se compara las soluciones actuales disponibles con la solución propuesta por el alumno.

	Licencia gratuita	Compatibilidad con Windows 7 y Debian Wheezy	Administración web remota	Información residente en base de datos	Estadísticas configurables por el usuario
<b>AwStats</b>	✓	✗	✗	✗	✗
<b>Google Analytics</b>	✓	✓	✓	✗	✗
<b>Webalizer</b>	✓	✗	✗	✗	✗



<b>Piwik</b>	✓	✓	✓	✓	✗
<b>W3Perl</b>	✓	✗	✗	✗	✗
<b>Solución Propia</b>	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1. Tabla comparativa de soluciones disponibles actualmente

Ninguna de las herramientas anteriores provee todas las características que buscamos como solución final, por tanto se ha elegido una solución propia que cumplirá con todas ellas de manera adecuada.

### 3. Análisis

En este apartado se va a describir el análisis del proyecto realizado, comentando los requisitos y casos de uso que debe cumplir el sistema elegido.

Como se ha comentado anteriormente en este documento, el sistema propuesto como solución tendrá como objetivo la monitorización del uso de las aulas informáticas del Departamento de Informática. Para realizar una aproximación a los datos más relevantes que obtener de dicho uso debí reunirme con Roberto Fuentes Astorga (técnico de laboratorio de las aulas) actuando como cliente por parte del Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid.

Durante las primeras entrevistas con Roberto me indicó las aulas informáticas que quería monitorizar (aulas 2.1C03, 2.2C05, 2.2C06, 4.0F16, 4.0F18), cuáles son los sistemas operativos instalados en las máquinas de las aulas informáticas (Debian Wheezy <sup>[20]</sup> y Windows 7 <sup>[21]</sup>), y tomé como requisitos qué información iba a ser útil obtener de cada uno de ellos para el Departamento de Informática.

Se pensó que la mejor forma de recopilar los datos sería realizar un script distinto para cada sistema operativo, los cuales enviarían los datos de cada ordenador a una base de datos propia para posteriormente tratarlos y mostrarlos de forma organizada en una página web.

La metodología seguida ha consistido en realizar los scripts y comprobar que los datos se recogían con exactitud, lo que me llevó tener que corregir varias veces el código ya que en ocasiones solo se recogían unos pocos datos, en otras había inconsistencias o incoherencias...

Posteriormente se diseñó la base de datos mediante un modelo entidad-relación con los atributos de cada tabla, su tamaño, las claves primarias y las restricciones entre tablas.

Como tercer paso se diseñó la interfaz web que mostrará los gráficos ordenados por tiempo y sistema operativo, por aula o por aula y equipo. Después de su finalización la página web podrá mantenerse o mejorarse en su aspecto o funcionamiento.

## 3.1 Requisitos

En este apartado se recogen y detallan la especificación de requisitos que el sistema debe cumplir para que sea consistente y poder pasar a la fase de diseño.

### 3.1.1 Requisitos de usuario

Los requisitos de usuario se clasifican en dos tipos:

- **Requisitos de capacidad:** especifican la funcionalidad que el usuario quiere que posea el sistema.
- **Requisitos de restricción:** especifican las restricciones que impone el usuario al sistema para su funcionamiento.

Para cada uno de los requisitos que se definirán en adelante se seguirá una plantilla con la siguiente información:

- **Identificador:** nombra a un requisito de forma inequívoca siguiendo el formato RUS-CAP-XXX en el caso de que el tipo de requisito sea de capacidad y RUS-RES-XXX en el caso de que el tipo de requisito sea de restricción, mientras que las letras XXX identifican el número de requisito.
- **Título:** breve descripción del requisito.

- **Descripción:** ofrece una descripción más específica del requisito.
- **Prioridad:** indica la prioridad de implementación dentro del sistema del requisito. Puede tomar los valores alta, media y baja.

A continuación se adjunta una imagen de la plantilla tipo de definición de requisitos:

<b>Identificador</b>	<b>RUS-CAP-XXX/ RUS-RES-XXX</b>
<b>Título</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Prioridad</b>	

Tabla 2. Plantilla de especificación de requisitos de usuario

### 3.1.1.1 Requisitos de capacidad

En este apartado se expondrán los requisitos de capacidad obtenidos tras el análisis de requisitos.

<b>Identificador</b>	<b>RUS-CAP-001</b>
<b>Título</b>	Información importante para mostrar.
<b>Descripción</b>	<p>El usuario deberá visualizar al menos la siguiente información relevante acerca del uso de las aulas informáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuarios únicos</li> <li>• Total de visitas de los usuarios</li> <li>• Total de máquinas usadas</li> <li>• Total de horas que el total de usuarios ha estado conectados en el sistema.</li> <li>• Duración media de la sesión de los usuarios conectados</li> <li>• Total de horas de encendido en comparación con el total de horas de uso de los ordenadores.</li> </ul>

<b>Prioridad</b>	Alta
------------------	------

Tabla 3. RUS-CAP-001

<b>Identificador</b>	<b>RUS-CAP-002</b>
<b>Título</b>	Búsqueda general de información de uso.
<b>Descripción</b>	El usuario podrá buscar la información por sistema operativo, año y mes.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 4. RUS-CAP-002

<b>Identificador</b>	<b>RUS-CAP-003</b>
<b>Título</b>	Búsqueda por aula de información.
<b>Descripción</b>	El usuario podrá buscar la información por aula del laboratorio, sistema operativo, año y mes.
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 5. RUS-CAP-003

<b>Identificador</b>	<b>RUS-CAP-004</b>
<b>Título</b>	Búsqueda por aula y equipo de información de uso.
<b>Descripción</b>	El usuario podrá buscar información por aula del laboratorio, equipo perteneciente a aula, sistema operativo, año y mes.
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 6. RUS-CAP-004

<b>Identificador</b>	<b>RUS-CAP-005</b>
<b>Título</b>	Histórico de usuarios conectados por sistema operativo.
<b>Descripción</b>	El usuario podrá obtener un histórico de los usuarios que se han conectado en un mes y año concreto.
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 7. RUS-CAP-005

### 3.1.1.2 Requisitos de restricción

<b>Identificador</b>	<b>RUS-RES-001</b>
<b>Título</b>	Idioma castellano.
<b>Descripción</b>	El sistema soportará inicialmente el idioma castellano.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 8. RUS-RES-001

<b>Identificador</b>	<b>RUS-RES-002</b>
<b>Título</b>	Se podrá trabajar con los datos recopilados en un período de tiempo.
<b>Descripción</b>	Los datos que se mostraran en la aplicación serán exclusivamente los que estén almacenados en la base de datos central. En ningún caso se mostrarán datos en tiempo real o de cualquier otra fuente que no sea la base de datos.
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 9. RUS-RES-002

<b>Identificador</b>	<b>RUS-RES-003</b>
<b>Título</b>	Modelo <i>push</i> de recolección de información.
<b>Descripción</b>	Los ordenadores de las aulas enviarán los datos obtenidos a un servidor de monitorización central cada cierto tiempo configurable.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 10. RUS-RES-003

## 3.2 Especificación de casos de uso

Un caso de uso consiste en una descripción grafica de una tarea que el usuario puede realizar sobre el sistema. En este apartado se describirán los casos de uso pertenecientes a la aplicación web y cada uno de ellos se identificará con los siguientes atributos:

- **Identificador:** permite distinguir un caso de uso del resto unívocamente. El identificador de cada caso de uso será **CU-XX**, donde **XX** será un valor de dos cifras comenzando en 01.
- **Actores:** agentes participantes en el caso de uso.
- **Objetivo:** finalidad del caso de uso.
- **Descripción:** detalla en que consiste el caso de uso y su proceso.
- **Precondiciones:** Condiciones iniciales que se deben dar para realizar el caso de uso.
- **Postcondiciones:** Condiciones obtenidas tras haber realizado el caso de uso.

A continuación se muestran gráficamente los casos de uso identificados a partir de los requisitos funcionales obtenidos en el apartado anterior:

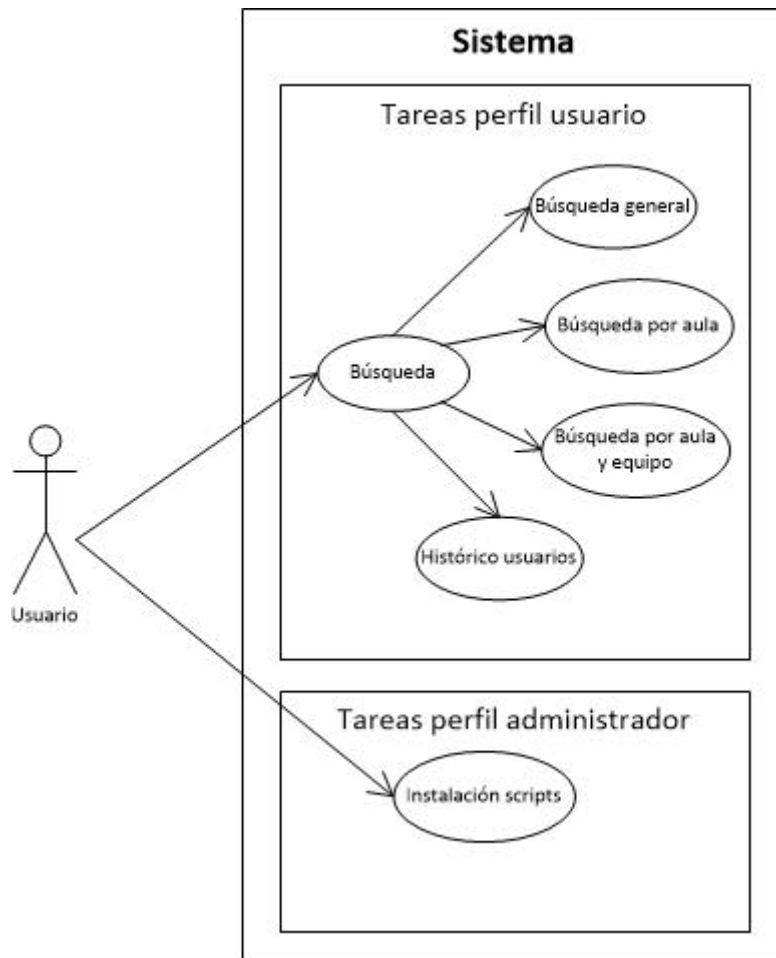


Ilustración 6. Casos de uso

<b>Identificador</b>	CU-01
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Objetivo</b>	Acceder a la aplicación.
<b>Descripción</b>	<p>En la página web de acceso a la aplicación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir nombre de usuario</li> <li>2. Introducir contraseña de usuario</li> <li>3. Pulsar botón Iniciar Sesión</li> <li>4. El usuario accede a la página principal de la aplicación</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	El usuario está introducido en la base de datos.

	Se dispone de un navegador web (Google Chrome [22] versión 42.0.23 o compatible)  Se dispone de conexión a internet.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario accede a la página principal de la aplicación

Tabla 11. CU-01

<b>Identificador</b>	<b>CU-02</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Objetivo</b>	Buscar información por criterio general.
<b>Descripción</b>	En el menú sumario de la página web principal de la aplicación: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar una opción del desplegable Sistema Operativo</li> <li>2. Seleccionar una opción del desplegable Año.</li> <li>3. Seleccionar una opción del desplegable Mes.</li> <li>4. Pulsar botón Buscar</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	Haber accedido a la aplicación.
<b>Postcondiciones</b>	Visualizar tablas de datos y graficas correspondientes a los valores de los desplegables seleccionados.

Tabla 12. CU-02

<b>Identificador</b>	<b>CU-03</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Objetivo</b>	Buscar información por aula.
<b>Descripción</b>	En el menú superior izquierdo de la página web principal de la aplicación: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar una opción del desplegable Aula</li> </ol>



	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Seleccionar una opción del desplegable Sistema Operativo</li> <li>3. Seleccionar una opción del desplegable Año.</li> <li>4. Seleccionar una opción del desplegable Mes.</li> <li>5. Pulsar botón Buscar</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	Haber accedido a la aplicación.
<b>Postcondiciones</b>	Visualizar tablas de datos y gráficas correspondientes a los valores de los desplegables seleccionados.

Tabla 13. CU-03

<b>Identificador</b>	<b>CU-04</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Objetivo</b>	Buscar información por aula y equipo.
<b>Descripción</b>	<p>En el menú medio izquierdo de la página web principal de la aplicación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar una opción del desplegable Aula</li> <li>2. Seleccionar una opción del desplegable Equipo</li> <li>3. Seleccionar una opción del desplegable Sistema Operativo</li> <li>4. Seleccionar una opción del desplegable Año.</li> <li>5. Seleccionar una opción del desplegable Mes.</li> <li>6. Pulsar botón Buscar</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	Haber accedido a la aplicación.
<b>Postcondiciones</b>	Visualizar tablas de datos y gráficas correspondientes a los valores de los desplegables seleccionados.

Tabla 14. CU-04

<b>Identificador</b>	<b>CU-05</b>
----------------------	--------------

<b>Actores</b>	Usuario
<b>Objetivo</b>	Obtener un histórico de los usuarios conectados.
<b>Descripción</b>	<p>En el menú inferior izquierdo de la página web principal de la aplicación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar una opción del desplegable Sistema Operativo</li> <li>2. Seleccionar una opción del desplegable Año.</li> <li>3. Seleccionar una opción del desplegable Mes.</li> <li>4. Pulsar botón Buscar</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	Haber accedido a la aplicación.
<b>Postcondiciones</b>	Visualizar una tabla con los usuarios conectados en el intervalo de tiempo seleccionado.

Tabla 15. CU-05

<b>Identificador</b>	<b>CU-06</b>
<b>Actores</b>	Usuario (perfil administrador)
<b>Objetivo</b>	Ejecución script en el sistema operativo Debian Wheezy.
<b>Descripción</b>	<p>Para la ejecución del script en Debian Wheezy es necesario:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Colocar el script en una carpeta o localización que se considere conveniente.</li> <li>2- Dar los permisos adecuados a esa carpeta para que otros usuarios no puedan acceder.</li> <li>3- Añadir una nueva tarea a Crontab para que ejecute el script.</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	Ordenador encendido.

