



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
*Escuela Politécnica Superior (Jaén)*

Proyecto Fin de Carrera

# **SISTEMA DE RECOMENDACIÓN DE RESTAURANTES GEORREFERENCIADOS**

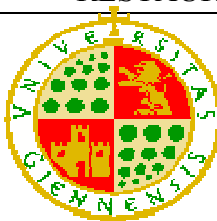
**Alumno: Antonio Araque Ibáñez**

Tutores: Dr. D. Luis Martínez López  
D<sup>a</sup>. Macarena Espinilla Estévez

Dpto: Informática  
Área: Lenguajes y Sistemas Informáticos

**Septiembre, 2008**





Universidad de Jaén  
Escuela Politécnica Superior de Jaén  
Departamento de Informática

Dr. D. Luis Martínez López y D<sup>a</sup>. Macarena Espinilla Estévez, tutores del Proyecto Fin de Carrera titulado: SISTEMA DE RECOMENDACIÓN DE RESTAURANTES GEORREFERENCIADOS que presenta D. Antonio Araque Ibáñez, autorizan su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre 2008

El alumno:

Los Tutores:

D. Antonio Araque Ibáñez

Dr. D: Luis Martínez López

D<sup>a</sup>. Macarena Espinilla Estévez



---

# SISTEMA DE RECOMENDACIÓN DE RESTAURANTES GEORREFERENCIADOS

Alumno: Antonio Araque Ibáñez

Tutores: Luís Martínez López  
Macarena Espinilla Estévez

Departamento: Informática

Área: Lenguajes y Sistemas Informáticos



Universidad de Jaén  
Escuela Politécnica Superior de Jaén  
Departamento de Informática

## ***Agradecimientos***

*Quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas que de una manera u otra han hecho posible que este proyecto llegara a buen puerto, con especial dedicación a...*

*Mis Padres, por creer siempre en mí.*

*Mi hermana, por ser el complemento perfecto.*

*Mi familia en general, por su apoyo constante.*

*Mis amigos/as, por ser como son y por ser mis amigos.*

*M<sup>a</sup> Carmen Lamarca, por sus sabias palabras en tiempos en los que la cordura se esconde en mentes de sólo unos pocos privilegiados.*

*Mis tutores, Luis Martínez y Macarena Espinilla, por haberme tratado tan bien, antes y durante el desarrollo de este proyecto.*

*Todas esas personas que un día estuvieron, pero que por motivos de la vida se marcharon.*

*Mi Abuela Andrea por ser mi ojo derecho.*

Gracias a todos.

---

# Índice General

---

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Introducción al proyecto .....	2
1.2. Propósito .....	6
1.3. Objetivos .....	7
CAPITULO 2. SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN .....	9
2.1. Introducción .....	10
2.2. Clasificación .....	13
2.3. Sistemas de Recomendación Colaborativos .....	17
2.3.1. Introducción .....	17
2.3.2. Clasificación .....	18
2.3.3. Funcionamiento .....	22
2.3.4. Problemas de este tipo de sistemas .....	26
2.4. Sistemas de Recomendación Basados en Conocimiento .....	28
2.4.1. Introducción .....	28
2.4.2. Funcionamiento .....	29
2.4.3. Inconvenientes de este tipo de sistemas .....	32
2.4.4. Modelo con relaciones de preferencia incompletas .....	34
CAPITULO 3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	42
3.1. Introducción .....	43
3.2. Sistemas de Información Geográfica .....	46
3.2.1. ¿Qué es un SIG? .....	46
3.2.2. Evolución histórica de los SIG .....	55
3.2.3. Tipo de información: ¿raster o vector? .....	58
3.2.4. Aplicaciones de los SIG .....	63
3.3. Georreferenciación .....	66
3.3.1. Recursos básicos para realizar georreferenciación .....	67
3.3.2. Metodología de georreferenciación .....	68
3.4. Geolocalización .....	70
3.4.1. Geolocalización directa .....	71
3.4.2. Geolocalización inversa .....	73

3.5. Google Maps .....	74
3.5.1. Orígenes de Google Maps .....	75
3.5.2. Características de Google Maps .....	76
3.5.3. Desarrollo con Google Maps .....	80
CAPITULO 4. SIST. DE RECOMENDACIÓN GEORREFERENCIADO .....	82
4.1. Descripción .....	83
4.2. Especificación de requerimientos .....	85
4.2.1. Requerimientos funcionales .....	87
4.2.2. Requerimientos no funcionales .....	92
4.3. Análisis del sistema .....	97
4.3.1. Casos de uso .....	98
4.3.2. Escenarios .....	120
4.4. Diseño del sistema .....	126
4.4.1. Diseño de los datos .....	128
4.4.1.1. Esquema conceptual .....	133
4.4.1.2. Esquema conceptual modificado .....	135
4.4.1.3. Tablas de la aplicación .....	137
4.4.2. Diseño de la interfaz .....	147
4.4.2.1. Guía de estilo .....	148
4.4.2.2. Metáforas .....	150
4.4.2.3. Caminos de navegación .....	154
4.5. Implementación .....	161
4.5.1. Tipo de arquitectura de la aplicación .....	162
4.5.2. Lenguajes de programación .....	164
4.5.8. Herramientas de desarrollo .....	168
4.6. Verificación y validación .....	173
4.6.1. Casos de test .....	174
4.6.2. Resultados obtenidos .....	181
4.6. Instalación en el servidor y funcionamiento .....	184
4.7. Conclusiones .....	185
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA .....	189
ANEXO I MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SERVIDOR.....	198
ANEXO II. MANUAL DE USUARIO .....	222







# **CAPITULO 1**

## **Introducción**

## 1.1. Introducción al proyecto

En los últimos años el uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) han revolucionado todas las áreas de la sociedad, mejorando u optimizando los procesos llevados a cabo en los mismos. La irrupción de Internet a mediados de los 90 ha hecho que esta revolución se haya acentuado aún más y algunas áreas como las relacionadas con la empresa hayan sufrido una revolución más acentuada debido a la universalización de los procesos de comercio electrónico. Tras unos pasos iniciales un tanto inestables, el comercio electrónico se ha revelado como un área de gran futuro.

El presente del comercio electrónico es exitoso en algunos ámbitos ya que algunas áreas de comercio se han mostrado de momento con poca capacidad de adaptación a los nuevos procesos que ha introducido la era digital. Sin embargo, uno de los sectores empresariales en los que mayor implantación está teniendo el uso del comercio electrónico y las TIC es el sector turístico en el que la venta de billetes, paquetes de viaje y reservas electrónicas han hecho que se haya producido una generación ingente de webs turísticas dedicadas a este mercado. Este hecho hace que la competencia entre las mismas diversifique en gran medida a los posibles usuarios por lo que la necesidad de fidelización de los clientes es clara. Ante esta situación se ha empezado a pensar en la creación de valores añadidos en las mismas, para conseguir el uso continuado por parte de los usuarios de dichas webs.

El servicio de valor añadido que se ha estudiado y desarrollado a lo largo de de este proyecto se ha centrado en los *Sistemas de Recomendación* y los servicios de *Geocodificación de direcciones*. Por lo general, los sistemas de recomendación se encargan de proporcionar a los usuarios consejos e información personalizada sobre

productos y/o servicios que puedan ser de interés a la hora de tomar una decisión. Este proceso, en el que el sistema guía al usuario a la hora de realizar una elección, puede proporcionar resultados que sean de gran utilidad, ya sea ahorrando tiempo, proporcionando datos relevantes de forma cómoda y fácil, e incluso obteniendo información que permite valorar opciones que de otra forma antes no se habrían contemplado, algo muy apreciado por la mayoría de los usuarios.

Simplificando, podemos decir que un sistema de recomendación intenta predecir el agrado que mostrará un usuario sobre una serie ítems que no conoce aún. Esta predicción, de forma intuitiva, se basa en los gustos de otros usuarios parecidos a él [34] (sistemas colaborativos o sistemas de filtrado colaborativo), aunque también puede obtenerse usando otra clase de información [2-43] como pueden ser las características concretas de los productos, los perfiles de preferencias de los distintos usuarios a la hora de tomar decisiones, información demográfica sobre los usuarios, heurísticas basadas en comportamientos humanos, etc., y por supuesto, usar combinaciones de diversas aproximaciones de entre las existentes.

A la hora de implementar los sistemas de recomendación existen diferentes técnicas [34-39]. Todas ellas necesitan información sobre los gustos de sus usuarios para realizar las recomendaciones para los mismos. Este es el punto más débil de este tipo de sistemas ya que es complicado convencer a los usuarios que suministren esta información debido a que suele convertirse en un proceso tedioso y que demanda más tiempo del que el usuario está dispuesto a utilizar.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que origina el uso de los sistemas de recomendación, y dado que, cada técnica utilizada puede tener unas y compensar otras, se ha creído conveniente implementar para este proyecto, diferentes modelos de recomendación.

Un problema existente en la metodología utilizada en los sistemas de recomendación actuales es que, la información solicitada a los expertos se requiere de forma precisa. A pesar de que ellos expresarán gustos y/o percepciones subjetivas sobre sus necesidades que involucran cierta incertidumbre. Debido a esto, en este proyecto se propone el uso de la lógica difusa [13] y del modelado lingüístico difuso [21-46] para manejar la incertidumbre de las percepciones subjetivas que se utilizarán en el sistema.

Por otro lado, indicar que los sistemas de geocodificación permiten situar sobre un mapa digitalizado un punto que se corresponde con una dirección postal. A esta funcionalidad básica se pueden añadir funcionalidades adicionales propias de los sistemas de información geográfica (SIG), como cálculo del camino más corto para llegar al punto geocodificado, desde un punto de origen deseado. Consultas que permitirán conocer el emplazamiento de otros puntos de interés georreferenciados (hoteles, parkings, etc.) que se encuentran cercanos al punto geocodificado.

Este tipo de sistemas son muy valorados por los usuarios finales ya que, mejoran su experiencia durante la utilización de una aplicación. Para ello presentan la mayor parte de la información de forma gráfica, y se intenta evitar la saturación del usuario con la acumulación de información textual, haciendo suyo el dicho de que “una imagen vale más que mil palabras”.

Según lo expuesto anteriormente se observa que los sistemas de recomendación y de georreferenciación son totalmente compatibles y se complementan de forma perfecta para dar un servicio diferente e innovador a los usuarios de webs sobre turismo. Nuestra visión inicial ha sido plantear la siguiente situación:

*Cuando un turista llega a su destino puede que tenga mucha información sobre qué lugares visitar, hoteles para hospedarse, y restaurantes para comer. Pero esta información es general, no está basada en sus propios gustos y encuentra sus necesidades un tanto desatendidas ya que normalmente desconoce la mayoría de los*

*servicios que se ofrecen, la situación geográfica de éstos o incluso el como llegar hacia ese servicio.*

Por tanto, el uso de los sistemas de recomendación-georreferenciados puede permitir al turista visitar aquellos lugares, hospedarse en aquellos hoteles o comer en aquellos restaurantes que mejor se adaptan a sus propios gustos y conocer con un simple clic de ratón la situación geográfica exacta de los restaurantes y de los servicios que les rodean.

El proyecto que ocupa a esta memoria tiene como fin el desarrollo de un prototipo software que se denominará REJA (Restaurantes de Jaén) que permitirá georreferenciar y realizar recomendaciones de los restaurantes de la provincia de Jaén.

## **1.2. Propósito**

El proyecto se centrará en la generación de un sistema de recomendación y geolocalización de restaurantes para la provincia de Jaén. De forma que, el sistema pueda instalarse en cualquier Web turística y permita a sus usuarios recibir recomendaciones sobre qué restaurantes acudir cuando visiten Jaén, o cualquier pueblo de la provincia atendiendo a sus propios gustos. Así como, su posición en el plano y de esta forma mejorar la experiencia del visitante, de manera que se sienta tan cómodo en el territorio que visita como en el suyo propio.



## **1.3. Objetivos**

Se plantean los siguientes objetivos:

1. Búsqueda y revisión bibliográfica.
2. Estudio y evaluación de los distintos sistemas de recomendación.
3. Uso de lógica difusa en las técnicas utilizadas en los sistemas de recomendación para mejorar los procesos de utilización y predicción usados en los mismos para alcanzar mejores recomendaciones para sus usuarios.
4. Integración de procesos de georreferenciación y geocodificación en los sistemas de recomendación para incrementar aún más la satisfacción de los usuarios por los servicios recibidos.
5. Implementación de un sistema de recomendación y geolocalización basado en Web, que permita la instalación fácil en cualquier sitio Web dedicado al turismo.



# Capítulo 2

# Sistemas de Recomendación

## **2.1. Introducción**

Internet ha abierto nuevos caminos al comercio electrónico y al marketing con la posibilidad de creación de tiendas virtuales que se adaptan a las necesidades, gustos y características de cada uno de los clientes que las visitan, cosa que no sucede en las tiendas tradicionales. El comercio electrónico ha sufrido una gran transformación en los últimos tiempos, en pocos años hemos pasado del comercio y de las técnicas de marketing clásicas que buscaban crear productos estándares, con un gran ciclo de vida y que pudieran contentar a grandes mercados homogéneos, a un comercio y a unas técnicas que buscan personalizar los servicios y los productos de forma que puedan contentar expresamente a cada usuario concreto [3]. Los usuarios de estas tiendas virtuales son los principales afectados en este cambio. Ya que, este tipo de establecimientos siempre ofrecerán una mayor gama de productos que una tienda tradicional, lo que repercute en un mayor número de posibilidad de elecciones de productos y por tanto, en un aumento de la información que el usuario debe de asimilar a la hora de escoger el producto que mejor se adapta a sus necesidades. Muchas veces esto produce una sobrecarga de información para el usuario, que puede sentirse saturado, ya que debe de explorar una extensa gama de productos y no tiene el tiempo suficiente para hacerlo. O no quiere dedicarle tanto tiempo en encontrar el producto deseado. Se han hecho grandes esfuerzos en desarrollar herramientas que solventen este inconveniente, una de las herramientas más utilizadas y que mejores resultados ha proporcionado en este campo, han sido los sistemas de recomendación [23-35].

Un sistema de recomendación se puede definir, de manera formal, como aquel sistema que tiene como principal tarea seleccionar ciertos objetos de acuerdo a los requerimientos del usuario [19]. Otros autores intentan definir los sistemas de recomendación de una forma más entendible y cercana. Haciendo referencia a éstos

como, aquellos sistemas que utilizan las opiniones de los usuarios de una comunidad para ayudar a los usuarios de esa comunidad a encontrar contenidos de su gusto entre un conjunto sobrecargado de posibles elecciones [19]. Estos sistemas son muy atractivos en situaciones donde la cantidad de información que se ofrece al usuario, supera ampliamente cualquier capacidad individual de exploración.

En contra de lo que se pudiera pensar inicialmente, los sistemas de recomendación no se basan en ningún sistema novedoso ya que hacen uso de un acto que existe desde que el ser humano tiene consciencia e inteligencia: pedir consejo o recomendación a expertos en la materia, seguir a aquellos individuos que tienen gustos similares al del usuario (Sistemas de recomendación colaborativos) o seleccionar aquellos objetos que tienen características similares a objetos que le hayan gustado anteriormente o que se parezcan al que inicialmente buscaba (Sistemas de recomendación basados en contenido).

Tanto los sistemas de recomendación colaborativos [1] como los sistemas de recomendación basados en contenido [1] arrastran el “problema” de la necesidad de obtener gran cantidad de información sobre usuarios y objetos para su correcto funcionamiento [17]. Para resolver esta circunstancia se han desarrollado otros tipos de sistemas de recomendación que pueden trabajar y ofrecer recomendaciones de calidad sin necesitar esa cantidad de información tan grande, a estos se les denomina Sistemas de recomendación basados en conocimiento [17]. En un esfuerzo de ir un paso “más allá” y conseguir recomendaciones de mejor calidad se han desarrollado Sistemas de Recomendación Híbridos [36], que como su nombre indica, recogen y mezclan las mejores características de dos o más de los sistemas de recomendación a los que se ha hecho referencia anteriormente.

Los Sistemas de Recomendación en la actualidad están integrados en muchas páginas web de comercio electrónico tales como Amazon.com o CDNow [24]. En la mayoría de estos sistemas de recomendación se suelen utilizar bases de datos en las que las puntuaciones de los usuarios sobre los ítems son numéricas. Sin embargo, esto puede resultar poco intuitivo para los usuarios en muchas ocasiones. Nuestro prototipo trabaja sobre una base de datos de restaurantes y puntuar este tipo de objetos numéricamente no resulta lo más adecuado para el usuario. Por lo que, se han utilizado variables lingüísticas y se ha trabajado con ellas mediante un modelo computacional de 2-tuplas [21] para no perder información con respecto al uso de variables numéricas.

## **2.2. Clasificación**

Los sistemas de recomendación pueden ser implementados utilizando diferentes técnicas. Atendiendo a su funcionamiento, se puede realizar una clasificación general de estos, llegando a obtener 4 tipos de sistemas de recomendación:

**a) Sistemas de recomendación colaborativos [8,10, 23,25,28]:**

Los sistemas de recomendación implementados con esta técnica son los más extendidos y consolidados en el mercado, se han utilizado en infinidad de ocasiones obteniendo, en la mayoría de los casos, unos resultados exitosos. Los sistemas de recomendación colaborativos realizan recomendaciones basándose en los términos de similitud entre los usuarios. Es decir, los sistemas colaborativos recomiendan objetos que son del gusto de otros usuarios de intereses similares. La mayor ventaja de las técnicas colaborativas es que son completamente independientes de la representación interna de los productos que se pueden recomendar, aunque también presentan una serie de problemas como son la escasez, la escalabilidad y el problema del ítem nuevo [8].

Este modelo de sistema de recomendación está implementado en el proyecto, por esta razón se hará una explicación pormenorizada de este tipo de sistemas de recomendación en la sección 2.3.

**b) Sistemas de recomendación basados en contenido**

Como su nombre indica este tipo de sistemas están basados, en las características de los objetos, así, las recomendaciones se realizan basándose en un perfil creado a partir del análisis del contenido de los objetos que el usuario ha evaluado en el pasado [1].

Este tipo de sistemas de recomendación presentan dos principales problemas.

- Sólo se puede conocer información parcial de un objeto, normalmente información textual, dejando de lado otro tipo de información, visual, contextual o semántica, que puede resultar muy útil a la hora de realizar las recomendaciones.
- Sobre-especialización, que se produce al reducir las recomendaciones a unos contenidos muy similares, sin tener en cuenta la posible arbitrariedad de los gustos e intereses de los usuarios.

### **c) Sistemas de recomendación basados en conocimiento**

Los sistemas de recomendación basados en conocimiento intentan sugerir objetos haciendo inferencias sobre las necesidades de un usuario y sus preferencias [17]

Este tipo de sistemas de recomendación utiliza el conocimiento que tiene sobre los usuarios y los productos para, mediante un enfoque basado en razonamiento basado en casos, generar recomendaciones razonando sobre qué productos satisfacen las necesidades del usuario.

Los sistemas de recomendación basados en conocimiento sólo necesitan tener un conocimiento general sobre el conjunto de objetos y



un conocimiento informal de las necesidades del usuario. Este hecho los diferencia de los dos tipos de sistemas vistos anteriormente ya que, no dependen de grandes cantidades de información sobre objetos puntuados, como lo hacen los sistemas de recomendación basados en contenido, ni de información sobre usuarios particulares, característica fundamental de los sistemas de recomendación colaborativos.

Como se ha comentado anteriormente estos sistemas de recomendación, se basan en inferencias sobre las necesidades del usuario y esto acarrea el siguiente problema, aunque no requieren una cantidad grande de información para realizar las recomendaciones, necesitan un esfuerzo por parte de los usuarios del sistema para que las heurísticas de inferencia que den como resultado unas recomendaciones de calidad.

En nuestro proyecto se hará uso de este tipo de sistemas de recomendación, por tanto se hará referencia a ellos de una forma más detallada en la sección 2.4.

#### **d) Sistemas de recomendación híbridos [36]**

Cada técnica utilizada para realizar sistemas de recomendación presenta una serie de problemas. Con la idea de solventar esta situación nacieron los sistemas de recomendación híbridos. Este tipo de sistemas ponen de relieve los puntos fuertes de cada uno de los sistemas de recomendación vistos anteriormente y dejan de lado sus puntos débiles. Para ello realizan la hibridación de al menos 2 sistemas de recomendación implementados con diferentes técnicas.

## **2.3. Sistemas de Recomendación Colaborativos**

### **2.3.1 Introducción**

Los sistemas de recomendación colaborativos realizan recomendaciones basadas solamente en términos de similitud entre los usuarios, es decir, agregan las valoraciones o recomendaciones de los objetos, identifican los gustos comunes de los usuarios basándose en sus valoraciones y generan una nueva recomendación teniendo en cuenta las comparaciones entre usuarios [1].

Las técnicas para desarrollar los primeros sistemas de recomendación colaborativos tenían su base en métodos provenientes de la minería de datos. Estos tenían dos fases:

- Fase de aprendizaje, también denominada off-line, durante la que aprende el modelo, tal y como ocurre en minería de datos.
- Fase de recomendación, también denominada on-line, durante la que se aplica el modelo utilizado en la anterior fase a situaciones reales, produciéndose en este momento las recomendaciones para los usuarios del sistema.

Aunque lo más habitual no es utilizar este tipo de técnicas. Debido a que las bases de datos se actualizan dinámicamente, por la interacción de los usuarios con el sistema, resulta más efectivo la utilización de un modelo de aprendizaje relajado, en el que el modelo se construye y se actualiza durante el funcionamiento del sistema.

### **2.3.2. Clasificación**

Los sistemas de recomendación colaborativos se distinguen por el algoritmo de filtrado colaborativo utilizado, tomando como referencia este algoritmo, podemos distinguir varios tipos de sistemas de recomendación colaborativos:

- ***Sistemas colaborativos que usan algoritmos basados en memoria o basados en usuario [33]***

Estos sistemas de recomendación esencialmente realizan las recomendaciones basándose en la colección completa de ítems valorados previamente por el usuario. Es decir, el valor de una puntuación no conocida para un usuario en concreto sobre un producto se calcula como, la agregación de las valoraciones de otros usuarios (generalmente, los K más parecidos) sobre dicho producto. Para estos cálculos se utiliza el algoritmo de los vecinos más cercanos (K-NN), y como agregación se utiliza una media ponderada de los vecinos más cercanos que hayan valorado ese producto.

Este tipo de sistemas de recomendación colaborativos tuvieron desde su inicio un gran éxito, por lo que progresivamente se fueron utilizando cada vez más. Con motivo de este uso creciente, se comprobó que estos sistemas sufrían en mayor medida los problemas de escasez y escalabilidad, lo que hizo necesario el desarrollo de otro tipo de algoritmos par los sistemas de recomendación colaborativos.

- ***Sistemas de recomendación colaborativos con algoritmos basados en modelos o basados en ítems***

Los sistemas de recomendación que utilizan este tipo de algoritmos no hacen uso de una aproximación probabilística que calcula el valor esperado de una predicción del usuario dados sus puntuaciones sobre otros ítems. Las aproximaciones basadas en modelos utilizan una colección de valoraciones para aprender un modelo, el cual será utilizado para generar las recomendaciones.

Para implementar este tipo de sistemas de recomendación se utilizan distintas técnicas, de entre las que podemos destacar las siguientes:

- ***Redes bayesianas [25,28]:*** Crean un modelo a partir de un conjunto de entrenamiento con un árbol de decisión, en donde cada nodo y cada lado representa información de los clientes. Esta técnica resulta efectiva cuando el conocimiento sobre las preferencias del usuario cambia de forma lenta con respecto al tiempo que se tarda en construir el modelo.
- ***Técnicas de clustering [25]:*** Hacen grupos de usuarios con preferencias similares. A estos grupos de usuarios se les denomina clusters. Una vez que se han creado los clusters, las predicciones para un individuo se hacen agregando las opiniones de otros usuarios pertenecientes al mismo grupo. El mayor esfuerzo para utilizar esta técnica se hace al crear los clusters, una vez que estos están creados el rendimiento del sistema es muy

bueno. Ya que, se reduce de forma considerable el tamaño del grupo que debe ser analizado para devolver las recomendaciones.

- **Modelos basados en ítems [50]:** Estos algoritmos proporcionan recomendaciones de ítems desarrollando primero un modelo (ya sea mediante clustering, redes bayesianas o modelos basados en reglas) de las puntuaciones de los usuarios sobre los ítems.

Este tipo de algoritmos no utilizan técnicas estadísticas sino que se realiza una aproximación probabilística que calcula el valor esperado de una predicción del usuario basado en sus puntuaciones sobre otros ítems. Es decir, estos algoritmos miran en el conjunto de ítems que el usuario activo ha puntuado o evaluado y calcula como de similar son estas puntuaciones con respecto al ítem activo, con el fin de realizar una predicción para el mismo.

Para realizar las recomendaciones llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Exploración del conjunto de ítems o productos que el usuario ha valorado.
2. Cálculo de la similitud de los ítems anteriores con respecto al producto del cual queremos predecir la puntuación que le daría el usuario.
3. Selección de los k productos más cercanos.
4. Cálculo de la predicción como una media ponderada de las valoraciones del usuario hacia los productos similares.

En nuestro proyecto no se ha implementado ningún algoritmo de filtrado colaborativo sino que se ha utilizado un motor de filtrado colaborativo llamado CoFE (<http://eecs.oregonstate.edu/iis/CoFE/>).

### **2.3.3. Funcionamiento**

El Esquema de funcionamiento general de un Algoritmo de Filtrado Colaborativo sigue los siguientes pasos:

1. División de la base de datos en dos conjuntos disjuntos: entrenamiento y test.
2. Cálculo, sobre el conjunto de entrenamiento, de los K vecinos más cercanos o similares a cada uno de los ítems usando alguna métrica de similitud.
3. Cálculo de predicciones para los usuarios del conjunto de test utilizando algún algoritmo de predicción.
4. Medida de la precisión de las predicciones obtenidas.

Los sistemas de recomendación colaborativos se basan en la filosofía de que si un usuario realiza puntuaciones similares a otras en el pasado, en un futuro se reafirmará en sus puntuaciones y seguirá haciendo puntuaciones similares sobre los ítem.

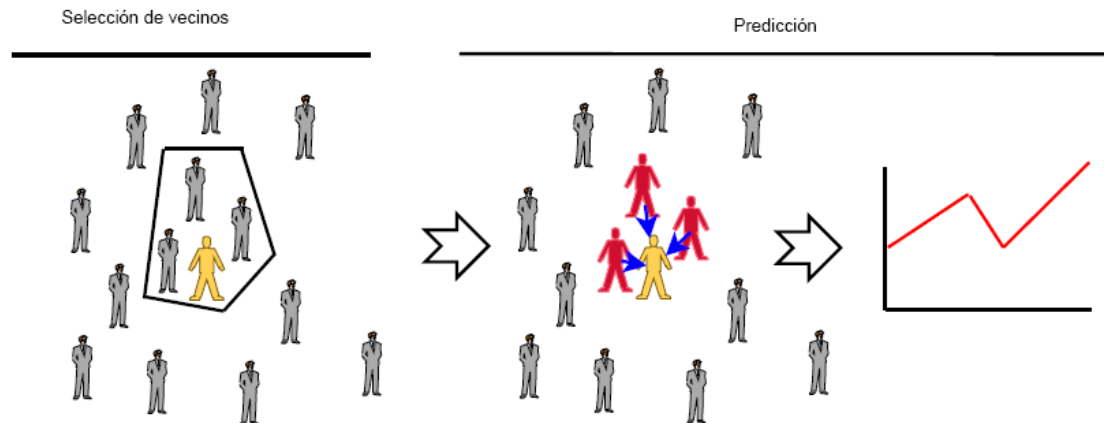


Figura 2.1: Funcionamiento de los sistemas de recomendación colaborativos

El funcionamiento de este tipo de sistemas de recomendación es el siguiente:

1. El sistema guarda un perfil de cada usuario con sus evaluaciones sobre objetos conocidos por él y que pertenezcan a la base de datos sobre la que se trabaje.
2. Se mide el grado de similitud entre los distintos usuarios del sistema en base a sus perfiles y se crean grupos de usuarios con características afines.
3. El sistema usará toda la información obtenida en los pasos anteriores para realizar las recomendaciones. A cada usuario le recomendará ítems que no haya evaluado y, que lo hayan sido de manera positiva por el resto de miembros de su grupo.

Por lo tanto, estos sistemas de recomendación no toman en consideración el contenido y las características de los productos que recomiendan sino que,

sean del gusto de usuarios con un perfil semejante al usuario que demanda el servicio.

Para un correcto entendimiento del funcionamiento de estos sistemas se utilizará el siguiente ejemplo. En el que, dada una tabla que representa usuarios y restaurantes:

	Juan	Luís	Manuel	Pedro	Antonio
Sierra Mágina	+	-	+	+	-
Puerta Cerro	+	+	+	+	+
Mistral	-	+	-	+	+
California	+	-	+	-	-
Ruta del Sol	-	+	-	+	?

El símbolo “+” indica que al usuario le ha gustado la descripción del restaurante, el símbolo “-” indica que al usuario no lo ha gustado el restaurante y el símbolo “?” representa a la recomendación que se quiere calcular, es decir, en la tabla se querría predecir la valoración que podría tener el usuario Antonio sobre el restaurante Ruta del Sol. Para hacer esta predicción, buscaremos usuarios que tenga un patrón de valoraciones similares a Antonio. Se puede observar que el usuario Luís tiene puntuaciones parecidas a las de Antonio y por tanto sus gustos son idénticos, lo que podría suponer que a Antonio le gusta el restaurante Ruta del Sol, ya que a Luís le gusta, aunque esta solución no sería del todo correcta ya que puede ofrecer recomendaciones equivocadas, al basarse solo en un usuario con gustos parecidos. Como solución a esto se puede realizar



la búsqueda del grado de correlación entre Antonio y los demás usuarios del sistema y usar este grado de correlación para realizar una media ponderada de sus valoraciones. Para obtener el grado de colaboración entre un usuario “x” y un usuario “y”. Se podría utilizar por ejemplo el coeficiente de correlación de Pearson. Donde  $r(x, y)$  representará a la valoración del usuario x sobre el producto y. Entonces la correlación entre el usuario x y el usuario y se puede obtener de la siguiente forma:

$$r(x, y) = \frac{\sum_{d \in \text{Productos}} (R_{x,d} - \bar{R}_x) (R_{y,d} - \bar{R}_y)}{\sqrt{\sum_{d \in \text{Productos}} (R_{x,d} - \bar{R}_x)^2 (R_{y,d} - \bar{R}_y)^2}}$$

Donde  $\bar{R}_x$  es el valor medio de las valoraciones hechas por el usuario x.

Siguiendo con el ejemplo anterior, sabemos que la correlación entre Antonio y Luís es 1.0, entre Antonio y Pedro es 0.577, entre Antonio y Juan es 0.577 y entre Antonio y Manuel es -0.577. Si calculamos la media ponderada de la valoración de cada usuario sobre el restaurante Ruta del Sol por su correlación con Antonio obtendremos un valor de 0.682.

Un algoritmo colaborativo predeciría que a Antonio le gustaría el restaurante Ruta del Sol basándose en las recomendaciones de los otros usuarios. Podemos destacar que en esta recomendación se ha tenido en cuenta el hecho de que Antonio y Manuel tienen prácticamente gustos opuestos y que a Manuel no le gusta el restaurante Ruta del Sol.

### 2.3.4. Problemas de este tipo de sistemas

Como se comentó anteriormente, los sistemas de recomendación colaborativos presentan una serie de problemas de escasez, escalabilidad y de ítem nuevo [8]. Para tener una mejor concepción de estos se expondrán las principales características que presentan estos problemas.

- *Escasez*

Debido a su naturaleza intrínseca, los sistemas de recomendación colaborativos necesitan una gran cantidad de usuarios que realicen puntuaciones sobre ítems similares para así poder calcular los grupos de vecinos y así realizar unas recomendaciones de calidad. El problema viene cuando se tienen pocos usuarios registrados en el sistema o aún habiendo un número considerable, estos han realizado escasas puntuaciones. Esto repercutirá directamente sobre la matriz de puntuaciones que será muy escasa y por tanto los cálculos de vecindad, predicción y recomendación no pueden realizarse de manera correcta, llevando al sistema a dar recomendaciones de poca calidad.

- *Escalabilidad*

Para obtener la similitud entre los usuarios, los sistemas de recomendación colaborativos utilizan algoritmos de cálculo del vecino más cercano (Knn). Estos algoritmos presentan el problema de que son costosos, computacionalmente hablando, y su coste crecerá de forma lineal mientras más elementos haya en la base de datos. Por tanto con

bases de datos de gran tamaño el sistema sufrirá problemas de escalabilidad.

- Problema del ítem nuevo

Este problema repercute sobre los dos principales elementos del sistema de recomendación, usuarios e ítems.

- Un ítem nuevo apenas tendrá puntuaciones con respecto a los ya existentes y por tanto, no van a ser recomendados prácticamente nunca.
- Un usuario nuevo en el sistema habrá realizado pocas puntuaciones sobre los ítems existentes. Por lo que, encuadrarlos en un grupo de vecinos será una tarea bastante difícil y las recomendaciones que recibirán serán pobres.

En los últimos tiempos se han realizado gran cantidad de procesos de investigación con el fin de aliviar las consecuencias de estos problemas.

Para reducir el problema de escasez se han utilizado técnicas de puntuaciones implícitas [40], correlación entre ítems [39] y filtrado híbrido. Para paliar el problema de la escalabilidad se han propuesto la reducción de la dimensionalidad [41] y aproximaciones basadas en modelos. Por último, para mejorar el problema del ítem nuevo se han propuesto técnicas de web mining, como por ejemplo los árboles de decisión [6].

## **2.4. Sistemas de Recomendación Basados en Conocimiento**

### **2.4.1. Introducción**

A diferencia de los otros sistemas de recomendación, los basados en conocimiento no dependen de grandes cantidades de información sobre objetos puntuados, como lo hacen los sistemas de recomendación colaborativos o los basados en contenido, ni sobre usuarios particulares (sistemas de recomendación colaborativos). Este tipo de sistemas de recomendación solo necesitan tener un conocimiento general sobre un conjunto de objetos y un conocimiento informal de las necesidades del usuario.

La mayor parte de los sistemas de recomendación basados en conocimiento emplean técnicas de razonamiento basados en casos para inferir las recomendaciones.

El razonamiento basado en casos fue formalizado en cuatro pasos:

1. Recordar: Dado un determinado problema, el sistema debe recuperar aquellos casos relevantes (similares) a este problema. Un caso consiste en un problema, una solución y anotaciones de cómo la solución se llevo a cabo.
2. Reutilizar: Adaptar la solución del problema anterior a este nuevo.
3. Revisar: Probar que la solución puede ser aplicada al mundo real o al problema en concreto
4. Retener: Si esta solución ha sido satisfactoria almacenarla como un nuevo caso para futuros problemas.

### **2.4.2. Funcionamiento**

Este tipo de sistema de recomendación utiliza el conocimiento que tiene sobre los usuarios y los productos para, mediante un enfoque basado en dicho conocimiento, generar una recomendación razonando sobre qué productos satisfacen las necesidades

del usuario. Como ya se ha expuesto anteriormente, estos sistemas de recomendación presentan algunas ventajas sobre los sistemas de recomendación clásicos, los colaborativos y los basados en contenido. Por ejemplo, los sistemas de recomendación colaborativos necesitan una gran cantidad de valoraciones de los usuarios sobre un conjunto de productos para poder realizar recomendaciones precisas sobre dichos productos. Este problema también se presenta en aquellas técnicas de recomendación que emplean algoritmos de aprendizaje, ya que, para que estos puedan aprender o generar un modelo que represente las preferencias del usuario, se necesita una cierta cantidad de información sobre acciones o valoraciones pasadas de los usuarios. Los sistemas de recomendación basados en conocimiento no presentan estos inconvenientes ya que sus recomendaciones no están basadas en las valoraciones de un grupo de usuarios. Esto hace que los sistemas de recomendación basados en conocimiento no sólo sean útiles por si mismos, sino también un importante complemento para otros tipos de sistemas de recomendación.

En la siguiente figura podemos ver un ejemplo del funcionamiento de los sistemas de recomendación basados en conocimiento, utilizando un razonamiento basado en casos para generar recomendaciones.

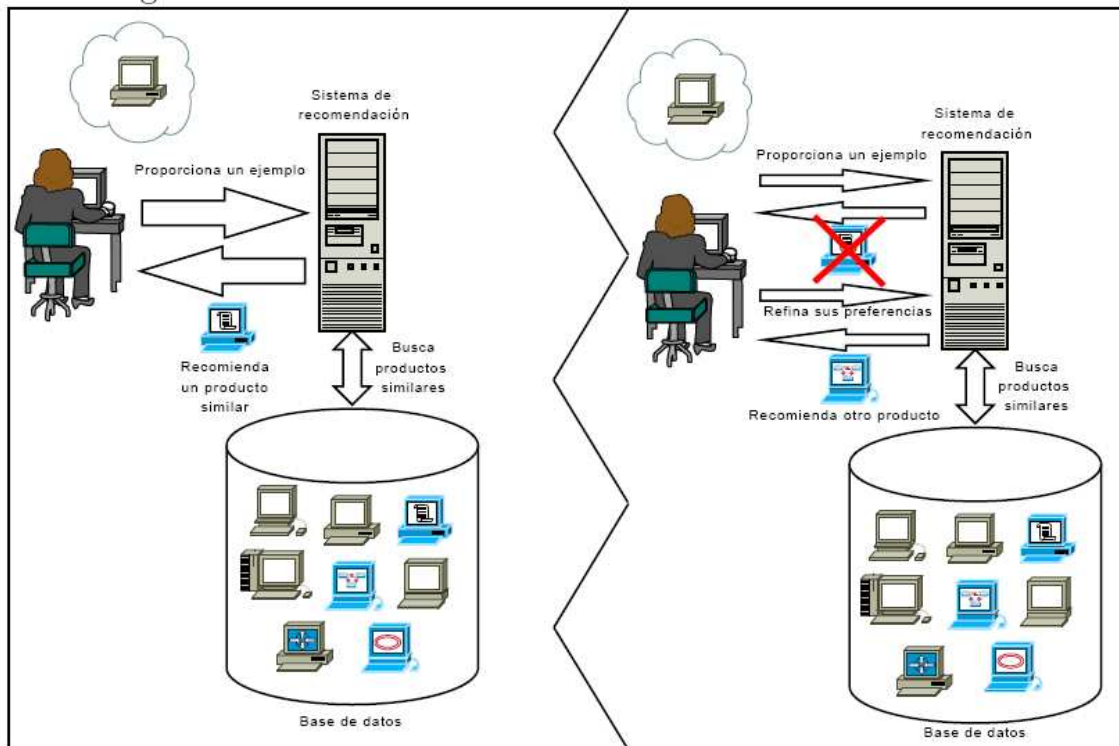


Figura 2.2: Funcionamiento de los sistemas de recomendación basados en conocimiento

Veamos los pasos que sigue el esquema de funcionamiento general:

1. *Fase de Obtención de un ejemplo de las necesidades del usuario:* El usuario le proporciona al sistema un ejemplo que represente sus necesidades.
2. *Fase de búsqueda de productos que cumplen las necesidades del usuario:* A partir de la descripción del ejemplo proporcionado por el usuario, el sistema de recomendación buscará otros productos similares a él y los devolverá como recomendaciones (parte izquierda de la figura).
3. *Fase de refinamiento:* En algunas circunstancias puede ocurrir que los productos recomendados, a partir del ejemplo no coincidan exactamente con las necesidades del usuario. En estos casos el usuario debe refinar las

características del producto seleccionado como ejemplo, modificando y/o añadiendo nuevas características (parte derecha de la figura).

Para realizar las inferencias para dar las recomendaciones se utiliza el conocimiento que se tiene sobre el usuario y los productos que están en el sistema. Existen distintas modalidades para este conocimiento, que pueden clasificarse de la siguiente forma:

- *Conocimiento de catálogo*: Representa al conocimiento sobre los productos que pueden ser recomendados y sus características. Por ejemplo, un sistema de recomendación de restaurantes podría saber que la cocina Tailandesa es un tipo de cocina asiática.
- *Conocimiento funcional*: El sistema debe ser capaz de establecer relaciones entre las necesidades del usuario y los productos que podrían satisfacer estas necesidades. Por ejemplo, si el usuario necesita un sitio romántico, un restaurante que podría satisfacer esta necesidad sería uno que es silencioso y con una vista marítima.
- *Conocimiento de usuario*: Para proporcionar buenas recomendaciones, el sistema debe tener algún conocimiento sobre los usuarios. Este podría venir de información demográfica, o de información específica sobre las necesidades del usuario en ese momento.

### **2.4.3. Inconvenientes de este tipo de sistemas**

Los sistemas de recomendación basados en conocimiento presentan 2 grandes inconvenientes:

1. La mayoría del conocimiento que utilizan para realizar las recomendaciones debe ser proporcionado explícitamente por el usuario, por tanto la calidad de las recomendaciones será directamente proporcional

a la cantidad y la cantidad de conocimiento proporcionado por dicho usuario.

2. Problemas en la fase de refinamiento: Es muy difícil que un usuario encuentre un ejemplo exacto de lo que necesita. Por lo que, es bastante probable que éste deba refinar su perfil del usuario modificando o añadiendo algunas de las características del ejemplo dado.

A pesar de estos inconvenientes, los sistemas de recomendación basados en conocimiento, han sido utilizados con éxito en multitud de ocasiones, y presentan muchos beneficios cuando son hibridados con otro tipo de sistemas de recomendación [36], ya que, son capaces de generar recomendaciones sin necesidad de usar información histórica sobre los usuarios.

Estos inconvenientes han sido mejorados con la implementación de los modelos basados en conocimiento siguientes:

- Modelo de sistema de recomendación basado en conocimiento con información lingüística multigranular: Este modelo ofrecerá a los usuarios un contexto lingüístico para expresar sus opiniones y de esta manera facilitar el proceso de refinamiento del perfil de usuario.
- Modelo de sistema de recomendación basado en conocimiento con relaciones de preferencia incompletas: Este modelo optimizará la recogida de información de las necesidades del usuario y la generación de perfiles de usuario.



A continuación se hará una presentación más detallada del modelo de Sistema de recomendación basado en conocimiento con relaciones de preferencia incompletas que utilizaremos en la implementación de nuestro proyecto.

#### **2.4.4. Modelo con relaciones de preferencia incompletas**

En esta sección presentamos el modelo de sistemas de recomendación basados en conocimiento, que utilizará relaciones de preferencia incompletas para mejorar los mecanismos que hay en los sistemas de recomendación de este tipo, a la hora de obtener el perfil de usuario. Para ello, este modelo denominado RRPI, partirá de un conjunto de ejemplos de las necesidades del usuario y de una relación de preferencia incompleta sobre dichos ejemplos y construirá el perfil de usuario a partir de esta información.

El modelo RRPI se centrará en cumplir los siguientes objetivos:

1. Ofrecer al usuario una herramienta que permita generar su perfil de forma fiel a sus necesidades sin que éste tenga que aportar excesiva cantidad de información y que además lo guíe hacia aquellos productos que le pueden interesar más. Como comentamos en la introducción, este modelo define el perfil de usuario a partir de varios ejemplos, y no de uno, y por lo tanto, es menos susceptible a lo bien que han sido escogidos éstos para representar las necesidades del usuario.

2. Conseguir que el usuario no tenga que declarar de forma explícita cada una de las características de su perfil, tal y como, ocurría con el modelo clásico de recomendación basado en conocimiento

El modelo seguirá el siguiente esquema de funcionamiento para generar las recomendaciones (ver figura 2.3):

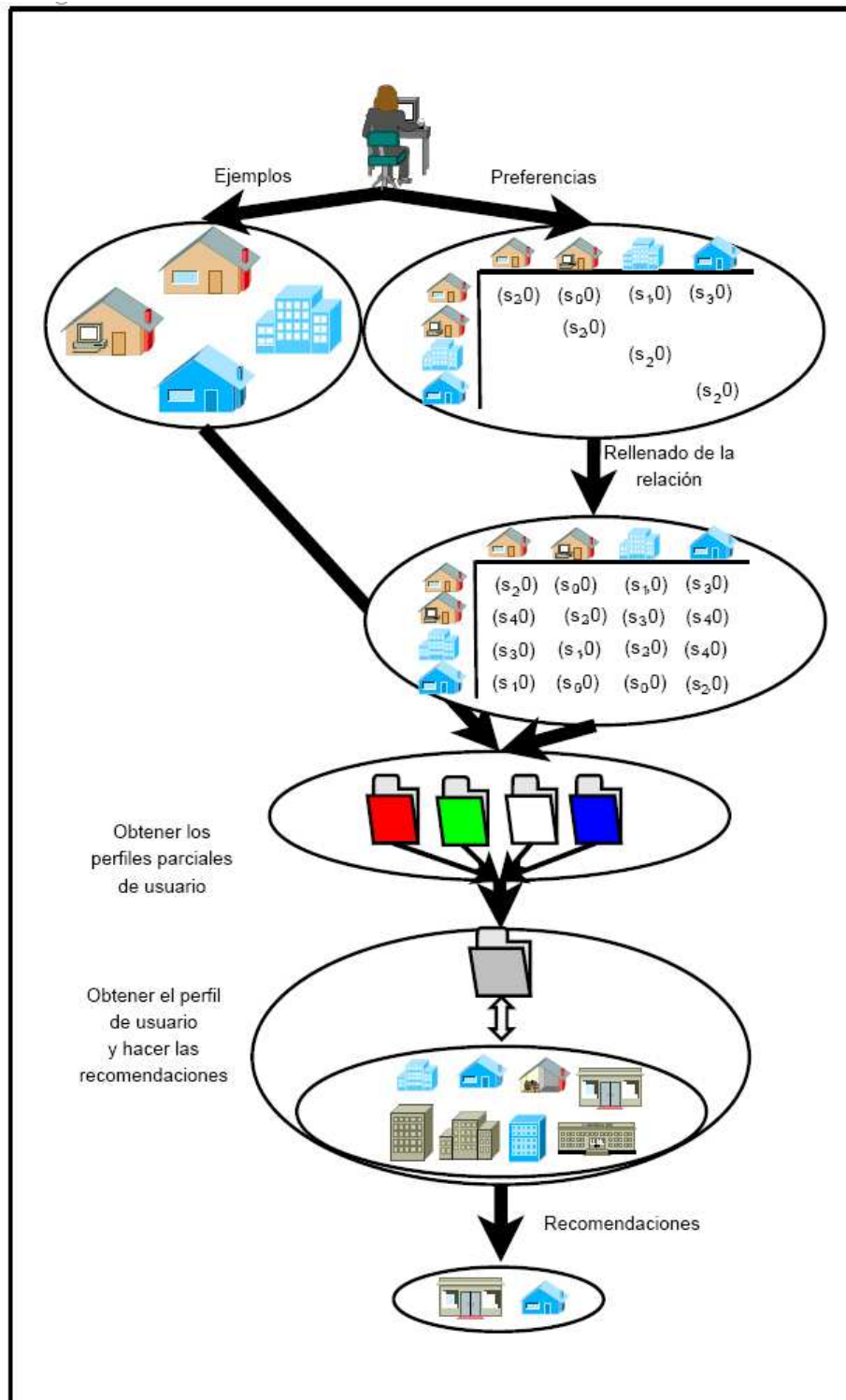


Figura 2.3: Modelo de sistema de recomendación basado en conocimiento

## 1. Creación de la base de datos de productos

Cada uno de los productos de la base de datos  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ , que se pueden recomendar están descritos por un conjunto de características

$C = \{c_1, \dots, c_t\}$ , y cada producto,  $a_i$  está descrito con una valoración en cada una de estas características,  $a_i = \{c_i^1, \dots, c_i^t\}$ . En este caso, cada uno de éstos, valores podrá ser un número dentro del intervalo  $[0, 1]$ .

Aunque la base de datos podría crearse mediante técnicas recuperación de información de forma automática, normalmente la creación de esta base de datos será semiautomática o manual, ya que, es muy probable que se requiera la supervisión de un experto o un conjunto de expertos para definir:

1. ¿Qué características son importantes?
2. ¿Qué valores utilizarán cada una de estas características?
3. Si existe algún tipo de relación entre distintos valores.
4. ...

## 2. Obtención del perfil de usuario.

Es en esta fase, se desarrollan las principales mejoras con respecto a otros modelos de sistemas de recomendación basados en conocimiento.

En el modelo RRPI, el objetivo es construir un perfil de usuario fiel a sus necesidades a partir de un conjunto de ejemplos y de una relación de preferencia incompleta sobre ellos. Para ello seguiremos los pasos que a continuación desarrollaremos en detalle.

a) Adquisición de la información de preferencia del usuario:

El objetivo de esta fase es, obtener información sobre las preferencias del usuario. Primero, el usuario debe escoger algunos productos (cuatro o cinco) como ejemplo de sus preferencias, gustos o necesidades. La principal dificultad para el usuario, sería como explorar la base de datos de productos para encontrar estos cuatro o cinco productos, ya que, puede ser inmensa. Para facilitar la tarea de selección, el sistema construye un conjunto de productos representativo para este usuario. Este subconjunto debería de ser suficientemente grande como para contener productos que representen cualquier tipo de necesidad del usuario, y además estos productos tienen que ser conocidos por el usuario. Sin embargo, debemos tener cuidado en no ofrecer un conjunto de productos demasiado grande ya que podría hacer desistir al usuario del uso del sistema de recomendación.

Existen varias alternativas para obtener este subconjunto, la mas fácil es la utilización de listas de productos creadas por expertos, listas de productos más vendidos,... Por ejemplo, CDNOW ([www.cdnow.com](http://www.cdnow.com)) ofrece a sus usuarios listas de CDs por género creados por expertos en música o les permite consultar los CDs mas vendidos en ese momento. Sería fácil, a partir de estas listas construir el subconjunto. Además este subconjunto no tiene porque ser único, se le puede ofrecer al usuario un subconjunto distinto dependiendo de lo que esté buscando (no es lo mismo buscar música rock, que clásica).

Una vez el usuario ha proporcionado el conjunto de ejemplos de sus necesidades, éste nos dará una relación de preferencia lingüística incompleta sobre ellos.

Para calcular el perfil de usuario necesitamos rellenar esta relación de preferencia utilizando un algoritmo de rellenado de relaciones de preferencia.

A partir de la relación de preferencia completa, se construye un perfil de usuario que el sistema utilizará para comparar las necesidades del usuario con las características de todos los productos almacenados en la base de datos de productos.

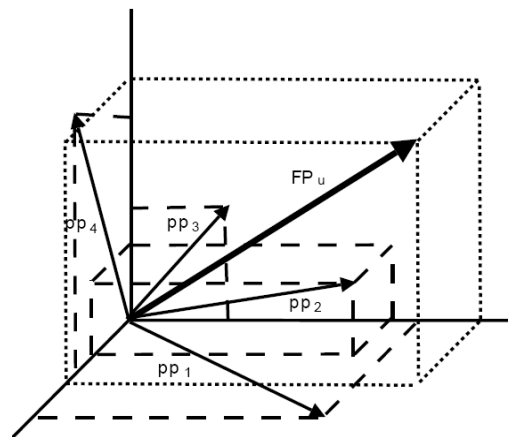
El sistema calculará el perfil de usuario, partiendo de las descripciones de los productos elegidos como ejemplo de las necesidades del usuario y utilizando la relación de preferencia completada obtenida. El perfil del usuario se construye en dos fases:

### ***Construcción de los perfiles de usuario parciales***

Partiendo de cada columna de la relación de preferencia, se obtiene un perfil de usuario parcial que representa las preferencias del usuario con respecto a un producto determinado.

### ***Obtención del perfil de usuario***

El sistema calculará el perfil final de usuario combinando los perfiles parciales (ver figura 2.4) obtenidos anteriormente.



*Figura 2.4: Construcción del perfil de usuario*

## **3. Filtrado de productos**

Esta es la última fase del modelo de sistema de recomendación presentado en esta sección. Una vez que tenemos el perfil de usuario, se buscarán los productos más cercanos a las necesidades del usuario. (figura 2.5).

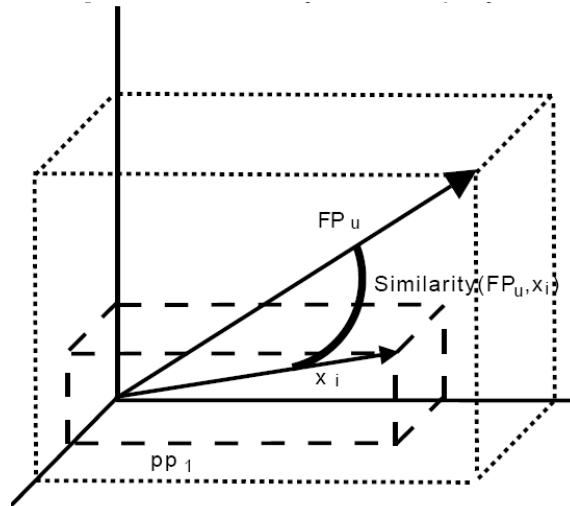


Figura 2.5: Similitud entre el perfil de usuario y un producto

El proceso para encontrar el producto más similar al perfil de usuario consiste en la comparación de las descripciones de estos productos con el perfil de usuario final. Para hacerlo, el sistema calculará una valoración que medirá la similitud entre un producto y el perfil del usuario.

#### 4. Fase de recomendación

Finalmente, el sistema recomendará al usuario un conjunto de  $n$  productos, que serán aquellos que tengan una mayor similitud.

Este tipo de sistema de recomendación ha sido implementado en la aplicación (REJA) que acompaña a esta memoria, con el fin de realizar recomendaciones de calidad en casos en los que la información histórica del usuario sea escasa, es decir, no haya hecho suficientes puntuaciones previas.

En REJA se ha implementado un Modelo de Recomendación Basado en Conocimiento con relaciones incompletas, que consta de tres fases diferenciadas:

1. **Adquisición de conocimiento sobre las necesidades del usuario:** El sistema debe recoger las necesidades del usuario de la forma más precisa y sencilla posible. En estos sistemas esta información suele ser proporcionada mediante un ejemplo, aunque también se permitirá que el usuario proporcione datos de manera manual. En REJA esta información puede ser proporcionada de tres formas distintas.
  - i. *Proporcionando un conjunto de preferencias sobre un conjunto dado de restaurantes dados:* Esta opción sólo estará disponible para usuarios registrados en el sistema. Éstos deberán elegir un restaurante que sea de su agrado y el sistema le mostrará otros tres restaurantes (los dos últimos evaluados por el usuario y el más alejado en distancia del elegido). A continuación el usuario tendrá que definir preferencias entre el restaurante elegido por él y los tres presentados por el sistema. En base a estas preferencias el sistema construirá una matriz de preferencias que será parte fundamental para calcular los perfiles parciales del usuario (usando la agregación IOWA [49]) y el perfil final del mismo.
2. **Filtrado de ítems de la base de datos:** El objetivo de esta fase es filtrar los restaurantes de forma que sólo trabajemos con aquellos que puedan satisfacer las necesidades del usuario. El filtro se realizará usando los atributos precio y tipo de cocina.
3. **Recomendación:** De entre todos los restaurantes que cumplen en mayor o menor medida las necesidades del usuario se deben escoger los que mejor pueden satisfacerlas. Para ello ordenamos el conjunto de restaurantes obtenido

en la fase anterior por la calidad y el servicio ofrecido utilizando una media ponderada de 2-Tuplas y se devolverán los 10 restaurantes con mejor valoración.



# Capítulo 3

## Sistemas de Información Geográfica.

### **3.1 Introducción [42]**

Desde la década de los 80, hombres y mujeres se han dedicado a introducir datos geográficos parcelarios, ocupación de suelos, topografía, etc., a pesar de que en esa época no existía una explotación clara de estos datos. Ya que, además de que la toma de datos se convertía en una tarea ardua y complicada, la información recogida tenía la limitación de que sólo podía ser plasmada sobre soporte de papel y en raras ocasiones era tratada con medios informáticos. Con la evolución de la técnica tanto en instrumental para captar estos datos (satélites, GPS,...) como, en el desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas a la informática se ha conseguido sacar el máximo partido a la información geográfica. La principal metodología informática utilizada para tratar datos geográficos son los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los Sistemas de Información Geográfica han invadido discretamente nuestras vidas cotidianas. Se utilizan cada vez más en un ámbito de aplicaciones que se incrementa día a día. La mayoría de los países han cartografiado su territorio (catastro, redes, etc.), los ministerios han desarrollado proyectos importantes y los organismos especializados han producido numerosos mapas (por ejemplo el Instituto Geográfico Nacional-IGN-) y han adaptado esta cartografía para que sea totalmente utilizable por los Sistemas de Información Geográfica.

Este incremento en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica también está estrechamente ligado con la sencillez de su uso, el abaratamiento de estos y la aparición de servicios gratuitos que se distribuyen por Internet, entre los que podríamos destacar Google Earth y Google Maps, que han tenido gran calado en la sociedad actual y que han permitido eliminar el desconocimiento que existía por parte del usuario doméstico hacia este tipo de sistemas. Este crecimiento en el uso de los

Sistemas de Información Geográfica ha permitido mejorar ciertas labores cotidianas que hasta su aparición debían ser realizadas de forma íntegra por los usuarios. Veamos unos ejemplos de estas labores:

- Memorizar el espacio: Las administraciones locales utilizan cada vez más los SIG para recopilar la información del territorio existente en la memoria de los técnicos.
- Afinar la Gestión: Optimización de las acciones diarias a partir del análisis y de la explotación de los datos almacenados.
- Enlazar la salud y el ambiente: El enlace de imágenes de satélites con datos de modelos existentes permiten controlar los desarrollos de epidemias, aplicar una Agricultura razonada y de precisión, etc.
- Dominar la complejidad del espacio: Cálculo de la implantación de las antenas en función de las normas de ubicación y de las zonas de “sombra” que pueden crear los montes o los edificios.
- Simular el futuro: Medición del impacto ambiental relacionado con la creación de una nueva carretera y, del cambio del uso del suelo en un barrio concreto. Análisis de la explotación de los recursos naturales en el campo de Gestión de aguas, etc.
- Guiar: Identificación de direcciones para los transportistas o los taxis, localización del vehículo de urgencia disponible más cercano para una intervención.

Actualmente, los sistemas de información geográfica están muy valorados por parte de los usuarios finales, ya que presentan la información de forma gráfica y evitan la saturación mental del usuario con listados de datos, a veces interminables. Así, el

usuario puede comprobar cualquier característica o realizar cualquier consulta con un simple golpe de vista.

La mayoría de los portales web de la actualidad se limitan a ofrecer información turística, nosotros hemos querido dar un paso “más allá” de lo que actualmente presenta el mercado en esta materia. Para conseguir ese grado de distinción con respecto a la competencia actual se han incluido Sistemas de recomendación, tal y como se comentó en la sección 2, y tecnologías de Sistemas de Información Geográfica, entre las que se encuentran la georreferenciación y geocodificación, que permitirán localizar elementos sobre el mapa, calcular rutas, etc., utilizando para tal fin el motor SIG proporcionado por el servicio gratuito Google Maps.

A continuación se expondrán las principales características que definen a los Sistemas de Información Geográfica, la georreferenciación, geocodificación y Google Maps.

## 3.2 Sistemas de Información Geográfica

### 3.2.1 ¿Qué es un SIG?

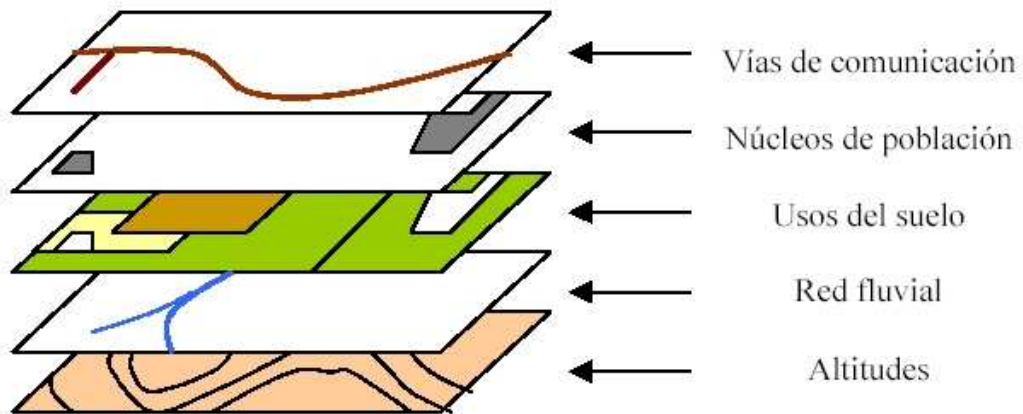
Al igual que la propia geografía, es difícil definir el término Sistema de Información Geográfica (SIG) ya que engloba la integración de áreas muy diversas. Por esto no existe una única definición de SIG totalmente consensuada [9]. Una definición de SIG bastante aceptada es la redactada por el NCGIA (*National Centre of Geographic Information and Analysis*):

*Un Sistema de información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.*

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía, [47]. Los datos utilizados en los Sistemas de Información Geográfica se denominan datos geográficos o espaciales. Estos datos constan de dos componentes, una componente espacial y otra temática. La componente espacial tiene dos aspectos en referencia a su localización: la localización absoluta, basada en un sistema de coordenadas y las relaciones topológicas con respecto a otras entidades. Ejemplo: La universidad de Jaén se encuentra en las coordenadas X, Y, o el Corte Inglés de Jaén se encuentra en el cruce entre la avenida de Madrid y la calle

virgen de la cabeza. Los SIG son capaces de manejar ambos conceptos mientras que los programas de diseño asistido por ordenador (CAD) solo utilizan la localización absoluta. La componente temática se corresponde con cualquier información textual asociada a cada componente espacial.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de la información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.(Figura 3.1).

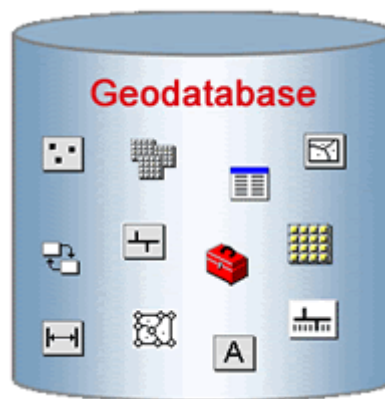


*Figura 3.1: Ejemplo de representación por capas*

A menudo un SIG está asociado con un mapa. Sin embargo, este mapa es sólo un modo en el que un usuario puede trabajar con los datos geográficos. Un SIG puede proporcionar muchas más capacidades que el simple hecho de mostrar elementos sobre

un mapa, así, podríamos distinguir tres caminos sobre los que pueden trabajar los Sistemas de Información Geográfica:

- **Bases de datos Geográficas:** Una base de datos geográfica o espacial es un sistema administrador de bases de datos que maneja datos con información textual y datos existentes en un espacio o datos espaciales. El espacio establece un marco de referencia para definir la localización y relación entre objetos (ver figura 3.2). El que normalmente se utiliza es el espacio físico que es un dominio manipulable, perceptible y que sirve de referencia.



*Figura 3.2: Abstracción de una base de datos Geográfica*

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada que pueda ser procesada por el lenguaje de las computadoras actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir.

La estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad. En primer lugar, la necesidad de abstracción que

requieren los ordenadores implica trabajar con primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad ha de ser reducida a puntos, líneas o polígonos.

- *Puntos*: Se encuentran determinados por las coordenadas terrestres medidas por latitud y longitud. Por ejemplo, los restaurantes.
- *Poli-líneas*: Objetos abiertos que cubren una distancia dada y comunican varios puntos o nodos, aunque debido a la forma esférica de la tierra también se le consideran como arcos. Por ejemplo la representación de la ruta más corta a seguir desde un punto de inicio hasta otro de fin.
- *Polígonos*: Figuras planas conectadas por distintas líneas u objetos cerrados que cubren un área determinada, como por ejemplo países, regiones o lagos.

En segundo lugar, existen relaciones espaciales entre los objetos geográficos que el sistema no puede obviar; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, ya que son muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad.

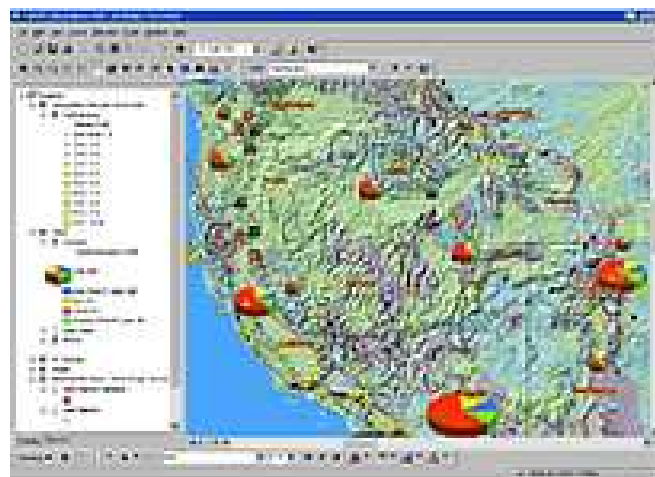
Las bases de datos geográficas están íntimamente ligadas con el mapa, ofreciendo la posibilidad de obtener la información textual de una zona del mapa almacenada en la base de datos interactuando directamente sobre el mapa. Por ejemplo, haciendo un simple clic sobre la zona del mapa que es motivo de consulta (figura 3.3).





*Figura 3.3: Ejemplo de obtención de la información textual de la base de datos asociada a una calle.*

- **Mapas:** Los mapas son el soporte de base de cualquier herramienta que incorpore características SIG. Un Sistema de Información Geográfica se puede ver como conjunto de mapas inteligentes que muestran las características y las relaciones entre estas características almacenadas en una base de datos espacial. En relación a los SIG, se puede considerar a los mapas como ventanas que muestran la información de la base de datos geográfica, y sobre los que se pueden realizar consultas, análisis, y edición de información (figura 3.4).



*Figura 3.4: Ejemplo de Análisis de información sobre el mapa*

Los mapas pueden tener distinto nivel de detalle, dependiendo de la funcionalidad y el fin para el que se quiera utilizar el Sistema de Información

Geográfica, pudiendo tener mapas a nivel de plano cartográfico (ver figura 3.5), que presentarán un nivel de detalle muy alto y mapas en los que el detalle no es tan importante y si por ejemplo la visión general de la situación de los distintos elementos sobre el mapa (figura 3.6). Veamos dos ejemplos de esto en las siguientes figuras:



*Figura 3.5: Mapa que representa las parcelas de un polígono industrial y que necesita un nivel de detalle alto*



*Figura 3.6: Mapa en el que no es importante el nivel de detalle.*

- **Modelado de datos:** Un sistema de Información Geográfica puede ser visto como un conjunto de herramientas de transformación de información que generan nuevos conjuntos de datos de aquellos existentes en el sistema (ver figura 3.7). Para realizar esta labor de geoprocésamiento se siguen los siguientes pasos:
  - **Captación de información existente los almacenes de datos:** Se obtiene la información que se encuentra almacenada en la base de datos.
  - **Análisis de los datos:** Se aplican funciones de análisis sobre los datos obtenidos.
  - **Obtención de resultados:** A partir del análisis realizado se obtienen una serie de resultados que serán almacenados en la base de datos, creándose un nuevo conjunto de datos.

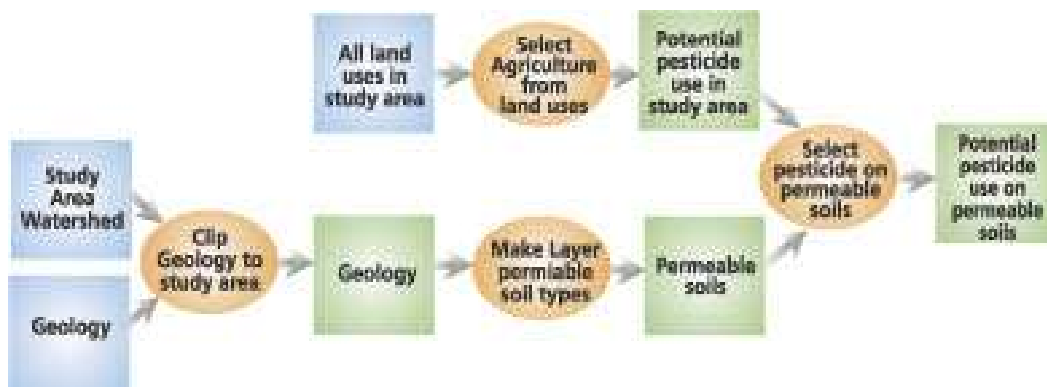


Figura 3.7: Ejemplo del flujo seguido en un análisis de modelado de datos

Una vez conocido el concepto de Sistema de Información Geográfica y las distintas visiones que se pueden tener de un SIG. En las próximas secciones veremos la evolución histórica que han experimentado este tipo de sistemas hasta la llegada de

nuestros días, el tipo de información con la que trabajan los Sistemas de Información Geográfica y los principales usos que se le pueden dar a este tipo de sistemas.