	<p>Usuario autenticado y conectado en Debian Wheezy.</p> <p>Crontab arrancado y configurado.</p>
<b>Postcondiciones</b>	Datos del ordenador enviados a la base de datos.

Tabla 16. CU-06

<b>Identificador</b>	<b>CU-07</b>
<b>Actores</b>	Usuario (perfil administrador)
<b>Objetivo</b>	Ejecución script en el sistema operativo Windows 7.
<b>Descripción</b>	<p>Para la ejecución del script en Windows 7 es necesario:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Colocar el script en una carpeta o localización que se considere conveniente.</li> <li>2- Dar los permisos adecuados a esa carpeta para que otros usuarios no puedan acceder.</li> <li>3- Añadir una nueva tarea en el programador de tareas de Windows 7 para que ejecute el script.</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	<p>Ordenador encendido.</p> <p>Usuario autenticado y conectado en Windows 7.</p> <p>Tener instalado el conector correspondiente de .NET para MySQL.</p> <p>Tener instalado Windows Powershell.</p>
<b>Postcondiciones</b>	Datos del ordenador enviados a la base de datos.

Tabla 17. CU-07

### 3.3 Requisitos de software

Los requisitos de software se obtienen a partir de la funcionalidad que se espera que tenga el sistema mediante declaraciones detalladas de diseño del software.

Los requisitos de software también se dividen en dos tipos:

- **Requisitos funcionales:** especifican la funcionalidad del sistema.
- **Requisitos no funcionales:** especifican las restricciones sobre las funciones o servicios ofrecidos por el sistema.

Los requisitos software se especificarán siguiendo la siguiente plantilla y con los siguientes atributos:

- **Identificador:** nombra a un requisito de forma inequívoca siguiendo el formato RS-FUNC-XXX en el caso de que el tipo de requisito software sea funcional y RS-NFUNC-XXX en el caso de que el tipo de requisito sea no funcional, mientras que las letras XXX identifican el número de requisito.
- **Título:** breve descripción del requisito.
- **Descripción:** ofrece una descripción más específica del requisito.
- **Prioridad:** indica la prioridad de implementación dentro del sistema del requisito. Puede tomar los valores alta, media y baja.

<b>Identificador</b>	<b>RS-FUNC-XXX/ RS-NFUNC-XXX</b>
<b>Título</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Prioridad</b>	

Tabla 18. Plantilla de especificación de requisitos software

#### 3.3.1 Requisitos software funcionales

<b>Identificador</b>	<b>RS-FUNC-001</b>
----------------------	--------------------

<b>Titulo</b>	Autenticación administrador (seguridad)
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir al usuario autenticarse al inicio de la aplicación.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 19. RS-FUNC-001

<b>Identificador</b>	<b>RS-FUNC-002</b>
<b>Titulo</b>	Base de datos.
<b>Descripción</b>	El sistema almacenará los datos recogidos de cada uno de los ordenadores en una base de datos central.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 20. RS-FUNC-002

<b>Identificador</b>	<b>RS-FUNC-003</b>
<b>Titulo</b>	Ejecución periódica de scripts.
<b>Descripción</b>	El sistema deberá encargarse de la ejecución y recolección de información cada cierto tiempo.
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 21. RS-FUNC-003

### 3.3.2 Requisitos software no funcionales

<b>Identificador</b>	<b>RS-NFUNC-001</b>
<b>Titulo</b>	Tamaño y resolución de pantalla mínimos.

<b>Descripción</b>	La aplicación deberá ejecutarse en dispositivos con pantallas con un tamaño mínimo de 15 pulgadas y una resolución de pantalla mínima de 1366 pixeles de ancho y 768 pixeles de alto.
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 22. RS-NFUNC-001

<b>Identificador</b>	<b>RS-NFUNC-002</b>
<b>Título</b>	Autenticación administrador
<b>Descripción</b>	El sistema deberá proveer de dos campos de autenticación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre usuario</li> <li>• Contraseña</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 23. RS-NFUNC-002

<b>Identificador</b>	<b>RS-NFUNC-003</b>
<b>Título</b>	Herramientas gratuitas o software libre.
<b>Descripción</b>	Se usaran en lo posible herramientas gratuitas para desarrollar el software de la aplicación.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 24. RS-NFUNC-003

<b>Identificador</b>	<b>RS-NFUNC-004</b>
<b>Título</b>	Sistema compatible

<b>Descripción</b>	El sistema deberá ser compatible con los sistemas operativos Debian Wheezy y Windows 7.  El sistema deberá ser compatible con el navegador Chrome en su versión 42.0.2 o similar.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 25. RS-NFUNC-004

<b>Identificador</b>	<b>RS-NFUNC-005</b>
<b>Título</b>	Gráficos de barras y tablas.
<b>Descripción</b>	El sistema deberá mostrar la información mediante graficas de barras y tablas de datos.
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 26. RS-NFUNC-005

### 3.4 Matrices de trazabilidad

En este apartado se van a relacionar los requisitos (tanto de usuario como software) con cada uno de los casos de uso, y también los requisitos de usuario con los requisitos software mediante matrices de trazabilidad.

#### 3.4.1 Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y casos de uso

Requisitos de usuario de capacidad / Casos de uso	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06	CU-07
<b>RUS-CAP-001</b>		✓	✓	✓			
<b>RUS-CAP-002</b>		✓					

<b>RUS-CAP-003</b>			✓				
<b>RUS-CAP-004</b>				✓			
<b>RUS-CAP-005</b>					✓		
<b>Requisitos de usuario de restricción / Casos de uso</b>	<b>CU-01</b>	<b>CU-02</b>	<b>CU-03</b>	<b>CU-04</b>	<b>CU-05</b>	<b>CU-06</b>	<b>CU-07</b>
<b>RUS-RES-001</b>	✓	✓	✓	✓	✓		
<b>RUS-RES-002</b>						✓	✓
<b>RUS-RES-003</b>						✓	✓

Tabla 27. Matriz trazabilidad requisitos de usuario y casos de uso

### 3.4.2 Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos software

<b>Requisitos de usuario / Requisitos software</b>	<b>RS-FUNC-001</b>	<b>RS-FUNC-002</b>	<b>RS-FUNC-003</b>	<b>RS-NFUNC-001</b>	<b>RS-NFUNC-002</b>	<b>RS-NFUNC-003</b>	<b>RS-NFUNC-004</b>	<b>RS-NFUNC-005</b>
<b>RUS-CAP-001</b>						✓		✓
<b>RUS-CAP-002</b>						✓		✓
<b>RUS-CAP-003</b>						✓		✓
<b>RUS-CAP-004</b>						✓		✓
<b>RUS-CAP-005</b>						✓		



<b>RUS-RES-001</b>						✓		✓
<b>RUS-RES-002</b>		✓				✓		
<b>RUS-RES-003</b>			✓			✓		

Ilustración 7. Matriz de trazabilidad (dependencias) requisitos de usuarios y requisitos software

## 4. Diseño

Una vez tenemos los requisitos definidos pasamos a detallar el diseño adoptado para el sistema que deseamos realizar.

Se ha decidido basar el diseño de la aplicación en la arquitectura Modelo-Vista-Controla, la cual divide el sistema en tres niveles:

- **Modelo:** es el nivel de la aplicación que define la lógica de negocio, es decir, la representación de la información con la cual el sistema interactúa. Es independiente del controlador y la vista.
- **Vista:** es el nivel de la aplicación que presenta los datos del modelo en un formato adecuado para interactuar con el usuario.
- **Controlador:** es el nivel de la aplicación que responde a eventos, normalmente provenientes del usuario, para realizar cambios en el modelo o la vista.

Mediante esta arquitectura conseguimos que el mantenimiento de la aplicación o el sistema sea más sencilla, la aplicación sea más ligera de entender por usuarios externos, hace que diseñadores y desarrolladores puedan trabajar en paralelo y que los cambios y mejoras en una capa concreta se puedan realizar sin afectar a las demás.

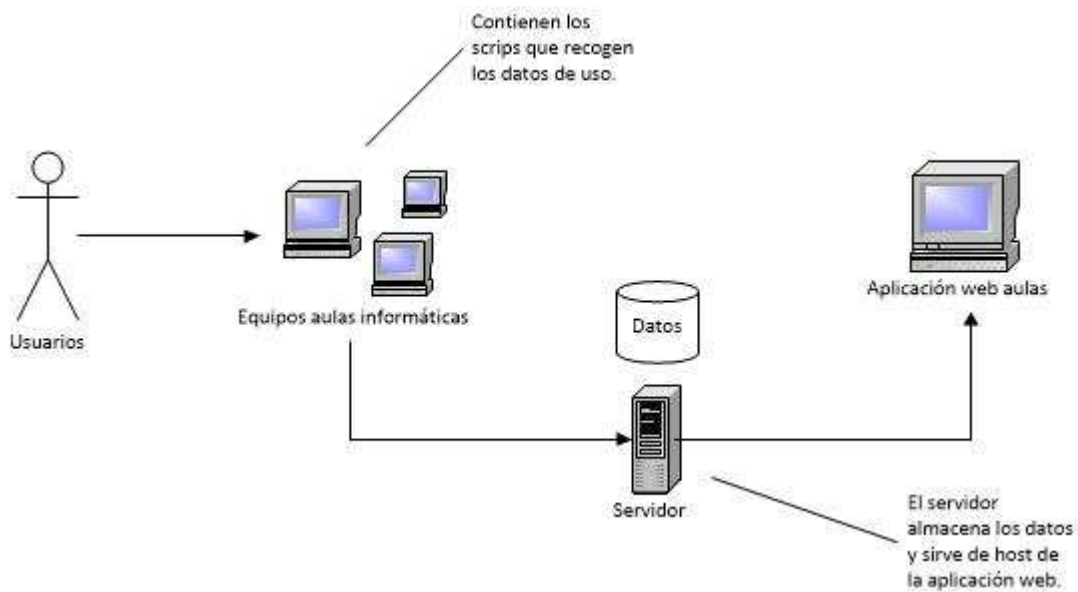


Ilustración 8. Esquema de diseño de la aplicación

## 4.1 Diseño de la base de datos

Para que nuestra aplicación web tenga una fuente de donde obtener sus datos y teniendo en cuenta que en los requisitos la obtención de datos no será en tiempo real, se ha optado por usar una base de datos.

La base de datos diseñada contendrá cuatro tablas con relaciones del tipo uno a muchos (1:N) entre algunas de ellas como se observa en el modelo entidad-relación:

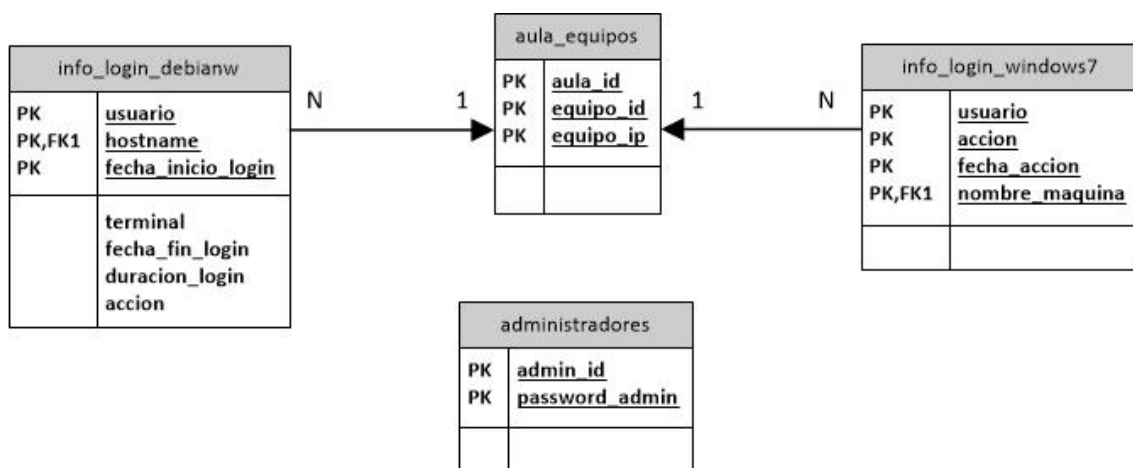


Ilustración 9. Modelo entidad-relación de la base de datos

A continuación se describirán las tablas de la base de datos y los respectivos campos de cada una de ellas:

- **info\_login\_debianw:** contendrá todos los datos que se recogen de los ordenadores cuyo sistema operativo es Debian Wheezy. Posee una clave primaria compuesta y sus campos son los siguientes:
  - usuario: campo de tipo VARCHAR con una longitud máxima de 50 caracteres que es parte de la clave primaria de la tabla a la que pertenece. En este campo se almacena el NIA del usuario conectado o los valores *shutdown/reboot*.
  - hostname: campo de tipo VARCHAR con longitud máxima de 16 caracteres que es parte de la clave primaria de la tabla a la que pertenece. Almacena la IPv4 de la maquina sobre la que se ha conectado el usuario.
  - terminal: campo de tipo VARCHAR con longitud máxima de 11 caracteres y contendrá el identificador de la terminal desde la cual se ha conectado el usuario.
  - fecha\_inicio\_login: campo de tipo DATETIME que almacena la fecha en que se inició la acción registrada.
  - fecha\_fin\_login: campo de tipo DATETIME que almacena la fecha en que finalizó la acción registrada.
  - duracion\_login: campo de tipo VARCHAR con longitud máxima de 10 caracteres que almacena el número de minutos, horas o días que se ha estado realizando la acción.
  - acción: campo de tipo VARCHAR con longitud máxima de 15 caracteres que identificará la acción realizada.
- **info\_login\_windows7:** contendrá todos los datos que se recogen de los ordenadores cuyo sistema operativo es Windows 7. Posee una clave primaria compuesta y sus campos son los siguientes:
  - usuario: campo de tipo VARCHAR con una longitud máxima de 50 caracteres que es parte de la clave primaria de la tabla a la que pertenece.