### **3.2.2 Evolución histórica de los SIG**

Para la geografía, geología, topografía, biología, informática y demás ciencias que pueden hacer uso de la información geográfica, los SIG han constituido una verdadera revolución para el conocimiento de los elementos y fenómenos que tienen lugar en la superficie terrestre. En su evolución histórica está mayoritariamente aceptada la existencia de unos periodos más o menos claros y definidos que engloban las distintas fases por las que ha transcurrido la evolución de los SIG desde su aparición hace casi cuarenta años.

#### **▪ Primera etapa**

La primera etapa se extendería desde las primeras aproximaciones de los años cincuenta hasta mediados de los setenta y se caracteriza por los esfuerzos individuales en el desarrollo y la aplicación de los sistemas.

El nacimiento de los SIG va ligado al desarrollo de otros sistemas, de los cuales ellos son claros herederos por su similitud, los sistemas de diseño asistido por computador. Una característica importante de estos primeros pasos es que en todos los casos analizados las personas que iniciaron el desarrollo de estas tecnologías, desconocían realmente que lo que estaban creando eran Sistemas de Información Geográfica.

Por un lado, encontramos instituciones y otras instancias gubernamentales que ponen en marcha sus iniciativas de manera particular para resolver los problemas derivados de sus actividades relacionadas con el tratamiento de la información

geográfica. Por otro lado, está el grupo que engloba a las universidades. En ellas también se intentan encontrar nuevos métodos para el tratamiento de la información espacial. Este grupo busca el desarrollo de sistemas automáticos con los que realizar análisis de datos geográficos y no tanto la producción de cartografía. Lo que ambos grupos buscan es conseguir unas aplicaciones que de forma automática resuelvan cuestiones que hasta la fecha se habían solventado de manera manual.

Las iniciativas pioneras se llevaron a cabo en Canadá, Estados Unidos, y Gran Bretaña [15].

### ▪ **Segunda etapa**

Siguiendo con las fases de evolución de los SIG, la segunda etapa se solaparía en sus primeros momentos con la primera, iniciándose hacia mediados de los años setenta y extendiéndose hasta principios de los años ochenta.

Esta etapa de desarrollo está caracterizada, en general, por la disminución de la importancia de las iniciativas individuales y un aumento de los intereses a nivel corporativo, especialmente por parte de las instancias gubernamentales y de la administración [15].

### ▪ **Tercera etapa**

Inmediatamente después, también a inicios de los años ochenta, se da lo que se ha venido a conocer como fase comercial. Es en este periodo cuando el interés de distintas grandes industrias relacionadas directa o indirectamente con los SIG crece sobremanera, debido a la gran avalancha de productos en el mercado informático internacional que hicieron generalizarse a esta tecnología [15].

### ▪ **Cuarta etapa**

El paso siguiente a la etapa comercial para profesionales, se corresponde con la década de los noventa, donde los Sistemas de Información Geográfica empezaron a

difundirse al nivel del usuario doméstico debido a la generalización de los ordenadores personales o microordenadores [15].

#### ▪ **Quinta etapa**

En los primeros años del siglo XXI la mejora del rendimiento de los ordenadores debido a los avances tecnológicos y la consolidación, por otra parte, de la necesidad de paquetes informáticos de información geográfica conforman una nueva etapa en la evolución de los Sistemas de Información Geográfica, sobre todo con la generalización del uso de Internet, que permite la distribución a nivel mundial de cartografía y la puesta en marcha de servicios gratuitos, como por ejemplo Google Earth y Google Maps, que han tenido gran éxito en la sociedad actual y que han permitido eliminar el desconocimiento que existía por parte del usuario doméstico hacia este tipo de sistemas [15].

### **3.2.3 Tipo de información: raster o vectorial**

En general, son dos los tipos que normalmente se utilizan a la hora de estructurar la información que puede estar contenida en un SIG. Esta información puede ser almacenada en formato raster o formato vectorial, cada uno de estos modelos de representación proporcionarán una serie de ventajas y desventajas, dependiendo del uso que se quiera hacer del Sistemas de Información Geográfica [15] (ver figura 3.8).

	raster	vectorial
precisión gráfica	-	+
cartografía tradicional	-	+
volumen de datos	-	+
topología	-	+
operaciones de cálculo	+	-
actualización	+	-
variación espacial continua	+	-
integración	+	-
variación espacial discontinua	-	+

Figura 3.8: Ventajas e inconvenientes de la representación raster y vector.

Veamos de una manera pormenorizada cada uno de estos modelos de representación de información geográfica.

#### ▪ Modelo Vectorial

El modelo de SIG vectorial se centra en la precisión de localización de los elementos sobre el espacio y donde los fenómenos a representar son discretos, es decir, de límites definidos (ver figura 3.9). Para modelar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres objetos espaciales: el punto, la línea y el polígono, que son codificados y almacenados mediante una colección de coordenadas x,y.

La localización de un objeto representado como un punto está descrita sólo por una pareja de coordenadas x,y. Los elementos lineales, como pudieran ser ríos o carreteras, como un vector de puntos, representados cada uno por coordenadas x e y. Los polígonos, por ejemplo parcelas o lagos, se representan de la misma forma que las poli-lineas, pero con la salvedad de que el punto inicial y el punto final coinciden para así conseguir áreas cerradas.



Figura 3.9: Ejemplo de SIG vectorial.

### ▪ Modelo Raster

El modelo de SIG raster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización[15]. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Cuanto mayores sean las dimensiones de las celdas (resolución) menor es la precisión o detalle en la representación del espacio geográfico.

En el modelo raster el espacio no es continuo sino que se divide en unidades discretas. Esto le hace especialmente indicado para ciertas operaciones espaciales como por ejemplo las superposiciones de mapas o el cálculo de superficies. Las estructuras raster pueden implicar en ocasiones un incremento del espacio de almacenamiento, ya que almacenan cada celda de la matriz sin tener en cuenta si se trata de una entidad o simplemente de un espacio “vacío”.

Tenemos dos estructuras principales para almacenar la información raster, enumeración exhaustiva (figura 3.10) y codificación por grupos de longitud variable “run-length” (figura 3.11) [5].

- Enumeración Exhaustiva:



En esta estructura de datos el valor de cada pixel se registra individualmente, de forma que no se aplica ningún método de compresión cuando el mismo valor numérico aparece reiteradas veces seguidas.

representación raster							
A	A	A	A	0	0	0	0
A	A	A	A	A	0	0	0
A	A	A	A	0	B	0	0
A	A	A	A	0	0	0	0
A	A	A	0	0	0	C	C
0	0	0	0	0	C	0	0
C	C	C	C	C	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

pixel	valor
1	A
2	A
3	A
4	A
5	0
6	0
7	0
8	0
9	A
10	A
11	A
12	A
13	A
14	0
15	0
16	0
.	.
.	.
.	.
62	0
63	0
64	0

Figura 3.10: Ejemplo de enumeración exhaustiva

- Codificación por grupos de longitud variable “run-length”:

Es un método de compresión de imágenes. En el caso de que existan celdas contiguas con valores numéricos idénticos, esta estructura compacta la información. En vez de registrar el valor de cada celda individualmente, para cada fila se recoge el valor temático que existe y el número de celdas con dicho valor. Si sólo existe una celda con ese valor el tamaño se duplica, pero se reduce considerablemente en el caso de tres o más celdas idénticas. Cuanto mayores y más frecuentes sean las series de datos repetitivos, mayor compresión se logrará. Esta técnica es especialmente útil para codificar imágenes monocromo o binarias.

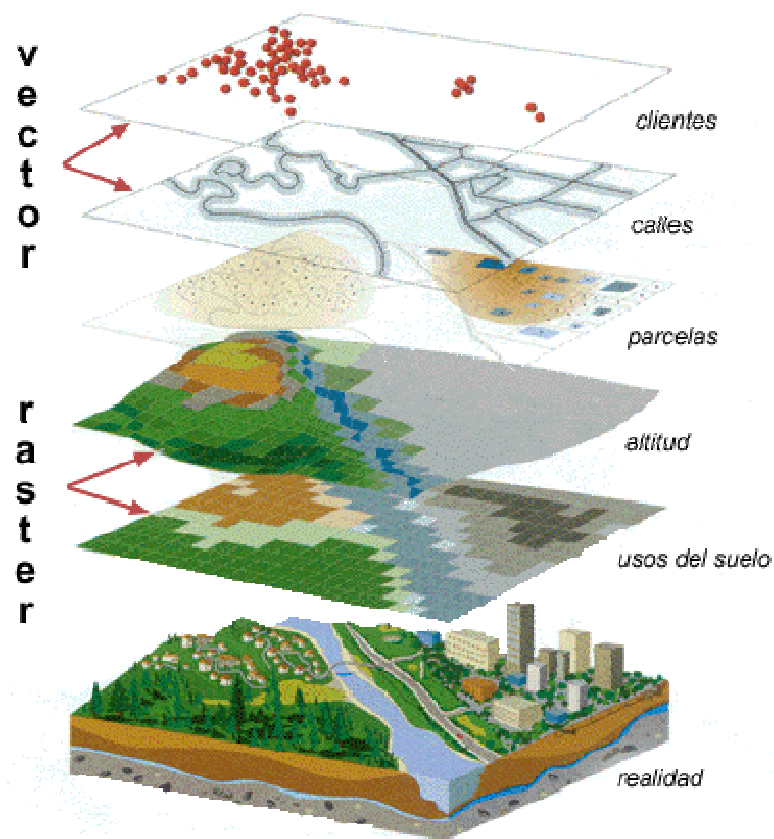
representación raster

A	A	A	A	0	0	0	0
A	A	A	A	A	0	0	0
A	A	A	A	0	B	0	0
A	A	A	A	0	0	0	0
A	A	A	0	0	0	C	C
0	0	0	0	0	C	0	0
C	C	C	C	C	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

A,	4	0,	8				
A,	5	0,	8				
A,	4	0,	5	B,	6	0,	8
A,	4	0,	8				
A,	3	0,	6	C,	8		
0,	5	C,	6	0,	8		
C,	5	0,	8				
0,	8						

Figura 3.11: Ejemplo de representación raster con codificación por grupos de longitud variable “run-length”:

Los SIG vectoriales son más populares en el mercado. No obstante, los SIG raster son muy utilizados en estudios que requieran la generación de capas continuas, necesarias en fenómenos no discretos; también en estudios medioambientales donde no se requiere una excesiva precisión espacial (contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización de especies marinas, análisis geológicos, etc.). En un mismo Sistema de Información Geográfica se pueden mezclar las dos representaciones para conseguir resultados que cumplan al máximo los requerimientos del usuario final del SIG (figura 3.12).



*Figura 3.12: Representación de la realidad en distintas capas con representación raster y vector*

En la aplicación que ocupa este proyecto solo se utilizará información vectorial, que será ofrecida por Google Maps.

### 3.2.4 Aplicaciones de los SIG

Los Sistemas de Información Geográfica se han convertido en la última década en herramientas de trabajo esenciales en el planeamiento urbano y en la gestión de recursos. Su capacidad para almacenar, recuperar, analizar, modelizar y representar amplias extensiones de terreno con enormes volúmenes de datos espaciales les han situado a la cabeza de una gran cantidad de aplicaciones. Los Sistemas de Información Geográfica ofrecen actualmente un gran abanico de aplicaciones, de entre las que podemos destacar las siguientes [5, 15, 29]:

- **Localización de elementos**

Los SIG permiten situar y localizar elementos sobre un mapa virtual, utilizando para ello georreferenciación y geolocalización.

- **Cálculo de rutas**

Los Sistemas de Información Geográfica pueden realizar cálculos que permitan conocer el camino óptimo a seguir entre dos o más puntos. Esta utilidad es bastante utilizada en la actualidad por ejemplo para realizar una planificación de un viaje por carretera.

- **Cálculo de distancias**

Los SIG se pueden utilizar para saber qué está pasando en un radio determinado alrededor de una entidad.

- **Mapas cuantitativos**

Mapas de población, que se utilizan para localizar lugares que reúnen ciertos criterios demográficos y tomar decisiones, o para ver las relaciones existentes entre

diferentes lugares. Esto proporciona un nivel de información adicional más allá de los simples mapas de localizaciones de entidades. Un ejemplo de esta utilidad la podemos encontrar en los SIG dedicados a análisis de impactos visuales, modelado de ecosistemas, gestión de infraestructuras, etc.

▪ **Mapas de densidades**

Aunque las concentraciones se pueden ver simplemente en un mapa de localización de entidades, en aquellas áreas donde existen muchas de ellas se hace complicado ver qué áreas tienen mayores concentraciones que otras. Un mapa de densidad permite medir el número de entidades en una unidad de área uniforme, tal como el metro o el kilómetro cuadrado, de forma que se puede ver claramente la distribución. Esto podrá ser utilizable para realizar labores de geomarketing, asignación de impuestos, etc.

▪ **Cartografía y detección del cambio**

Los SIG se pueden utilizar para cartografiar el cambio en una zona para predecir condiciones futuras, tomar decisiones, o evaluar los resultados de una acción o una política concreta. Este tipo de SIG serían utilizables por ejemplo en previsión de la expansión territorial que tendrá una ciudad en el futuro.

Por ser tan versátiles los Sistemas de Información Geográfica, su campo de aplicación es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial.

En nuestro proyecto pondremos en práctica procesos de localización, cálculo de rutas y cálculo de distancias. Para la localización se empleará georreferenciación y geocodificación de los restaurantes y otros puntos de interés (hoteles, paradas de taxi, etc.) que se han considerado interesantes para que sirvan como información adicional al

sistema. Para implementar la localización, cálculo de rutas y cálculo de distancias se hará uso de la tecnología SIG ofrecida por Google Maps.

Al ser un concepto bastante importante para el proyecto, a continuación se introducirá el concepto de Georreferenciación.

### 3.3 Georreferenciación

La georeferenciación posee una definición tecno-científica, aplicada a la *existencia de las cosas en un espacio físico, mediante el establecimiento de relaciones entre las imágenes raster o vector sobre un mismo sistema de coordenadas geográfico*. Por ello la georreferenciación se convierte en un elemento central para los modelados de datos realizados por los Sistemas de Información Geográfica (SIG). [4]

Antes de iniciar el proceso de georreferenciación se deben plantear una serie de cuestiones, que harán que este sea un proceso más entendible y simple. Estas cuestiones son las siguientes:[4]

- ¿Cuánto esfuerzo nos va a suponer el proceso de georreferenciación?
- ¿Cuánto tiempo nos va a llevar?
- ¿Qué proporción de la colección de datos se encuentra ya digitalizada?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de georreferenciar la colección de datos existente?
- ¿Cómo y por quién serán usados los datos georreferenciados?
- ¿Qué nuevos conceptos se deben aprender para realizar la georreferenciación?
- ¿De que recursos se dispone, para realizar la georreferenciación?
- ¿Qué herramientas pueden ser usadas para que la georreferenciación resulte más fácil?

Si se pueden responder esas cuestiones, podremos iniciar el proceso de georreferenciación sin problemas.

### 3.3.1. Recursos básicos para realizar georreferenciación

Para empezar el proceso de georreferenciación deberemos tener a nuestra disposición una serie de recursos básicos:

- Una base de datos, que almacene los datos necesarios para realizar la georreferenciación.
- Mapas Topográficos.
- Acceso a un buen índice geográfico, muchos de ellos están disponibles de forma gratuita vía Web.
- Acceso a los recursos de Internet ya que en momento de duda se podrán realizar consultas técnicas en webs especializadas.
- Y obviamente, un soporte hardware adecuado que permita hacer la georreferenciación.

### 3.3.2. Metodología de Georreferenciación

A lo largo del tiempo, los expertos en georreferenciación han desarrollado distintas metodologías a seguir a la hora de situar elementos sobre el mapa. Una de las metodologías mejor acogidas es la desarrollada por el proyecto MaPSTeDI, de la universidad de Colorado en Estados Unidos [4].

El proyecto MaPSTeDI recomienda seguir los siguientes pasos, a la hora de realizar cualquier proceso de georreferenciación:

1. *Localizar y trazar el punto* que es motivo de georreferenciación.
2. *Asignar un valor a este punto*, de manera que quede identificado de forma unívoca.
3. *Registrar los datos que acompañan al punto georreferenciado*. Este es un paso importante, pero que a menudo se subestima y se deja un poco de lado. Se ha comprobado que muchos de los errores en georreferenciación vienen por un

almacenamiento incorrecto de los datos. Es importante que todos los campos requeridos en la base de datos queden almacenados con un formato correcto. El administrador de la base de datos deberá poner ciertas restricciones para que el formato de los campos siempre sea el correcto.

4. *Documentar la relación de georreferenciación para cada registro de la base de datos.* Este paso es crítico porque en caso de que hubiese registros erróneos o confusos, esta información sería muy importante para permitir que, se realicen comprobaciones de calidad que permitan entender la relación que hay entre el punto geolocalizado y la información que lo acompaña, y así resolver los errores que pudieran haber ocurrido en el proceso de registro. Se aconseja que esta documentación se encuentre almacenada en una base de datos, junto con la información georreferenciada, en caso de que no sea posible, se deberá almacenar en documentos electrónicos.

En nuestro proyecto usaremos coordenadas geográficas, latitud y longitud, para georreferenciar todos los puntos de interés que acompañan a los restaurantes recomendados (Lugares para visitar, estaciones de transporte, parkings, etc.). Este proceso de georreferenciación requiere un gran esfuerzo, sobre todo en el momento de recolectar la información, ya que se debe hacer un duro trabajo de campo para recoger las coordenadas, mediante dispositivos GPS, de todos los puntos de interés que estén involucrados en el proyecto. Al tener nuestro proyecto fines docentes, sólo se han georreferenciado los puntos de interés (POI's) que están dentro de la ciudad de Jaén. En caso de que se quisiera ampliar el proyecto, se debería seguir la misma metodología con los demás municipios de la provincia de Jaén.



Como ya se ha comentado anteriormente, en nuestro proyecto se realizará la georreferenciación de objetos haciendo uso de la tecnología de Google Maps, que nos proporcionará tanto los mapas topográficos como el acceso a su índice geográfico. Google maps no permite la conexión directa a una base de datos y trabaja con archivos XML, por tanto se han creado una serie de archivos XML con todos los datos requeridos por la aplicación.

Para situar en el mapa los restaurantes recomendados se utiliza la geocodificación proporcionada por Google Maps. Veamos en que consiste esta geocodificación.

### **3.4 Geocodificación**

La Geocodificación es un concepto que se puede bifurcar en dos caminos contrapuestos, según el sentido sobre el que se desarrolle. En el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica podremos encontrarnos con dos tipos de geocodificación, geocodificación directa y geocodificación inversa. Veamos las características de cada tipo de geocodificación [38].

#### **3.4.1 Geocodificación directa**

Se puede decir que este tipo de geocodificación esta considerado como el método normalmente más utilizado en las aplicaciones que hacen uso de sistemas de información geográfica (SIG). Este proceso permite asignar coordenadas geográficas (latitud-longitud) a puntos del mapa (direcciones, puntos de interés, etc.), para que posteriormente puedan ser usadas para localizar el punto del mapa en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El método más utilizado a la hora de realizar geocodificación directa de direcciones se denomina “Interpolación de direcciones”. Este método marca ciertos números de

cada calle, y asume que las direcciones entre dos números marcados son equidistantes. Por ejemplo, si las coordenadas de la calle Juela 10 son (A,B), y las de la calle Juela 30 son (C,D), se usaría como coordenadas de la calle Juela 20 el punto medio, es decir,  $(A/2+C/2, B/2+D/2)$ .

La principal ventaja de este método es que es barato. Además, se pueden usar conjuntos de marcas (los puntos a partir de los cuales se interpolan los demás) con diferente granularidad (mayor, si se dispone de ellas, o menor, si el coste es importante).

Este método presenta diferentes problemas:

- En general, las calles suelen llevar los números pares e impares en lados opuestos, pero esto no es siempre así.
- Muchas calles (sobre todo en ciudades antiguas) no son rectas.
- No son funcionales en direcciones situadas en carretera, ya que tomarían el kilómetro como el número de calle. Por ejemplo si se geocodifica la dirección A: Carretera de la Guardia Km. 5 y posteriormente la dirección B: Carretera de la Guardia Km. 6, los puntos aparecerían separados por unos pocos metros, ya que se está asimilando que la dirección A se encuentra en el número 5 de la Carretera de La Guardia y la dirección B en el número 6 de la misma carretera.
- En algunas ciudades, el mismo nombre es usado para una calle principal y sus perpendiculares.
- La interpolación asume que los números de la calle están equiespaciados, lo que habitualmente es inexacto.
- La precisión de los sistemas de geocodificación suele referirse al porcentaje de respuestas, no al de respuestas válidas. Por ejemplo, un "99% match" significa

que, de cada 100 llamadas a la función de geocodificación, 99 dan una respuesta.

Esta respuesta puede ser completamente falsa.

Por estas razones, el uso de interpolación se restringe a aplicaciones no vitales (entrega de pizzas y semejantes), pero no a servicios como la policía, ambulancias, o los bomberos.

### **3.4.2 Geocodificación inversa**

El inminente auge de los dispositivos GPS han hecho necesario la aparición de este tipo de geocodificación. Estos dispositivos obtienen coordenadas geográficas, latitud y longitud y a partir de estas se necesita obtener la dirección postal que se corresponde con esas coordenadas, por tanto sería necesaria la operación inversa de la geocodificación directa. Las direcciones postales pueden tener muchos inconvenientes, pero es el “sistema de coordenadas” estrella en la población. Nadie es capaz de localizar un punto leyendo sus coordenadas, si no es con un plano, a no ser que las coordenadas se “traduzcan” a la dirección postal. A pesar de ser una característica con una gran utilidad, aún no se ha estandarizado su utilización, y por ejemplo la API de Google Maps todavía no la ha incorporado entre sus funcionalidades.

En el proyecto que ocupa a esta memoria se utilizará la geocodificación directa, proporcionada por la API de Google Maps, para situar sobre el mapa las direcciones de los restaurantes recomendados y las direcciones del punto de origen y destino en el cálculo de rutas

## **3.5 Google Maps**

Google Maps es el nombre de un servicio gratuito ofrecido por Google. Es un servidor de aplicaciones de mapas en Web. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotos satelitales del mundo entero e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones. Desde el 6 de octubre del 2005, Google Maps es parte de Google Local.

Es similar a Google Earth, una aplicación Windows/Mac/Linux que ofrece vistas del Globo terráqueo impactantes, pero que no es fácil de integrar en páginas Web y aplicaciones Web.

Google Maps ofrece la posibilidad de que cualquier propietario de una página Web integre muchas de sus características a su sitio Web. Esta es la razón por la que se ha escogido este servicio para la realización de nuestro proyecto, ya que ofrece todas las funcionalidades que se requieren en la elaboración del módulo que hace uso de la tecnología SIG, por ejemplo, tendremos:

- Cartografía de base con los mapas de la provincia de Jaén.
- Georreferenciación de elementos.
- Geocodificación directa de direcciones.
- Cálculo de rutas.
- ...

### **3.5.1 Orígenes de Google Maps**

Google Maps fue anunciado por primera vez en Google Blog el 8 de febrero del 2005. Originalmente soportaría sólo a los usuarios de Internet Explorer y Mozilla

Firefox, pero el soporte para Opera y safari fue agregado el 25 de febrero del 2005. El software estuvo en su fase beta por 6 meses antes de convertirse en parte de Google Local, el 6 de octubre del 2005.

Como las aplicaciones webs de Google, se usan un gran número de archivos de Javascript para crear Google Maps. La visualización del mapa se baja directamente desde el servidor para que el usuario pueda mover el mapa. Cuando un usuario busca un negocio, la ubicación es marcada por un indicador en forma de pin, el cual es una imagen PNG transparente sobre el mapa (Figura 3.13). Para lograr la conectividad sin sincronía con el servidor, Google aplicó el uso de AJAX dentro de esta aplicación.

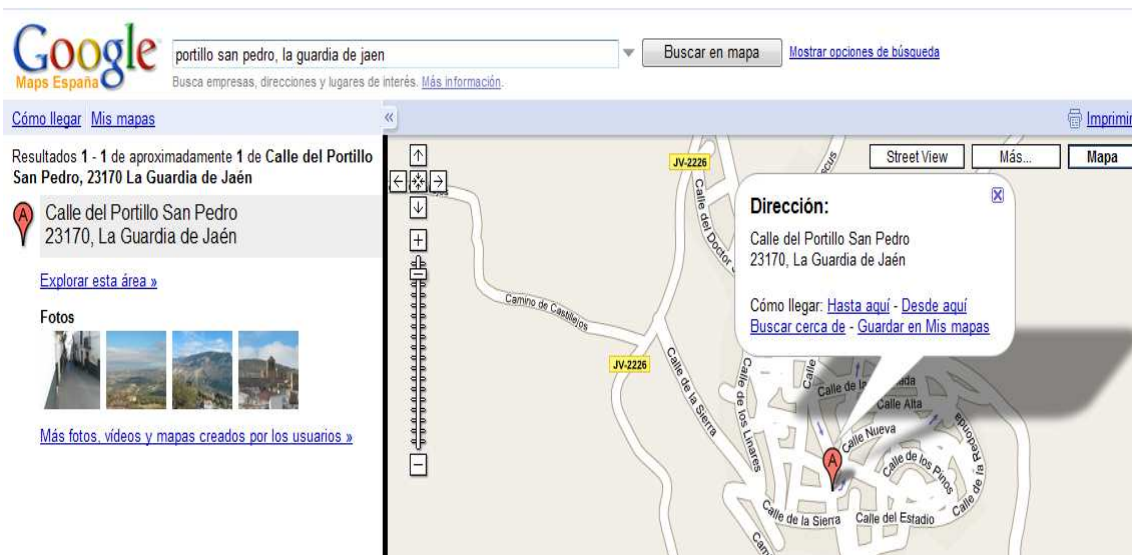


Figura 3.13: Figura en forma de pin, que identifica la posición de la dirección solicitada.

### 3.5.2 Características de Google Maps

- *Características Básicas:*

Google Map ofrece la capacidad de hacer acercamientos o alejamientos para mostrar el mapa. El usuario puede controlar el mapa con el ratón o las teclas de dirección para moverse a la ubicación que se desee. Para permitir un movimiento más

rápido, las teclas "+" y "-" pueden ser usadas para controlar el nivel de zoom. Los usuarios pueden ingresar una dirección, una intersección o un área en general para buscar en el mapa.

Los resultados de la búsqueda pueden ser restringidos a una zona, gracias a Google Local. Por ejemplo, si alguien quiere consultar por "Pizzas en Jaén", para encontrar restaurantes que sirven pizzas cerca de la ciudad. Las búsquedas pueden encontrar una amplia gama de restaurantes, hoteles, teatros y negocios generales (Figura 14).

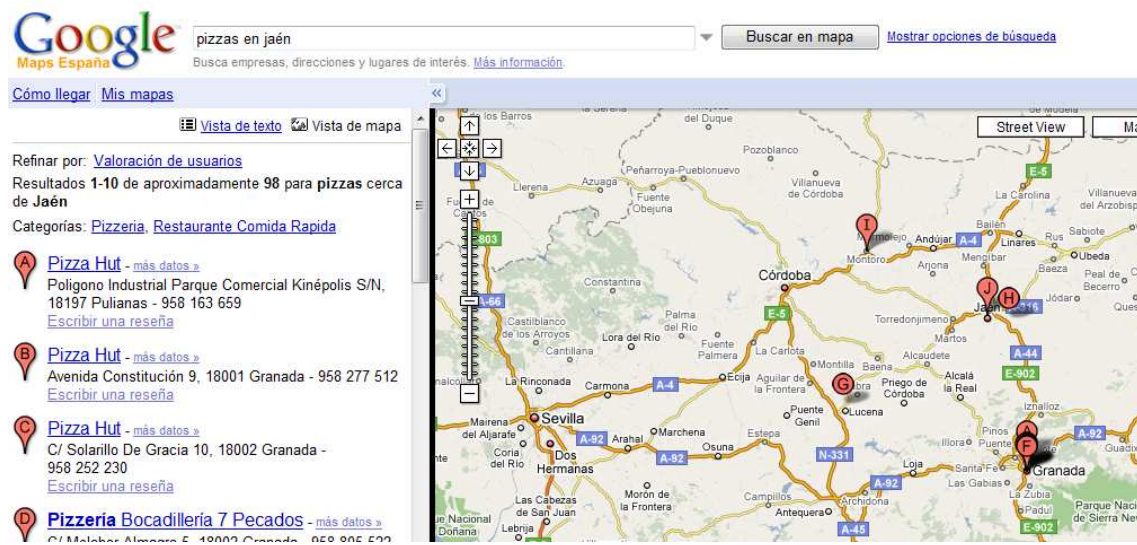


Figura 3.14: Búsqueda de negocios en Google Maps

Como otros servicios de mapa, Google Maps permite la creación de pasos para llegar a alguna dirección. Esto permite al usuario crear una lista paso a paso para saber el cómo llegar a su destino, calculando el tiempo necesario y la distancia recorrida entre las ubicaciones (Figura 3.15).

En coche Cómo llegar

**Indicaciones de ruta en coche para Av de Madrid, Jaén**  
11,2 km – aprox. 16 min

**A** Calle del Portillo San Pedro  
23170, La Guardia de Jaén

1. Continúa hacia el <b>este</b> en <b>Plaza de San Pedro</b> hacia <b>Calle de los Artesanos</b>	51 m
2. Gira a la <b>izquierda</b> para continuar por <b>Plaza de San Pedro</b>	19 m
3. Gira a la <b>derecha</b> en <b>Calle Nueva</b>	0,2 km
4. Gira ligeramente a la <b>izquierda</b> en <b>Autovía de Granada</b>	0,3 km
5. Sigue por <b>Calle del Torrejón</b>	0,4 km
6. Gira ligeramente a la <b>izquierda</b> en <b>JA-3200</b>	8,4 km
7. En la rotonda, toma la <b>segunda</b> salida en dirección <b>N-323a/Av de Granada/JA-3200</b>	1,0 km
8. Gira a la <b>derecha</b> en <b>N-323a/Av de Madrid/JA-3303/JV-2222</b> Continúa hacia Av de Madrid/JV-2222	0,8 km

Figura 3.15: Pasos a seguir para llegar a un lugar de destino.

La opción “Enlazar”, inserta una cadena larga de URL la cual contiene la latitud y la longitud (Figura 3.16). Estos datos pueden ser usados para ingresarlos en Nasa World Wind o TerraServer-USA, los cuales, en algunos casos, tienen imágenes de mayor resolución.

Imprimir | Enviar | Enlazar

Pegar enlace en **mensaje de correo electrónico o mensaje instantáneo**

&ie=UTF8&ll=37.758909,-3.735008&sfn=0.060936,0.153809&z=13

Figura 3.16: Opción Enlazar, de donde se podrían extraer la latitud y la longitud, en este caso 37,758909 y -3.735008 respectivamente.

Los desarrolladores pueden aplicar nuevas formas de ver el mundo gracias a estas APIs.

- *Características Avanzadas*

En abril del 2005, Google añadió un Ride Finder (Ubicador de Vehículo), en el cual, una persona puede ubicar un taxi o un transporte público, que posea un emisor de señales GPS, en una gran ciudad en tiempo real. La persona debe hacer clic en la barra de Update Vehicle Locations para encontrar la nueva ubicación del vehículo (ver figura 3.17).

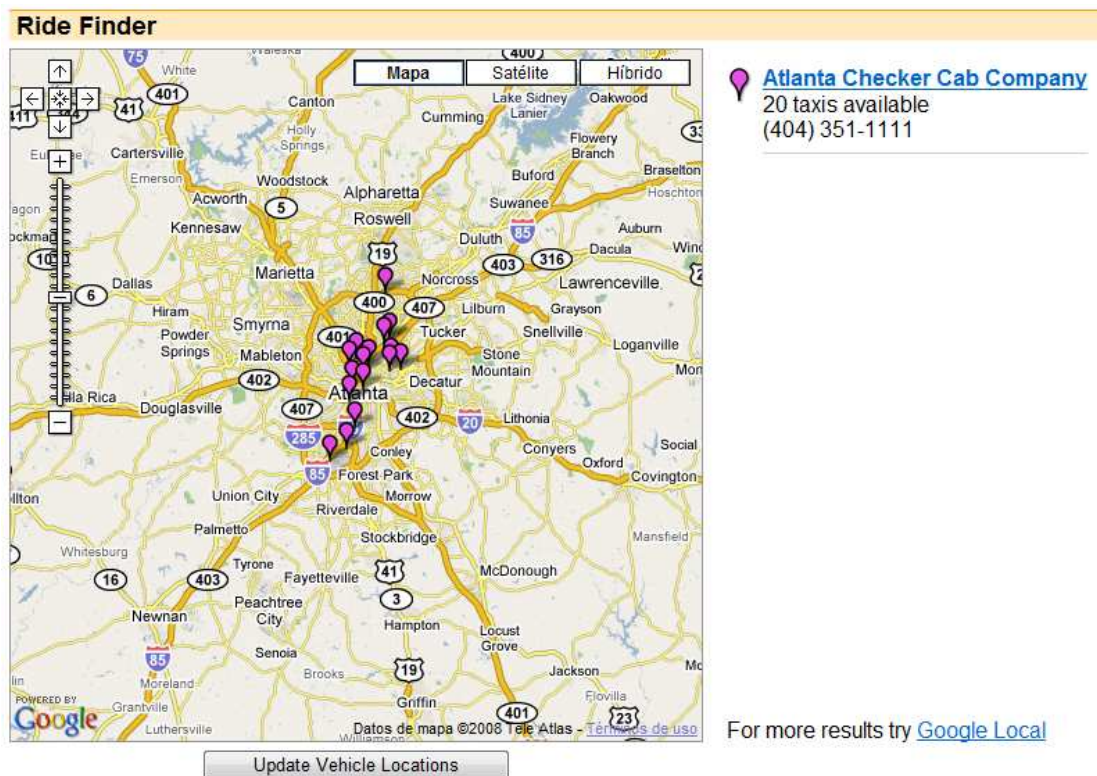


Figura 3.17: Google Ride Finder

En junio del 2005, los mapas de carreteras de los Estados Unidos, Puerto Rico, Canadá y el Reino Unido fueron integrados a Google Maps.



A mediados de julio del 2005, Google comienza la versión japonesa de Google Maps y Google Local.

- *Imágenes satelitales*

En abril del 2005, se crea una vista alternativa a la que se mostraba por el satélite (figura 3.17). El mayor responsable de que Google Maps sea una realidad es el QuickBird.

En junio del 2005, las imágenes de alta resolución (o a la máxima ampliación), ya estaban disponible para la mayoría de Canadá y Estados Unidos (incluyendo los estados de Hawai y Alaska. Además se tienen de otros países en forma parcial como Francia, Irlanda, Italia, Irak, Japón, Bahamas, Kuwait, México, España, Holanda, etc.). Sin embargo, algunas áreas fueron oscurecidas por motivos de seguridad nacional, como el Capitolio, la Casa Blanca y el área 51. Para el resto del planeta las imágenes se encuentran disponible en baja resolución, excepto para los polos.