En este campo almacena el NIA del usuario conectado precedido de la cadena *LABINF\*.

- acción: campo de tipo VARCHAR con longitud máxima de 15 caracteres que es parte de la clave primaria de la tabla a la que pertenece. Almacena si la acción es de encendido (*Startup*), de apagado (*Shutdown*), de conexión (*Logon*) o de desconexión del usuario (*Logoff*).
  - fecha\_accion: campo de tipo DATETIME que es parte de la clave primaria de la tabla a la que pertenece. Almacena la fecha en que se inició la acción registrada.
  - nombre\_maquina: campo de tipo VARCHAR con longitud máxima de 16 caracteres que es parte de la clave primaria de la tabla a la que pertenece. Almacena el número de minutos, horas o días que se ha estado realizando la acción.
- **aula\_equipos**: contiene una relación de todos los equipos/ordenadores que contiene cada aula informática del laboratorio. Posee una clave primaria compuesta y sus campos son los siguientes:
    - aula\_id: campo de tipo VARCHAR y longitud máxima de 5 caracteres que identifica cada una de las cuatro aulas informáticas. Puede tomar los siguientes valores: 22C05, 22C06, 40F16, 40F18.
    - equipo\_id: campo de tipo VARCHAR y longitud máxima de 4 caracteres que identifica al equipo dentro del aula.
    - equipo\_ip: campo de tipo VARCHAR y longitud máxima de 15 caracteres que contiene la IPv4 de cada uno de los equipos del aula.
  - **administradores**: contiene una relación de los usuarios que podrán acceder a la aplicación para su uso. Posee una clave primaria compuesta y sus campos son los siguientes:

- admin\_id: campo de tipo VARCHAR y longitud máxima de 25 caracteres que contendrá el nombre del usuario administrador. Forma parte de la clave primaria de la tabla.
- password\_admin: campo de tipo VARCHAR y longitud máxima de 4 caracteres que identifica al equipo dentro del aula. Forma parte de la tabla primaria de la tabla.

## 4.2 Diseño de la interfaz de usuario

Como hemos comentado anteriormente, el sistema desarrollado poseerá una interfaz web con la cual interactuarán los usuarios que administren o que tengan permisos para utilizar la herramienta.

En los siguientes apartados de este documento se expondrá tanto el diseño de la interfaz gráfica de la herramienta como los diagramas de navegación entre las distintas ventanas.

### 4.2.1 Diseño de la interfaz grafica

Debido a que el sistema que se quiere implementar parte de una idea nueva y no reutiliza componentes o funcionalidades de otros sistemas previos, se ha tenido que diseñar una interfaz web específica para poder consultar los datos que obteníamos de los ordenadores.

Esta interfaz gráfica ha sido diseñada procurando mantener una navegabilidad sencilla, con categorías ordenadas y de fácil acceso para el usuario. Asimismo se ha tenido en cuenta que dicha interfaz sea adaptable para la mayoría de navegadores de uso común en la actualidad.

La interfaz gráfica se compone de una única página web que contiene menús desplegables para que el usuario clasifique la información que quiera obtener, sin tener que ir desplazándose entre páginas web ni tener que utilizar ningún botón de “atrás”, lo cual facilita mucho que el usuario se sienta cómodo con la herramienta.

Para mostrar la información se ha elegido diagramas de barras de distintos colores para diferenciar cada tipo de dato, y se han insertado tablas para ordenar visualmente el resto, evitando de esta manera que el usuario se sienta perdido dentro de la herramienta y mejorando la retroalimentación de la herramienta hacia éste.

A continuación se expone un prototipo de la interfaz gráfica muy cercano al diseño final de la herramienta.



Ilustración 10. Diseño de la interfaz gráfica

## 4.2.2 Diagramas de navegación

Para obtener una visión más cercana del funcionamiento de la herramienta se han realizado varios diagramas de navegación entre ventanas. Dichos diagramas servirán para saber dónde nos encontramos dentro de la aplicación y las posibilidades de desplazamiento a otras ventanas que la componen.

En la siguiente captura, observamos que accedemos a la herramienta a través de una página de autenticación. Si se superan los mecanismos de autenticación se accede a la página principal de la herramienta, desde la cual podremos elegir desplazarnos a otras “subpáginas”, ya que se ha considerado tratar a cada menú de búsqueda como una página independiente dentro de la página principal. Es por ello que disponemos de cuatro menús de búsqueda o subpáginas, las cuales son accesibles desde cualquier otra y todas ellas acaban en la página de salida de la aplicación (la cual vuelve a la página de autenticación).

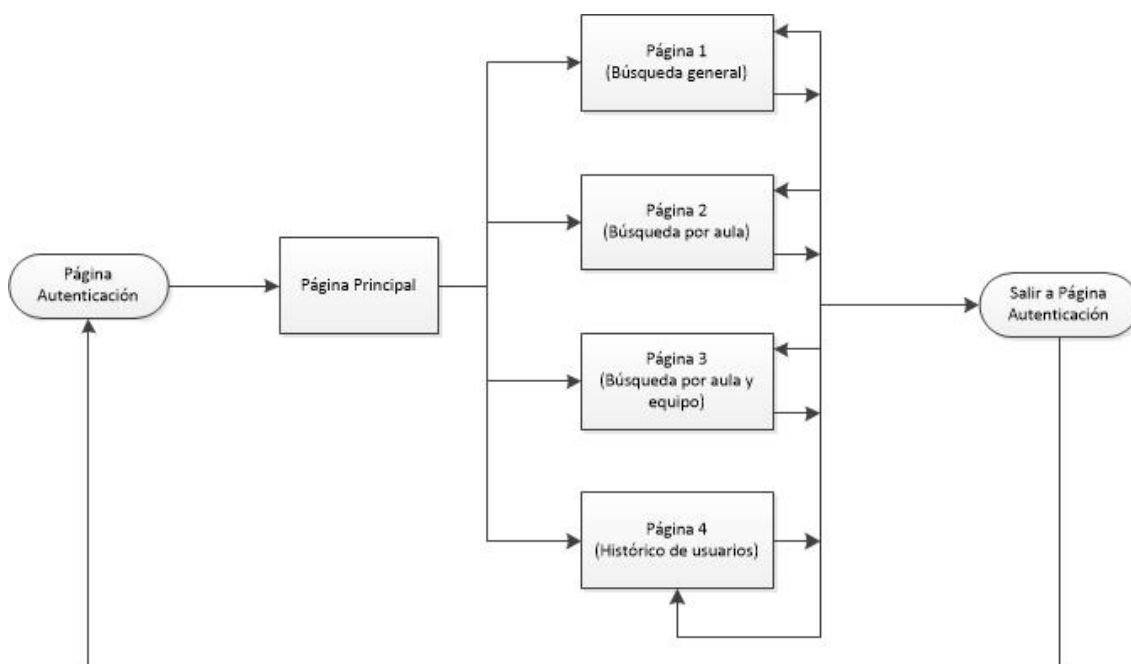


Ilustración 11. Diagrama de navegación de la herramienta

Para finalizar este punto del documento, se va a profundizar en varios aspectos de los diagramas de navegación de cada una de las subpáginas en el orden establecido.

La primera página denominada en el diagrama de navegación anterior Página 1 (Búsqueda general) constará de un único menú con varios campos desplegable: sistema operativo, año y mes. La siguiente ilustración corresponde al diagrama de navegación de la Página 1:

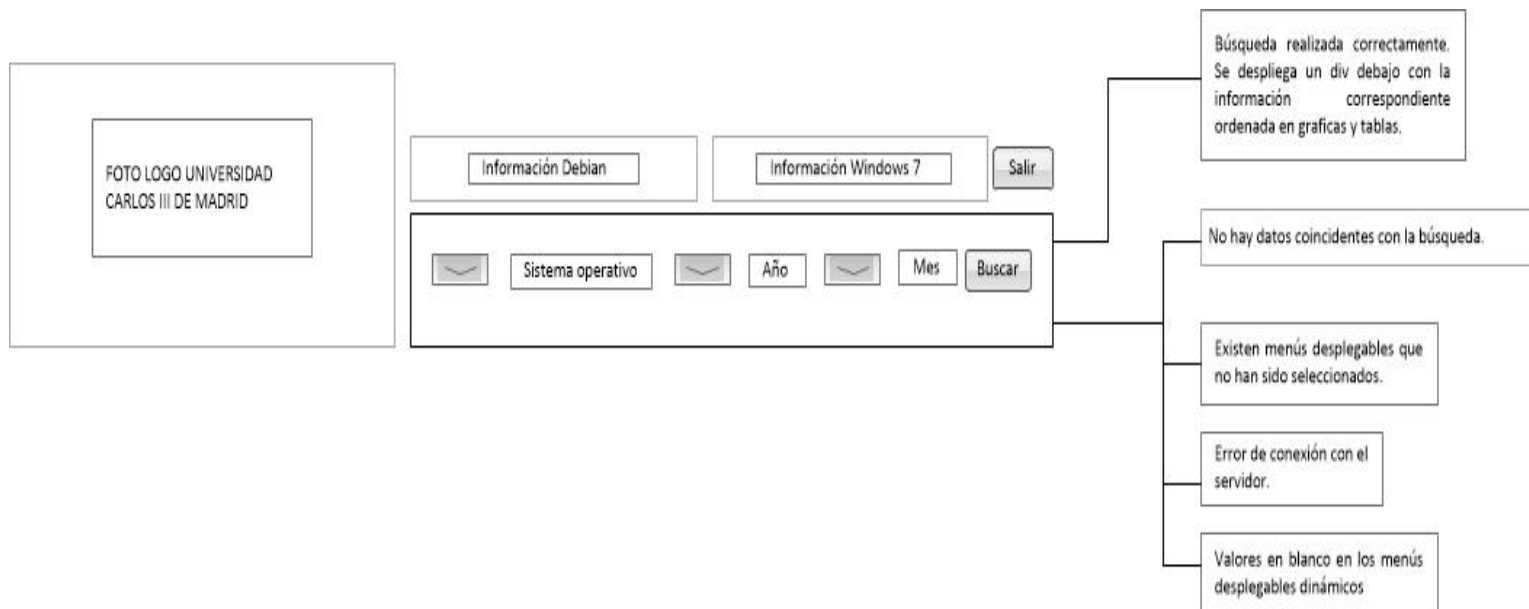


Ilustración 12. Diagrama de navegación "Búsqueda general"



La segunda página denominada Página 2 (Búsqueda por aula) constará de un único menú con varios campos desplegables: sistema operativo, aula, año y mes. A continuación podemos observar su diagrama de navegación:

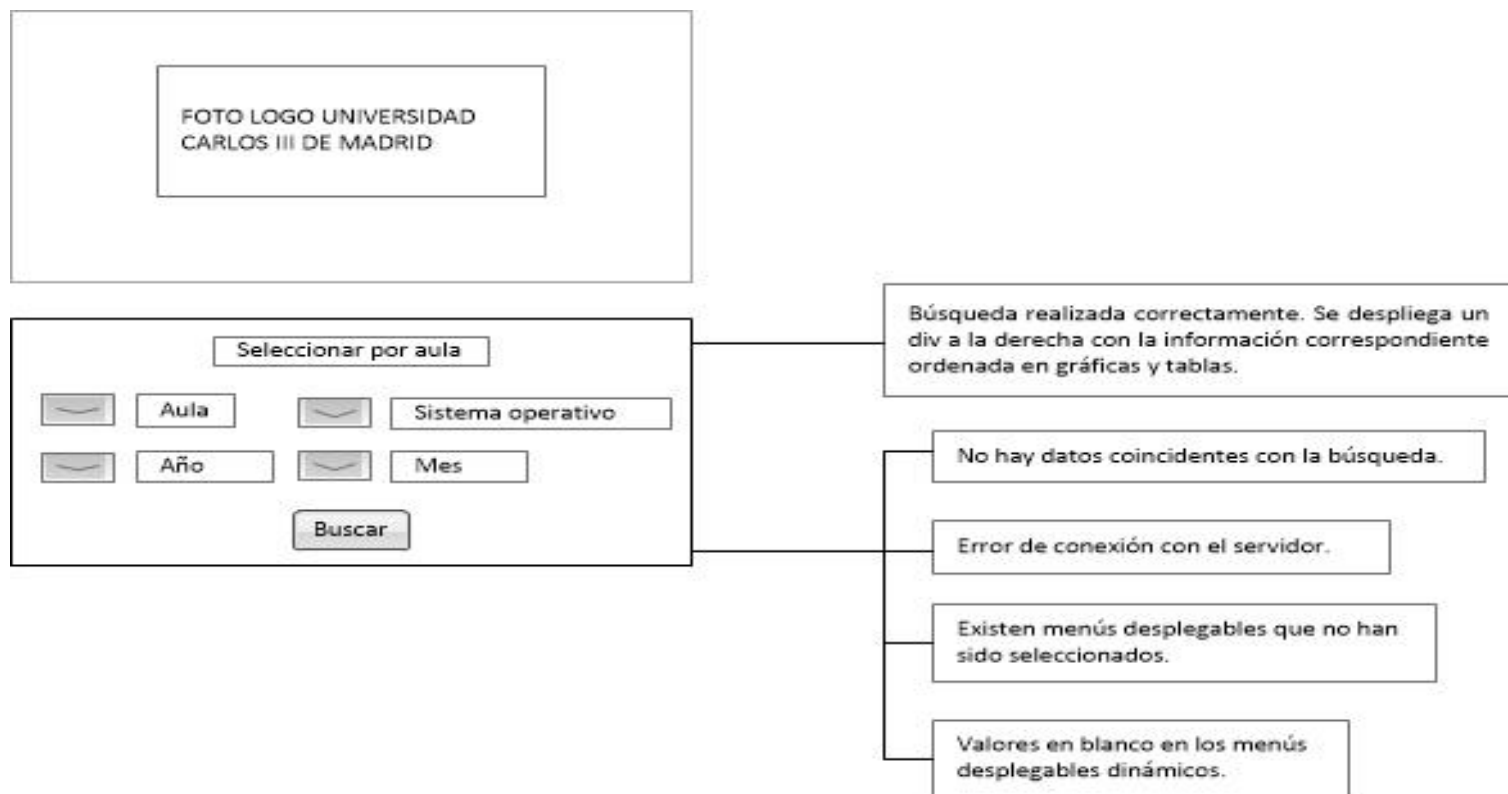


Ilustración 13. Diagrama de navegación "Búsqueda por aula"

La tercera página denominada Página 3 (Búsqueda por aula y equipo) constará de un único menú con varios campos desplegables: sistema operativo, aula, equipo, año y mes. Su diagrama de navegación es el siguiente:

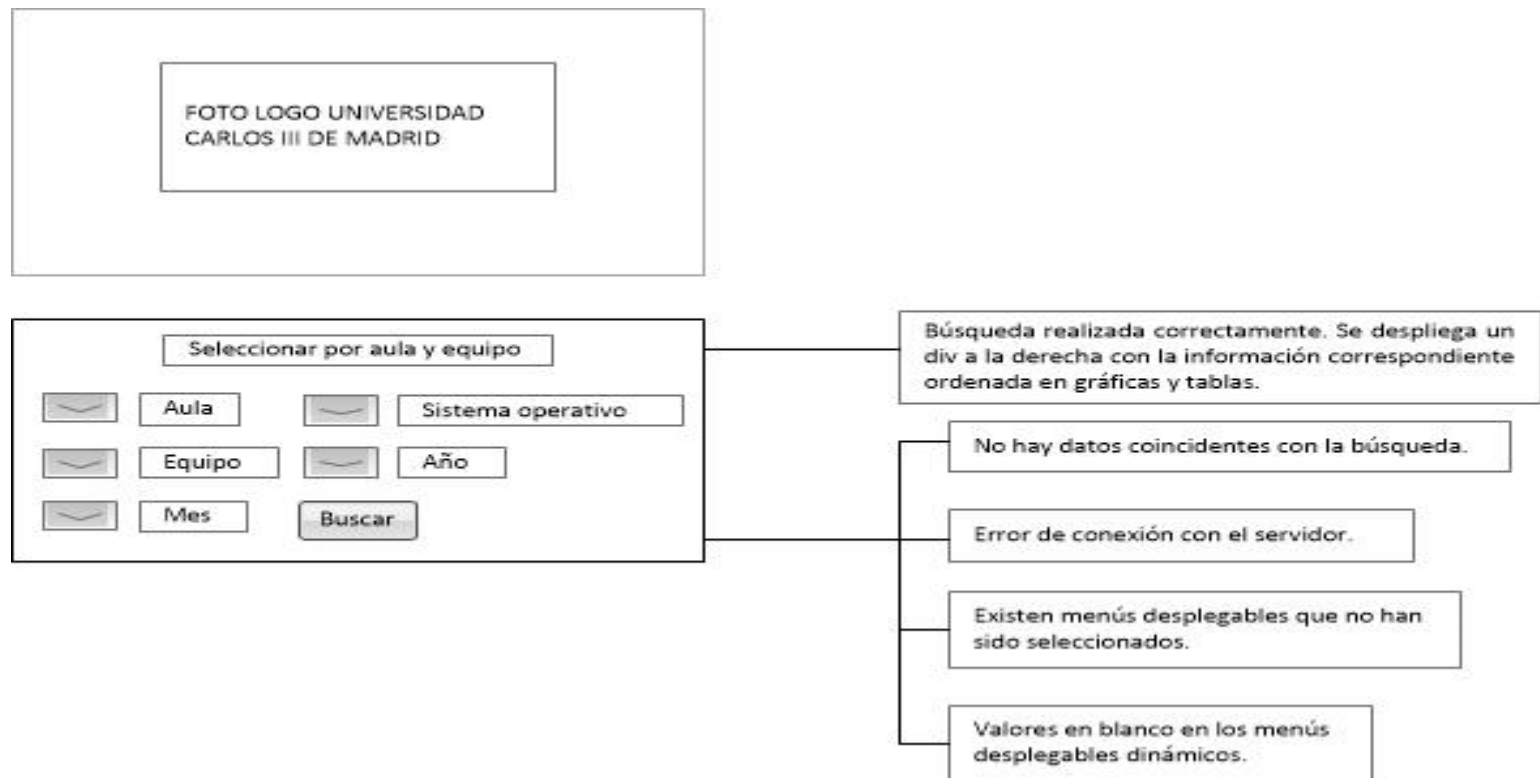
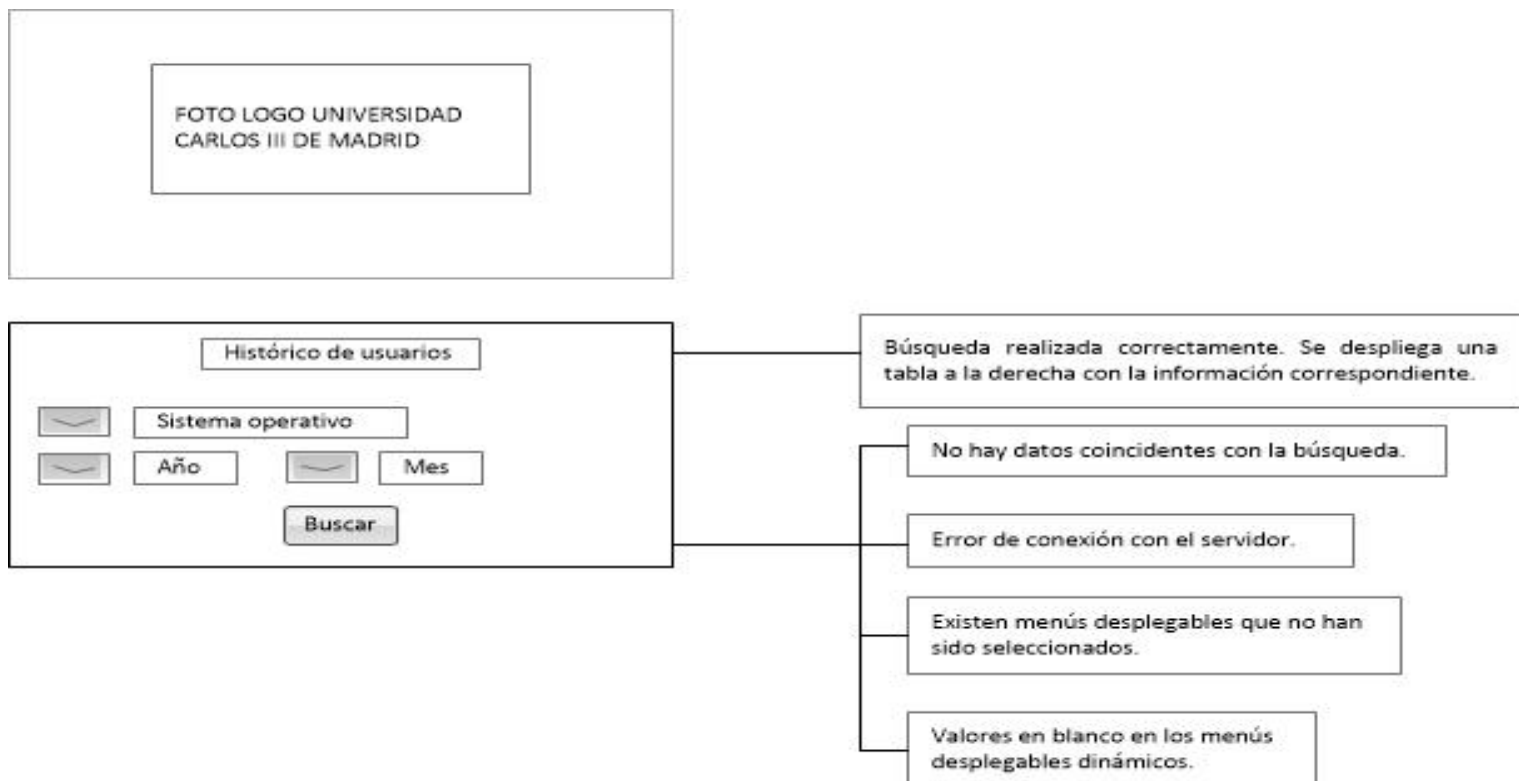


Ilustración 14. Diagrama de navegación "Búsqueda por aula y equipo"

La cuarta y última página es Página 4 (Histórico usuarios) constará de un único menú con varios campos desplegables: sistema operativo, año y mes. Este es su diagrama de navegación:



*Ilustración 15. Diagrama de navegación "Histórico usuarios"*

Se puede observar que los diagramas de navegación son muy similares en todos los casos, ya que las distintas páginas realizan las mismas funciones y lo único que cambia es la categorización de los menús y sus valores.

## 4.3 Tecnologías y herramientas usadas en el diseño del sistema

En este apartado vamos a describir las tecnologías disponibles para diseñar el sistema y cuales han sido finalmente las elegidas de entre todas ellas.

### 4.3.1 Base de datos

Necesitamos una base de datos relacional que soporte varios miles de registros sin problemas y que sea rápida a la hora de recuperar la información para mostrarla en la aplicación web.

Actualmente existen multitud de sistemas gestores de bases de datos entre los cuales elegir cuál de ellos usar en nuestro sistema o aplicación. Nuestros motivos a la hora de elegir qué sistema gestor de bases de datos elegir son que trabajen con bases de datos relacionales, que sean gratuitos, compatibles con PHP, que sean bases de datos rápidas y que tengamos un conocimiento previo del sistema gestor de la base de datos.

Para este estudio se ha buscado cuales son los SGBD relacionales más usados en el mundo <sup>[23]</sup> a fecha de Abril de 2015 obteniendo que los tres primeros son (por este orden):

1. **Oracle Database** <sup>[24]</sup>: sistema gestor de bases de datos relacionales desarrollado por Oracle Corporation. Puede ejecutarse sobre multitud de sistemas operativos y está considerado como uno de los SGBD más completos ya que dispone de soporte de transacciones, escalabilidad, estabilidad, control de acceso discrecional... Utiliza la arquitectura cliente/servidor y su última versión estable es la 12.1.0.1.0.

2. **MySQL:** SGBD relacionales, multihilo y multiusuario creado por la empresa sueca MySQL AB comprada por Sun Microsystems en 2008 (Sun Microsystems es a su vez propiedad de Oracle Corporation). Esta desarrollado en lenguaje ANSI C y se ofrece bajo licencia GNU GPL, pero existen versiones de pago si una empresa decide emplear MySQL en productos privativos ya que la empresa MySQL AB posee los derechos de autor de la mayor parte del código de MySQL.

Existen diferentes interfaces de programación de aplicaciones en diversos lenguajes que permiten acceder a la base de datos de MySQL como por ejemplo: C, C++, C#, Pascal, Java, Java con Android, PHP, etc. Además, es la base de datos de código abierto más popular del mundo, lo que permite la entrega rentable de aplicaciones de bases de datos confiables y de alto rendimiento.

3. **Microsoft SQL Server** <sup>[25]</sup>: Microsoft SQL Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional.

Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL, y como características podemos destacar que soporta transacciones y procedimientos almacenados, y permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.

Este sistema incluye una versión reducida, llamada MSDE con el mismo motor de base de datos pero orientado a proyectos más pequeños, que en sus versiones 2005 y 2008 pasa a ser el SQL Express Edition, que se distribuye en forma gratuita.

Mediante la siguiente tabla vamos a dilucidar cuál será el SGBD más adecuado para realizar nuestra base de datos:




	Sistema gestor de bases de datos relacional	Licencia gratuita	Experiencia previa con el SGBD	Compatible con PHP o similar
	✓	✗	Poca	✓
	✓	✓	Media	✓
	✓	✗	Ninguna	✓

Tabla 28. Comparativa base de datos actuales

El sistema gestor de bases de datos elegido es MySQL ya que es de código abierto y gratuito (licencia GNU GPL) y porque es compatible con aplicaciones escritas en múltiples lenguajes de programación.




#### 4.3.2 Aplicación Web

El estándar principal de páginas web es el lenguaje de programación HTML (HyperText Markup Language) pero con los años han ido apareciendo muchos otros lenguajes de programación que complementan a HTML o lo sustituyen a la hora de desarrollar contenido web de calidad.

En nuestro caso necesitamos que la aplicación sea dinámica sin tener que refrescar la página web en exceso así como evitando sobrecarga al realizar peticiones al servidor para mostrar los datos que hemos pedido.

Por tanto además de usar HTML para dar formato a la aplicación web necesitamos apoyarnos en CSS (Cascading Style Sheets), y sobre todo en un lenguaje de programación del lado del servidor y una técnica de desarrollo web eficiente que nos permita enviar y recibir peticiones hacia y desde el servidor.

En cuanto a los principales lenguajes de programación del lado del servidor disponibles actualmente podemos mencionar Active Server Pages <sup>[26]</sup> (ASP) que es propiedad de Microsoft, PHP creado por Rasmus Lerdorf en 1995, Python <sup>[27]</sup> y Perl.

	Se puede añadir directamente al código HTML	Licencia gratuita	Experiencia previa con el lenguaje de programación	Documentación disponible
	✓	✗	Ninguna	Abundante
	✓	✓	Media	Abundante
	✓	✗	Ninguna	Media


	<p style="text-align: center;">✓</p>	<p style="text-align: center;">✓</p>	<p style="text-align: center;">Ninguna</p>	<p style="text-align: center;">Media</p>
---	--------------------------------------	--------------------------------------	--	--

Tabla 29. Comparativa lenguajes interpretados actuales

Se ha optado por usar PHP debido a que se puede incorporar directamente en el documento HTML, estando considerado como uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento conocidos hasta el día de hoy además de que puede ser usado en la mayoría de los servidores web, en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún coste.