No todas las fotos mostradas son de satélites, algunas son ortofotos de ciudades tomadas por aviones que vuelan a bastante altura (sobre los 10.000 metros).



Figura 3.18: imagen satelital de Google Maps.

- *Multivistas*

El 22 de julio del 2005, Google lanza una vista dual de su Google Maps. Esta vista combina el para y la vista satelital con mapas ilustrados y los nombres de calles en las imágenes del mundo real. Esto hace más fácil encontrar rutas entre dos puntos.

### **3.5.3 Desarrollo con Google Maps**

Google Maps está desarrollado casi por completo con JavaScript y XML, lo que ha permitido que algunos usuarios hayan hecho ingeniería inversa, y hayan desarrollado códigos para aumentar las capacidades de la interfaz de Google Maps.

Usando el núcleo de las imágenes almacenadas por Google, muchas herramientas pueden personalizar los iconos de localización, conocer la posición exacta en la tierra, e incluso, personalizar las imágenes dentro de la interfaz de Google Maps.

En junio del 2005 Google lanzó su API de Google Maps, haciendo oficialmente modificable casi cualquier aspecto de la interfaz original. Con la contraseña oficial de desarrollador, la API es libre de uso para cualquier sitio Web. Esta API ha sido utilizada para el desarrollo de nuestro proyecto.

# Capítulo 4

# Sistema de Recomendación Georreferenciado

## **4.1. Descripción**

El proyecto que se ha realizado es un sistema de recomendación georreferenciado denominado REJA (Restaurantes de Jaén), que como ya se ha expuesto anteriormente consta de dos partes principales:

- Una aplicación web para la recomendación de restaurantes.
- Una aplicación web para la georreferenciación y geocodificación de restaurantes.

Habiéndose realizado ya una presentación del proyecto, con la exposición de sus objetivos y propósito, y una introducción teórica al mundo de los sistemas de recomendación y los sistemas de información geográfica, se procederá a detallar mediante técnicas de ingeniería del software el proyecto que se ha realizado.

No existe una definición única y estandarizada para la Ingeniería del Software pero las dos que se presentan a continuación pueden resultar perfectamente validas para este cometido:

- Ingeniería del Software es la construcción de software de calidad con un presupuesto limitado y un plazo de entrega en contextos de cambio continuo.
- Ingeniería del Software es el establecimiento y uso de principios y métodos firmes de ingeniería para obtener software económico que sea fiable y funcione de manera eficiente en maquinas reales.

Las actividades que conforman la Ingeniería del Software son las siguientes:

- Especificación de Requerimientos: se obtienen el propósito del sistema y las propiedades y restricciones del mismo.
- Análisis del Sistema: se obtiene un modelo del sistema correcto, completo, consistente, claro y verificable.

- Diseño del Sistema: se definen los objetivos del proyecto y las estrategias a seguir para conseguirlos.
- Implementación: se traduce el modelo a código fuente.
- Prueba: verificar y validar el sistema.

En los puntos siguientes se profundizará en cada una de estas actividades y en como se han llevado a cabo en el ámbito nuestro proyecto.

## 4.2. Especificación de requerimientos

El primer paso en la Ingeniería del Software debe ser determinar el propósito último del proyecto, las propiedades que debe satisfacer y las restricciones a las que está sometido.

Este es, sin duda, un paso de vital importancia dentro del desarrollo de un proyecto software ya que, sin conocer el propósito del proyecto y todas las limitaciones de diversa índole a las que debe hacer frente, difícilmente se podrá realizar una aplicación software que cumpla dicho propósito. En nuestro proyecto de tipo académico el propósito es conocido desde el mismo momento de su concepción:

*Generación de un prototipo software que permita la recomendación y geolocalización de restaurantes para la provincia de Jaén. De forma que este pueda instalarse en cualquier Web turística y permita a sus usuarios recibir recomendaciones sobre qué restaurantes acudir cuando visiten Jaén o cualquier pueblo de la provincia atendiendo a sus propios gustos, así como su posición en el plano y de esta forma mejorar la experiencia del visitante, de manera que se sienta tan cómodo en el territorio que visita como en el suyo propio.*

Habiendo determinado el propósito último del proyecto, el siguiente paso consiste en especificar los requerimientos del mismo. Los requerimientos de un proyecto software son el conjunto de propiedades o restricciones definidas con total precisión, que dicho proyecto software debe satisfacer. Existen dos tipos bien diferenciados de tales requerimientos:

- Requerimientos funcionales: aquellos que se refieren específicamente al funcionamiento de la aplicación o sistema.

- Requerimientos no funcionales: aquellos no referidos al funcionamiento estricto sino a otros factores externos.

En los dos siguientes subapartados definiremos cuales son estos requerimientos (tanto funcionales como no funcionales) para el proyecto del que se ocupa esta memoria.

### **4.2.1. Requerimientos Funcionales**

A la vez que se definen las funcionalidades que se exigen para nuestro prototipo se especificará de una manera clara y concisa la respuesta que el sistema deberá ofrecer en cada caso. Los requerimientos funcionales del prototipo software que ocupa a este proyecto son los siguientes:

- **Registro de usuarios en el sistema.**

El sistema permitirá el registro abierto de usuarios con la simple introducción de una serie de datos personales necesarios para su correcto funcionamiento. Estos datos son:

- Nombre de usuario.
- Nombre de pila del usuario.
- Dirección postal del usuario.
- Localidad del usuario.
- País del usuario.
- E- mail del usuario.
- Clave de usuario en el sistema.

Estos datos se almacenarán directamente en la base de datos.

○ **Obtención de los datos almacenados en el perfil del usuario**

Se permitirá la visualización de los datos personales de los usuarios registrados en el sistema.

○ **Modificación de los datos de los usuarios**

Se ofrecerá la posibilidad de modificar en cualquier momento el perfil del usuario en caso de que sus datos sean erróneos o incompletos.

○ **Acceso a la información los restaurantes**

Se podrá acceder a la información de cualquier restaurante que se encuentre almacenado en la base de datos. El acceso se hará mediante listados, atendiendo a dos filtros:

- El nombre del restaurante.
- El tipo de establecimiento.

○ **Puntuación de los restaurantes**

El sistema permitirá la puntuación de restaurantes que haya probado el usuario. Estas puntuaciones quedaran almacenadas en la base de datos.

○ **Modificación de las puntuaciones de los restaurantes**



En caso de error de puntuación o de que la percepción del usuario hacia un restaurante cambie se podrá modificar la puntuación de este restaurante tantas veces como sea necesario, quedando estos cambios almacenados en la base de datos.

○ **Obtención de recomendaciones de restaurantes**

El sistema ofrecerá la posibilidad de obtener cuatro tipos distintos de recomendaciones de restaurantes que no ha visitado y que pueden ser de su agrado:

○ **Para usuarios no registrados en el sistema:**

- Recomendaciones basadas en un restaurante conocido por el usuario y que sea de su agrado, en el que el sistema devolverá una lista de restaurantes que se asemejen al indicado.
- Recomendaciones por filtro en las que inicialmente el usuario seleccionara una serie de características que sean de su agrado (Precio del menú, tipo de cocina y tipo de establecimiento) y el sistema ofrecerá un listado con los restaurantes que cumplan los criterios impuestos.

○ **Para usuarios registrados en el sistema:**

- Recomendaciones rápidas en caso que el número de puntuaciones del usuario, hacia otros restaurantes, no sean suficientes. En este caso el usuario ofrecerá el nombre de un restaurante y el sistema ofrecerá 3 ya puntuados sobre los que deberá indicar la preferencia de estos con respecto al restaurante seleccionado inicialmente.
- Recomendaciones colaborativas basándose en los restaurantes visitados por el usuario y que ya ha puntuado en el sistema. Para obtener este tipo

de recomendación se deberán haber puntuado previamente varios restaurantes ya que, sería necesario para el correcto funcionamiento del modelo colaborativo de sistemas de recomendación.

- **Geolocalización de los restaurantes**

El sistema será capaz de ubicar la dirección de un restaurante sobre un mapa virtual.

- **Obtención del camino mínimo necesario para llegar a un restaurante desde la dirección del usuario**

El sistema deberá permitir el cálculo del camino más corto a seguir desde la dirección del usuario hasta un restaurante. Esta ruta quedará superpuesta sobre un mapa virtual y se deberá ofrecer una descripción textual de los pasos a seguir para completar el camino.

- **Cálculo de rutas entre dos puntos**

El sistema ofrecerá libertad al usuario para elegir dos puntos sobre el mapa virtual y calcular la ruta más corta existente entre ellos. Esta quedará superpuesta sobre el mapa junto a descripción textual de los pasos a seguir para completar el camino calculado.

- **Consultas sobre el mapa**

Se deberá ofrecer la posibilidad de realizar consultas sobre el mapa, con el fin de conocer otros puntos de interés que se encuentren a una distancia del restaurante recomendado. Por ejemplo los hoteles que se encuentran dentro de un radio de acción de 400 metros del restaurante.

#### **4.2.2. Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como por ejemplo, el equipo informático a utilizar, el rendimiento, interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc. Se procederá a definir de una forma más detallada aquellos requerimientos no funcionales de mayor importancia para el proyecto.

- ***Requerimientos del equipo informático***

Al hablar de los requerimientos del equipo informático y debido a que el marco del desarrollo de la aplicación es una arquitectura cliente/servidor, debemos diferenciar los requerimientos de equipo que necesita el servidor y los que necesita el cliente.

Las necesidades de equipo informático del cliente son muy simples ya que sólo es necesario un ordenador con conexión a Internet (preferiblemente de banda ancha) y tener instalado un navegador capacitado para visualizar de forma correcta la aplicación (se recomienda Mozilla Firefox).

Los requerimientos del equipo informático del servidor, el cual se aconseja que sea un equipo dedicado, son más amplios y se dividen en dos tipos: los requerimientos de hardware y los requerimientos software.

### 1. Hardware

- *Velocidad:* El equipo debe ser lo suficientemente rápido como para ejecutar la aplicación en el menor tiempo posible y con la mayor fiabilidad. Cualquier microprocesador actual es capaz
- *Memoria:* El equipo debe disponer de la suficiente memoria RAM libre para realizar las operaciones que se soliciten entre la aplicación y la base de datos.
- *Almacenamiento:* El equipo que haga la labor de servidor debe tener una capacidad de almacenamiento suficiente para almacenar la base de datos con la que trabaja la aplicación y permitir con holgura las transacciones entre ambas entidades.
- *Tarjeta gráfica:* Las tarjetas gráficas de las que disponen los equipos informáticos actuales son de gran potencia por lo que es inútil establecer ningún requerimiento en este aspecto.
- *Monitor:* El monitor debe soportar una resolución de 1024x768 y superiores, para visualizar los mapas de forma correcta.
- *Conexión a Internet:* El servidor debe encargarse de que la aplicación sea accesible a través de Internet para todos sus usuarios por lo que es indispensable que se encuentre conectado a Internet a través de banda ancha las 24 horas del día.

## 2. Software

- *Sistema Operativo:* El servidor de la aplicación trabaja sobre un sistema operativo de la familia Windows.
- *Navegador:* Se recomienda el uso de las últimas versiones del navegador Mozilla Firefox.
- *Sistema Gestor de Bases de Datos:* La aplicación trabaja con la base de datos MySQL.
- *Gestor de Contenidos (CMS) Jommla!:* Esta aplicación es la base sobre la que se monta el prototipo software.
- El resto del software necesario será proporcionado al administrador de la aplicación, el cual dispone de un manual para su instalación en el Anexo II.
- ***Requerimientos de la interfaz***

Los requerimientos de la interfaz gráfica entre la aplicación y el usuario están íntimamente ligados a la usabilidad y sus principios. La usabilidad se puede definir de varias formas [30]:

- Usabilidad se define coloquialmente como facilidad de uso, ya sea de una página Web, una aplicación informática o cualquier otro sistema que interactúe con un usuario.

- Usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso.

- Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico.

A partir de estas tres definiciones se pueden obtener los principios básicos de la usabilidad, los cuales se asociarán a los requerimientos no funcionales que deberá cumplir la interfaz gráfica:

- *Facilidad de aprendizaje*: Se refiere a la facilidad con la que nuevos usuarios pueden tener una interacción efectiva. Depende de los siguiente factores:
  - *Predecibilidad*: Una vez conocida la aplicación, se debe saber en cada momento a que estado se pasará en función de la tarea que se realice.
  - *Síntesis*: Los cambios de estado tras una acción deben ser fácilmente captados.
  - *Generalización*: Las tareas semejantes se resuelven de modo parecido.
  - *Familiaridad*: El aspecto de la interfaz tiene que resultar conocido y familiar para el usuario.
  - *Consistencia*: Siempre se han de seguir una misma serie de pasos para realizar una tarea determinada.

▪ **Flexibilidad:**

Relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.

▪ **Robustez:** Es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos o, también, la capacidad del sistema para tolerar fallos. Esta relacionada con los siguientes factores:

• **Navegable:** El usuario debe poder observar el estado del sistema sin que esta observación repercuta de forma negativa en él.

• **Recuperación de información:** La aplicación debe permitir volver a un estado anterior.

• **Tiempo de respuesta:** Es el tiempo necesario para que el sistema pueda mostrar los cambios realizados por el usuario.

### **4.3. Análisis del sistema**

Una vez conocido el propósito del proyecto software, las propiedades y restricciones que debe someterse, llega el momento de analizar el sistema y crear un modelo del mismo que sea correcto, completo, consistente, claro y verificable. Para conseguir ésto, se definirán los casos de uso en según los requerimientos previamente obtenidos y posteriormente se describirán ciertos escenarios de acción de dichos casos de uso.

#### **4.3.1. Casos de uso**

Un caso de uso representa una clase de funcionalidad dada por el sistema como un flujo de eventos. También se puede definir como la representación de una situación o tarea de interacción de un usuario con la aplicación.

Los casos de uso son tareas con significado, coherentes y relativamente independientes, que los actores realizan en su trabajo cotidiano. En un caso de uso concreto puede participar más de un actor.

Los casos de uso describen como se realiza una tarea de manera exacta y constan de los siguientes elementos:

- Nombre único e unívoco
- Actores participantes
- Condiciones de entrada
- Flujo de eventos



- Condiciones de salida
- Requerimientos especiales

Por lo tanto, es necesario determinar cuales son los actores participantes en cada uno de los casos de uso.

Un actor modela una entidad externa que se comunica con el sistema, es decir, es un tipo de usuario del sistema. Un actor, al igual que un caso de uso, debe tener un nombre único y puede tener una descripción asociada.

En nuestro sistema contamos con los actores siguientes:

- **Usuario\_Registrado:** Se corresponde con cada una de las personas que se registran en el sistema para sacarle el máximo partido.
- **Usuario\_No\_Registrado:** Hace referencia a cada una de las personas que quieren dar una pasada rápida por el sistema para ver las funcionalidades que ofrece.
- **Base\_de\_datos:** Es la base de datos que proporciona los datos a la aplicación (para la validación usuarios, para almacenar los restaurantes y devolver los que determinen los algoritmos de recomendación).
- **Motor SIG:** Es la parte que proporciona al sistema las características principales de los sistemas de información geográfica (Geocodificación, Georreferenciación, Cálculo de rutas, Consultas, etc.).

Una vez definidos cuales van a ser los actores del sistema, es el momento de crear los distintos casos de uso. A la hora de realizar esta acción es importante que cada uno de los requerimientos funcionales ya definidos aparezca en al menos uno de los casos de uso aunque, por otra parte, puede haber casos de uso nuevos, en los que no

aparezca ninguno de los requerimientos, ya que estamos en una fase de refinamiento del sistema donde queremos construir un modelo detallado del mismo.

Un paso previo a la creación y descripción de los distintos casos de uso es la obtención de los diversos diagramas de casos de uso de nuestro sistema. El primero es un diagrama frontera, es decir, un diagrama que describe completamente la funcionalidad de un sistema:

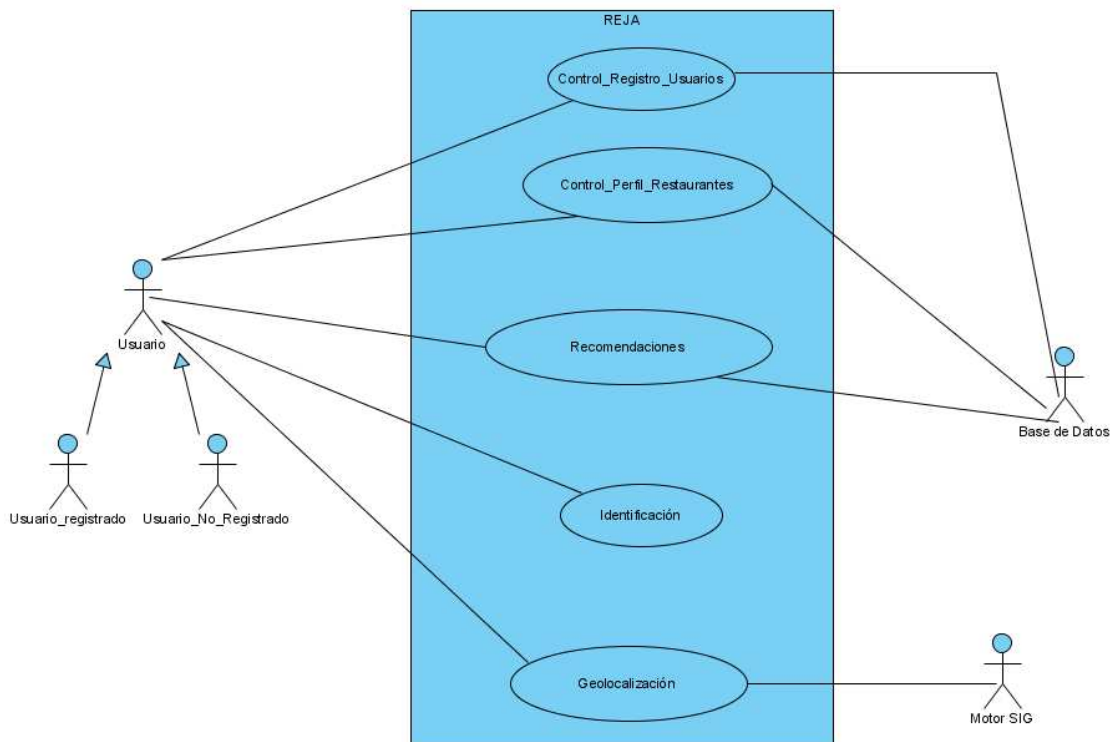


Figura 4.1: Diagrama Frontera del proyecto.

Los casos de uso mostrados en un diagrama frontera pueden ser suficientemente precisos o necesitar ser explicados en mayor detalle. A la hora de detallar un caso de uso se pueden emplear dos tipos de relaciones:

- **<<extend>>**: Es una relación cuya dirección es hacia el caso de uso a detallar que representa comportamientos excepcionales del caso de uso.
- **<<include>>**: Es una relación cuya dirección es contraria a la de la relación <<extend>> que representa un comportamiento común del caso de uso.

En este caso se nos da la circunstancia de que todos los casos de uso excepto el de autenticación deben ser descritos con mayor profundidad.

A continuación se expondrán los diagramas que se identifican con los casos de uso que necesitan mayor nivel de detalle en su descripción.

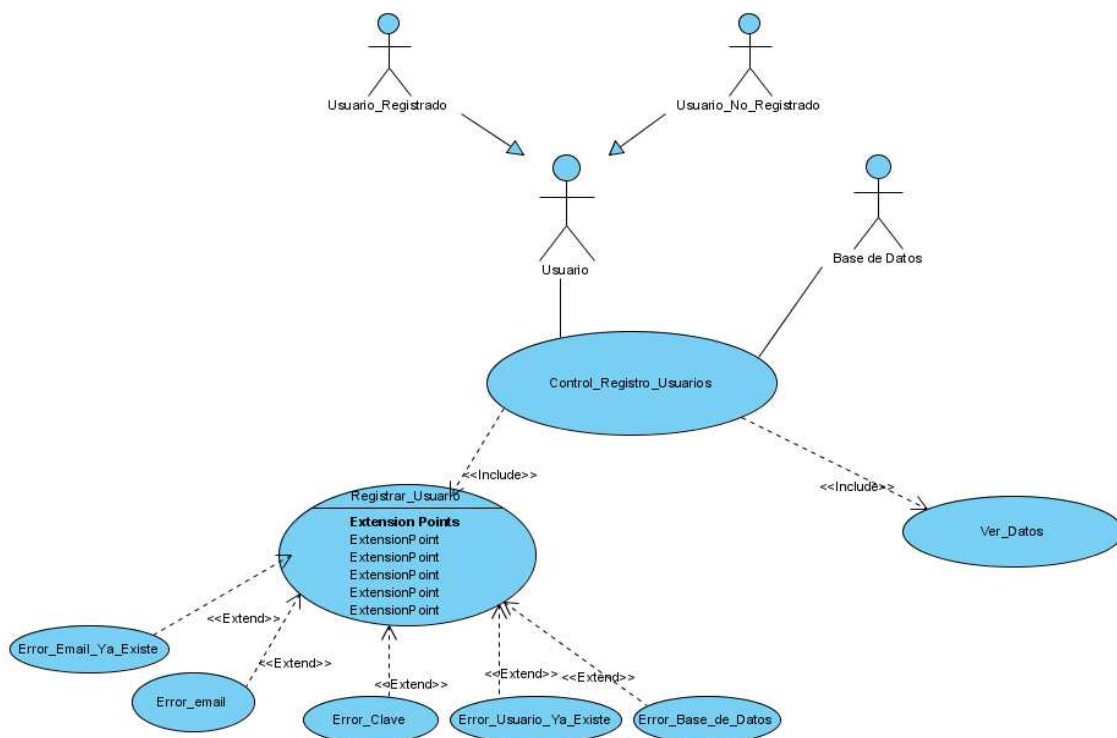


Figura 4.2: Caso de uso Control\_Registro\_Usuarios

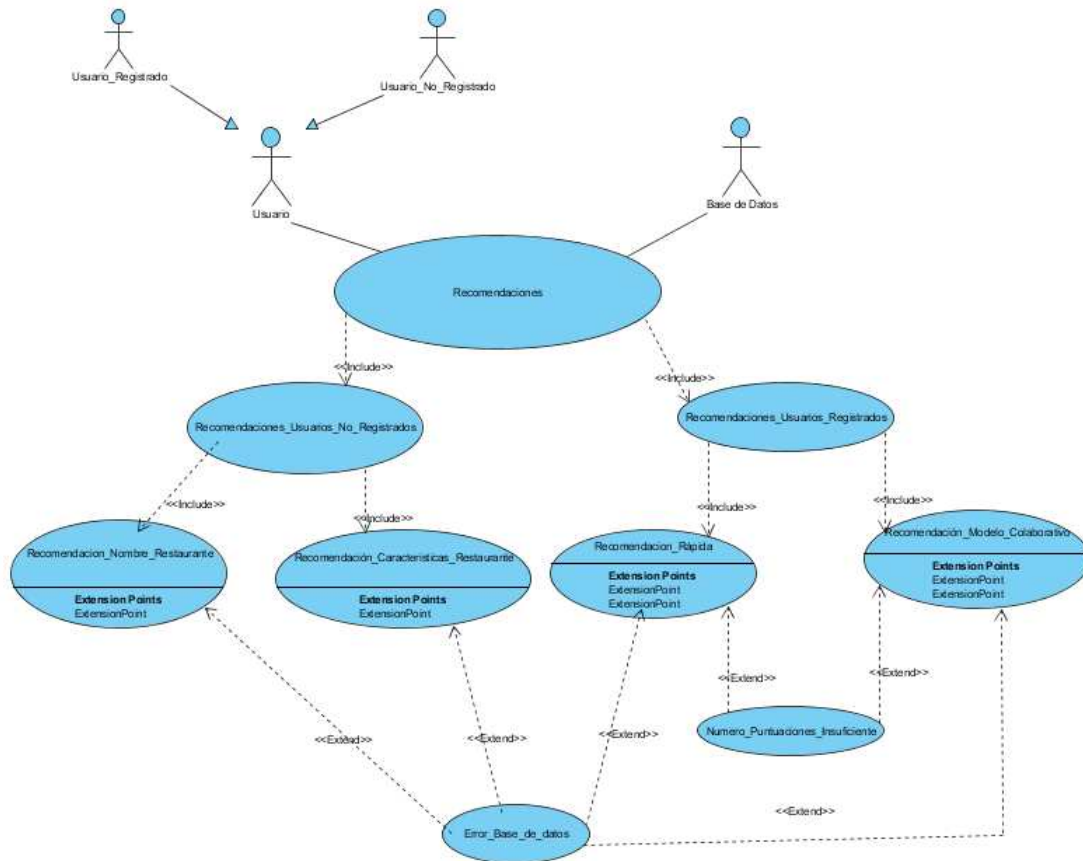


Figura 4.3: Caso de uso Recomendaciones

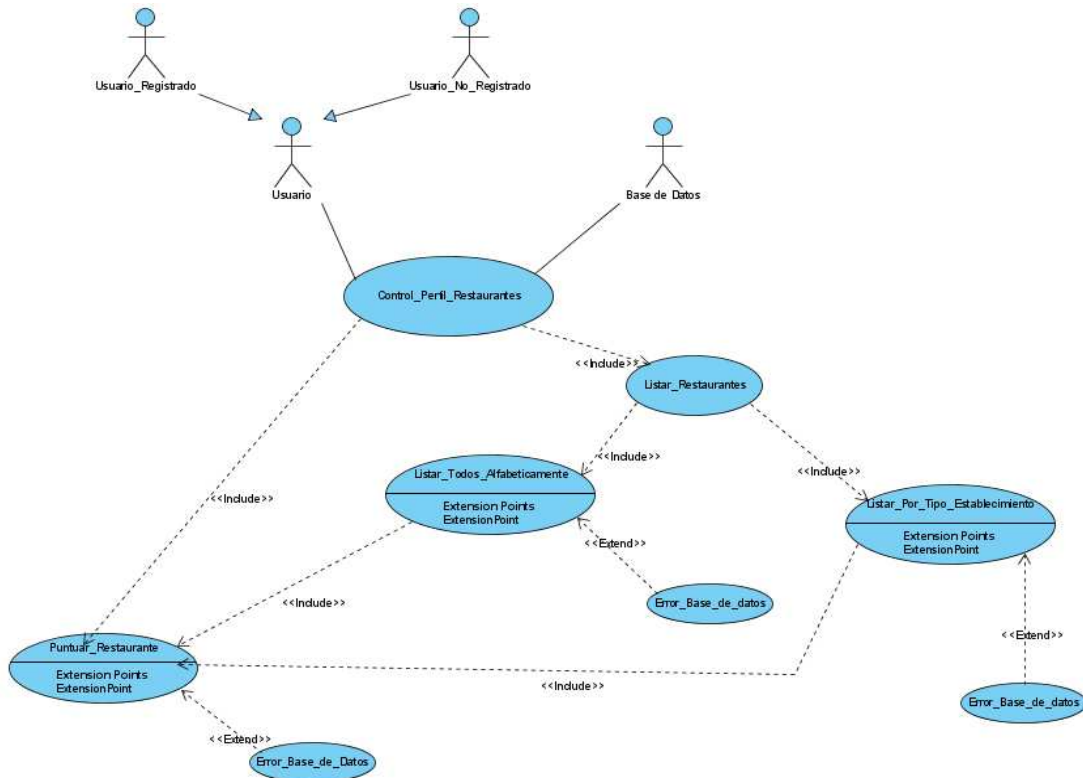


Figura 4.4: Caso de uso Control\_Perfil\_Restaurantes

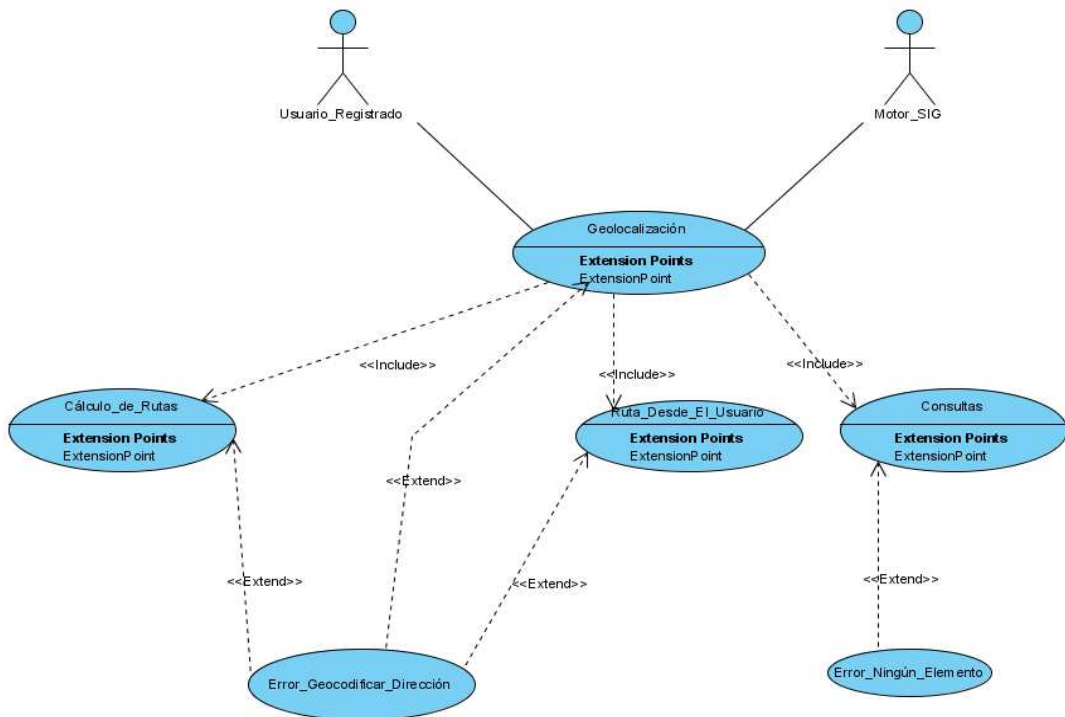


Figura 4.5: Caso de uso Geolocalización

A continuación, se describen detalladamente cada uno de los casos de uso mostrados en las figuras anteriores.

### **Caso de Uso 1: Identificación**

**Actores participantes:** Usuario\_Registrado.

**Condiciones de entrada:** Existen cuentas de usuario registradas en la aplicación.

#### **Flujo de eventos:**

1. El usuario inicia la aplicación.
2. El sistema muestra una sección con un formulario de entrada.
3. El usuario introduce su identificador y su contraseña.
4. El sistema comprueba que el identificador es válido (E-1)(E-2).
5. El usuario entra al sistema con los privilegios de usuario registrado.

**Condiciones de salida:** El nombre de usuario y la contraseña han sido aceptados y el usuario entra al sistema con privilegios de usuario registrado.

**Excepciones:**

E-1: El identificador o la contraseña introducidos por el usuario no son válidos. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede introducir un identificador o contraseña válidos o salir del caso de uso.

E-2: La cuenta de usuario aún no ha sido activada. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede entrar en la cuenta de correo electrónico que proporciono al sistema y activar su perfil de usuario en el sistema, pulsando sobre el enlace que aparece en el correo electrónico remitido desde REJA o salir del caso de uso.

**Caso de Uso 2: Control\_Registro\_Usuarios**

**Actores participantes:** Usuario\_Registrado, Usuario\_No\_Registrado y Base de datos.

**Condiciones de entrada:** Existe Base de datos.

**Flujo de eventos:**

1. El usuario inicia la aplicación.
2. Si el usuario no está registrado y quiere hacerlo, se realiza S-1.
3. Si el usuario está registrado, se realiza S-2.

### **Subflujos de eventos:**

#### **S-1: Registrar\_Usuario**

1.1 El usuario elige la opción Registrar Usuario en la sección Acceso

1.2 El sistema muestra un formulario de registro.

1.3 El usuario introduce los datos requeridos para el registro:

- Nombre\_Pila
- Nombre\_Usuario (E-1)
- E-Mail (E-2)(E-5)
- Clave (E-3)
- Dirección
- Localidad
- País

1.4 El sistema almacena al usuario en la base de datos (E-4) y envía un correo electrónico con los datos de registro y el enlace de activación del registro.

1.5 El caso de uso se inicia de nuevo.

#### **S-2: Ver\_Datos**

2.1 El usuario selecciona la opción Mi perfil del Usuario.

2.2 El sistema se comunica con la base de datos (E-4) para obtener los datos personales del usuario.

2.3 El sistema muestra los datos personales del usuario.



**Condiciones de salida:** Usuario\_registrado es capaz de visualizar sus datos personales o Usuario\_No\_registrado se registra en el sistema.

**Excepciones:**

E-1: El nombre de usuario introducido por el usuario ya se encuentra registrado. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede introducir un identificador que no esté repetido o salir del caso de uso.

E-2: La dirección de correo electrónico introducida por el usuario no sigue el formato estándar “usuario@compañia.dominio”. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede introducir un e-mail válido o salir del caso de uso.

E-3: La clave introducida por el usuario no es válida al contener menos de seis caracteres o caracteres prohibidos. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede introducir una contraseña válida o salir del caso de uso.

E-4: Ha habido un error en la comunicación entre el sistema y la base de datos. El sistema informa al cliente de dicha situación. El caso de uso se inicia de nuevo.

E-5: La dirección de correo electrónico introducida por el usuario ya se encuentra registrada en el sistema. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede introducir un e-mail que no esté registrado o salir del caso de uso.

### **Caso de Uso 3: Control\_Perfil\_Restaurantes**

**Actores participantes:** Usuario\_Registrado, Usuario\_No\_Registrado y Base de datos.

**Condiciones de entrada:** Existe Usuario (Usuario\_registrado o Usuario\_No\_Registrado) y base de datos.

#### **Flujo de eventos:**

1. El usuario accede a la aplicación como usuario no registrado, se realiza S-1.
2. El usuario accede a la aplicación como usuario registrado y se identifica en el sistema como tal y selecciona la opción Añadir Puntuación del menú Usuario, se realiza S-4

#### S-1: Listar\_Restaurantes\_Usuario\_No\_Registrado

1. El usuario elige la opción Restaurantes, que permite listar los restaurantes almacenados en la base de datos.
2. El sistema muestra 2 opciones para listar los restaurantes.
3. El usuario elige la opción de listar todos los restaurantes ordenados por orden alfabético, se realiza S-2.
4. El usuario elige listar todos los restaurantes ordenados por tipo de establecimiento, se realiza S-3.

S-2: Listar\_Todos\_Alfabeticamente

1. El sistema se comunica con la base de datos para listar todas los restaurantes (E-1).
2. El sistema muestra al usuario un listado con todos los restaurantes, ordenados de forma alfabética.
3. El usuario selecciona un restaurante.
4. El sistema muestra al usuario la información del restaurante seleccionado.
5. Si el usuario está registrado en el sistema, se realiza S-4.