Una vez elegido el lenguaje de programación para desarrollar la aplicación web, necesitamos elegir una técnica de desarrollo e implementación. La tecnología más indicada de desarrollo web para nuestro caso es *Asynchronous JavaScript And XML*, también conocida como AJAX [28].

AJAX hace que las aplicaciones se ejecuten en el cliente mientras se mantiene una comunicación asíncrona con el servidor en un segundo plano, mejorando la usabilidad y velocidad de las aplicaciones ya que es posible hacer cambios en las páginas sin la necesidad de refrescarlas constantemente.

AJAX se compone principalmente de cuatro tecnologías:

- XHTML y hojas de estilos en cascada (CSS) para el diseño que acompaña a la información.
- Document Object Model (DOM) accedido con un lenguaje de scripting por parte del usuario, para mostrar e interactuar dinámicamente con la información presentada. Javascript es uno de los lenguajes de scripting más válidos para este caso.
- El objeto XMLHttpRequest para intercambiar datos de forma asíncrona con el servidor web. PHP es un lenguaje de script de uso general del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido.

- XML es el formato usado generalmente para la transferencia de datos solicitados al servidor, aunque cualquier formato puede funcionar, incluyendo HTML preformateado, texto plano, JSON <sup>[29]</sup>, etc...

Como se ha visto para usar AJAX es necesario utilizar un lenguaje de scripting como puede ser JavaScript. Para nuestra aplicación usaremos la biblioteca de JavaScript denominada JQuery <sup>[30]</sup> ya que ofrece funcionalidades que tardan menos tiempo en su ejecución y ocupan menos espacio, ya que implementadas de otra manera requerirían mucho más código.

### 4.3.3 Scripts

A la hora de realizar scripts debemos distinguir entre lenguajes interpretados y lenguajes compilados.

Los lenguajes interpretados son aquellos donde el código fuente está escrito a alto nivel y es traducido instrucción por instrucción a un lenguaje entendible por la máquina mediante un intérprete de comandos. Los más conocidos son PHP, Python, Ruby, Perl, MATLAB <sup>[31]</sup> ...

Su gran ventaja reside en que son independientes de la plataforma donde se ejecutan, siendo su desventaja el tiempo que necesitan para ser interpretados y la instalación (si procede) del intérprete de comandos correspondiente.

Los lenguajes compilados son aquellos en los cuales su código fuente escrito en alto nivel es traducido por un compilador a un archivo ejecutable entendible por la máquina donde se va a ejecutar. Entre los lenguajes compilados podemos nombrar C, C++, Objective C, Fortran, Pascal y Visual Basic.

Elegir el lenguaje de programación que más se adecue a cada sistema operativo nos facilitará mucho que la complejidad de cada script sea la menor posible, pudiendo concentrar en un script que ocupe poco tamaño un gran rendimiento para obtener datos.



Debido a que las tareas que van a realizar los scripts son trabajos cortos o tareas básicas hemos decidido que el tipo de lenguaje escogido sea interpretado. En la mayoría de casos se suele denominar con el mismo nombre al lenguaje de scripting y al intérprete de comandos encargado de ejecutar ese lenguaje.


#### 4.3.3.1 Windows

La familia de sistemas operativos Windows posee un intérprete de comandos propio denominado **Símbolo del Sistema o cmd.exe** (en inglés **Command prompt**) capaz de ejecutar archivos batch o archivos de procesamiento por lotes.

Los archivos batch son archivos de texto plano sin formato con extensión **.bat** o **.cmd** que contienen comandos que se ejecutan línea a línea.

Otros lenguajes de scripting para Windows son VBScript, JScript, Powershell, Perl, Python o Ruby, pero para poder interpretar estos lenguajes se hace necesario instalar los interpretes de comandos correspondientes como pueden ser Windows Script Host o Windows PowerShell.

En la siguiente tabla comparativa ponderaremos mejor que interprete/lenguaje elegir para desarrollar nuestro script para Windows 7:

	Interprete de comandos asociado	Requiere instalación en Windows de su intérprete de comandos	Experiencia previa	Tipo de licencia
	Windows Script Host	Instalado de forma predeterminada.	Ninguna	Software propietario (Microsoft)
	Windows PowerShell	Sí, no está instalado por defecto en Windows 7.	Ninguna	Software propietario (Microsoft)





				
	Perl	Sí, además de ser necesario un servidor como Apache.	Ninguna	Licencia GPL
	Python	Sí.	Ninguna	Licencia código abierto (Python Software Foundation License)
	Ruby	Sí	Ninguna	Software libre (Licencia Ruby compatible con GPL)

Tabla 30. Comparativa lenguajes interpretados Windows

He elegido como lenguaje interpretado Windows PowerShell <sup>[32]</sup> ya que me ha parecido el más adecuado para Windows porque es orientado a objetos, potente, permite interactuar con Windows 7 y las aplicaciones instaladas en él y permite automatizar tareas administrativas.

#### 4.3.3.2 Debian

Los sistemas operativos basados en Unix y similares como GNU/Linux (entre los que se incluye Debian) disponen de un intérprete de comandos o *Shell* que viene instalado con cada distribución.

“*Bourn Shell again*” o “*Bash*” <sup>[33]</sup> es el intérprete de comandos por defecto en la mayoría de las distribuciones de GNU con Linux. De acuerdo a esto no es necesario de disponer de una tercera opción como sería un lenguaje interpretado ya que el propio

Shell de Linux nos proporciona la interfaz para comunicarnos con el sistema operativo mediante comandos.

En Unix los scripts se pueden identificar por el sistema a través del encabezamiento en el contenido del archivo o a través de la extensión de archivo. En concreto podemos saber que el archivo se ejecutara sobre el Shell “*Bash*” mediante la cabecera `#!/bin/bash` ; o a través de la extensión del fichero `.sh`.

En el caso de nuestra aplicación y como la tarea a realizar es muy simple, se ha decidido realizar un script mediante comandos Bash ya que es muy versátil y rápido.

## 5. Implantación

En la parte de diseño se ha especificado cuales son las tecnologías usadas para desarrollar el sistema: MySQL, PHP, JavaScript, AJAX, HTML. Además necesitamos un servidor web donde alojar nuestra aplicación para que sea accesible a través de una URL por los usuarios.

Para la implantación del sistema podemos optar por dos opciones distintas: instalar cada tecnología por separado o buscar una solución global que nos provea de todas ellas.

Como instalar cada tecnología puede suponer un importante gasto en tiempo y necesita de requerimientos complejos en cuanto a la configuración necesaria dependiendo del sistema operativo donde se despliegue, se va a optar por buscar una solución global que agrupe a las tecnologías elegidas <sup>[34]</sup>.

Existen paquetes de software que contienen todo lo necesario para implantar una aplicación web. Cada uno de ellos posee unas características particulares que en función de lo que necesitemos o estemos buscando para nuestra aplicación web decantará nuestra elección a favor o en contra:

	Nombre	Base de datos	Servidor web	Lenguajes Interpretados	Tipo Licencia	Multiplataforma

	XAMPP	MySQL	Apache	PHP/Perl	Licencia GNU (gratuito)	Sí, además de ser portable.
	EasyPHP	MySQL	Apache	PHP	Licencia GNU (gratuito)	No. Sólo disponible para Windows 7/8.
	NMP Server	MySQL	Nginx	PHP	MIT License	No. Solo disponible para Windows 7/8, no requiere instalación y es portable.
	Portable Webserver	MySQL	Apache	PHP	Licencia GNU (gratuito)	No. Solo Windows 7/8.
	UwAMP	MySQL	Apache	PHP	Licencia GNU (gratuito)	No. Solo Windows 7/8.
	WPN-XM Server	MariaDB	Nginx	PHP	MIT License	No. Solo Windows 7/8.

Ilustración 16. Comparativa paquetes de software para implantación de la aplicación

El paquete de software elegido para implantar y desplegar mi aplicación web ha sido XAMPP <sup>[35]</sup> debido a que posee las tecnologías más importantes que he necesitado

para realizar la aplicación: servidor web Apache, base de datos MySQL, soporta PHP y acceso a bases de datos mediante PHPMyAdmin.

Además tiene licencia gratuita de uso, es multiplataforma y portable y es el paquete de software más usado de los que hemos nombrado en la tabla anterior por lo que siempre dispondrá de documentación en la red. También incluye otras herramientas que no he utilizado como bases de datos SQLite, servidor de correos Mercury, servidor Tomcat para servlets JSP y un servidor FTP FileZilla.

En mi opinión es la más adecuada y completa herramienta para desplegar nuestra aplicación web de todo el comparativo.

## 5.1 Manual de administrador

A continuación se va a describir el proceso de instalación y configuración de los scripts en los ordenadores de las aulas informáticas para cada sistema operativo.

### 5.1.1 Windows 7

Para instalar y configurar correctamente el script en los ordenadores con Windows 7 debemos seguir los siguientes pasos en el orden propuesto:

1. Crear una carpeta en un directorio donde únicamente tenga permisos el usuario que administra el equipo.
2. Copiar en dicha carpeta el script de recolección de datos de Windows 7.
3. Abrir el script con un editor de texto y asignar a las variables de conexión a la base de datos la IP del equipo donde reside la base de datos, nombre de usuario, contraseña de usuario y el nombre de la base de datos a la que queremos conectarnos. Para que el script pueda conectarse es necesario dar privilegios en la base de datos al usuario con el que queremos conectarnos a ella.

También es necesario modificar la ruta del fichero de salida que contendrá a modo de registro los datos que hemos recogido del ordenador.

4. Es imprescindible descargar e instalar el conector para .NET de MySQL en el ordenador, ya que de lo contrario será imposible conectar con la base de datos. En función del lenguaje de programación que se utilice existen distintos conectores que se pueden descargar en la siguiente dirección : <http://dev.mysql.com/downloads/connector/>
5. Como la ejecución de este script va a ser periódica, es decir, queremos recopilar información acerca del ordenador cada X días/horas/minutos, se hace necesario también crear una tarea en el Programador de Tareas de Windows.

Para ello abrimos el Programador de Tareas, vamos a la derecha al botón Crear Tarea, damos un nombre a la tarea para identificarla, y tendremos que elegir un desencadenador de la tarea y una acción a realizar cuando se cumpla el desencadenador.

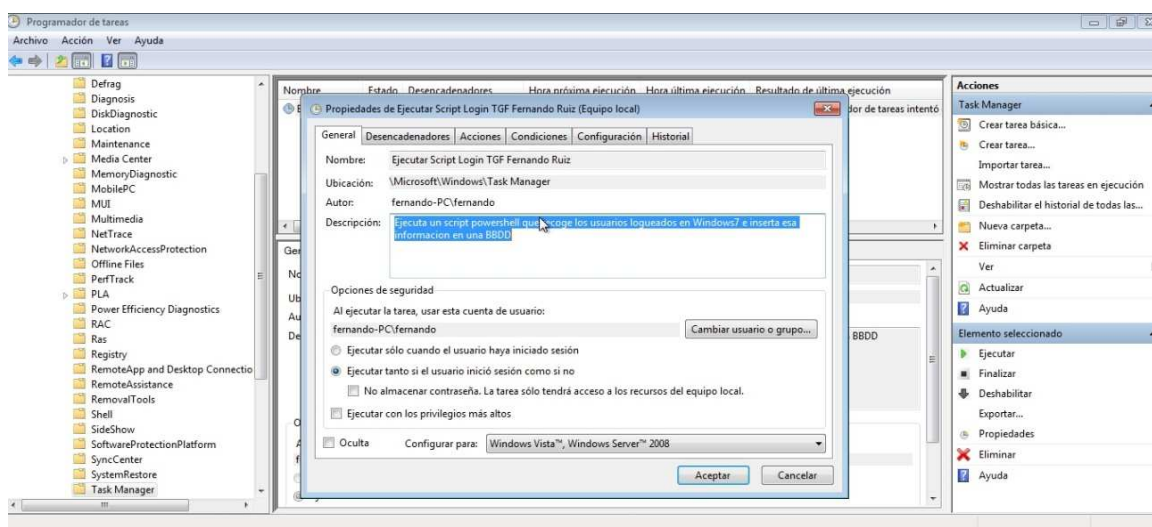


Ilustración 17. Programador de tareas Windows 7

### 5.1.2 Debian Wheezy

Para instalar y configurar correctamente el script en los ordenadores con Debian Wheezy debemos seguir los siguientes pasos en el orden propuesto:

1. Escoger la ubicación más adecuada donde crear una carpeta que contenga en su interior el script.

2. Copiar el script dentro de dicha carpeta.
3. Dar los permisos adecuados de acceso, lectura, escritura y ejecución a un usuario administrador sobre esa carpeta y su contenido.
4. Abrir el script con un editor de texto y asignar a las variables de conexión a la base de datos la IP del equipo donde reside la base de datos, nombre de usuario, contraseña de usuario y el nombre de la base de datos a la que queremos conectarnos. Para que el script pueda conectarse es necesario dar privilegios en la base de datos al usuario con el que queremos conectarnos a ella.

También es necesario modificar la ruta del fichero de salida que contendrá a modo de registro los datos que hemos recogido del ordenador.

5. En el caso de Debian no es necesario descargar ni instalar ningún tipo de conector de MySQL.
6. Para recoger datos periódicamente debemos crear una tarea que ejecute el script. En Debian podemos hacer esto mediante Crontab que es un simple archivo de texto que guarda una lista de comandos a ejecutar en un tiempo especificado por el usuario. Crontab verificará la fecha y hora en que se debe ejecutar el script o el comando, los permisos de ejecución y lo realizará la tarea en segundo plano.