S-3: Listar\_Por\_Tipo\_Establecimiento

1. El sistema muestra una lista de los tipos de establecimientos existentes en la base de datos (E-1).
2. El sistema se comunica con la base de datos para listar todos los restaurantes que pertenecen al tipo de establecimiento elegido por el usuario (E-1) y mostrárselos.
3. El usuario selecciona un restaurante.
4. El sistema muestra al usuario la información del restaurante seleccionado.
5. Si el usuario está registrado en el sistema, se realiza S-4.

S-4: Puntuar\_Restaurante\_Usuario\_registrado

1. El sistema muestra unos valores que permitirán puntuar a los restaurantes, especificadas por:

- Muy Malo.
- Malo.
- Regular.
- Bueno.
- Muy Bueno.

2. El usuario selecciona el valor deseado para el restaurante elegido.

3. El usuario elige la opción puntuar, y dicha puntuación queda registrada en la base de datos (E-1).

4. El usuario pulsa la opción volver de la sección Añadir puntuación, en caso de querer reiniciar el caso de uso.

5. El usuario pulsa una opción distinta a Restaurantes dentro del menú principal para salir del caso de uso.

**Condiciones de salida:** El sistema muestra la información del restaurante y en caso de que el usuario esté registrado en el sistema, el restaurante quedará puntuado.

**Excepciones:**

E-1: Ha habido un error en la comunicación entre el sistema y la base de datos. El sistema informa al cliente de dicha situación. El caso de uso se inicia de nuevo.

## Caso de Uso 4: Recomendaciones

**Actores participantes:** Usuario\_registrado, Usuario\_No\_Registrado y Base de datos.

**Condiciones de entrada:** Existe Usuario (Usuario\_registrado o Usuario\_No\_Registrado) , base de datos.

### Flujo de eventos:

1. El usuario accede al sistema.
2. Si el usuario no está registrado, se realiza S-1.
3. Si el usuario está registrado en el sistema, se realiza S-2.

#### S-1: Recomendaciones para usuarios no registrados

1. El usuario elige la opción Recomendaciones del menú principal.
2. El sistema muestra ofrece al usuario dos opciones de recomendación.
3. El usuario selecciona la opción 1 de recomendación, se realiza S-3.
4. El usuario selecciona la opción 2 de recomendación, se realiza S-4.

#### S-2: Recomendaciones \_Usuarios\_Registrados

1. El usuario elige la opción Recomendaciones del Menu Principal, se realiza S-5.

2. El usuario elige la opción Mis Recomendaciones del menú Usuario, se realiza S-6.

#### S-3: Recomendación\_Nombre\_Restaurante

1. El sistema muestra una lista con los nombres de todos los restaurantes que se encuentran almacenados en la base de datos (E-1).

2. El usuario elige de la lista, el restaurante que sea de su agrado y pulsa sobre la opción Obtener Recomendaciones.

3. El sistema muestra un listado con los restaurantes que se asemejan al elegido anteriormente (E-1).

#### S-4: Recomendación\_Características\_Restaurante

1. El usuario no conoce ningún restaurante de los que ofrece el sistema.

2. El sistema muestra un formulario con una serie de criterios de búsqueda: Rango de precios, Tipo de cocina y tipo de establecimiento.

3. El usuario escoge los criterios que más se adecuan al restaurante deseado y pulsa sobre la opción Obtener Recomendaciones.

4. El sistema muestra un listado con los restaurantes que cumplen con las restricciones impuestas (E-1).

#### S-5: Recomendación\_Rápida

1. El sistema muestra una lista con todos los restaurantes almacenados en la base de datos (E-1).

2. El usuario selecciona de la lista un restaurante que sea de su agrado y pulsa sobre la opción Seleccionar Restaurante (E-2).

3. El sistema muestra un formulario con 3 restaurantes (E-1) con sendas listas desplegadas con los siguientes valores:

- Mucho mejor.
- Mejor.
- Igual.
- Peor.
- Mucho peor.

4. El usuario indica la preferencia de estos restaurantes con respecto al seleccionado, utilizando las listas anteriores y pulsa sobre la opción Obtener Recomendaciones.

5. El sistema muestra una lista de restaurantes recomendados en base a las preferencias del usuario(E-1).

#### S-6: Recomendación\_Modelo\_Colaborativo

1. El sistema muestra una lista de restaurantes recomendados en base a las puntuaciones realizadas previamente por el usuario. (E-1) (E-2).

**Condiciones de salida:** Se obtiene una lista de restaurantes recomendados.

#### **Excepciones:**

E-1: Ha habido un error en la comunicación entre el sistema y la base de datos. El sistema informa al usuario de dicha situación. El caso de uso se inicia de nuevo.

E-2: El número de puntuaciones realizadas por el usuario registrado no es suficiente. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede realizar nuevas puntuaciones o salir del caso de uso.

### **Caso de Uso 5 : Geolocalización**

**Actores participantes:** Usuario\_Registrado y Motor\_SIG.

**Condiciones de entrada:** El Usuario\_Registrado ha recibido la recomendación de un restaurante.

#### **Flujo de eventos:**

1. El usuario elige un restaurante proveniente de la lista de restaurantes recomendados o directamente de los restaurantes registrados.
2. El sistema muestra, además de la información del restaurante y la opción de puntuar, la posibilidad de realizar Geocodificación del restaurante seleccionado.
3. El usuario selecciona la opción de Geocodificación.
4. El sistema abre otra nueva ventana donde se muestra la localización del restaurante (E-1) sobre un mapa virtual mediante la tecnología del motor SIG, en este mapa el usuario podrá mostrar realizar tareas típicas de los sistemas de información geográfica, tales como: Zoom +, Zoom -, Zoom por ventana, Pan y Control de capas.
5. El usuario selecciona la opción “Calculo de rutas” de la barra de menús que aparece sobre el mapa, para conocer la ruta que debe seguir para ir



desde una localización de origen hasta otra de destino. En este caso se realiza S-1.

6. El usuario selecciona la opción “Ruta desde la dirección del usuario” de la barra de menús que aparece sobre el mapa, para conocer la ruta que debe seguir para ir desde su dirección hasta el restaurante seleccionado. En este caso se realiza S-2.

7. El usuario selecciona la opción “Consultas” de la barra de menús que aparece sobre el mapa, se realiza S-3

8. El usuario finaliza el caso de uso cerrando la ventana que muestra el mapa.

#### S-1: Cálculo\_de\_Rutas

1. El usuario especifica el punto de inicio pulsando con el ratón sobre el mapa o escribiendo la dirección en una caja de texto (E-1).

2. El sistema muestra el punto de origen sobre el mapa.

3. El usuario especifica el punto de destino pulsando con el ratón sobre el mapa o escribiendo la dirección en una caja de texto (E-1).

4. El sistema muestra el punto de destino sobre el mapa.

5. El usuario elige la opción mostrar ruta.

6. El sistema dibuja una poli línea sobre el mapa que representa al camino mínimo que habría que seguir para ir desde el punto de origen al de destino.

7. El sistema muestra una descripción textual de la ruta en la sección “Descripción de la ruta”, con los pasos a seguir para completarla.

8. El sistema muestra 3 iconos sobre la ruta que representan a posibles puntos intermedios.

9. El usuario activa los puntos intermedios arrastrándolos hacia el lugar del mapa deseado.

10. El usuario pulsa sobre calcular ruta, para recalcular la ruta y forzar a que esta pase por los puntos intermedios activados.

#### S-2: Ruta\_Desde\_El\_Usuario

1. El sistema toma como punto de origen, la dirección que el usuario introdujo en el momento del registro y como punto de destino la dirección del restaurante seleccionado (E-1).

2. El sistema dibuja una poli línea sobre el mapa que representa el camino mínimo que habría que seguir para ir desde el punto de origen al de destino.

3. El sistema muestra una descripción textual de la ruta en la sección “Descripción de la ruta”, con los pasos a seguir para completarla.

#### S-3: Consultas

1. El sistema muestra un submenú en la barra de menús con tres opciones.

2. El usuario coge la opción 1, Consultas por atributos, se realiza S-3\_1.

3. El usuario coge la opción 2, Consultas por listado, se realiza S-3\_2.

4. El usuario coge la opción 3, Consultas sobre el mapa, se realiza S-3\_3.

S-3\_1: Consultas\_Atributos

1. El sistema muestra listas desplegables con atributos de las capas que por su naturaleza puedan realizar consultas de este tipo (Atributo Hoteles: Categoría), (Atributo Bancos: Compañía bancaria).

2. El usuario elige un atributo de alguna de las listas.

3. El sistema busca las localizaciones de todos los puntos de interés o capas que cumplen con el criterio impuesto y los resalta sobre el mapa (E-2).

S-3\_2: Consultas\_Listado

1. El sistema muestra una lista desplegable por cada capa o punto de interés que forma parte del sistema, cada lista contendrá los nombres de los elementos que pertenecen a la capa.

2. El usuario conoce el nombre de un punto de interés y quiere conocer su localización, por tanto elige ese nombre en su lista correspondiente.

3. El sistema busca la localización de ese punto de interés y lo resalta sobre el mapa.

S-3\_3: Consultas\_Sobre\_Mapa

1. El sistema muestra una sección de criterios de búsqueda, donde se podrá elegir las capas que serán susceptibles de consulta.
2. El usuario marca las capas sobre las que quiere realizar la consulta.
3. El usuario se sitúa, con el ratón, sobre el punto desde el que quiere realizar la consulta y hace clic con el botón derecho.
4. El sistema muestra un menú contextual con una sección Consultas que contendrá una serie de distancias prefijadas.
5. El usuario elige la distancia deseada.
6. El sistema toma como referencia el punto elegido por el usuario y localiza sobre el mapa aquellas capas marcadas en los criterios de búsqueda y que se encuentran en un radio de acción no superior a la distancia inpuesta. Los puntos que cumplan la condición aparecerán resaltados sobre el mapa (E-2).

**Condiciones de salida:** El restaurante y la dirección del usuario han sido geocodificados.

**Excepciones:**

E-1: La dirección no se puede geocodificar. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede introducir elegir una dirección válida o del caso de uso.

E-2: No se encuentran puntos de interés que cumplan con los requisitos. El sistema informa al usuario de dicha situación. El usuario puede elegir otros criterios de búsqueda o salir del caso de uso.

**4.3.2. Escenarios**

Un caso de uso es una representación abstracta, una abstracción, de una funcionalidad del sistema a realizar. La representación concreta de un caso de uso se realiza mediante la creación de uno o más escenarios que muestren todas las interacciones posibles entre el sistema y sus usuarios.

Los escenarios son historias ficticias que describen posibles interacciones con una interfaz. Permiten a los diseñadores anticiparse a los problemas. Aunque son historias ficticias deben hacerse lo más detalladas posibles, así por ejemplo, los personajes deben tener nombres, motivaciones para usar la interfaz, deben encontrarse en entornos reales con las restricciones que ello conlleva, etc. De esta manera se facilita a los diseñadores la discusión sobre la interfaz ya que a las personas nos cuesta más trabajo discutir sobre una situación abstracta.

Esta forma de proceder fuerza a los diseñadores a considerar el rango de usuarios que va a usar el sistema y el rango de actividades por las que lo van a usar. Los escenarios permiten hacer diferentes combinaciones de usuarios y actividades de forma que se tengan en cuenta todas las posibilidades.

Un escenario esta formado por los siguientes elementos:

- Un nombre único y unívoco.
- Una descripción.
- Los actores participantes.
- El flujo de eventos.

Como se ha indicado, para cada caso de uso puede haber varios escenarios. Para nuestro proyecto se han definido gran cantidad de casos de uso, por tanto nosotros vamos a definir solo algunos de los escenarios para los principales casos de uso, así se tendrá un ejemplo de las principales funcionalidades del sistema: Identificación de usuarios, Registro de usuarios, Realizar puntuaciones, Obtener recomendaciones y geolocalización de restaurantes.

***Escenario 1: Identificación de usuarios en el sistema***

**Nombre:** IdentificaciónUsuarioJuan23.

**Descripción:** El usuario registrado en el sistema con nombre Juan23 desea entrar en la aplicación como usuario identificado para gozar de la máxima funcionalidad.

**Actores Participantes:** Juan23 y Base\_de\_Datos.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario entra en el sistema.
2. El sistema muestra el formulario para iniciar sesión como usuario registrado.
3. El usuario introduce Juan23 en el campo de texto correspondiente a nombre de usuario y JuanXXX como contraseña en el campo de texto contraseña y pulsa en el botón entrar.
4. El sistema valida correctamente al usuario mediante la Base de datos y este entra en la aplicación como usuario registrado.
5. El sistema muestra una ventana de bienvenida con los datos del usuario Juan23 y una nueva sección con el menú de usuario.

*Escenario 2: Registro de usuarios*

**Nombre:** Registrar usuario.

**Descripción:** El usuario entra en el sistema y decide darse de alta en el sistema para obtener el mayor potencial que ofrece la aplicación.

**Actores Participantes:** Usuario y Base\_de\_Datos.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario entra como invitado en el sistema y pulsa sobre la opción Regístrese aquí.
2. El sistema muestra un formulario con todos los datos requeridos para el registro
3. El usuario rellena todos los siguientes campos:
  - a. Nombre: Juan
  - b. Usuario: Juan23
  - c. E-mail: [juan@hotmail.com](mailto:juan@hotmail.com)
  - d. Clave: JuanXXX
  - e. Verificar su clave: JuanXXX
  - f. Dirección: Avenida de Granada, 34
  - g. Localidad: Jaén
  - h. País: España
4. Juan pulsa sobre el botón Enviar registro.
5. El sistema muestra una pantalla advirtiéndole de que el registro se ha realizado con éxito. Además el sistema manda un correo electrónico a la dirección del usuario (juan@hotmail.com, que permitirá activar la cuenta.
6. El usuario accede su buzón de correo electrónico, abre el correo enviado por el sistema y pulsa sobre el enlace que aparece dentro del e-mail.
7. El sistema activa la cuenta del usuario, para que el usuario pueda acceder al sistema como usuario registrado.

*Escenario 3: Puntuación de restaurantes*

**Nombre:** PuntuarRestauranteSierraMágina.

**Descripción:** El usuario registrado en el sistema con nombre Toni34 quiere puntuar el restaurante Sierra Mágina con puntuación de “Muy Bueno”.

**Actores Participantes:** Toni34 y Base\_de\_Datos.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario entra en el sistema y se identifica de forma correcta como Toni34.
2. Toni34 selecciona la opción Añadir Puntuación del menú Usuario.
3. El sistema muestra una lista con todos los restaurantes almacenados en la Base de datos, de entre los que se encuentra el restaurante Sierra Mágina.
4. Toni34 selecciona el restaurante Sierra Mágina de la lista.
5. El sistema muestra los valores que permitirán puntuar el restaurante (Muy Malo, Malo, Regular, Bueno y Muy Bueno).
6. Toni34 selecciona la opción “Muy Bueno” y pulsa el botón “Añadir puntuación”.
7. El sistema actualiza la Base de datos con la puntuación de “Muy Bueno” para el restaurante Sierra Mágina.
8. El sistema informa a Toni34 que la operación se ha realizado con éxito.



**Escenario 4: Obtener Recomendaciones**

**Nombre:** ObtenerRecomendacionesToliyo.

**Descripción:** El usuario registrado en el sistema con nombre Toliyo quiere obtener una lista de los restaurantes que mejor se adapten a sus gustos.

**Actores Participantes:** Toliyo y Base\_de\_Datos.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario entra en el sistema y se identifica de forma correcta como Toliyo.
2. Toliyo elige la opción Mis recomendaciones del menú de usuario.
3. El sistema se comunica con la Base de datos y obtiene todas las puntuaciones hechas por Toliyo.
4. El sistema utiliza un algoritmo de filtrado colaborativo para realizar el cálculo de los restaurantes recomendados basándose en las puntuaciones previas hechas por el usuario Toliyo.
5. El sistema obtiene de la Base de datos la información correspondiente a los 10 restaurantes recomendados:
  - a. Montería Sierra Segura
  - b. La Toja
  - c. Merino II
  - d. Iliturgi
  - e. Laso Boulevard
  - f. Asador de Santiago
  - g. Los nogales
  - h. Pekín
  - i. Teatro
  - j. La Fuente
6. El sistema muestra una lista con estos 10 restaurantes que será los que mejor se adapten a los gustos de Toliyo.

### Escenario 5: Geolocalización de restaurante y ruta desde usuario

**Nombre:** GeolocalizaciónRutaRestMistralJuan22.

**Descripción:** El usuario registrado en el sistema con nombre Juan22 quiere obtener la localización del restaurante Mistral sobre un mapa virtual y conocer la ruta que tendría que seguir para llegar a tal restaurante desde su domicilio.

**Actores Participantes:** Juan22 y Motor\_SIG.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario entra en el sistema y se identifica de forma correcta como Juan22.
2. Juan22 obtiene una lista con los 10 restaurantes que mejor se adaptan a sus gustos, de la misma forma que se hace en el escenario ObtenerRecomendacionesToliyo. En esta lista se encuentra el restaurante Mistral.
3. Juan22 selecciona el restaurante Mistral de la lista de recomendaciones.
4. El sistema muestra la información del restaurante Mistral y una opción de Geocodificación.
5. Juan22 selecciona la opción Geocodificación.
6. El sistema abre una nueva ventana donde se muestra la localización del restaurante Mistral sobre un mapa virtual mediante la tecnología del motor SIG.
7. El usuario selecciona la opción Ruta desde el usuario de la ventana de Geolocalización.
8. El sistema dibuja una poli línea sobre el mapa que representa el camino mínimo que habría que seguir para ir desde la dirección calle campanas, 32, que se corresponde con la dirección de Juan22 a la calle Avenida Ruíz Jiménez, 40, que sería la dirección del restaurante Mistral. Utilizando para ello el motor SIG.
9. El sistema muestra en la sección "Descripción de la ruta" la descripción textual, con instrucciones claras y concisas, de la ruta con los pasos a seguir para completarla, usando para tal efecto el conjunto de técnicas proporcionadas por el motor SIG.

## **4.4. Diseño del sistema**

Sin duda, realizar de manera adecuada cada una de las actividades que conlleva la Ingeniería del Software es indispensable para la realización de un proyecto software de calidad. Por lo tanto, no se puede decir que ninguna de estas actividades sea más importante que otra. Sin embargo, si podemos decir que la actividad de diseño es la más delicada y la más laboriosa de llevar a cabo.

- Es delicada porque si no se lleva a cabo correctamente se hace imposible el codificar, de manera correcta, en la actividad de implementación el modelo obtenido en el análisis del sistema, lo que puede repercutir en hacer inútil todo el esfuerzo realizado durante las primeras actividades de la Ingeniería del Software.
- Es laboriosa porque las estrategias a seguir para conseguir que la traducción entre modelo y código se lleve a cabo correctamente son muy diversas y complejas.

Se puede decir, por tanto, que el diseño del sistema es la actividad de la Ingeniería del Software en la que se identifican los objetivos finales del sistema y se plantean las diversas estrategias para alcanzarlos en la actividad de implementación.

Sin embargo, el sistema no se suele diseñar de una sola vez sino que hay que diferenciar entre el diseño y estructura de los datos que se van a manejar y el diseño de la interfaz entre la aplicación y el usuario. Estas dos fases del diseño no se realizan de forma consecutiva una detrás de la otra sino que lo normal es realizarlas de manera concurrente y finalizarlas a la vez.

#### 4.4.1 . Diseño de los datos

La intención de esta fase del diseño software es determinar la estructura que poseen cada uno de los elementos de información del sistema, es decir, la estructura de los datos sobre los que va a trabajar. Estos elementos son:

- Los **restaurantes** de los que conocemos su nombre, teléfono, dirección, municipio, código postal, pagina web, descripción, directorio de imágenes, platos típicos, día de descanso, horario, si tiene aparcamiento, si tiene terraza, si tiene barra, si admite reservas on-line, si admite pago con tarjeta, si admite pagar con cheques-restaurante, si admite animales, si tiene reservado un espacio libre de humos, si tiene zona de fumadores, si tiene acceso para minusválidos, si tiene salones para convenciones, reuniones, etc, si ofrece servicio de catering, si tiene servicio de comida a domicilio, si tiene aire acondicionado, si tiene aparcacoches, si tiene bodega propia, si tiene servicio de barbacoa, si tiene un menú especial de empresa, si tiene un menu especial para grupos, si está situado en un hotel, el tipo de cocina que realiza, el tipo de establecimiento en el que se encuentra encuadrado, el intervalo de precios de sus menús, el servicio que ofrece, la calidad que ofrece y las coordenadas geográficas donde se encuentra situado el restaurante.
- Los **usuarios** de los que conocemos su nombre, contraseña de acceso, dirección, e-mail, localidad, código postal, País, numero de puntuaciones realizadas, fecha de registro y fecha de ultima puntuación.
- Los **precios** de los que conocemos la etiqueta que identifica el rango de precios, el valor inicial del rango de precios, y el valor final.

- La **calidad** de la que conocemos la variable lingüística que la representa, esta variable lingüística se define por una función de pertenencia triangular y estará definida por los campos a,b,c y d, donde b y c coinciden, por eso la función es triangular.
- El **servicio** del que conocemos la variable lingüística que lo representa, esta variable lingüística se define por una función triangular y estará definida por los campos a,b,c y d, donde b y c coinciden, por eso la función es triangular.
- Las **puntuaciones** de las que conocemos, el usuario que las realiza, el restaurante que recibe la puntuación, el valor de la puntuación y la fecha de la puntuación.

Una vez determinados cuales son los elementos de información del sistema, se deben obtener sus representaciones en forma de tablas de una base de datos. Para ello, se debe realizar primeramente un diseño conceptual de la base de datos para, posteriormente, obtener las tablas requeridas. Para realizar este diseño conceptual se utilizará el modelo Entidad-Relación.

### **Modelo Entidad-Relación**

El modelo Entidad-Relación (también conocido por sus iniciales: E-R) es una técnica de modelado de datos que utiliza diagramas entidad-relación. No es la única técnica de modelado pero si es la más extendida y utilizada.

Un diagrama entidad-relación esta compuesto por tres tipos de elementos principales:

- *Entidades*: Objetos (cosas, conceptos o personas) sobre los que se tiene información. Se representan mediante rectángulos etiquetados en su

interior con un nombre. Una instancia es cualquier ejemplar concreto de una entidad.

- *Relaciones*: Interdependencias entre uno o más entidades. Se representan mediante rombos etiquetados en su interior con un verbo. Si la relación es entre una entidad consigo mismo se denomina reflexiva, si es entre dos entidades se denomina binaria, ternaria si es entre tres y múltiple si es entre más.
- *Atributos*: Características propias de una entidad o relación. Se representan mediante elipses etiquetados en su interior con un nombre.

En los diagramas entidad-relación también hay que tener en cuenta otros aspectos como pueden ser:

- *Entidades débiles*: Son aquellas que no se pueden identificar unívocamente sólo con sus atributos, sino que, necesitan estar relacionadas con otras entidades para existir. Se representan con dos rectángulos concéntricos de distinto tamaño con un nombre en el interior del más pequeño.
- *Cardinalidad de las relaciones*: Existen tres tipos de cardinalidades de una relación según el número de instancias de cada entidad que involucren:
  - *Uno a uno*: una instancia de la entidad A se relaciona solamente con una instancia de la entidad B. (1:1)
  - *Uno a muchos*: cada instancia de la entidad A se relaciona con varias de la entidad B. (1:\*)

- *Muchos a muchos*: cualquier instancia de la entidad A se relaciona con cualquier instancia de la entidad B. (\*:\*)
- *Claves*: cada entidad de un diagrama entidad-relación debe tener una clave, debe estar formada por uno o más de sus atributos.

Una vez conocidos los elementos que forman parte de un diagrama entidad-relación podemos empezar a desarrollar el modelo entidad-relación. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Convertir el enunciado del problema (o, como es nuestro caso, los elementos del sistema software) en un Esquema Conceptual del mismo.
2. Convertir este Esquema Conceptual (o EC) en uno más refinado conocido como Esquema Conceptual Modificado (ECM).
3. Obtener las tablas de la base de datos a partir del Esquema Conceptual Modificado.

### **Normalización en el modelo Entidad-Relación**

La normalización es un proceso consistente en imponer a las tablas ciertas restricciones mediante una serie de transformaciones consecutivas. Con ello se asegura que las tablas contengan los atributos necesarios y suficientes para describir la realidad de la entidad que representan. Separando aquellos que pueden contener información cuya relevancia permite la creación de otra nueva tabla.

Para asegurar la normalización Codd estableció tres formas normales, las cuales hacen que una base de datos (si las cumple) esté normalizada.

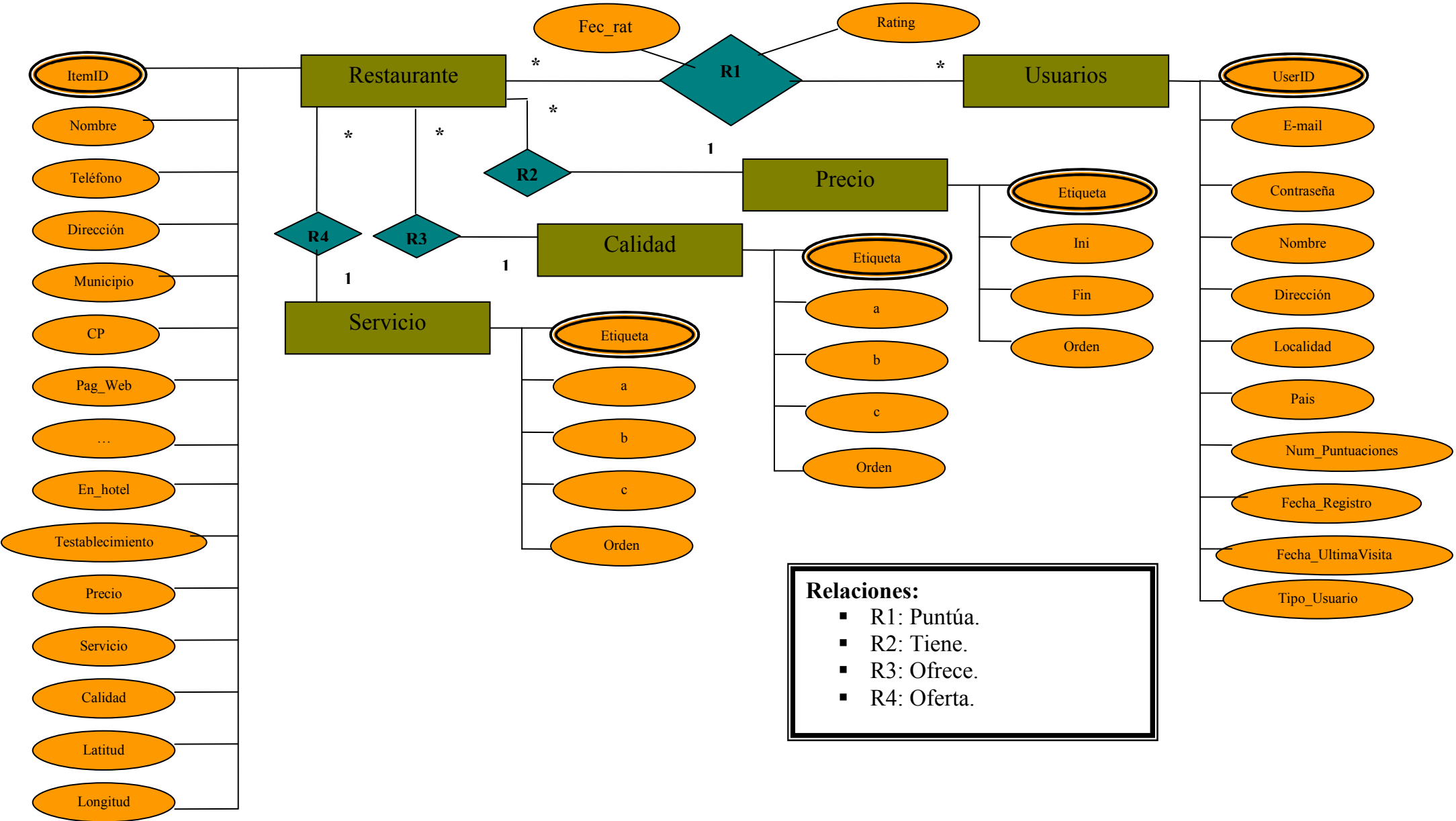
Estas formas normales son:

- *Primera forma Normal (FN1)*: Una tabla esta en FN1 si todos los atributos no clave, dependen funcionalmente de la clave, o lo que es lo mismo, no existen grupos repetitivos para un valor de clave.
- *Segunda forma Normal (FN2)*: Una tabla está en FN2 si está en FN1 y además todos los atributos que no pertenecen a la clave dependen funcionalmente de forma completa de ella. De esta definición se desprende que una tabla en FN1 y cuya clave esta compuesta por un único atributo está en FN2.
- *Tercera forma Normal (FN3)*: Una tabla está en FN3 si está en FN2 y además no existen atributos no clave que dependan transitivamente de la clave.

#### **4.4.1.1. Esquema conceptual**

Necesitamos convertir nuestros elementos en entidades o relaciones. Es obvio que Restaurantes, Usuarios, Precio, Calidad y Servicio pasarán a convertirse en entidades de nuestro esquema conceptual, y puntuaciones se convierte en una relación puntuar que une la entidad Restaurantes y Usuarios. Así, nuestro esquema conceptual quedaría de la siguiente forma:





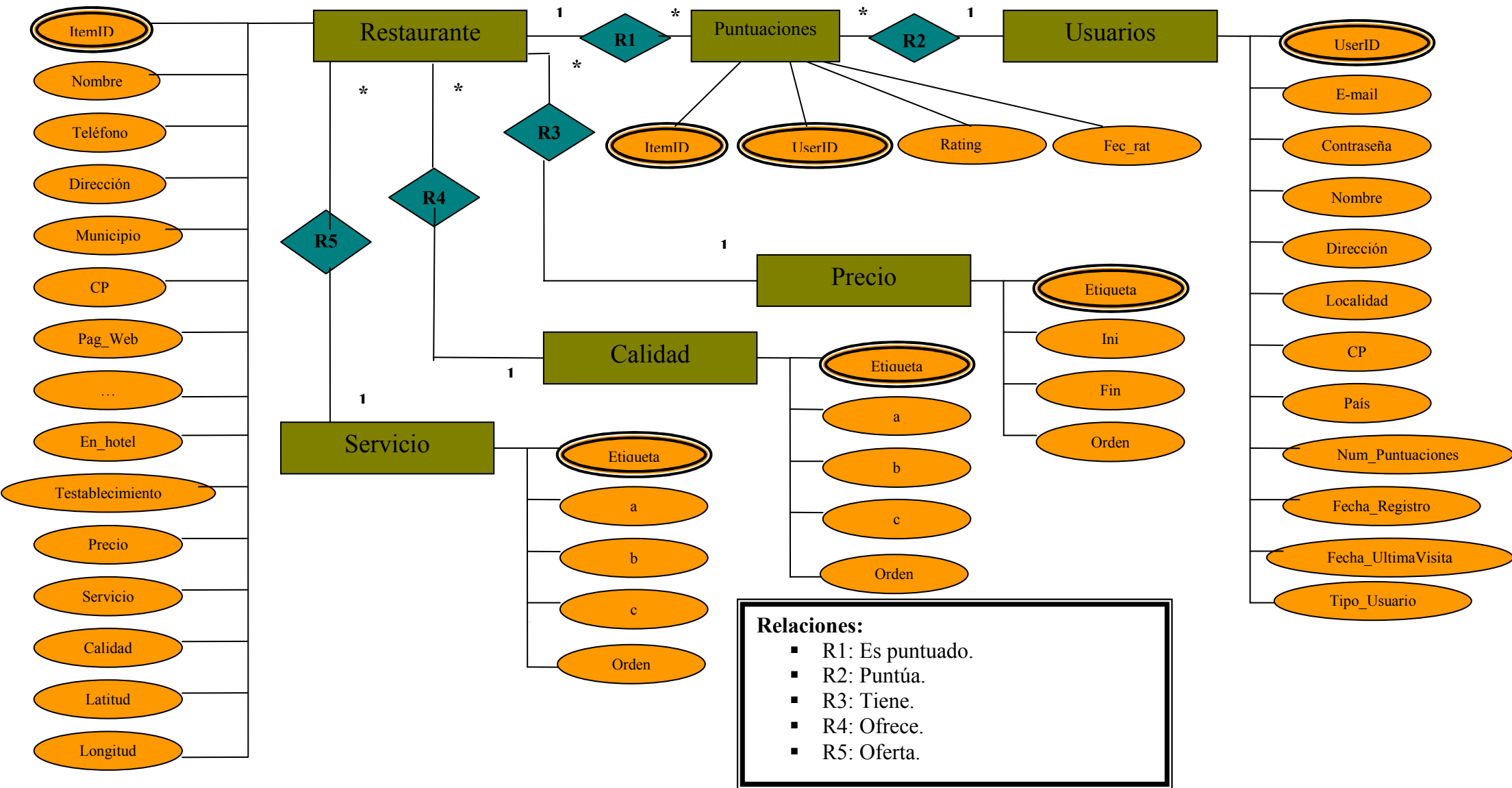
#### 4.4.1.2. Esquema Conceptual Modificado

Para obtener el Esquema Conceptual Modificado a partir del Esquema

Conceptual se deben hacer los cambios que siguen a continuación:

- Eliminar todas las entidades débiles
- Eliminar las relaciones de muchos a muchos
- Eliminar las relaciones con atributos que haya en nuestro Esquema Conceptual.

Por lo tanto, nuestro Esquema Conceptual Modificado (ECM) quedaría como muestra la figura siguiente. Obtendríamos una nueva entidad denominada Puntuaciones, fruto de la relación Puntuar. El esquema conceptual modificado quedaría de la siguiente forma:



### 4.4.1.3. Tablas de la aplicación

A partir del ECM obtenido previamente podemos determinar las tablas de la base de datos, teniendo en cuenta que:

- Cada entidad del ECM se transforma en una tabla.
- Los atributos de una entidad se convierten en los campos de las tablas respectivas.

Por lo tanto, obtendremos las siguientes tablas:

- La entidad Restaurantes da lugar a la tabla ITEM\_TABLE\_FULL.
- La entidad Usuarios se convierte en la tabla jos\_users.
- La entidad Puntuaciones da lugar a la tabla RATING\_TABLE.
- La entidad Precio pasa a ser la tabla tag\_precio.
- La entidad Servicio se convierte en la tabla tag\_servicio.
- La entidad Calidad da lugar a la tabla tag\_calidad.

Para un correcto entendimiento de la base de datos utilizada en el proyecto vamos a desglosar cada tabla con sus campos correspondientes.