Si no se tiene Crontab instalado por defecto en Debian puede instalarse mediante los siguientes comandos:

- `sudo apt-get update`
- `sudo apt-get install cron`

7. Mediante el comando `crontab -e` podemos editar el archivo de texto de Crontab para agregar las tareas que queremos ejecutar donde:
  - **m**: corresponde al minuto en que se va a ejecutar el script, el valor va de 0 a 59.

- **h:** hora exacta, se maneja el formato de 24 horas, los valores van de 0 a 23, siendo 0 las 12:00 de la medianoche.
- **dom:** hace referencia al día del mes, por ejemplo se puede especificar 15 si se quiere ejecutar cada día 15.
- **dow:** significa el día de la semana, puede ser numérico (0 a 7, donde 0 y 7 son domingo) o las 3 primeras letras del día en inglés: mon, tue, wed, thu, fri, sat, sun.
- **user:** define el usuario que va a ejecutar el comando, puede ser root, u otro usuario diferente siempre y cuando tenga permisos de ejecución del script.
- **command:** refiere al comando o a la ruta absoluta del script a ejecutar.

En cualquier caso si lo anterior resulta confuso, Crontab dispone de cadenas especiales para definir instantes de tiempo en los cuales ejecutar las tareas:

- **@reboot:** ejecuta una vez al inicio del sistema.
- **@yearly:** ejecuta solo una vez al año. Es equivalente a 0 0 1 1 \*.
- **@monthly:** ejecuta una única vez el primer día del mes. Equivale a 0 0 1 \* \*.
- **@weekly:** ejecuta en el primer minuto de la primera hora de la semana. Equivale a 0 0 \* \* \*.
- **@hourly:** ejecuta el primer minuto de cada hora. Equivale a 0 \* \* \* \*.



```

fernando@debian: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
GNU nano 2.2.6 Fichero: /tmp/crontab.m5L7JE/crontab
# daemon's notion of time and timezones.
#
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow   command
00 17 * * * /home/fernando/Escritorio/obtener_logueados_debian.sh

```

<sup>^</sup>G Ver ayuda   <sup>^</sup>O Guardar   <sup>^</sup>R Leer Fich   <sup>^</sup>Y Pág Ant   <sup>^</sup>K CortarTxt   <sup>^</sup>C Pos actual  
<sup>^</sup>X Salir   <sup>^</sup>J Justificar   <sup>^</sup>W Buscar   <sup>^</sup>V Pág Sig   <sup>^</sup>U PegarTxt   <sup>^</sup>T Ortografía

Ilustración 18. Edición de tareas en el archivo Crontab

## 6. Planificación y presupuesto

En los siguientes apartados se describe la planificación seguida en el desarrollo del proyecto así como un desglose detallado del presupuesto del mismo.

### 6.1 Planificación

Para la planificación del proyecto se ha considerado que se trabaja de media 4 horas al día en días laborables, y exceptuando fines de semana.

La duración del proyecto ha sido de aproximadamente 6 meses, dando su comienzo en Enero de 2015 y finalizando a principios de Junio de 2015. En ocasiones se ha producido cierto retraso en algunas fases del proyecto debido a que se ha desarrollado mientras se cursaban asignaturas en la Universidad, teniendo que compaginar el trabajo de fin de grado con prácticas y exámenes.



Apellidos y Nombre	Concepto	Salario/Hora	Estimación días	Horas trabajadas por día	Coste total
Ruiz del Moral Medina, Fernando	Ingeniero	20,00€/hora	110 días	4 horas/día	8800 €
<b>TOTAL COSTES PERSONAL</b>					<b>8800 €</b>

Tabla 31. Costes de personal

### 6.2.2 Costes de equipos

En este apartado se especifican los dispositivos utilizados durante el desarrollo del proyecto y sus respectivos precios.

EQUIPOS					
Concepto	Cantidad	Coste unitario	Amortización unidad/mes <sup>1</sup>	Meses amortización	Coste total
PC Notebook HP 15-r003ns (ENERGY STAR)	1	600€	12,5 €	6	75 €
<b>TOTAL COSTES EQUIPOS</b>					<b>75 €</b>

Tabla 32. Costes de equipos

### 6.2.3 Costes de software

En este apartado se describe el software utilizado en el desarrollo del proyecto y los respectivos precios de cada licencia.

SOFTWARE			
Concepto	Cantidad	Coste unitario	Coste total
Microsoft Windows 8.1	1	119€/unidad (IVA incluido)	119 €

<sup>1</sup> La amortización de los equipos informáticos es de 4 años

Microsoft Windows 7 Professional	1	149€/unidad (IVA incluido)	149 €
Microsoft Office 2010 Professional	1	420€/unidad (IVA incluido)	420 €
Microsoft Project 2010 Professional	1	496,01€/unidad (IVA incluido)	496,01 €
Debian Wheezy 7.0	1	0€/unidad (IVA incluido)	0 €
Oracle VM Virtual Box 4.3	1	0€/unidad (IVA incluido)	0 €
XAMPP 3.2.1	1	0€/unidad (IVA incluido)	0 €
Adobe Dreamweaver	1	45,50€/unidad (IVA incluido)	45,50€
<b>TOTAL COSTES SOFTWARE</b>			<b>1229,51 €</b>

Tabla 33. Costes de software

#### 6.2.4 Otros costes asociados al proyecto

En este apartado se van a catalogar otro tipo de costes que se han de tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto. Como otros costes tenemos el gasto en combustible para desplazamientos al Campus de Leganés desde mi lugar de residencia (Toledo), la electricidad necesaria para el desarrollo del sistema, disponer de conexión a internet en mi lugar de residencia, etc...

Concepto	Cantidad	Coste unitario	Coste total
----------	----------	----------------	-------------

Desplazamientos a la universidad	8 desplazamientos	20€/desplazamiento	160€
Electricidad	6 meses	18€/mes	108€
Conexión a Internet	6 meses	50€/mes	300€
<b>TOTAL OTROS COSTES INVENTARIABLES</b>			<b>568 €</b>

Tabla 34. Otros costes asociados al proyecto

### 6.2.5 Coste total del proyecto

En este apartado se calcula el coste total del proyecto sumando los costes de los apartados anteriores y añadiendo un porcentaje de riesgo y beneficio al proyecto, así como el correspondiente porcentaje de IVA actual (21%).

CONCEPTO	TOTAL
Costes de personal	8800€
Costes de equipos	75€
Costes de software	1229,51€
Otros costes asociados al proyecto	572€
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10676,51€</b>
Riesgo (15%)	1601,48€
Beneficio (25%)	2669,13€
<b>Total</b>	<b>14947,12€</b>
IVA (21%)	3138,89€
<b><u>TOTAL PROYECTO CON IVA</u></b>	<b>18086,01€</b>

Tabla 35. Coste total del proyecto

## 7. Resultado del uso de la herramienta en el Departamento de Informática

En este apartado se van a analizar los datos mostrados en la aplicación web y a partir de ese análisis se obtendrán una serie de conclusiones interesantes y que podrán ser tenidas en cuenta por los administradores de las aulas informáticas.

Antes de entrar a analizar los datos de ambos sistemas operativos es necesario resaltar que en el caso de Windows 7 se disponen de registros de datos desde el primer arranque del ordenador, es decir desde Julio del año 2014 hasta Junio del año 2015. En cambio en el caso de Debian Wheezy se genera un fichero con datos de encendido, apagado, conexión y desconexión mes a mes (y se borran los ficheros del mes anterior) por lo que únicamente se disponen de registros de datos a partir de Enero de 2015 hasta Junio de 2015.

Para el análisis en este documento de los datos de ambos sistemas operativos se va a escoger un mismo periodo de tiempo, en concreto se hará una búsqueda general cuyo mes será Abril y el año será el actual en el que nos encontramos (2015).

### 7.1 Resultado de uso en Windows 7

La primera información que podemos ver en la aplicación web cuando hacemos una búsqueda general con Windows 7 como sistema operativo son dos tablas con información relativa al periodo de tiempo seleccionado en los desplegados.

Seleccionar: <input type="text" value="Windows 7"/> <input type="text" value="2015"/> <input type="text" value="Abril"/> <input type="button" value="Buscar"/>					
Mes seleccionado	Aula seleccionada	Equipo seleccionado	Primera información disponible	Última información disponible	
Abril 2015	No disponible	No disponible	06-Apr-2015 10:11	30-Apr-2015 9:36	

Datos disponibles de Abril 2015					
Usuarios únicos	Total Visitas Usuarios	Total Máquinas Usadas	Total Horas Usuarios Conectados	Duración Media Conexión	Total de horas encendido vs Total de horas en uso
263	976	43	99 horas 16 minutos	0 horas 18 minutos	114 horas 55 minutos (53.65%) VS 99 horas 16 minutos (46.35%)

Ilustración 20. Tabla información uso Windows 7 Abril 2015

En la tabla superior observamos información sobre el mes seleccionado, la fecha del primer dato o tupla en la base de datos con información de ese mes y ese sistema operativo y la fecha del último dato o tupla de la base de datos con información de ese mes y sistema operativo que se ha seleccionado. En este caso al ser una búsqueda general, no hemos seleccionado ningún aula ni equipo de aula por lo que esos campos aparecen como información no disponible.

En la tabla inferior aparecen datos concretos acerca del uso en conjunto de ordenadores con Windows 7 durante el mes de Abril del año 2015.

En la primera columna dicha tabla tenemos el número de usuarios únicos que se han conectado a Windows 7 durante ese mes, obteniendo un total de 263 usuarios únicos. Esos 263 usuarios únicos han podido conectarse más de una vez en más de un ordenador distinto por lo que en la segunda columna se han calculado el total de visitas en Windows 7 en el mes de Abril de 2015 teniendo un total de 976 visitas totales.

La tercera columna indica el número de máquinas que han sido usadas, es decir el número de máquinas en las cuales se han conectado los usuarios, y excluyendo las máquinas que han estado encendidas (y por tanto tenemos datos acerca de ellas en la base de datos) pero no han sido usadas. En resumen el número de máquinas usadas han sido de 43 sobre un total de 89 máquinas o equipos que componen todas las aulas, por

lo que la ocupación del total de máquinas disponibles en las aulas podemos decir que ha sido de casi un 50% durante el mes de Abril de 2015.

La cuarta columna hace referencia al número total de horas que el conjunto de visitas de usuarios ha estado conectado en la máquina dando un total de casi 100 horas en ese mes, en concreto 99 horas y 16 minutos. Esta columna es útil para por ejemplo, saber qué meses se usan más los equipos por parte de los usuarios, poder preparar y anticipar posibles puestas a punto de las máquinas de las aulas para esa fecha (ya que su uso va a ser mayor), proveer de más recursos a un sistema operativo por encima de otro, etc ...

En la quinta columna tenemos calculada la media del tiempo que está conectado cada usuario en la máquina, dando una media de 18 minutos de uso por usuario en Abril de 2015.

La sexta y última columna compara el tiempo y el porcentaje de tiempo que los ordenadores con Windows 7 han estado encendidos sin ser usados frente al tiempo que los ordenadores con Windows 7 han estado encendidos y usándose por los usuarios. En total los ordenadores han estado encendidos sin uso 114 horas y han estado siendo usados durante casi 100 horas en el mes de Abril; es decir, los ordenadores han estado algo más de la mitad del tiempo (53.65%) encendidos sin usarse y desaprovechando energía (electricidad) y por consiguiente desaprovechando también el dinero que cuesta esa energía.

Posteriormente a estas dos tablas se muestra una gráfica de barras que identifica los encendidos, apagados, conexiones y desconexiones que se han dado lugar por cada mes del año seleccionado, o dicho en otros términos un histórico mensual mediante gráficas. De esta manera podemos observar la tendencia del uso de los ordenadores con Windows 7 durante el año incluyendo el mes elegido.





Ilustración 21. Gráfica histórico mensual Windows 7

La línea roja que acota la gráfica por encima no está incluida en la aplicación web, y únicamente se ha incluido en este documento para resaltar como el uso de los ordenadores con Windows 7 coincide con el inicio, transcurso y final del cuatrimestre. Dicho de otra manera, al principio del cuatrimestre (Enero) hay poca actividad en los ordenadores de las aulas ya que aún no se han presentado ni realizado prácticas, durante la mitad del cuatrimestre (Febrero, Marzo, Abril) se observa un incremento del uso de los ordenadores que se mantiene durante esos meses y decrece algo en el final del cuatrimestre (Mayo), que es cuando ya se están entregando o se han entregado las últimas prácticas de la mayoría de las asignaturas que requieren del uso de estos ordenadores.

Debajo de la gráfica anterior se ha colocado una tabla que representa exactamente lo mismo que la gráfica pero con datos más exactos y con los mismos campos que la tabla de información del mes. Además se incluye una fila que resume con el cálculo total el uso de los ordenadores, en la cual se observa que podemos afirmar que en total a lo largo del segundo cuatrimestre se han conectado a los ordenadores 1184 usuarios distintos, con un total de 3910 conexiones en 216 ordenadores (pueden ser sobre el mismo ordenador o no, ya que hay los mismos ordenadores cada mes) resultando en un total de 476 horas de conexión en las máquinas.

En el total de horas que los ordenadores han estado encendidos contabilizamos que en un 57.31% de esas horas los ordenadores no han sido usados durante el cuatrimestre mientras que un 42.7 % de las horas totales si han sido utilizados. Estos datos nos dan una idea de que la mayoría del tiempo la utilización de los recursos de las aulas no se usan, y son útiles para intentar buscar soluciones que permitan al Laboratorio de Informática ahorrar dinero en su mantenimiento. Por ejemplo se podría realizar un apagado selectivo a ciertas horas en ciertos ordenadores durante el principio o final de cuatrimestre, que son los periodos en los cuales menos gente usa las aulas informáticas.