- **ITEM\_TABLE\_FULL:**

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE
ItemID	Entero	Identificador del restaurante.	*
Nombre	Cadena	Nombre del restaurante.	
Teléfono	Cadena	Teléfono del restaurante.	
Dirección	Cadena	Dirección del restaurante.	
CP	Cadena	Código Postal del restaurante.	
Pag_Web	Cadena	Url de la Web del restaurante.	

Descripción	Cadena	Descripción generica del restaurante.	
Dir_imagen	Cadena	Ruta del directorio de imágenes.	
Platos_Tipicos	Cadena	Platos típicos que ofrece el restaurante.	
Dia_descanso	Cadena	Dia de la semana en el que descansa el personal que trabaja en el restaurante.	
Horario	Cadena	Horario de apertura al público.	
Aparcamiento	Booleano	El restaurante tiene servicio de aparcamiento	
Terraza	Booleano	El restaurante tiene terraza.	
Barra	Booleano	El restaurante tiene barra.	
Reserva_on-line	Booleano	El restaurante da la posibilidad de hacer reservas vía Web	
Pagar_tarj	Booleano	El restaurante acepta el pago mediante tarjetas de crédito.	
Cheque_rest	Booleano	El restaurante acepta cheques restaurante.	
Admite_animales	Booleano	El restaurante admite la entrada de animales.	
Espacio_sin_humos	Booleano	El restaurante ofrece un espacio libre de humos.	
Zona_fumadores	Booleano	El restaurante tiene una zona reservada para fumadores.	
Acceso_minusvalidos	Booleano	El restaurante ofrece acceso homologado para personas con minusvalía física.	
Salones	Booleano	El restaurante posee salones para	

		convenciones, reuniones, celebraciones, etc.	
Caterig	Booleano	El restaurante ofrece servicio de Catering.	
Comida_llevar	Booleano	El restaurante ofrece servicio de comida a domicilio.	
Aire_acondicionado	Booleano	El restaurante tiene aire acondicionado.	
Aparcacoches	Booleano	El restaurante ofrece servicio de aparcacoches.	
Bodega_propia	Booleano	El restaurante posee una bodega propia.	
Barbacoa	Booleano	El restaurante posee barbacoa.	
Menú_empresa	Booleano	El restaurante tiene un menú especial para empresas.	
Menú_grupos	Booleano	El restaurante tiene un menú especial para grupos.	
En_hotel	Booleano	El restaurante se encuentra situado dentro de un hotel.	
Tcocina	Enumerado	Tipo de cocina por la que se caracteriza el restaurante.	
Testablecimiento	Enumerado	Tipo de establecimiento en el que se encuadra el restaurante.	
Precio	Enumerado	Intervalo de precios sobre el que se mueve el menú del restaurante.	
Servicio	Enumerado	Servicio que ofrece el restaurante.	
Calidad	Enumerado	Calidad que ofrece el restaurante.	

Latitud	Cadena	Latitud sobre la que se encuentra situado el restaurante.	
Longitud	Cadena	Longitud sobre la que se encuentra situado el restaurante.	

▪ **Jos\_users**

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE
UserID	Entero	Nombre que identifica al usuario de forma unívoca dentro del sistema.	*
Contraseña	Cadena	Contraseña de paso par entrar al sistema.	
Nombre	Cadena	Nombre de pila del usuario.	
Dirección	Cadena	Dirección del usuario.	
Localidad	Cadena	Localidad del usuario.	
CP	Cadena	Código Postal del usuario.	
País	Cadena	País del usuario	
Num_Puntuaciones	Entero	Número de puntuaciones realizadas por el usuario.	
e-mail	Cadena	Dirección de correo electrónico del usuario.	
Fecha_Registro	FechaHora	Fecha y hora en las que se produjo el registro del usuario en el sistema.	

Fecha_UltimaVisita	FechaHora	Fecha y hora de la ultima visita del usuario al sistema.	
--------------------	-----------	----------------------------------------------------------	--

▪ **RATING\_TABLE**

<b>CAMPO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CLAVE</b>
UserID	Entero	Nombre que identifica al usuario de forma unívoca dentro del sistema.	*
ItemID	Entero	Identificador del restaurante.	
Rating	Real (Double)	Puntuación dada por un usuario a un restaurante.	
Fec_rat	Fecha	Fecha de la puntuación	

▪ **Tag\_precio**

<b>CAMPO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CLAVE</b>
Etiqueta	Enumerado	Conjunto de valores que puede tomar el precio	*
Ini	Real	Valor inicial del intervalo de precios.	
Fin	Real	Valor final del intervalo de precios	
Orden	Cadena	Orden del precio	

▪ **Tag\_servicio**

<b>CAMPO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CLAVE</b>
--------------	-------------	--------------------	--------------



Etiqueta	Enumerado	Conjunto de valores que puede tomar el servicio	*
a	Real	Variable lingüística a*	
b	Real	Variable lingüística b*	
c	Real	Variable lingüística c*	
d	Real	Variable lingüística d*	
Orden		Orden del servicio	

▪ **Tag\_Calidad**

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE
Etiqueta	Enumerado	Conjunto de valores que puede tomar la calidad.	*
a	Real	Variable lingüística a*	
b	Real	Variable lingüística b*	
c	Real	Variable lingüística c*	
d	Real	Variable lingüística d*	
Orden		Orden del servicio	

\*. En nuestro proyecto los campos: calidad y servicio se representan mediante variables lingüísticas. Las variables lingüísticas son variables cuyos valores son palabras o frases de un lenguaje natural [44, 45, 46]. Veamos un ejemplo para que se comprenda mejor:

En la variable lingüística EDAD, podríamos tener los siguientes términos. { joven, muy joven, no muy joven, Viejo, no viejo, muy viejo, ...}.

Otro ejemplo. La variable “voltaje” puede ser descompuesta en varios términos lingüísticos:  $T(\text{voltaje}) = \{\text{muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo}\}$

Una variable lingüística se representa mediante funciones de pertenencia.(véase la figura 4.6)

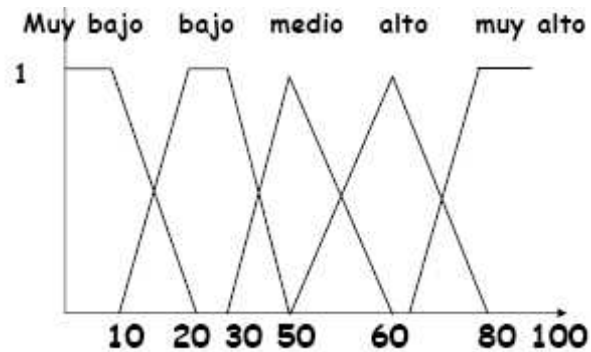


Figura 4.6: Representación de una variable lingüística con funciones de pertenencia

Si observamos la figura anterior podemos apreciar que la función de pertenencia del término Bajo sería trapezoidal. Una función de pertenencia trapezoidal se define así (véase figura 4.7):

- Funciones trapezoidales:

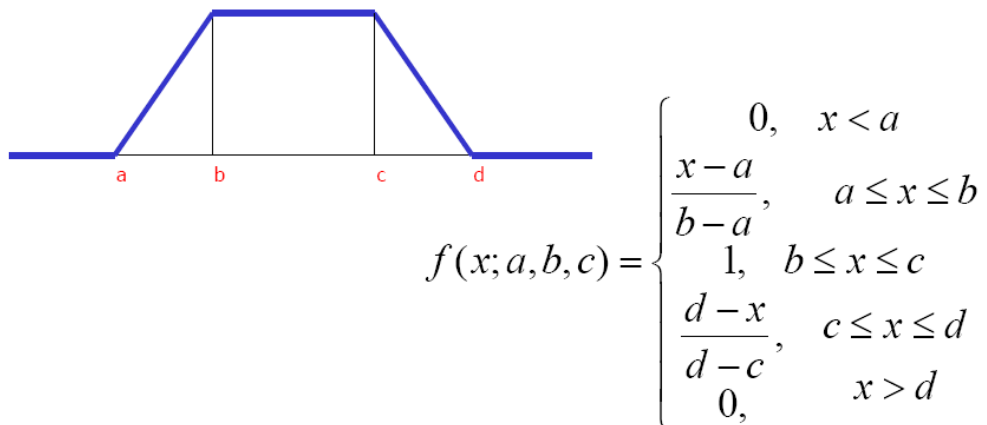


Figura 4.7: Funciones Trapezoidales.

Siguiendo con el ejemplo, la función de pertenencia del Término bajo la podríamos definir con los términos siguientes:

$$a=10, b=20, c=30, d=50$$

En nuestro proyecto, la variable servicio y calidad tienen 7 términos. Que corresponderían a:

- Muy bajo.
- Bajo.
- .....
- .....
- Muy Alto.

En la tabla tag\_servicio (figura 4.8) se puede ver como se define cada término mediante su función trapezoidal (indicando el a,b,c y d)


	etiqueta	a	b	c	d	orden
<input type="checkbox"/>  	1	0	0	0	0.16	1
<input type="checkbox"/>  	2	0	0.16	0.16	0.33	2
<input type="checkbox"/>  	3	0.16	0.33	0.33	0.5	3
<input type="checkbox"/>  	4	0.33	0.5	0.5	0.66	4
<input type="checkbox"/>  	5	0.5	0.66	0.66	0.82	5
<input type="checkbox"/>  	6	0.66	0.82	0.82	1	6
<input type="checkbox"/>  	7	0.82	1	1	1	7

Figura 4.8: Definición de cada término de servicio mediante su función trapezoidal

Por ejemplo el término “muy bajo” que se correspondería con la etiqueta “1” se define mediante una función trapezoidal con  $a=0$ ,  $b=0$ ,  $c=0$  y  $d=0.16$ .

Como ya hemos comentado anteriormente, tendremos la misma situación para la tabla que define la Calidad.

#### **4.4.2. Diseño de la interfaz**

En esta fase del diseño del sistema software se define cual va a ser la apariencia visual de la aplicación, es decir, se define la interfaz visual entre el usuario y la aplicación. Sin duda, realizar un buen diseño de la interfaz resulta primordial ya que está debe presentarse atractiva al usuario de la aplicación pero a la vez le debe de resultar fácil de entender y trabajar sobre ella.

Esta importancia es mayor en nuestro caso ya que la interfaz de nuestro proyecto es una interfaz Web. Para las aplicaciones con interfaces Web no existe una guía de estilo estándar como existe, por ejemplo, para desarrollar interfaces para aplicaciones de escritorio de Windows XP y que resulten, a la vez, atractivas y familiares. Cada programador, desarrollador o diseñador Web debe definir su propia guía de estilo y procurar que, en base a ella, la interfaz resultante consiga unas cotas dignas de atractivo visual, familiaridad y facilidad de uso.

En esta sección veremos de una manera pormenorizada las guías de estilo y las metáforas utilizadas para el desarrollo de la interfaz del prototipo de aplicación software.

##### **4.4.2.1. Guía de Estilo**

Antes de ponerse a diseñar una interfaz de usuario, se debe definir el estilo de la misma. Esto es de vital importancia cuando el diseño va a ser compartido entre varios diseñadores, ya que ayuda a mantener la coherencia interna de la interfaz.

Sin embargo, en contra de lo que pueda parecer en un principio, también es de mucha utilidad definir una guía de estilo cuando sólo hay un diseñador encargado de la interfaz. Esto se debe a varias razones:

- A veces es posible que mantener la coherencia y consistencia de una interfaz, si esta es muy grande o muy ambiciosa, sea complicado incluso si solo hay un diseñador.
- El diseñador primitivo puede, por las más diversas razones, abandonar el diseño y es de utilidad para sus sustitutos contar con una guía de estilo predefinida para no tener que empezar de cero otra vez.

Lo mismo puede aplicarse si no es el diseñador original el que se encarga del mantenimiento o la actualización de la interfaz.

Quedando demostrada la utilidad del uso de guías de estilo pasamos a definir las reglas y normas que contendrá la guía de estilo de nuestra interfaz:

- **Fuentes:** Para escribir cualquier texto en nuestra interfaz utilizaremos una tabla cuyas propiedades son las siguientes:
  - Tipo de letra: "Verdana".
  - Tamaño: 12px.
  - Color de fondo de la página: #202020.
  - Color de la letra: #A0A0A4.
  - Alineación del texto: Izquierda.
- **Enlaces:** Veamos las características impuestas a los enlaces:
  - Sin subrayado.
  - Color de fondo blanco.
  - Los enlaces internos se abren en la misma ventana.
  - Los enlaces externos se abren en una nueva ventana o pestaña.

- Color de los enlaces: Azul claro.
  
- **Colores de Fondo:**
  - *Modulo de recomendación:*
    - Cabecera: #808080.
    - Cuerpo: Blanco.
    - Barra de Menú: Azul claro.
  
  - *Modulo de geolocalización:*
    - Cabecera: #808080.
    - Cuerpo: #808080.
    - Laterales: #F8F8C0.
  
- **Logotipo:** Arriba a la izquierda. Está presente en todas las páginas del sitio Web.

#### 4.4.2.2. Metáforas



Una metáfora es el empleo de un objeto con un significado o dentro de un contexto diferente al habitual. Al diseñar una interfaz gráfica, la utilización de metáforas resulta muy útil ya que permiten al usuario, por comparación con otro objeto o concepto, comprender de una manera más intuitiva las diversas tareas que la interfaz permite desarrollar.






Al igual que pasa en el ámbito de la literatura, para que una metáfora cumpla con su cometido, el desarrollador de la aplicación y el usuario final de esta deben tener una base cultural similar. Es muy posible que el uso de un icono de manera metafórica sea entendido de una manera por el usuario occidental y de otra bien distinta por un usuario oriental. Hay que intentar, por lo tanto, que las metáforas empleadas sean lo más universales posibles para que así sean comprendidas a la perfección por la mayor parte del público potencial.

Las aplicaciones de escritorio de Windows suelen seguir la Guía de Estilo XP y utilizan una serie de metáforas con las que el usuario está plenamente familiarizado (por ejemplo, una lupa con un signo '+' en su interior establece que la función del icono es, inequívocamente, la de realizar un aumento de zoom). En el mundo de las aplicaciones Web también existen una cantidad de metáforas de amplia difusión como puede ser, por ejemplo, el celebre carrito de la compra que emplean casi todos los comercios online.

Pero las metáforas no solo dependen del tipo de aplicación (escritorio o Web) sino también del ámbito de la misma. Por ejemplo, el carrito de la compra es una metáfora conocida por todos pero si nuestra aplicación no va a vender nada al usuario no resulta conveniente utilizarla ya que puede confundir.

En nuestra aplicación hemos desarrollado las siguientes metáforas:

-  Esta metáfora representa a unas aspas que comúnmente están relacionadas con la acción de finalizar o cerrar un elemento. En nuestra aplicación, si el usuario hace clic sobre esta metáfora, se dejarán de mostrar todos los elementos que hay sobre el mapa y se inicializará mostrando solo el icono que identifica al restaurante.
  
-  Esta metáfora es muy utilizada en los sistemas de información geográfica, para aumentar el zoom. En nuestra aplicación, si el usuario hace clic sobre esta metáfora, se aumentará el zoom del mapa y este se verá con mayor detalle.

-  Esta metáfora también es típica de los sistemas de información geográfica, para disminuir el zoom. En nuestra aplicación, si el usuario hace clic sobre esta metáfora, se disminuirá el zoom del mapa y este se verá con menor nivel de detalle.
-  Esta metáfora se usa en infinidad de ocasiones en el ámbito de los sistemas de información geográfica, comúnmente se identifica con zoom ventana. En nuestra aplicación, si el usuario hace clic sobre esta metáfora, la aplicación aumentará el zoom al máximo, centrándose en el área especificada por el usuario mediante un rectángulo delimitador.
-  Al igual que las anteriores, esta metáfora se utiliza de forma normal en las aplicaciones que tienen como base un sistema de información geográfica, esta permitirá el movimiento por el mapa. En nuestra aplicación, dependiendo de la zona de la metáfora donde el usuario haga clic, el mapa se desplazará hacia la izquierda, derecha, arriba o abajo.
-  Esta metáfora, de una impresora, la utilizan gran cantidad de aplicaciones informáticas, tanto de escritorio como Web como referencia para sacar información por la impresora. En nuestra aplicación, si el usuario pincha sobre esta metáfora, se imprimirá la descripción textual de la ruta que acompaña al cálculo de rutas y a la ruta desde la dirección del usuario.
-  Esta metáfora está totalmente extendida en el mundo de las aplicaciones informáticas, tanto de escritorio como Web, permiten expandir un árbol jerárquico de información. En nuestra aplicación si el usuario hace clic sobre



















la metáfora, se expandirán las categorías genéricas del control de capas del sistema de información geográfica y se mostrarán todas las capas que pertenecen a tal categoría.

- ■ Esta metáfora esta íntimamente relacionada con la anterior y por tanto también está muy extendida en el mundo de las aplicaciones informáticas, tanto de escritorio como Web. Permite contraer un árbol jerárquico de información. En nuestra aplicación si el usuario hace clic sobre la metáfora, se contraerán las categorías genéricas del control de capas del sistema de información geográfica y se ocultarán todas las capas que pertenecen a tal categoría.

Para cada una de las capas utilizadas en la geocodificación se han utilizado distintas metáforas que identifican la situación sobre el mapa de cada capa. Sobre estas capas no se podrá hacer clic, sólo activar y desactivar la casilla de verificación que las acompaña para que se muestre u oculten sobre el mapa.

Estas son:

-  Capa de Cajeros 4B.
-  Capa de Cajeros Servired.
-  Capa de Farmacias.
-  Capa de estaciones de transporte público.
-  Capa de organismos oficiales.

-  Capa de hospedajes.
-  Capa de restaurantes.
-  Capa de oficinas de turismo.
-  Capa de lugares para visitar.
-  Capa de bancos.
-  Capa de hospitales.
-  Capa de templos monumentales.
-  Capa de museos.
-  Capa de parkings públicos.
-  Capa de comisarias de policía.
-  Capa de paradas de taxi.

A la hora de hacer una consulta sobre el mapa, se tendrá que hacer una distinción entre las capas que cumplen las restricciones de la consulta y las que no, para ello, aquellas que cumplan los criterios impuestos por la consulta aparecerán resaltadas

con un fondo rojo. Por ejemplo La metáfora de hoteles encontrados será .

### **4.4.2.3. Caminos de navegación**

Hasta este momento tenemos un diseño visual de la interfaz estática, es decir, cada pantalla diseñada individualmente, pero no tenemos una idea de si en el conjunto de la interacción, la acción va a transcurrir de forma comprensible para el usuario. Para ello vamos a diseñar la interfaz en movimiento y comprobar que es usable.

Para estudiar los caminos de interacción se empleara una herramienta llamada storyboard, que consiste en mostrar, a modo secuencia, las distintas pantallas por las que se va pasando al realizar el usuario una determinada acción sobre la aplicación.

Mediante flechas se ayuda a entender que es lo que a desencadenado el paso de una pantalla a otra. Los storyboards también están muy ligados a los escenarios vistos anteriormente.

El storyboard sirve de prototipo para ser evaluado por el usuario y poder introducir correcciones en fases iniciales, ya que cuanto más tiempo se tarde en validar una interfaz, más coste de tiempo y trabajo nos ocasionará.

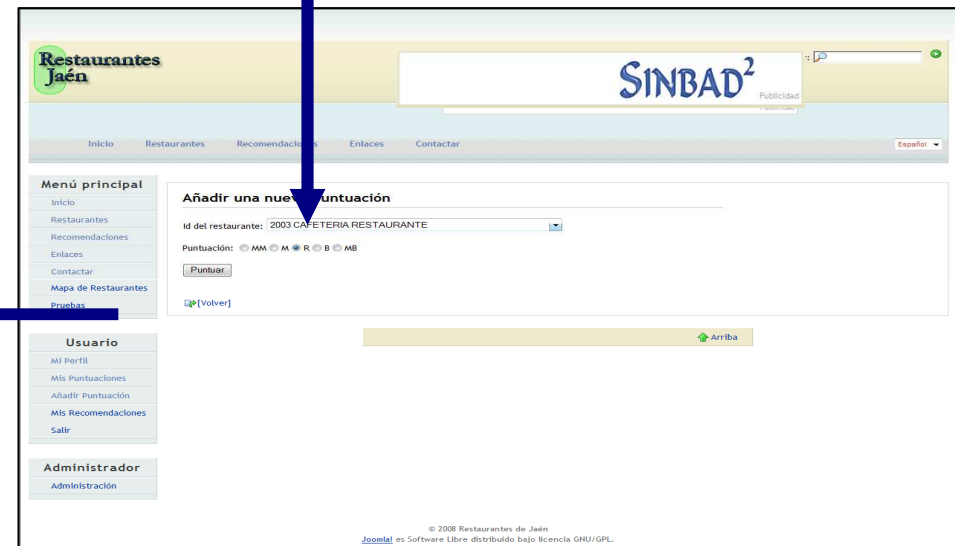
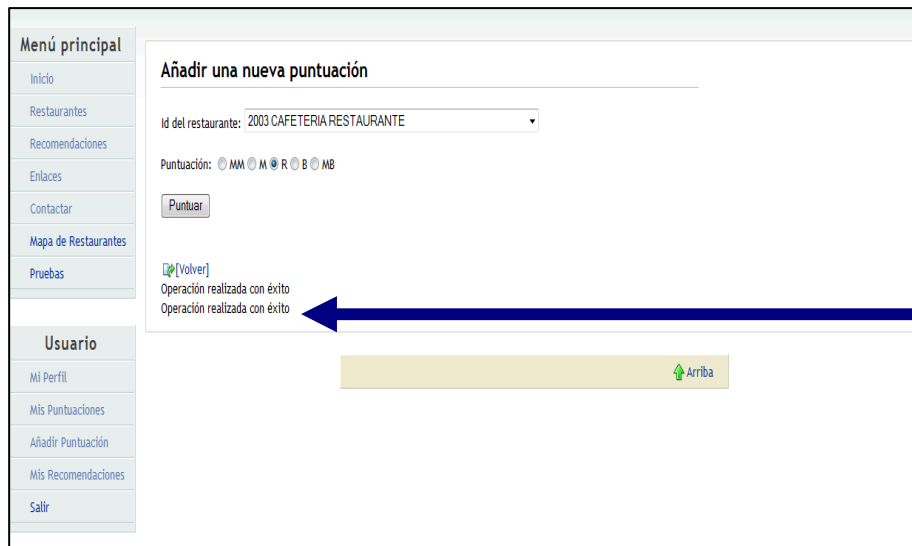
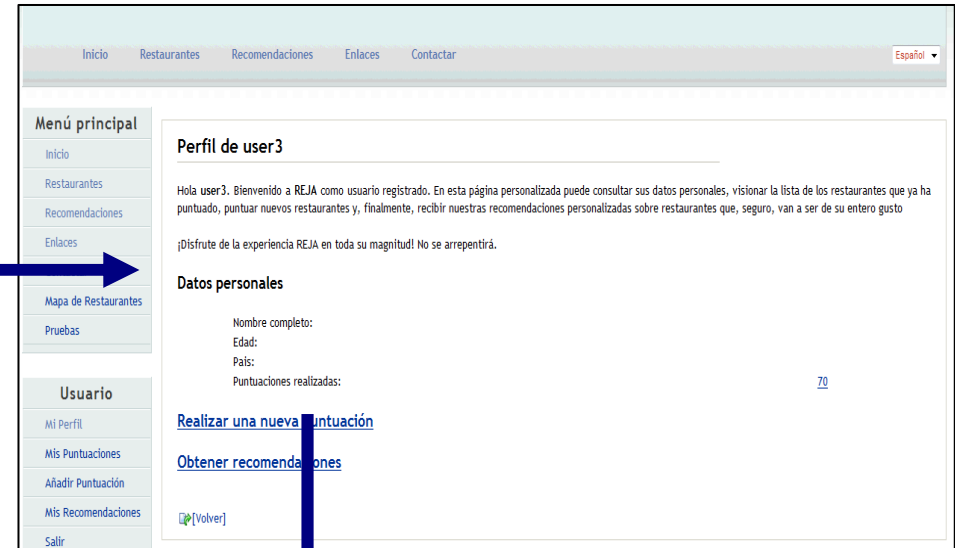
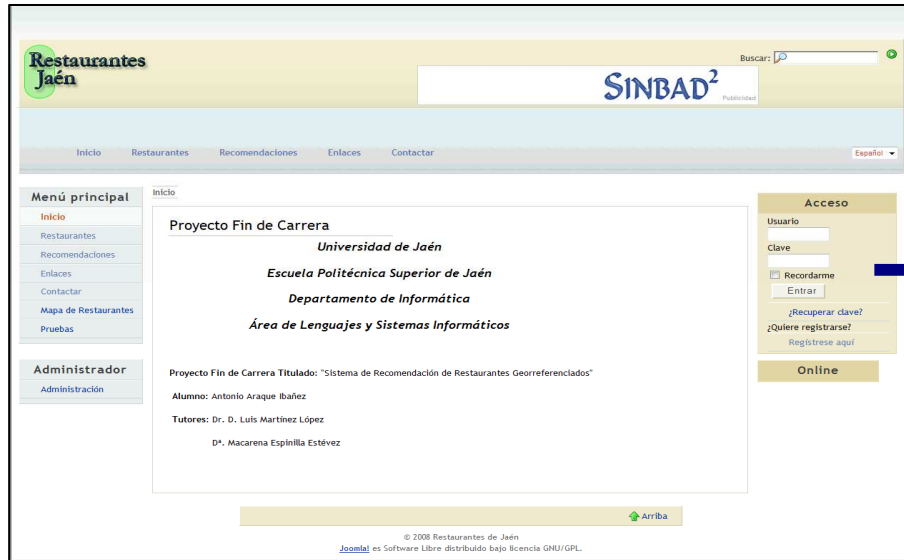
No se han desarrollado storyboards para todas las acciones de nuestro sistema por lo que los que se muestran a continuación son los que se han considerado más importantes:

- Storyboard Realizar puntuación de restaurante.
- Storyboard Obtener recomendaciones de restaurantes basadas en las puntuaciones del usuario.
- Storyboard Obtener recomendaciones rápidas de restaurantes para usuarios registrados.
- Storyboard Obtener recomendaciones rápidas de restaurantes para usuarios no registrados.

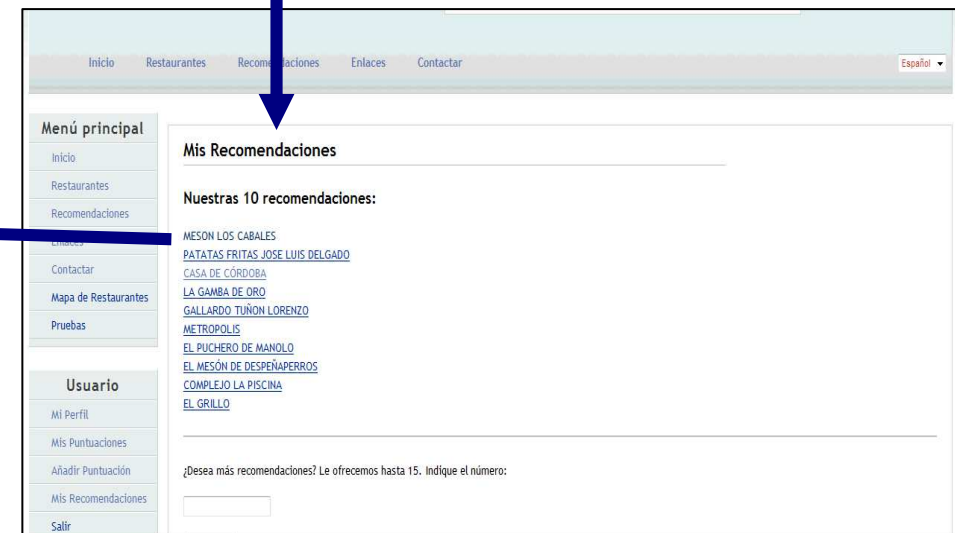
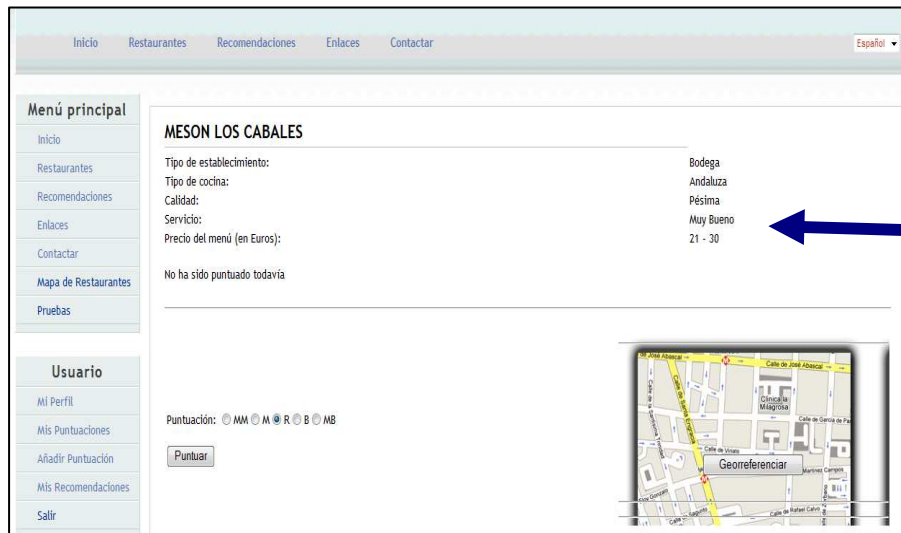
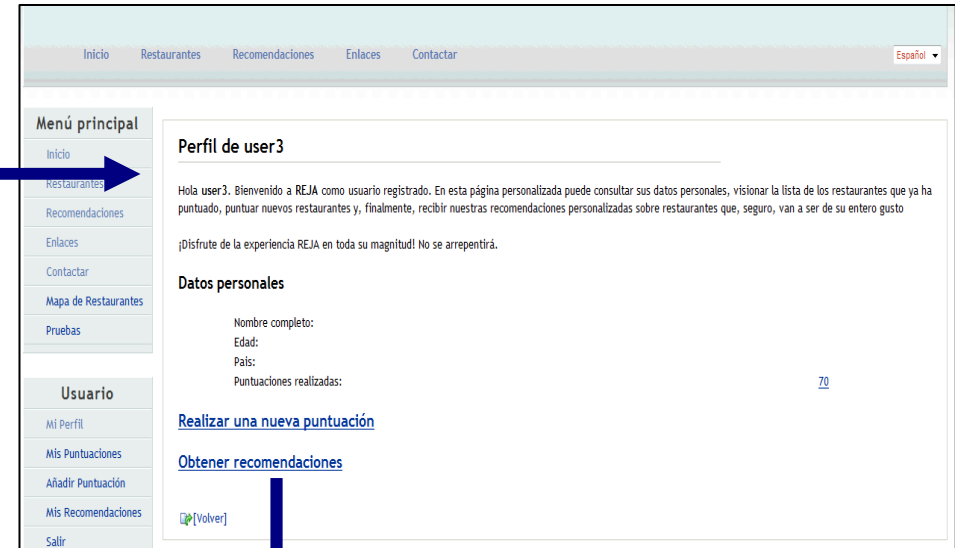
- Storyboard Geocodificar restaurante y ruta desde el usuario.

Una vez diseñados deberían ser validados para comprobar que realmente la aplicación es usable.