Estadísticas disponibles						
	Usuarios únicos	Total Visitas Usuarios	Total Máquinas Usadas	Total Horas Usuarios Conectados	Duracion Media Conexión	Total de horas encendido vs Total de horas en uso
Enero	134	334	40	79 horas 10 minutos	0 horas 43 minutos	122 horas 43 minutos (60.78%) VS 79 horas 10 minutos (39.22%)
Febrero	265	1020	42	105 horas 57 minutos	0 horas 19 minutos	137 horas 57 minutos (56.56%) VS 105 horas 57 minutos (43.44%)
Marzo	294	835	42	96 horas 32 minutos	0 horas 17 minutos	116 horas 52 minutos (54.76%) VS 96 horas 32 minutos (45.24%)
Abril	263	976	43	99 horas 16 minutos	0 horas 18 minutos	114 horas 55 minutos (53.65%) VS 99 horas 16 minutos (46.35%)
Mayo	222	736	41	91 horas 7 minutos	0 horas 28 minutos	131 horas 52 minutos (59.14%) VS 91 horas 7 minutos (40.86%)
Junio	6	9	8	4 horas 6 minutos	0 horas 35 minutos	14 horas 53 minutos (78.4%) VS 4 horas 6 minutos (21.6%)
Total	1184	3910	216	476 horas 10 minutos	0 horas 22 minutos	639 horas 15 minutos (57.31%) VS 476 horas 10 minutos (42.69%)

Ilustración 22. Tabla histórico mensual Windows 7

Después de la tabla de histórico mensual sigue la gráfica de histórico diario, en la que podemos ver el uso diario de las aulas con Windows 7. Los círculos en rojo coinciden con las vacaciones de semana santa y con los distintos fines de semana de Abril, en los cuales observamos que hay una actividad nula debido a que la Universidad está cerrada. También se observa un incremento de la actividad de uso a partir del día 20 de Abril muy probablemente debido a la entrega final de algunas prácticas en esos días y también de cara a la presentación de algunas prácticas cuya entrega estaba planificada en las primeras semanas de Mayo de 2015.

## ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y USO DE AULAS INFORMÁTICAS

Historico Diario

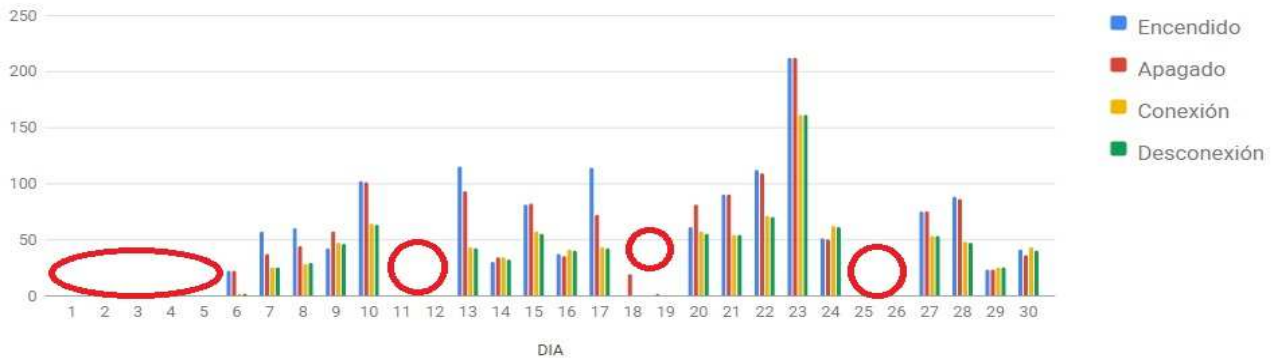


Ilustración 23. Gráfica histórico diario Abril 2015-Windows 7

Para finalizar se tiene una tabla con datos diarios para analizar individualmente cada día del mes elegido, así como una fila con el cálculo total.

Results						
Dias	Usuarios únicos	Total Visitas Usuarios	Total Máquinas Usadas	Total Horas Usuarios Conectados	Duracion Media Conexión	Total de horas encendido vs Total de horas en uso
6	2	2	23	0 horas 9 minutos	0 horas 4 minutos	2 horas 10 minutos (93.05%) VS 0 horas 9 minutos (6.95%)
7	18	26	40	4 horas 57 minutos	0 horas 19 minutos	7 horas 16 minutos (59.48%) VS 4 horas 57 minutos (40.52%)
8	28	29	36	5 horas 34 minutos	0 horas 27 minutos	7 horas 3 minutos (55.92%) VS 5 horas 34 minutos (44.08%)
9	41	48	41	5 horas 4 minutos	0 horas 21 minutos	8 horas 23 minutos (62.34%) VS 5 horas 4 minutos (37.66%)
10	54	65	39	4 horas 40 minutos	0 horas 13 minutos	7 horas 5 minutos (60.32%) VS 4 horas 40 minutos (39.68%)
13	34	44	43	4 horas 30 minutos	0 horas 11 minutos	7 horas 9 minutos (61.39%) VS 4 horas 30 minutos (38.61%)
14	24	35	24	5 horas 23 minutos	0 horas 20 minutos	6 horas 39 minutos (55.21%) VS 5 horas 23 minutos (44.79%)
15	39	58	42	4 horas 24 minutos	0 horas 11 minutos	6 horas 50 minutos (60.78%) VS 4 horas 24 minutos (39.22%)
16	42	42	25	6 horas 52 minutos	0 horas 27 minutos	7 horas 22 minutos (51.76%) VS 6 horas 52 minutos (48.24%)
17	39	44	43	5 horas 25 minutos	0 horas 21 minutos	10 horas 45 minutos (66.45%) VS 5 horas 25 minutos (33.55%)
18	0	0	20	0 horas 0 minutos	0 horas 0 minutos	0 horas 0 minutos (0%) VS 0 horas 0 minutos (0%)
19	0	0	1	0 horas 0 minutos	0 horas 0 minutos	0 horas 0 minutos (0%) VS 0 horas 0 minutos (0%)
20	25	58	38	6 horas 28 minutos	0 horas 24 minutos	5 horas 36 minutos (46.4%) VS 6 horas 28 minutos (53.6%)
21	30	55	41	5 horas 2 minutos	0 horas 21 minutos	7 horas 10 minutos (58.7%) VS 5 horas 2 minutos (41.3%)
22	51	72	40	6 horas 29 minutos	0 horas 9 minutos	9 horas 7 minutos (58.42%) VS 6 horas 29 minutos (41.58%)
23	44	162	42	5 horas 37 minutos	0 horas 14 minutos	8 horas 41 minutos (60.71%) VS 5 horas 37 minutos (39.29%)
24	47	63	34	6 horas 46 minutos	0 horas 16 minutos	6 horas 56 minutos (50.66%) VS 6 horas 46 minutos (49.34%)
27	26	54	33	5 horas 30 minutos	0 horas 20 minutos	7 horas 39 minutos (58.15%) VS 5 horas 30 minutos (41.85%)
28	21	49	42	6 horas 21 minutos	0 horas 22 minutos	8 horas 53 minutos (58.31%) VS 6 horas 21 minutos (41.69%)
29	19	26	17	5 horas 1 minutos	0 horas 33 minutos	6 horas 29 minutos (56.37%) VS 5 horas 1 minutos (43.63%)
30	41	44	27	4 horas 56 minutos	0 horas 21 minutos	5 horas 42 minutos (53.6%) VS 4 horas 56 minutos (46.4%)
Total	625	976	691	99 horas 16 minutos	0 horas 18 minutos	137 horas 5 minutos (58%) VS 99 horas 16 minutos (42%)

Ilustración 24. Tabla histórico diario Abril 2015-Windows 7

## 7.2 Resultado de uso en Debian Wheezy

Para el caso de los ordenadores con sistema operativo Debian Wheezy tenemos casos similares al uso de Windows 7 en algunos aspectos pero con diferencias interesantes en otros.

Seleccionar:

Mes seleccionado	Aula seleccionada	Equipo seleccionado	Primera información disponible	Última información disponible
Abril 2015	No disponible	No disponible	06-Apr-2015 10:10	30-Apr-2015 9:58

Datos disponibles de Abril 2015					
Usuarios únicos	Total Visitas Usuarios	Total Máquinas Usadas	Total Horas Usuarios Conectados	Duración Media Conexión	Total de horas encendido vs Total de horas en uso
224	854	52	1478 horas 28 minutos	1 horas 43 minutos	2332 horas 23 minutos (61.21%) VS 1478 horas 28 minutos (38.79%)

Ilustración 25. Tabla información uso Debian Wheezy-Abril 2015

Observamos que los números en cuanto a usuarios únicos, visitas totales de usuarios y maquinas totales usadas son muy cercanos o parecidos a los obtenidos para Windows 7 en el mismo mes del mismo año. Las diferencias vienen cuando nos fijamos en el número de horas que los usuarios han estado conectados en Debian Wheezy, ya que este supera con mucho las horas totales de conexión en Windows 7, siendo 1478 horas de conexión en el sistema operativo de Debian.

También la duración media de la conexión aumenta considerablemente y esto puede explicarse por dos causas: la primera es que las prácticas más complejas (véase Diseño de Sistemas Operativos en el Grado en Ingeniería Informática) son desarrolladas en Debian Wheezy y requieren de mucho tiempo de pruebas y depuración lo que hace que el usuario permanezca conectado más tiempo que en Windows 7. La segunda causa en mi opinión está relacionada con la primera y es que en muchas asignaturas existen clases extra para tratar dudas sobre las prácticas lo que contribuye a usar también los ordenadores con Debian Wheezy para resolverlas con los profesores de cada asignatura.

En cuanto a la última columna obtenemos que los ordenadores han estado encendidos (sin uso y con él) casi un total de 3811 horas (una cantidad muy grande de horas por mes), estando en términos absolutos un 61% de este tiempo sin usar y casi un 39% usándose.

Luego tenemos la gráfica de barras mensual en la que vemos una situación similar del cuatrimestre que en Windows 7: en Enero hay poca actividad por el inicio del

cuatrimestre, se incrementa en Febrero con la presentación de las primeras prácticas, decrece mínimamente los encendidos y apagados pero se incrementan las conexiones y desconexiones en Marzo, en Abril tenemos un pico de uso y finalmente en Mayo y Junio volvemos a tener poca actividad por el final del cuatrimestre, entrega de prácticas y comienzo de épocas de exámenes.

Historico Mensual

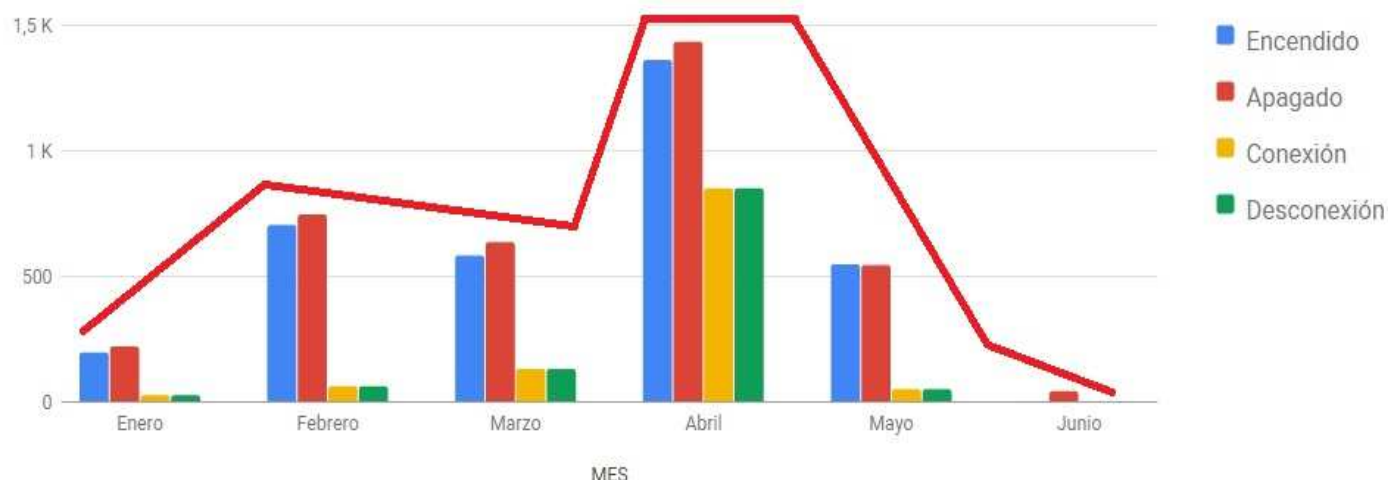


Ilustración 26. Tabla histórico mensual Debian Wheezy

En la siguiente tabla de histórico mensual podemos discernir cada mes del año seleccionado el número de usuarios únicos que han utilizado los ordenadores, las visitas totales de usuarios, el total de horas de conexión a esos ordenadores en Debian Wheezy, la duración media de uso por usuario y el comparativo de horas de encendido frente al número de horas que han estado usándose.

Estadísticas disponibles						
	Usuarios únicos	Total Visitas Usuarios	Total Máquinas Usadas	Total Horas Usuarios Conectados	Duración Media Conexión	Total de horas encendido vs Total de horas en uso
Enero	21	30	16	76 horas 36 minutos	2 horas 33 minutos	391 horas 49 minutos (83.73%) VS 76 horas 36 minutos (16.27%)
Febrero	50	66	23	532 horas 26 minutos	8 horas 4 minutos	1719 horas 16 minutos (76.37%) VS 532 horas 26 minutos (23.63%)
Marzo	70	135	26	242 horas 6 minutos	1 horas 47 minutos	1408 horas 31 minutos (85.33%) VS 242 horas 6 minutos (14.67%)
Abril	224	854	52	1478 horas 28 minutos	1 horas 43 minutos	2332 horas 23 minutos (61.21%) VS 1478 horas 28 minutos (38.79%)
Mayo	32	54	28	794 horas 36 minutos	14 horas 42 minutos	3299 horas 10 minutos (80.6%) VS 794 horas 36 minutos (19.4%)
Total	397	1139	145	3124 horas 13 minutos	2 horas 44 minutos	12249 horas 9 minutos (79.68%) VS 3124 horas 13 minutos (20.32%)

Ilustración 27. Tabla histórico mensual Debian Wheezy

Después volvemos a tener la gráfica de barras de histórico diario en donde observamos los mismos periodos sin actividad que en Windows 7, es decir Semana Santa (coincidente en Abril en 2015) y fines de semana. También existen dos periodos de máxima actividad a la vuelta de semana santa (probablemente por entrega de prácticas) y a la semana del 20 de Abril (probablemente por presentaciones de prácticas de cara a entregarlas en Mayo).