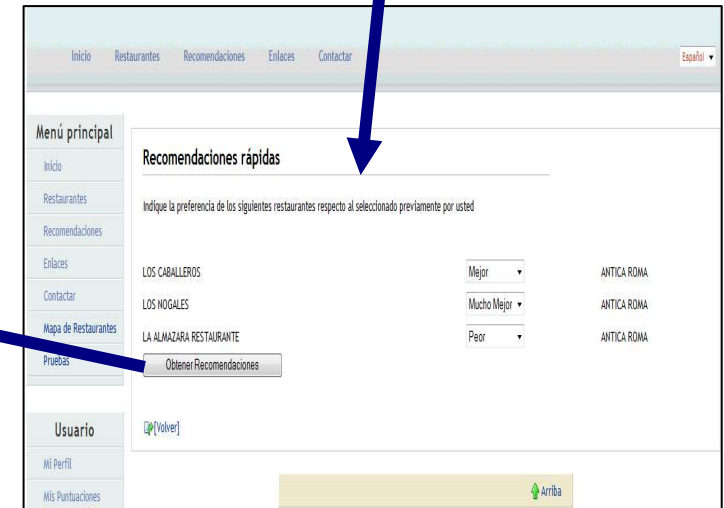
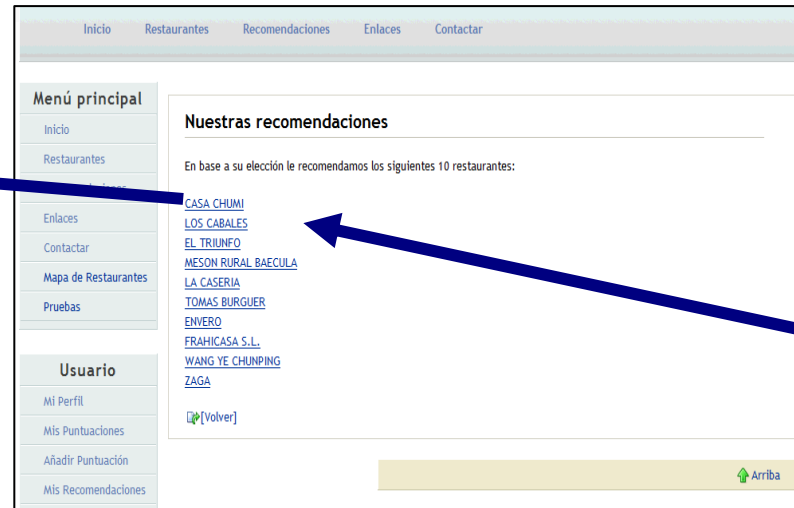
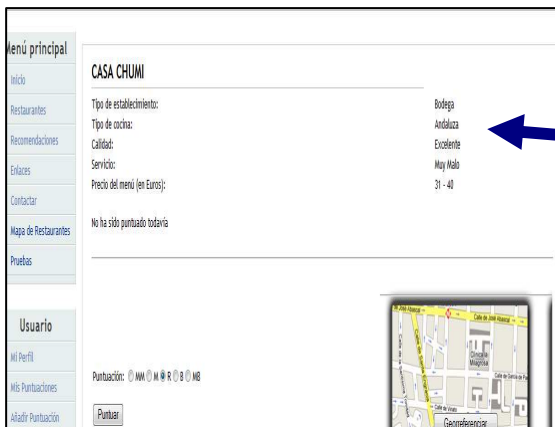
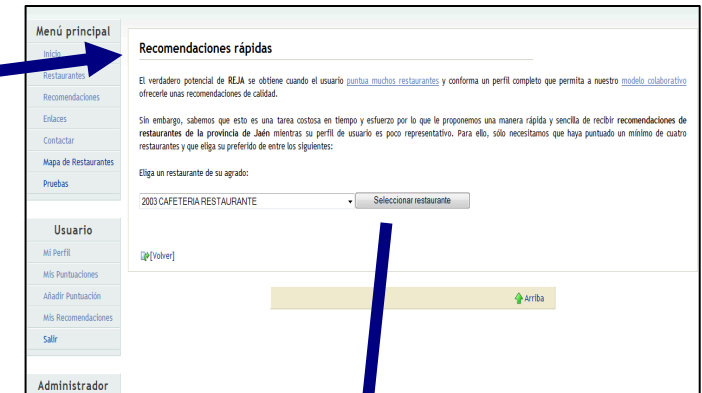
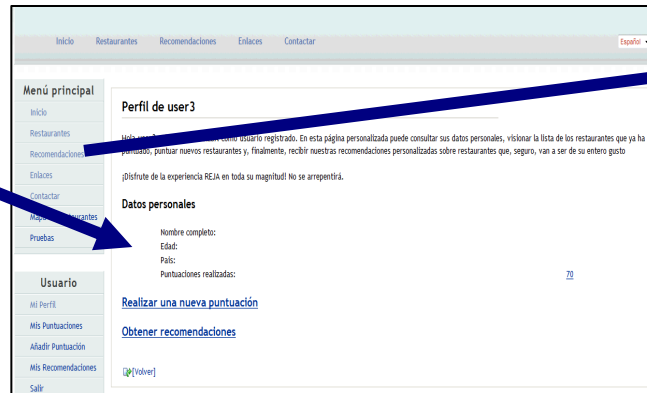
### Storyboard Realizar puntuación de restaurante



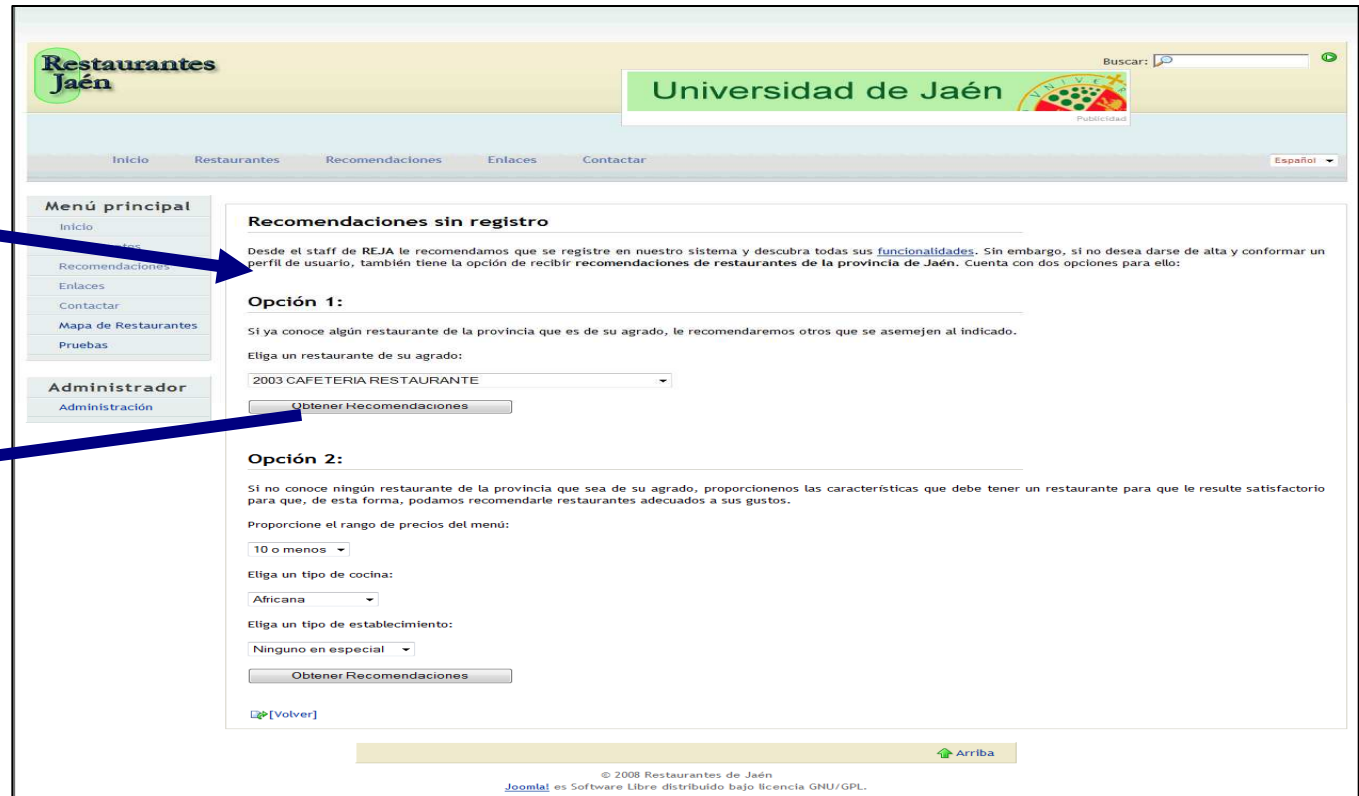
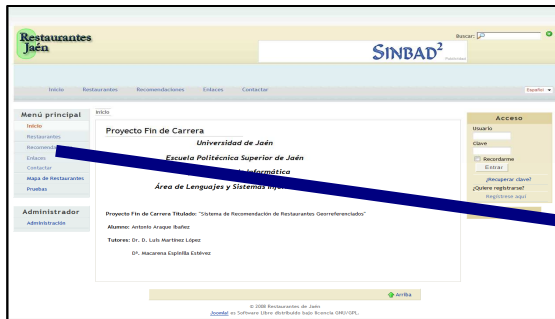
Storyboard Obtener recomendaciones de restaurantes basadas en las puntuaciones del usuario



Storyboard Obtener recomendaciones rápidas de restaurantes para usuarios registrados

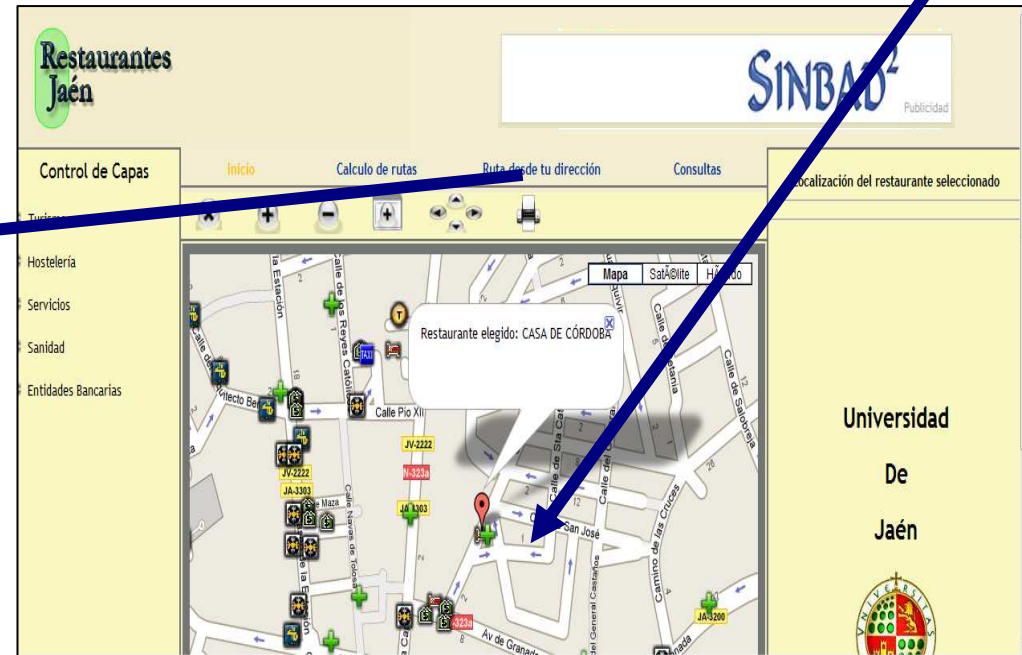
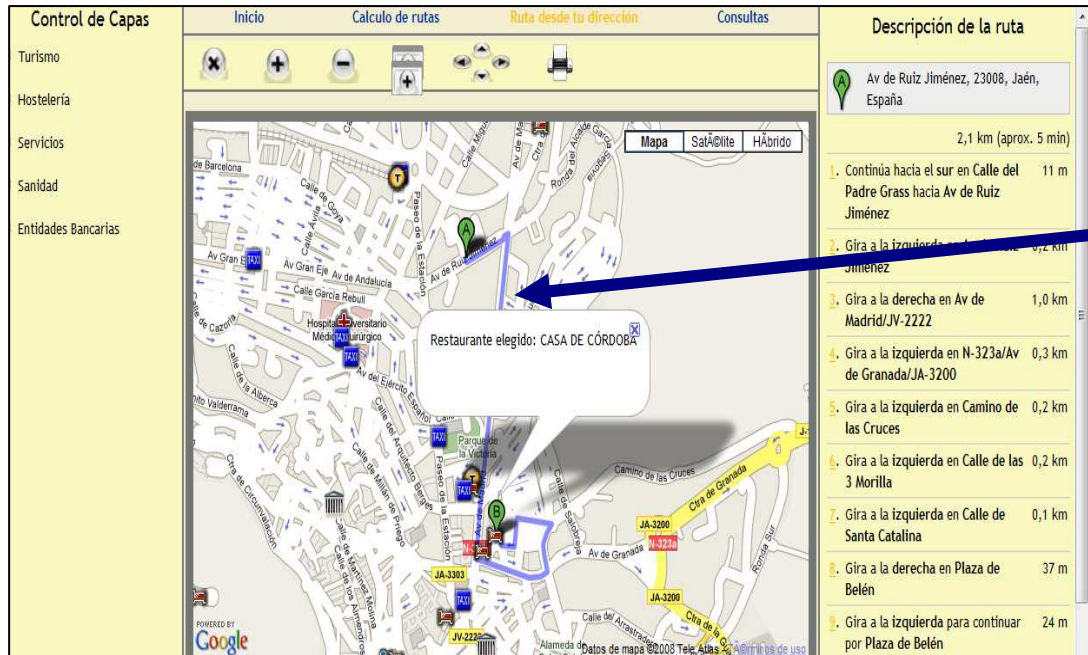
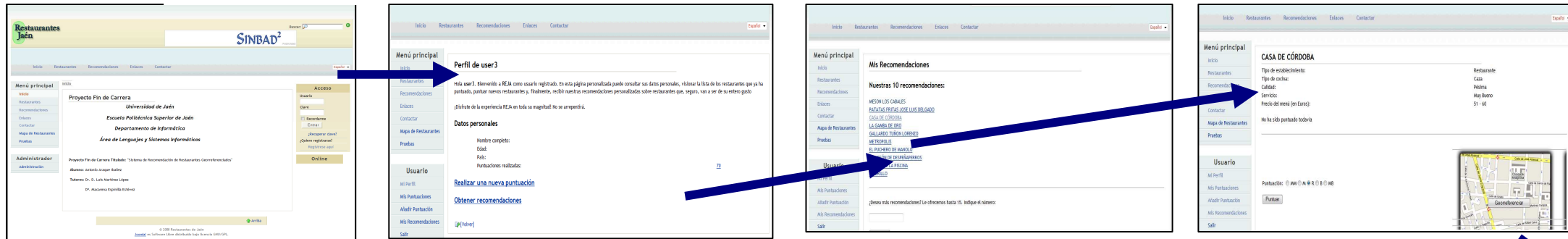


Storyboard Obtener recomendaciones rápidas de restaurantes para usuarios no registrados





Storyboard Geocodificar restaurante recomendado y ruta desde usuario



## **4.5. Implementación**

La implementación es la actividad final de la Ingeniería del Software, aquella en la que el modelo obtenido en las actividades anteriores se debe transformar en código fuente. Para ello se debe ser cuidadoso en la elección del lenguaje de programación empleado para la codificación y de la herramienta utilizada para generarla.

En nuestro caso la elección del lenguaje de programación así como el de la herramienta utilizada para su desarrollo viene dado desde la definición del proyecto.

### 4.5.1 Tipo de arquitectura de la aplicación

Se va a desarrollar un sistema con una arquitectura cliente/servidor y una interfaz Web de comunicación con los usuarios. El funcionamiento de las arquitecturas de este tipo es sencilla: La aplicación se encuentra en un servidor central al que los usuarios acceden a través de un software cliente, en nuestro caso un navegador Web. Una vez que ha accedido a la aplicación, el usuario realiza peticiones que el servidor tiene que atender para generar una respuesta comprensible para el cliente.

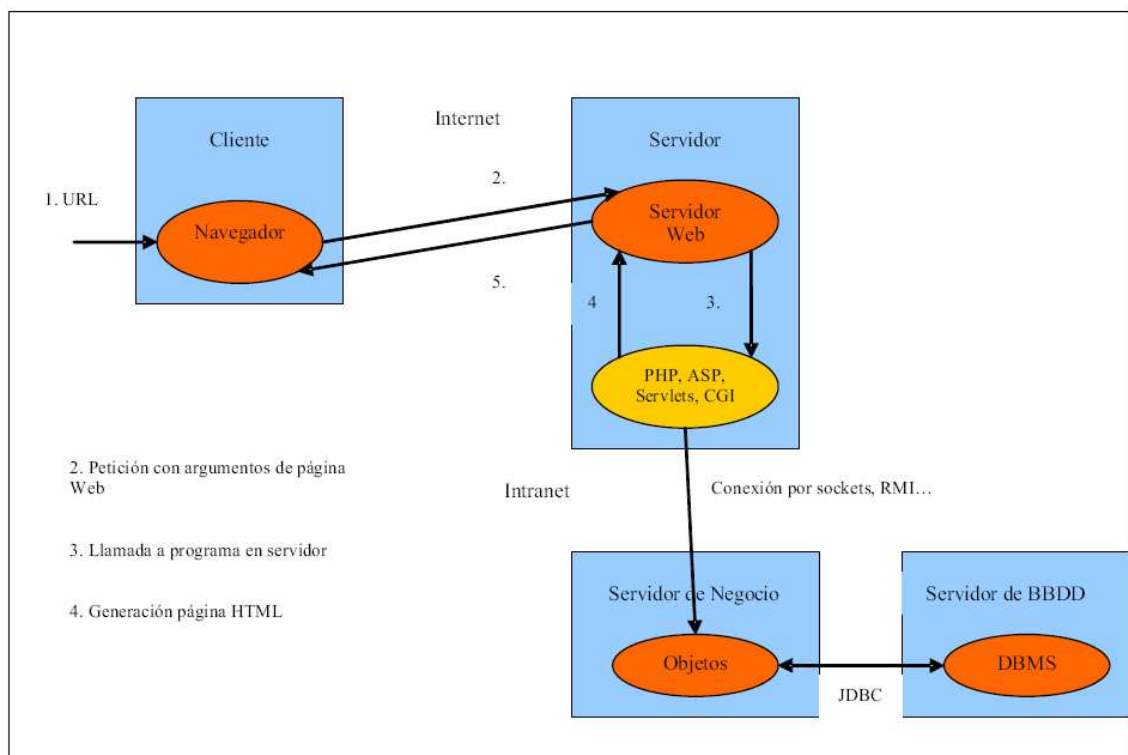


Figura 4.9: Arquitectura Cliente/Servidor.

Una arquitectura cliente/servidor Web libera, por lo tanto, al usuario final de la aplicación de tener que instalarla en su máquina y consigue que cada usuario solo pueda acceder a la información que le corresponde. Además, este tipo de arquitectura, gracias

a su diseño modular, es fácilmente escalable y ampliable tanto en nuevos clientes como en servidores añadidos.

## **4.5.2 Lenguajes de programación**

Resulta obvio ante la arquitectura y el funcionamiento previsto de nuestra aplicación que el uso de HTML simple y llano no es adecuado sino que se necesita otro lenguaje capaz de generar contenido dinámico desde el servidor de manera transparente al usuario final. Para este fin hemos utilizado el lenguaje PHP.

PHP es un lenguaje de programación usado frecuentemente para la creación de contenido para sitios Web con los cuales se puede programar las páginas HTML y los códigos de fuente. PHP es un acrónimo recursivo que significa "PHP Hypertext Pre-processor" (inicialmente PHP Tools, o, Personal Home Page Tools), y se trata de un lenguaje interpretado usado para la creación de aplicaciones para servidores, o creación de contenido dinámico para sitios Web [14].

Algunas de las ventajas de PHP son:

1. Es un lenguaje multiplataforma.
2. Capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL.
3. Leer y manipular datos desde diversas fuentes, incluyendo datos que pueden ingresar los usuarios desde formularios HTML.
4. Capacidad de expandir su potencial utilizando la enorme cantidad de módulos (llamados ext's o extensiones).
5. Posee una amplia documentación en su página oficial, entre la cual se destaca que todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.

6. Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
7. Permite las técnicas de Programación Orientada a Objetos.
8. Permite crear los formularios para la Web.
9. Biblioteca nativa de funciones sumamente amplia e incluida No requiere definición de tipos de variables ni manejo detallado del bajo nivel.

Estas características lo hacen ideal para nuestros propósitos:

- El cliente solicita cualquier funcionalidad.
- El servidor, mediante PHP, conecta con nuestra base de datos MySQL y obtiene los datos pertinentes.
- También mediante PHP realiza los cálculos y acciones que sean necesarios sobre esos datos.
- Finalmente, genera el código XHTML adecuado y se lo presenta al cliente de manera transparente.

Con PHP es suficiente para satisfacer las funcionalidades que debe presentar la aplicación a sus usuarios. Sin embargo, la API de Google Maps está desarrollada en JavaScript, por tanto también tendremos que utilizar JavaScript para poder desarrollar el módulo de georreferenciación, así mismo, para realizar la implementación de la interfaz Web será también necesario el lenguaje JavaScript y CSS.

JavaScript es un lenguaje interpretado, de sintaxis similar a lenguajes como Java o C, que se ejecuta del lado del cliente y que se complementa perfectamente con PHP, ya que por ejemplo podría actuar de filtro dejando realizar la petición al servidor sólo cuando los datos de los clientes sean válidos o dejar realizar la petición al servidor sólo

cuando estos sean validos. Si los datos son erróneos, informan al cliente de su error mediante mensajes de alerta. El código JavaScript puede ir incrustado dentro del documento HTML (entre las etiquetas `<script type="test/javascript"></script>` en el cuerpo o la cabecera) o estar almacenado en ficheros aparte (con extensión .js) y ser invocados por el documento.

CSS, acrónimo de Cascade Style Sheets, es un lenguaje formal que ayuda a separar la estructura interna de un documento de su presentación externa. Las etiquetas de estilo CSS pueden presentarse, al igual que ocurre con JavaScript, tanto dentro de un documento HTML (encerradas dentro de las etiquetas `<style type="text/css"> </style>` en la cabecera) como en un documento aparte (con extensión .css) al que el documento HTML se encarga de llamar cuando es necesario. De esta última manera no sólo se consigue separar la estructura de la presentación sino que también se consigue la centralización del estilo, ya que, una sola hoja de estilos CSS puede ser invocada por distintas páginas de la aplicación Web lo que ayuda de manera muy importante al mantenimiento de la coherencia y consistencia del diseño de la aplicación.

En nuestra aplicación, el uso de hojas de estilo CSS es algo ineludible ya que, así se consigue que las sentencias PHP del servidor generen, simplemente, el código XHTML necesario para responder a la petición del cliente, sin entrar en temas de diseño o visualización de esta respuesta, de lo que se encargará el estilo CSS predefinido.

Para nuestro proyecto, se han utilizado archivos CSS (.css) y JavaScript (.js) separados del código HTML, ya que el código queda bastante más transparente, y en caso de que hubiesen errores, será más fácil repararlo manteniendo esta distribución de archivos.

### 4.5.3. Herramientas de desarrollo

Para generar código JavaScript, CSS y XHTML no se requiere una herramienta o entorno de desarrollo específico. Con un simple editor de textos se pueden escribir las sentencias y etiquetas y guardar el resultado con la extensión correspondiente. Desarrollar aplicaciones Web con un editor de textos simple puede convertirse en una tarea bastante delicada, ya que son demasiado genéricos y no son capaces de reconocer la sintaxis, por esta razón se ha utilizado para el desarrollo de nuestra aplicación el editor de textos avanzado Jext (figura 4.10).

Jext es un editor de texto de libre distribución (freeware) especialmente diseñado para desarrolladores de software que soporta una gran variedad de formatos: Java, JavaScript, CSS, C, C++, C#, ASP, PHP, Python, Perl, Ruby, TeX, XHTML, XSLT, Eiffel, JSP, etc. Jext está íntegramente desarrollado en Java, lo cual implica que es soportado por cualquier plataforma.

Alguna de las características más destacables de Jext:

- Edición de múltiples documentos
- Skins y anti-aliasing
- Funciones de deshacer y rehacer ilimitadas
- Soporta drag & drop
- Personalizado del interfaz mediante XML
- Consola interna que emula un terminal de sistema
- Sistema de manejo de ficheros accesible
- Coloreado Sintáctico para ASP, C, C++, Eiffel, Java, JavaScript, JSP, Perl, PHP3, HTML, TeX, XML...

```

67 var capaCMostrada = false;
68 var capaOMostrada = false;
69 var capaTMostrada = false;
70 var capaHMostrada = false;
71 var capaIHostrada = false;
72 var capaFHostrada = false;
73
74 var vectorRuta = new Array(); //Lo utilizamos para añadir todos los marcadores y la polilinea de la ruta para luego borrarlo al inicialli
75
76 //Rutas predefinidas
77 var rutaA;
78 var rutaB;
79 var rutaC;
80 var rutasPredef = false;
81
82 //Vector para almacenar los puntos del poligono del area de influencia
83
84 var vectorPoligonoA = new Array();
85 var barraEspera = document.createElement("div"); //barra de espera que aparece cuando se hacen operaciones costosas en tiempo
86 var zoomActivado = true;
87 var ocultarMarcadores = false; //se utiliza en el nivel de zoom 14
88 function inicializa() {
89
90
91 if (GBrowserIsCompatible()) {
92
93
94
95
96 // create the map
97 map = new GMap2(document.getElementById("map"));
98 map.addControl(new GMapTypeControl());
99 // map.addControl(new GOverviewMapControl());
100 map.addControl(new GZoomControl()
101 // first set of options is for the visual overlay **

```

Figura 4.10: Ejemplo de funcionamiento de Jext.

Para desarrollar la funcionalidad PHP de la aplicación, se han utilizado dos herramientas, perfectamente compatibles:

- Para la construcción del sitio Web se ha utilizado Joomla!.
- Para el manejo de la base de datos MySQL se ha usado la herramienta phpMyAdmin.

Joomla! (Figura 4.11) es un Sistema de Gestión de Contenidos (CMS) reconocido mundialmente, permite construir sitios Web y otras aplicaciones en línea potentes. Joomla! es una solución de código abierto y está disponible libremente para cualquiera que desee utilizarlo.

Joomla! realiza un gran trabajo gestionando el contenido necesario para que un sitio Web funcione. Pero el verdadero potencial de Joomla! recae en la arquitectura de la aplicación, que posibilita que miles de desarrolladores en el mundo puedan crear



potentes add-ons y extensiones. A continuación mostramos algunos ejemplos de los cientos de extensiones disponibles [7]:

- Generadores de Formularios Dinámicos
- Directorios de Empresas u Organizaciones
- Gestores de Documentos
- Galerías de Imágenes Multimedia
- Motores de Comercio y Venta Electrónica
- Software de Foros y Chats
- Calendarios
- Software para Blogs
- Servicios de Directorio
- Boletines de Noticias
- Herramientas de Registro de Datos
- Sistemas de Publicación de Anuncios
- Servicios de Suscripción



Figura 4.11: Panel de control de Joomla!

PhpMyAdmin (ver figura 4.12) es una herramienta escrita en PHP con la intención de manejar la administración de MySQL a través de páginas webs, utilizando Internet. Actualmente puede crear y eliminar Bases de Datos, crear, eliminar y alterar tablas, borrar, editar y añadir campos, ejecutar cualquier sentencia SQL, administrar claves en campos, administrar privilegios, exportar datos en varios formatos y está disponible en 50 idiomas. Se encuentra disponible bajo la licencia GPL.



Figura 4.12: Ejemplo de funcionamiento de phpMyAdmin

## 4.6. Verificación y validación

El objetivo de esta fase es realizar un conjunto de pruebas sobre el sistema. Con esto intentaremos conseguir llegar a un sistema sin errores garantizando, como hemos dicho, la calidad del software. Para comprobar esto realizaremos unas pruebas de sistema.

### 4.6.1 Casos de test

Los test diseñados son los siguientes:

- Test 1: Registro válido de un usuario en el sistema

Requisito testeado	<b>Registro de usuarios en el sistema</b>
Acción	Un usuario introduce, con el formato correcto, los datos requeridos por el sistema y pulsa sobre el botón Aceptar.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar un mensaje de aceptación de registro y envía un correo electrónico al usuario con un enlace que permita activar el registro.

- Test 2: Registro incorrecto de un usuario en el sistema

Requisito testeado	<b>Registro de usuarios en el sistema</b>
Acción	Un usuario introduce todos los datos de forma correcta pero las contraseñas no coinciden y pulsa sobre el botón Aceptar.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar un mensaje de error informando que los campos de contraseña no coinciden.

- Test 3: Identificación de usuario

Requisito testeado	<b>Obtención de los datos almacenados en el perfil del usuario</b>
Acción	Un usuario introduce su nombre de usuario y contraseña y pulsa el botón Entrar.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar el menú de dicho usuario y una sección con sus datos personales.

- Test 4: Identificación errónea del usuario

Requisito testeado	<b>Obtención de los datos almacenados en el perfil del usuario</b>
Acción	Un usuario introduce su nombre de usuario y contraseña de forma incorrecta y pulsa el botón Entrar.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar un mensaje de error informando de que la contraseña es incorrecta.

- Test 5: Modificación de los datos de usuario

Requisito testeado	<b>Modificación de los datos de los usuarios</b>
Acción	Un usuario modifica sus datos pulsa el botón Aceptar.
Checkpoint1	El sistema debe guardar los cambios en la base de datos y mostrar un mensaje advirtiendo al usuario de que sus datos han sido modificados con éxito.

- Test 6: Obtención de información básica de un restaurante

Requisito testeado	<b>Acceso a la información los restaurantes</b>
Acción	Un usuario pulsa sobre la opción Restaurantes del menú principal.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla que permita elegir ver la lista de restaurantes ordenada por orden alfabético o por tipo de establecimiento.
Acción	El usuario pulsa sobre la opción Ordenados Alfabeticamente
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una lista con todos los restaurantes almacenados en la base de datos, ordenados de forma alfabética.
Acción	El usuario selecciona un restaurante de la lista.
Checkpoint3	El sistema debe mostrar una pantalla con la información básica del restaurante seleccionado.

## ○ Test 7: Puntuación de un restaurante

Requisito testeado	<b>Puntuación de los restaurantes</b>
Acción	Un usuario identificado pulsa sobre la opción Añadir puntuación del menú de usuario.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla donde aparecerá una lista desplegable con todos los restaurantes almacenados en la base de datos, una serie de botones de radio que se corresponden con la puntuación que se puede dar al restaurante (MM: Muy Malo, M: Malo, R: Regular, B: Bueno, MB: Muy Bueno) y el botón puntuar.
Acción	El usuario selecciona un restaurante de la lista, pulsa sobre el botón que se corresponde con la puntuación que quiere dar al restaurante y hace clic sobre el botón puntuar
Checkpoint2	El sistema debe añadir una nueva puntuación al perfil del usuario.

## ○ Test 8: Modificación de la puntuación de un restaurante

Requisito testeado	<b>Modificación de las puntuaciones de los restaurantes</b>
Acción	Un usuario identificado pulsa sobre la opción Mis Puntuaciones del menú de usuario.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla donde aparecerá el nombre de los restaurantes ya puntuados y la puntuación que el usuario ha hecho sobre ellos.
Acción	El usuario pulsa sobre un restaurante.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una pantalla con el nombre del restaurante, una serie de botones de radio que se corresponden con la puntuación que se puede dar al restaurante (MM: Muy Malo, M: Malo, R: Regular, B: Bueno, MB: Muy Bueno) y el botón puntuar.
Acción	El usuario pulsa sobre el botón de radio que se corresponde con la nueva percepción que tiene del restaurante y posteriormente sobre el botón puntuar.
Checkpoint3	El sistema debe modificar la puntuación del restaurante.

- Test 9: Recomendación de restaurantes para usuarios no registrados en el sistema utilizando la opción de restaurante conocido.

Requisito testeado	Obtención de recomendaciones de restaurantes
Acción	Un usuario pulsa sobre la opción Recomendaciones del menú principal.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla donde se mostrarán dos opciones de recomendación: Recomendaciones basadas en un restaurante conocido y Recomendaciones por filtro.
Acción	El usuario pulsa la opción Recomendaciones basadas en un restaurante conocido.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una pantalla con la lista de restaurantes almacenados en la base de datos.
Acción	El usuario elige un restaurante y pulsa sobre el botón Obtener recomendaciones.
Checkpoint3	El sistema debe mostrar una pantalla con los restaurantes que se más se asemejan al restaurante seleccionado.
Acción	El usuario pulsa sobre un restaurante.
Checkpoint4	El sistema debe mostrar una pantalla donde se mostrará la información básica del restaurante seleccionado.

- Test 10: Recomendación de restaurantes para usuarios no registrados en el sistema utilizando la opción de recomendación por filtro.

Requisito testeado	Obtención de recomendaciones de restaurantes
Acción	Un usuario pulsa sobre la opción Recomendaciones del menú principal.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla donde se mostrarán dos opciones de recomendación: Recomendaciones basadas en un restaurante conocido y Recomendaciones por filtro.
Acción	El usuario pulsa la opción Recomendaciones por filtro.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una pantalla con una serie de listas desplegables que permitirán seleccionar el intervalo de precios del menú, el tipo de cocina y tipo de establecimiento.
Acción	El usuario elige el precio, el tipo de cocina y el tipo de establecimiento que mejor se adapta a sus preferencias y pulsa sobre el botón Obtener recomendaciones.
Checkpoint3	El sistema debe mostrar una pantalla con los restaurantes que se más se asemejan al restaurante seleccionado.
Acción	El usuario pulsa sobre un restaurante.
Checkpoint4	El sistema debe mostrar una pantalla donde se mostrará la información básica del restaurante seleccionado.

- Test 11: Recomendación rápida de restaurantes para usuarios identificados

Requisito testeado	Obtención de recomendaciones de restaurantes
Acción	Un usuario identificado pulsa sobre la opción Recomendaciones del menú principal.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla con una lista de todos los restaurantes que hay almacenados en la base de datos y un botón “Seleccionar Restaurante”.
Acción	El usuario selecciona un restaurante y pulsa sobre el botón “Seleccionar Restaurante”.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una pantalla con tres restaurantes que están relacionados con el seleccionado y sus correspondientes listas desplegables que permitirán especificar la preferencia del usuario de estos con respecto al restaurante seleccionado.
Acción	El usuario selecciona un valor de cada lista y pulsa sobre el botón obtener recomendaciones.
Checkpoint3	El sistema debe mostrar una pantalla con los restaurantes que se más se asemejan al restaurante seleccionado.
Acción	El usuario pulsa sobre un restaurante.
Checkpoint4	El sistema debe mostrar una pantalla donde se mostrará la información del restaurante seleccionado.

- Test 12: Recomendación de restaurantes para usuarios identificados usando el módulo colaborativo

Requisito testeado	Obtención de recomendaciones de restaurantes
Acción	Un usuario identificado pulsa sobre la opción Mis Recomendaciones del Menú de Usuario.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una pantalla con una lista de 10 restaurantes recomendados de acuerdo al perfil del usuario.
Acción	El usuario hace clic sobre un restaurante.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una pantalla donde se mostrará la información del restaurante seleccionado.

- Test 13: Geolocalización de un restaurante recomendado.

Requisito testeado	<b>Geolocalización de los restaurantes</b>
Acción	Un usuario identificado accede a la información de un restaurante recomendado y pulsa sobre el botón Georreferenciación.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una nueva pantalla (el módulo SIG), con la localización del restaurante sobre un mapa virtual.

- Test 14: Geolocalización de un restaurante recomendado, con una dirección almacenada en la base de datos que es errónea.

Requisito testeado	<b>Geolocalización de los restaurantes</b>
Acción	Un usuario identificado accede a la información de un restaurante recomendado que tiene una dirección que no es correcta y pulsa sobre el botón Georreferenciación.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar un aviso advirtiendo de que la dirección del restaurante no se puede geocodificar.

- Test 15: Obtención del camino más corto desde la dirección del usuario hasta el restaurante recomendado

Requisito testeado	<b>Obtención del camino mínimo necesario para llegar a un restaurante desde la dirección del usuario</b>
Acción	Un usuario identificado accede a la información de un restaurante recomendado y pulsa sobre el botón Georreferenciación.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una nueva pantalla (el módulo SIG), con la localización del restaurante sobre un mapa virtual.
Acción	El usuario pulsa sobre el botón “Ruta desde tu dirección”.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar sobre el mapa virtual, una línea que representa la ruta más corta desde la dirección del usuario hasta el restaurante, y una serie de instrucciones para completar el trayecto.



- Test 16: Cálculo de rutas

Requisito testeado	<b>Cálculo de rutas entre dos puntos</b>
Acción	Un usuario identificado accede a la información de un restaurante recomendado y pulsa sobre el botón Georreferenciación.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una nueva pantalla (el módulo SIG), con la localización del restaurante sobre un mapa virtual.
Acción	El usuario pulsa sobre el botón “Cálculo de rutas” y hace clic sobre el punto de origen y el de destino que desee.
Checkpoint2	El sistema debe mostrar sobre el mapa virtual, una línea que representa la ruta más corta desde la dirección del punto de origen hasta el punto de destino, y una serie de instrucciones para completar el trayecto.

- Test 17: Consultas de los lugares para visitar que están a menos de 200 metros del restaurante recomendado

Requisito testeado	<b>Consultas sobre el mapa</b>
Acción	Un usuario identificado accede a la información de un restaurante recomendado y pulsa sobre el botón Georreferenciación.
Checkpoint1	El sistema debe mostrar una nueva pantalla (el módulo SIG), con la localización del restaurante sobre un mapa virtual.
Acción	El usuario pulsa sobre el botón “Consultas” y posteriormente sobre “Consultas sobre el mapa”
Checkpoint2	El sistema debe mostrar una sección que permita especificar los criterios de búsqueda deseados por el usuario.
Acción	El usuario pulsa sobre el checkbox que se corresponde con “lugares para visitar” y pulsa con el botón derecho sobre el punto donde se encuentra situado el restaurante recomendado.
Checkpoint3	El sistema debe mostrar un menú contextual con una serie de opciones de consultas por distancia.
Acción	El usuario hace clic sobre la opción Consultas 100 metros.
Checkpoint4	El sistema debe identificar y mostrar los lugares de interés que cumplen las restricciones impuestas por el usuario.