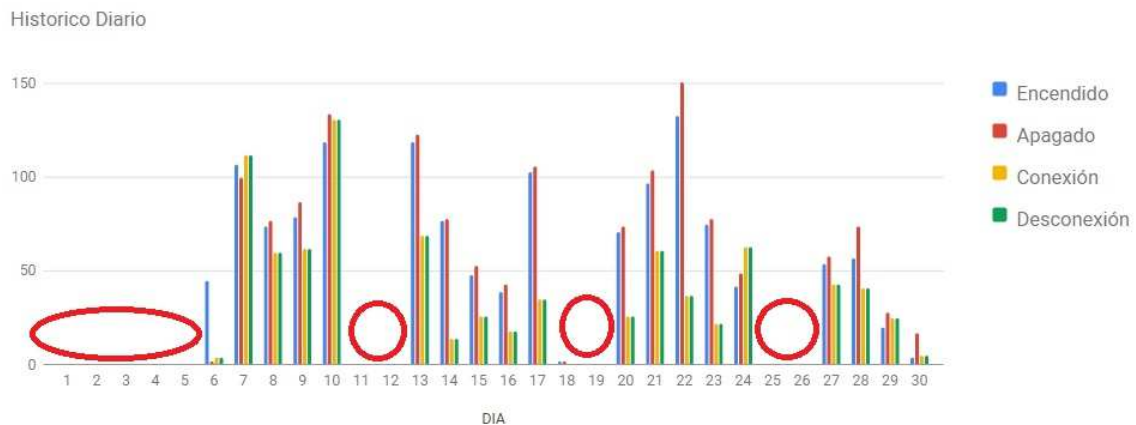


Ilustración 28. Gráfica histórico diario Abril 2015-Debian Wheezy



Para finalizar se tiene una tabla con datos diarios para analizar individualmente cada día del mes elegido, así como una fila con el cálculo total.

Results						
Dias	Usuarios únicos	Total Visitas Usuarios	Total Máquinas Usadas	Total Horas Usuarios Conectados	Duración Media Conexión	Total de horas encendido vs Total de horas en uso
6	2	1	4	0 horas 15 minutos	0 horas 3 minutos	1 horas 44 minutos (87.2%) VS 0 horas 15 minutos (12.8%)
7	68	97	35	177 horas 8 minutos	1 horas 34 minutos	112 horas 25 minutos (40.87%) VS 177 horas 8 minutos (59.13%)
8	45	49	33	158 horas 54 minutos	2 horas 38 minutos	137 horas 42 minutos (46.43%) VS 158 horas 54 minutos (53.57%)
9	38	47	31	146 horas 27 minutos	2 horas 21 minutos	175 horas 20 minutos (54.49%) VS 146 horas 27 minutos (45.51%)
10	71	111	43	233 horas 9 minutos	1 horas 46 minutos	324 horas 29 minutos (58.19%) VS 233 horas 9 minutos (41.81%)
13	42	61	30	150 horas 10 minutos	2 horas 10 minutos	160 horas 34 minutos (51.67%) VS 150 horas 10 minutos (48.33%)
14	10	12	10	12 horas 58 minutos	0 horas 55 minutos	106 horas 5 minutos (89.1%) VS 12 horas 58 minutos (10.9%)
15	20	21	20	38 horas 8 minutos	1 horas 28 minutos	88 horas 15 minutos (69.83%) VS 38 horas 8 minutos (30.17%)
16	13	15	13	25 horas 2 minutos	1 horas 23 minutos	48 horas 47 minutos (66.09%) VS 25 horas 2 minutos (33.91%)
17	28	30	25	43 horas 18 minutos	1 horas 14 minutos	201 horas 59 minutos (82.35%) VS 43 horas 18 minutos (17.65%)
Total	550	719	398	1478 horas 28 minutos	1 horas 43 minutos	2332 horas 23 minutos (61.2%) VS 1478 horas 28 minutos (38.8%)

Ilustración 29. Tabla histórico diario Abril 2015-Debian Wheezy

Para finalizar este apartado acerca del Resultado del uso de la herramienta en el Departamento de Informática resaltar que gracias a esta herramienta se ha sido capaz de demostrar (aunque se pueda llegar a saber de forma razonada) que existen ciertos periodos en los cuales no se usan las aulas informáticas (por ejemplo fines de semana) y que existen también periodos de mayor actividad y uso de dichas aulas.

## 8. Conclusiones y líneas futuras

En este apartado se describen las conclusiones obtenidas a lo largo del proyecto y se expondrán las posibles líneas futuras como continuación del mismo.

### 8.1 Conclusiones

Este proyecto comenzó con la idea por parte del alumno de que estuviera relacionada con el protocolo LDAP, pero se desechó esta primera idea debido a que ya existía un servidor LDAP instalado para las aulas de la universidad. Es por ello, que se propusieron varias alternativas como temática del Trabajo de Fin de Grado y se eligió

como más apropiada, necesaria y útil la temática de monitorizar el uso de los ordenadores de las aulas informáticas de la Universidad Carlos III de Madrid.

La principal conclusión obtenida tras finalizar el proyecto es que se ha conseguido recopilar información acerca del uso de los ordenadores de las aulas informáticas, siendo posible su consulta a través de una aplicación web. De esta manera se podrá saber de manera más fehaciente qué ordenadores y qué aulas son las más usadas, repercutiendo positivamente en el aspecto económico, ya que permite anticipar el mantenimiento de equipos, horarios de más uso, consumo de electricidad, etc...

También se ha logrado los objetivos secundarios de realizar dos scripts que seleccionen y obtengan la información de cada ordenador y la envíen a una base de datos central, así como mostrar la información obtenida de manera ordenada y sencilla al usuario.

Se hace necesario comentar que este proyecto ha sido realizado durante todo un cuatrimestre mientras se cursaba una asignatura de la carrera de Grado de Ingeniería Informática, por lo que en ocasiones ha sido difícil dedicarle todo el tiempo necesario o estimado en ese momento.

Ha sido un proyecto complicado en los inicios, ya que se desconocía en qué lugares del sistema operativo debían obtenerse los datos y en que formato estaban almacenados estos, lo cual requirió de un tiempo de adaptación, estudio y pruebas hasta asegurar que los datos eran los que se pretendían conocer. Entre otras dificultades también se encuentra el cálculo de los datos para mostrarlos en la herramienta web, que ha requerido de un cuidado especial y multitud de código extra debido a que en ocasiones se obtienen datos inconexos o no válidos, o los datos no son del mismo tipo ni el mismo formato para cada sistema operativo.

Finalmente y como conclusiones personales comentar que se ha aprendido a trabajar con tecnologías desconocidas hasta el momento de realizar este proyecto, a ser proactivo en las ocasiones que el proyecto lo demandaba, y se han aplicado infinidad de conocimientos obtenidos durante la carrera.



También considero que la herramienta realizada y sus posteriores mejoras (si estas se producen) serán útiles y repercutirán en un adecuado control del aprovechamiento de los recursos disponibles en el Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid.

## 8.2 Líneas futuras

En este apartado se proponen varios trabajos futuros para mejorar la herramienta:

- **Diseño web adaptable:** también denominado *Responsive Web Design*, para adaptar la herramienta al tipo de dispositivo en el que se esté visualizando.
- **Realizar un diseño más profesional de la herramienta web:** se propone actualizar el diseño de la herramienta y su implementación adaptándolo a lenguajes de programación más profesionales.
- **Realizar un mapa grafico de las aulas:** se propone añadir un mapa gráfico que simule la distribución de las aulas y que al pasar el ratón por encima de cada ordenador se muestren unos datos principales.
- **Mejorar la precisión de los datos obtenidos y su cálculo:** se propone mejorar los datos que se obtienen de cada sistema operativo para facilitar que el cálculo sea lo más sencillo posible, redundando en menos código. También se propone obtener los mismos datos pero con menos carga de computación y de otra manera externa a los ordenadores.
- **Nuevos datos:** se propone estudiar qué nuevos datos pueden ser útiles de obtener en el futuro para hacer más completa la herramienta.
- **Monitorizar el uso otras aulas:** se propone mejorar la herramienta para monitorizar el uso de otro tipo de aulas. Por ejemplo su uso en otros departamentos y en aulas generales de la universidad.

## 9. Acrónimos y abreviaturas

- **LDAP:** Lightweight Directory Access Protocol
- **TFG:** Trabajo de Fin de Grado
- **GNU:** GNU is not Unix

- **AwStats:** Advanced Web Statistics
- **FTP:** File Transfer Protocol
- **BSD:** Berkeley Software Distribution
- **Microsoft IIS:** Microsoft Internet Information Services
- **GPL:** General Public License
- **GATC:** Google Analytics Tracking Code
- **URL:** Uniform Resource Locator
- **IPv4:** Internet Protocol version 4
- **IPv6:** Internet Protocol version 6
- **HTML:** HyperText Markup Language
- **DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol
- **SSH:** Secure Shell
- **NIA:** Numero Identificación Alumno
- **SGBD:** Sistema Gestor de Bases de Datos
- **PHP:** PHP Hypertext Pre-processor
- **T-SQL:** Transact-SQL
- **ANSI SQL:** American National Standards Institute SQL
- **MSDE:** Microsoft SQL Server Data Engine
- **CSS:** Cascading Style Sheets
- **ASP:** Active Server Pages
- **AJAX:** Asynchronous JavaScript And XML
- **XHTML:** eXtensible HyperText Markup Language
- **DOM:** Document Object Model
- **JSON:** JavaScript Object Notation
- **MATLAB:** MATrix LABoratory
- **XML:** eXtensible Markup Language
- **MIT:** Massachusetts Institute of Technology
- **JSP:** Java Servlet Pages
- **IP:** Internet Protocol
- **CGI:** Common Gateway Interface

## 10. Bibliografía

- [1] Enciclopedia sobre Lightweight Directory Access Protocol, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_Ligero\\_de\\_Acceso\\_a\\_Directorios](https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_Ligero_de_Acceso_a_Directorios).
- [2] Página Web Laboratorio Departamento Informática UC3M, 2015. Disponible: <http://www.lab.inf.uc3m.es/>.
- [3] Página Web Universidad Carlos III de Madrid, 2015. Disponible: <http://www.uc3m.es/Inicio>.
- [4] Página Web AWStats, 2015. Disponible: <http://www.awstats.org/>.
- [5] Enciclopedia sobre Perl, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Perl>.
- [6] Enciclopedia sobre General Public License, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/GNU\\_General\\_Public\\_License](https://es.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License).
- [7] Enciclopedia sobre File Transfer Protocol, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/File\\_Transfer\\_Protocol](https://es.wikipedia.org/wiki/File_Transfer_Protocol).
- [8] Enciclopedia sobre Servidor Apache, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor\\_HTTP\\_Apache](https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache).
- [9] Enciclopedia sobre Microsoft Internet Informatin Services, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Information\\_Services](https://es.wikipedia.org/wiki/Internet_Information_Services).
- [10] Enciclopedia sobre Google, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Google>.
- [11] Enciclopedia sobre JavaScript, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/JavaScript>.
- [12] Página Web Google Analytycs, 2015. Disponible: <http://www.google.es/intl/es/analytics/>.
- [13] Página Web WebAlizer, 2015. Disponible: <http://www.webalizer.org/>.
- [14] Enciclopedia sobre PHP, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/PHP>.
- [15] Enciclopedia sobre MySQL, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
- [16] Página Web Piwik, 2015. Disponible: <http://piwik.org/>.

[17] Enciclopedia sobre Android, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Android>.

[18] Enciclopedia sobre iOS, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/IOS>.

[19] Página Web W3Perl, 2015. Disponible: <http://www.w3perl.com/>.

[20] Enciclopedia sobre Debian Wheezy, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Debian\\_Wheezy](https://es.wikipedia.org/wiki/Debian_Wheezy).

[21] Enciclopedia sobre Windows 7, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Windows\\_7](https://es.wikipedia.org/wiki/Windows_7).

[22] Enciclopedia sobre Google Chrome, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Google\\_Chrome](https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Chrome).

[23] Página Web Sistemas gestores de bases de datos mas utilizados, 2015. Disponible: <http://db-engines.com/en/ranking>.

[24] Enciclopedia sobre Oracle Database, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Oracle\\_Database](https://es.wikipedia.org/wiki/Oracle_Database).

[25] Enciclopedia sobre Microsoft SQL Server, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_SQL\\_Server](https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server).

[26] Enciclopedia sobre Active Server Pages, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Active\\_Server\\_Pages](https://es.wikipedia.org/wiki/Active_Server_Pages).

[27] Enciclopedia sobre Python,» 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Python>.

[28] Enciclopedia sobre Asynchronous JavaScript And XML, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/AJAX>.

[29] Enciclopedia sobre JavaScript Object Notation, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/JSON>.

[30] Enciclopedia sobre JQuery, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/JQuery>.

[31] Enciclopedia sobre MATLAB, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/MATLAB>.

[32] Enciclopedia sobre Windows Powershell, 2015. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Windows\\_PowerShell](https://es.wikipedia.org/wiki/Windows_PowerShell).

[33] Enciclopedia sobre Bash, 2015. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bash>.

- [34] Aplicaciones para montar servidores web en local, 2015. Disponible:  
<http://www.emezeta.com/articulos/15-aplicaciones-para-montar-servidores-web-en-local>.
- [35] Página Web XAMPP, 2015. Disponible: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>.