**4.6.2. Resultados Obtenidos**

<b>Test 1</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 2</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 3</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 4</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 5</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 6</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
CheckPoint3	OK
<b>Test 7</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
<b>Test 8</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
CheckPoint3	OK
<b>Test 9</b>	

CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
CheckPoint3	OK
CheckPoint4	OK
<b>Test 10</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
CheckPoint3	OK
CheckPoint4	OK
<b>Test 11</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
CheckPoint3	OK
CheckPoint4	OK
<b>Test 12</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
<b>Test 13</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 14</b>	
CheckPoint1	OK
<b>Test 15</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK

<b>Test 16</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
<b>Test 17</b>	
CheckPoint1	OK
CheckPoint2	OK
CheckPoint3	OK
CheckPoint4	OK

## **4.7. Instalación en el servidor y funcionamiento**

La instalación de la aplicación así como la puesta en marcha del servidor viene documentada paso a paso en el Anexo I.

Por su parte, en el Anexo II se encuentran disponible el manual de usuario de la aplicación.

## **4.8. Conclusiones**

Este proyecto nació con la idea de desarrollar un Sistema de recomendación y georreferenciación de restaurantes de la provincia de Jaén, que sirva para empresas dedicadas al turismo. La intención era crear un sitio web accesible desde Internet desde el que los usuarios pudieran realizar puntuaciones de los restaurantes que fueran visitando. En base a estas puntuaciones el sistema crearía un perfil de usuario y ofrecería una lista de restaurantes recomendados entre los favoritos del grupo de clientes más afines a sus gustos, a la vez que podría conocer la localización de cada restaurante mediante tecnologías de Sistemas de Información Geográfica.

Inicialmente, debido al gran éxito de los sistemas de recomendación colaborativos, se pensó en realizar las recomendaciones utilizando modelos de recomendación implementados con esta técnica, pero este tipo de sistemas tienen el inconveniente de que sufren problemas de escasez, necesitan una gran cantidad de usuarios que realicen puntuaciones sobre ítems similares para poder calcular los grupos de vecinos y así realizar unas recomendaciones de calidad. El problema viene cuando se tienen pocos usuarios registrados en el sistema o aún habiendo un número considerable, estos han realizado escasas puntuaciones. Para evitar, en la medida de lo posible, este problema, se creyó conveniente emplear un modelo de recomendación híbrido que permitiera recoger y mezclar las mejores características de cada uno de los siguientes modelos de recomendación: Modelo de recomendación colaborativo y Modelo de recomendación basado en conocimiento con relaciones de preferencia incompletas.

En relación al módulo de Sistemas de recomendación, se ha conseguido dar un paso “más allá”, de lo que actualmente prima en los sitios web de información turística.

Las características que hacen diferente a nuestro sistema de recomendación de los actuales son las siguientes:

- Mediante la inserción del módulo de recomendación basado en conocimiento con relaciones de preferencia incompletas se podrán realizar recomendaciones aún cuando no exista información histórica de puntuaciones del usuario.
- Se mejora la expresión de los gustos de los usuarios ya que se les permite que realicen sus puntuaciones utilizando variables lingüísticas.
- Se mejora el proceso de adquisición de información necesario para crear el perfil de usuario, utilizando para ello el modulo de recomendación basado en conocimiento con relaciones de preferencia incompletas. Se partirá de una relación de preferencia incompleta sobre un conjunto de restaurantes para construir el perfil de usuario, ya que esta puede ser reconstruida mediante procesos automáticos.

Para darle un aire aún más innovador al prototipo, se ha incluido un módulo que hace uso de tecnologías de Sistemas de información Geográfica, y más concretamente de Google Maps, que permitirá conocer la localización de los restaurantes, como llegar hasta ellos siguiendo la ruta más corta partiendo desde la dirección del usuario o cualquier punto elegido de forma interactiva, y realizar consultas sobre puntos de interés que se encuentran cerca de los restaurantes.

Para el desarrollo de la aplicación hemos seguido las actividades de Ingeniería del Software. Primero se determinaron las propiedades que debía satisfacer la aplicación y las restricciones a las que se encuentra sometido. Luego se ha creado un modelo de sistema correcto, completo, consistente, claro y verificable. Finalmente se ha codificado este modelo en una versión prototipal y se ha instalado en el servidor.

La aplicación ha quedado en un estado prototipal y si se pretendiera realizar una versión completa con fines comerciales se debería realizar un arduo trabajo de campo por toda la provincia de Jaén, para recolectar la información necesaria para los puntos de interés que acompañan a los restaurantes en el módulo de geolocalización, ya que en este prototipo sólo se han incluido los puntos de interés pertenecientes a la ciudad de Jaén.







# Bibliografía

- [1] Balabanovic, M. y Shoham, Y. (1997), "Content-based, collaborative recommendation" en *Communications of ACM* 40.
- [2] Bezerra, B.L.D. and F.A.T.d. Carvalho, A symbolic approach for content-based information filtering. *Information Processing Letters*, 2004. 92: p. 45-52.
- [3] B.J. Pine II. *Mass Customization*. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts, 1993.
- [4] Chapman, A.D. and J. Wiczorek (eds). 2006. *Guide to Best Practices for Georeferencing*. Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility.
- [5] Chrisman, N.R. (1997) *Exploring Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons.
- [6] Cho, Y.H., Kim, J.K. Y Kim, S. H. (2002), "A personalized recommender system base don web usage mining and decision tree induction" en *Experts Systems with Applications*, vol. 23, pp. 233-342.
- [7] CMS Joomla!. [www.joomlaspanish.org](http://www.joomlaspanish.org).
- [8] Claypool, M., Gokhale, A., Miranda, T., Murnikov, P., Netes, D. Y Sartin, M (1999) "Combining content-based and collaborative filters in an online newspaper" en *Proceedings of ACM SIGIR'99 Workshop on Recommender Systems: Algorithms and Evaluation*, Berkeley, CA.
- [9] deMers, M.N. (1997) *Fundamentals of Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons.
- [10] D. Billsus and M.J. Pazzani. User modeling for adaptive news access. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 10(2-3):147–180, 2000.
- [11] D. Goldberg, D.Nichols, B. M. Oki, and D. Terry. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM*, 35(12):61 – 70, 1992.

- [12] D. Hinkle and C.N. Toomey. Clavier: Applying case-based reasoning on to composite part fabrication. In Proceeding of the Sixth Innovative Application of AI Conference, Seattle, WA, AAAI Press, pages 55–62, 1994.
- [13] Dubois, D. and H. Prade, Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications. 1980, New York: Kluwer Academic.
- [14] El lenguaje php. [www.php.net](http://www.php.net).
- [15] George B. Korte, P.E. The Gis Book: How to implement, manage, and asses the value of geographic information systems.
- [16] Ghani, R. and A. Fano. Building recommender systems using a knowledge base of product semantics. in Workshop on Recommendation and Personalization in E-Commerce, at the 2nd Int'l Conf. on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web Based Systems. 2002. Malaga.
- [17] Guo, X. (2006), Personalized Government Online Services with Recommendation Techniques, tesis Phd, University Graduate School, University of Technology Sydney.
- [18] H. Mak, I. Koprinska, and J. Poon. Intimate: a web-based movie recommender using text categorization. In Proceedings of IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence, 2003. WI 2003, pages 602–605, 2003.
- [19] Herlocker, J., Kontan, J., Terveen, L y Riedl, J (2004), “Evaluating Collaborative Filtering Recommender System” en ACM Vol. Transactions on Information Systems, vol. 22, pp. 5-53.
- [21] Herrera, F. and L. Martínez, A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2000. 8(6): p. 746-752.
- [22] Herrera, f, E. Herrera-Viedma, and L. Martínez. A fusion approach for managing multi-granularity linguistic term sets in decision making. Fuzzy Sets and Systems, (114):43–58, 2000.

- [23] I. Schwab, W. Pohl, and I. Koychev. Learning to recommend from positive evidence. In *Proceedings of Intelligent User Interfaces*, pages 241–247, 2000.
- [24] J.B. Schafer, J.A. Konstan, and J. Riedl. Recommender systems in ecommerce. In *ACM Conference on Electronic Commerce*, pages 158–166, 1999.
- [25] J.S. Breese, D. Heckerman, and C. Kadie. Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering. In *Uncertainty in Artificial Intelligence. Proceedings of the Fourteenth Conference*, pages 43–52, 1998.
- [26] J. Wolf, C. Aggarwal, K-L. Wu, and P. Yu. Horting hatches an egg: A new graph-theoretic approach to collaborative filtering. In *Proceedings of ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, San Diego, CA.*, pages 201–212, 1999.
- [27] L.Niu, X.-W. Yan, C.-Q. Zhang, and S.-C. Zhang. Product hierarchy-based customer profiles for electronic commerce recommendation. In *Proceedings of 2002 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, volume 2*, pages 1075–1080, 2002.
- [28] M. Condliff, D. Madigan D.D. Lewis, and C. Posse. Bayesian mixed-effects models for recommender systems. In *Proceedings ACM SIGIR 99 Workshop on Recommender Systems: Algorithms and Evaluation*, 1999.
- [29] Maguire, D.J., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (eds.) (1991) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Avon, Longman Scientific and Technical.
- [30] Manchón, E. (2002), ¿Qué es usabilidad?, disponible en Internet ([http://www.ainda.info/que\\_es\\_usabilidad.htm](http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.htm))

- [31] Meteren, R.v. and M.v. Someren. Using Content-Based Filtering for Recommendation. in *Machine Learning in the New Information Age*. 2000. Barcelona.
- [32] Mooney, R.J. and L. Roy. Content-Based Book Recommending Using Learning for Text Categorization. in *Fifth ACM Conference on Digital Libraries*. 2000.
- [33] P. Resnick, N. Iacovou, M. Suchak, P. Bergstorm, and J. Riedl. Grouplens: An open architecture for collaborative filtering of netnews. In *Proceedings of ACM 1994 Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pages 175–186, Chapel Hill, North Carolina, 1994. ACM.
- [34] Perny, P. and J.D. Zucker. Collaborative Filtering Methods based on Fuzzy Preference Relations. in *EUROFUSE-SIC*. 1999. Budapest.
- [35] R. Burke. Knowledge-based recommender systems. *Encyclopedia of Library and Information Systems*, 69(32), 2000.
- [36] R. Burke. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12(4):331–370, 2002.
- [37] R.J. Mooney and L. Roy. Content-based book recommending using learning for text categorization. In *Proceedings of the fifth ACM conference on Digital libraries*, pages 195–204, 2000.
- [38] Rebhan G. 2007. The Evolution of Geocoding: Moving Away from Conflation Confliction to Best Match.
- [39] Sarwar, B., et al. Item based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms. in *10th International World Wide Web Conference 2001*. Hong Kong.
- [40] Sarwar, B., Konstan, J., Riedl, J., Borchers, A., Herlocker, J. y Miller, B (1998), “Using filtering agents to improve prediction quality in the GroupLens research collaborative filtering system” en *Proceedings of the 1998 ACM Conference on Computer Support Cooperative Work*, Seattle, Washington, USA.

[41] Sarwar, B., Konstan, J., Terveen, L. y Riedl, J. (2000), “Analysis of recommendation algorithms for e-commerce” en Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ACM Conference of Electronic Commerce, Minneapolis, Minnesota, USA.

[42] Silva, J.E, Los SIG y su rol en la sociedad: pasado, presente y futuro. ISSN 0716-2278, N°. 23, 2004 , pags. 61-68.

[43] Tintarev, N. and J. Masthoff. Similarity for news recommender systems. in 2<sup>nd</sup> International Workshop on. Web Personalisation,. Recommender Systems and. Intelligent User Interfaces 2006.

[44] Zadeh, L.A., The Concept of a Linguistic Variable and its Applications to Approximate Reasoning. Part I. Information Sciencies, 1975. 8: p. 199-249.

[45] Zadeh, L.A., The Concept of a Linguistic Variable and its Applications to Approximate Reasoning. Part II. Information Sciencies, 1975. 8: p. 301-357.

[46] Zadeh, L.A., The Concept of a Linguistic Variable and its Applications to Approximate Reasoning. Part III. Information Sciencies, 1975. 9: p. 43-80.

[47] ¿Que es un SIG?. Disponible en Internet ([www.esri.com](http://www.esri.com))

[48] J. Kolodner. Case-Based Reasoning. Morgan Kaufmann, 1993.

[49] Yager, R.R. and D.P. Filev, Induced ordered weighted averaging operators.

IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part B-Cybernetics, 1999.

29(2): p. 141-150.

[50] B. M. Sarwar, G. Karypis, J. A. Konstan, and J. Reidl. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. In In Proceedings of the 10th International World Wide Web Conference (WWW10), pages 285–295, 2001.



**ANEXO I  
MANUAL DE  
INSTALACIÓN  
DEL  
SERVIDOR**

Este anexo está dedicado a realizar las configuraciones necesarias para poner en marcha nuestra aplicación.

Las únicas consideraciones previas que han de tenerse en cuenta son que durante todo este manual se ha supuesto que la unidad principal de disco duro es C:, que la unidad principal de disco flexible es D:.

Hemos de decir que nuestro sistema trabajará con un servidor basado en la plataforma Microsoft Windows, por lo que todas estas instalaciones y configuraciones hay que realizarlas teniendo en cuenta dicho Sistema Operativo.

Todo el material necesario para instalar y dejar operativo el servidor se encuentra disponible en el CD que acompaña a esta memoria. Sitúese en el dispositivo de CD-ROM D:\Reja y compruebe que se encuentran los siguientes archivos:

- appserv-win32-2.5.7.exe
- Joomla\_1.5.5-Spanish-pack\_completo.zip
- BBDD.zip
- ArchivosReja.zip

Si tenemos acceso a estos archivos, podremos iniciar la instalación. En caso de que algún archivo faltase o estuviera corrupto, pongase en contacto con el administrador de la aplicación.

Para realizar el proceso de instalación en el servidor se deberán completar los 4 pasos que se enumeran a continuación:

### ○ *Paso 1. Instalar AppServ*

AppServ es una herramienta OpenSource para Windows que facilita la instalación de Apache, MySQL y PHP en una sola herramienta, esta característica facilita la tarea al usuario ya que se configuran las aplicaciones de forma automática. Como extra, también se incorpora phpMyAdmin para el manejo de MySQL.

Veamos una pequeña definición de cada una de los componentes que se van a instalar:

- **Apache** es un servidor http de código abierto y multiplataforma desarrollado por la Apache Software Foundation, en cuya Web (<http://www.apache.org>) se puede conseguir la última versión del servidor, sus múltiples módulos de desarrollo y ampliación y toda la documentación necesaria para su correcto funcionamiento. Se trata, con diferencia, del más popular de los servidores http de la actualidad.
- **MySQL** es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. MySQL AB —desde enero de 2008 una subsidiaria de Sun Microsystems— desarrolla MySQL como software libre en un esquema de licenciamiento dual. En su Web ([www.mysql.com](http://www.mysql.com)) se puede encontrar varias herramientas para trabajar con este servidor de base de datos.
- **PHP** es un acrónimo recursivo que significa **PHP Hypertext Pre-processor** y consiste en un lenguaje interpretado de propósito general ampliamente usado y que está diseñado especialmente para desarrollo Web y que puede ser embebido dentro de código HTML. Generalmente se ejecuta en un servidor Web, tomando el código en PHP como su entrada y creando páginas

Web como salida. Puede ser desplegado en la mayoría de los servidores Web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno.

- **phpMyAdmin** es una herramienta escrita en PHP con la intención de manejar la administración de MySQL a través de páginas webs, utilizando Internet. Actualmente puede crear y eliminar Bases de Datos, crear, eliminar y alterar tablas, borrar, editar y añadir campos, ejecutar cualquier sentencia SQL, administrar claves en campos, administrar privilegios, exportar datos en varios formatos y está disponible en 50 idiomas. Se encuentra disponible bajo la licencia GPL.

Para instalar AppServ, sitúese en D:\Reja y ejecute el archivo appserv-win32-2.5.7.exe. En este momento aparecerá una nueva ventana sobre la pantalla que nos indica que ha comenzado el proceso de instalación.(ver figura I.1).

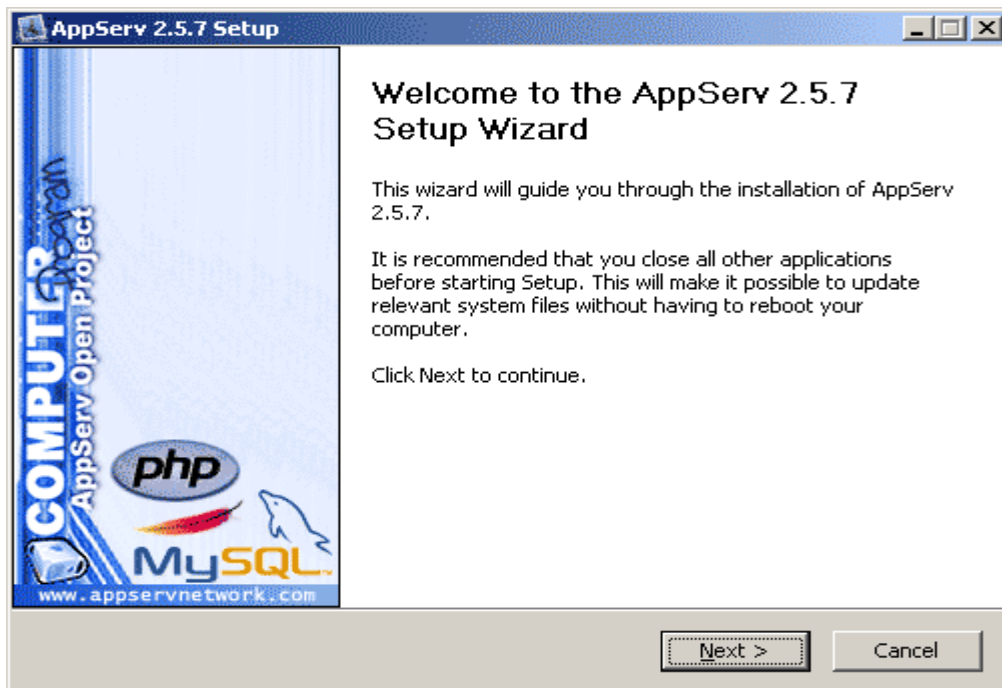


Figura I.1: Pantalla de bienvenida de AppServ

Para continuar haga clic sobre el botón “Next” y aparecerá la pantalla de aceptación de la licencia del producto (Ver figura I.2). Una vez leído el acuerdo de licencia se deberá hacer clic sobre el botón I agree, para aceptarlo.

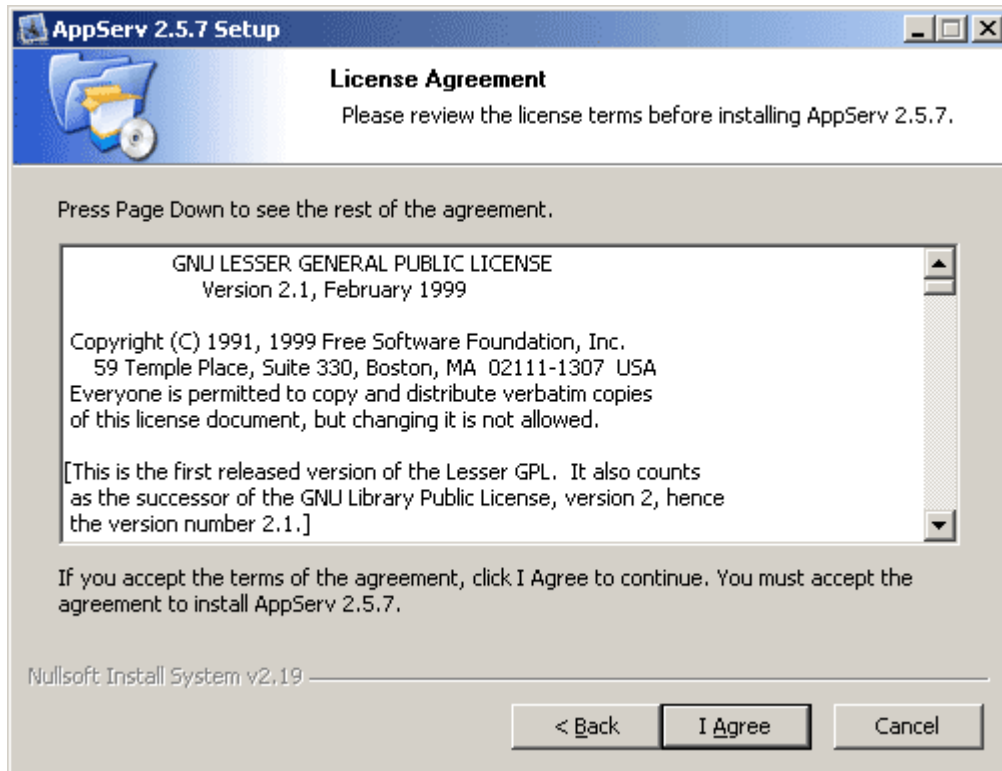


Figura I.2: Acuerdo de licencia de AppServ.

La siguiente pantalla es la de de Directorio de Instalación, donde se va a instalar AppServ. Nos da la opción a cambiar el directorio que el programa de instalación propone por defecto, C:\AppServ. Si no queremos cambiar el lugar de instalación, pulsamos Next. (Figura I.3).

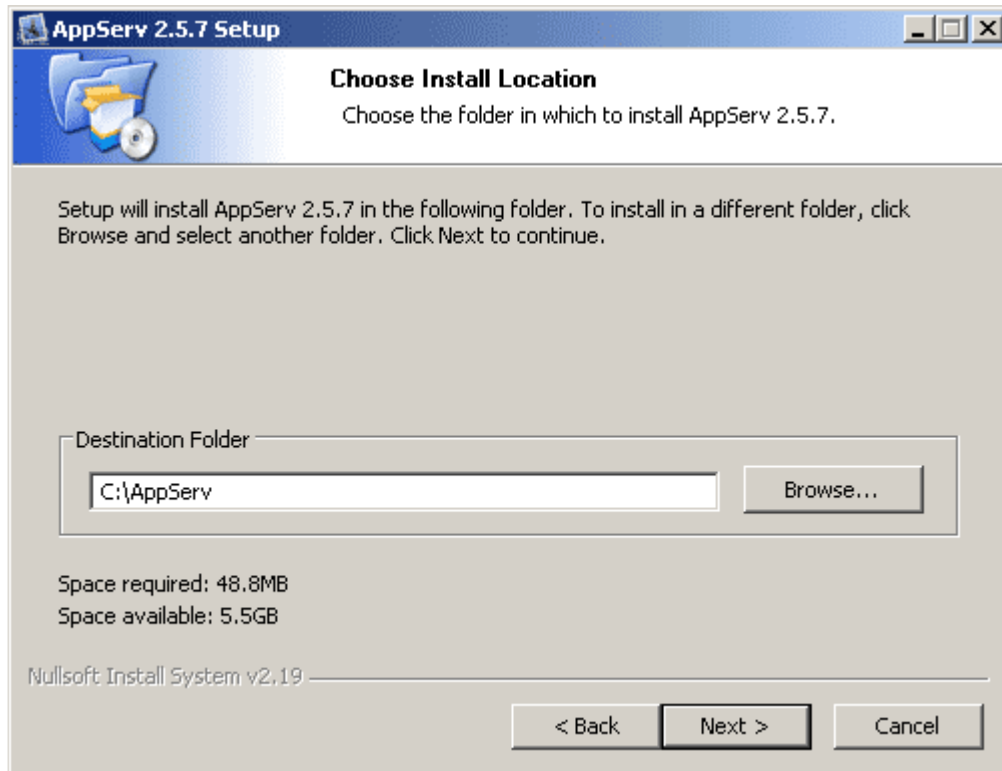


Figura I.3: Directorio de instalación de AppServ

A continuación aparecerá una nueva pantalla donde especificaremos los componentes de AppServ que requieren ser instalados (Apache, MySQL, PHP y PHPMyAdmin). En caso de que alguna de estas aplicaciones ya se encuentren instaladas en el ordenador del usuario se deberá desmarcar la casilla correspondiente. En este manual de instalación se va a suponer que ninguna de estas herramientas se encuentra instalada, por tanto todas las casillas estarán activas (figura I.4). Para continuar se deberá pulsar sobre el botón next.



Figura I.4: Selección de los componentes de AppServ que van a ser instalados.

En este punto llegará el momento de configurar el servidor Apache, para ello se deberá indicar el nombre del servidor, el email del administrador del sistema, en nuestro caso localhost y email root@appservnetwork.com, respectivamente, y el puerto del servidor, que normalmente será el 80. Para continuar se deberá hacer clic sobre el botón Next. (figura I.5).

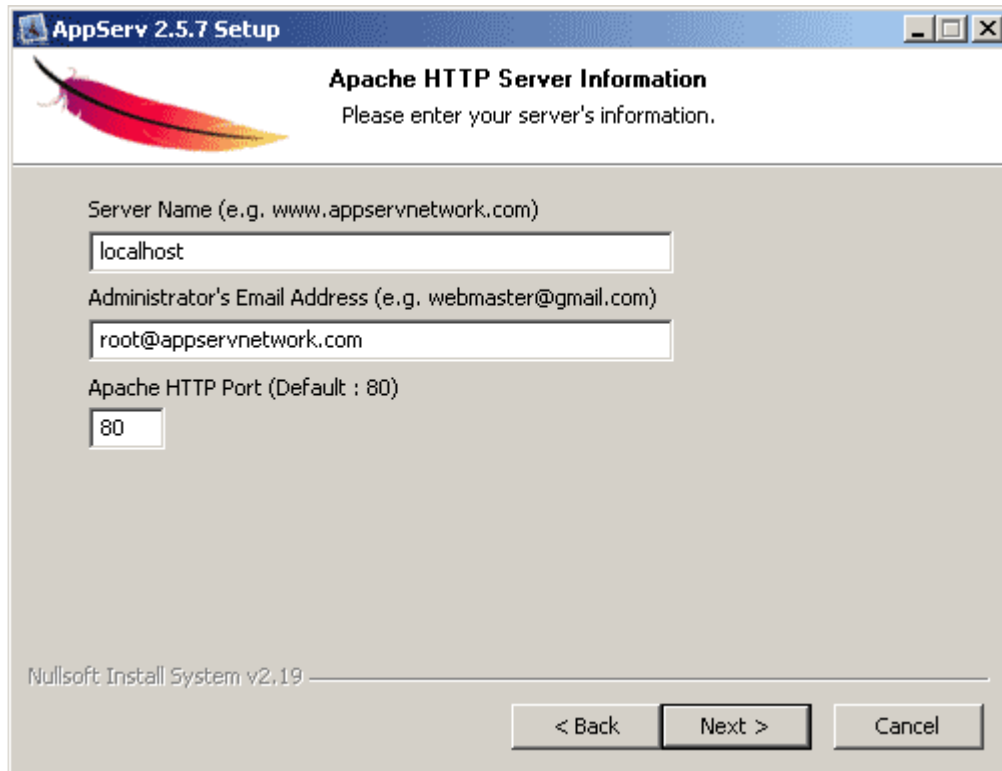


Figura I.5: Configuración de Apache

La siguiente pantalla que aparecerá será la de configuración de MySQL, en esta se deberá especificar la contraseña del usuario root, algo muy importante ya que servirá para poder acceder a la base de datos. También se elegirá el tipo de codificación de los caracteres que en nuestro caso será UTF-8 Unicode y se seleccionarán las casillas de soporte de contraseñas antiguas y de soporte de la tecnología InnoDB, en caso de que se requiera (figura I.6). Para continuar con el proceso de instalación se pulsará sobre Install.



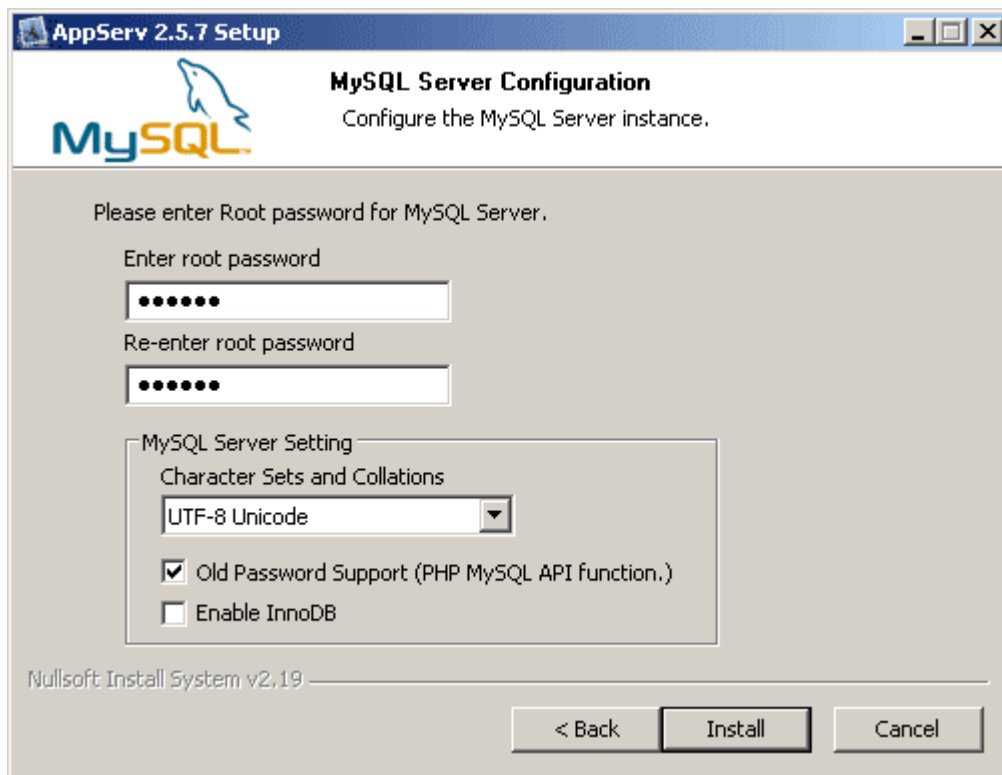


Figura I.6: Configuración de MySQL

Tanto PHP como PHPMysqlAdmin se instalarán y se configurarán automáticamente en un proceso que será transparente al usuario. La siguiente pantalla que aparecerá advertirá de que AppServ se ha instalado correctamente. Antes de pulsar sobre el botón Finish se deberán marcar las casillas Start Apache y Start MySQL para arrancar los dos servidores. (Figura I.7).

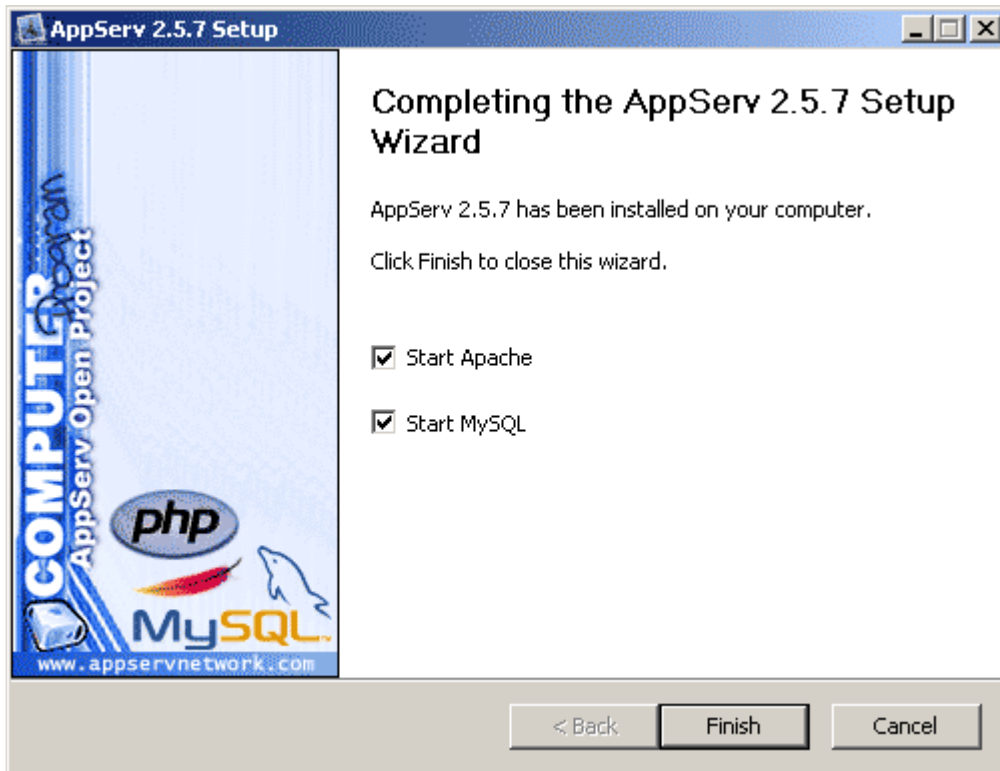




Figura I.7: Finalizando la instalación de AppServ

Para comprobar que el proceso de instalación se ha desarrollado de forma adecuada se deberá abrir un navegador Web y escribir `http://localhost` en la barra de direcciones. Si todo se ha instalado correctamente se deberá mostrar una página Web similar a la de la figura I.8.



## The AppServ Open Project - 2.5.7 for Windows

 **phpMyAdmin Database Manager Version 2.9.0.2**  
 **PHP Information Version 5.1.6**

About AppServ Version 2.5.7 for Windows  
AppServ is a merging open source software installer package for Windows includes :

- **Apache Web Server** Version 2.2.3
- **PHP Script Language** Version 5.1.6
- **MySQL Database** Version 5.0.24a
- **phpMyAdmin Database Manager** Version 2.9.0.2

- [ChangeLog](#)
- [README](#)
- [AUTHORS](#)
- [COPYING](#)
- <http://www.AppServNetwork.com>

Change Language :  

 **Easy way to build Webserver, Database Server with AppServ :-)**

Figura I.8: Comprobando la instalación de AppServ.

○ ***Paso 2: Alojamiento del contenido de la aplicación en el servidor.***

Una vez que hemos terminado con la instalación del servidor, tendremos que alojar nuestra aplicación dentro del servidor.

En la configuración estándar de AppServ, usando como directorio de instalación C:\AppServ, la ubicación que equivale a <http://localhost> es C:\AppServ\www. Por tanto se deberá copiar la carpeta reja dentro de C:\AppServ\www. (figura I.9)

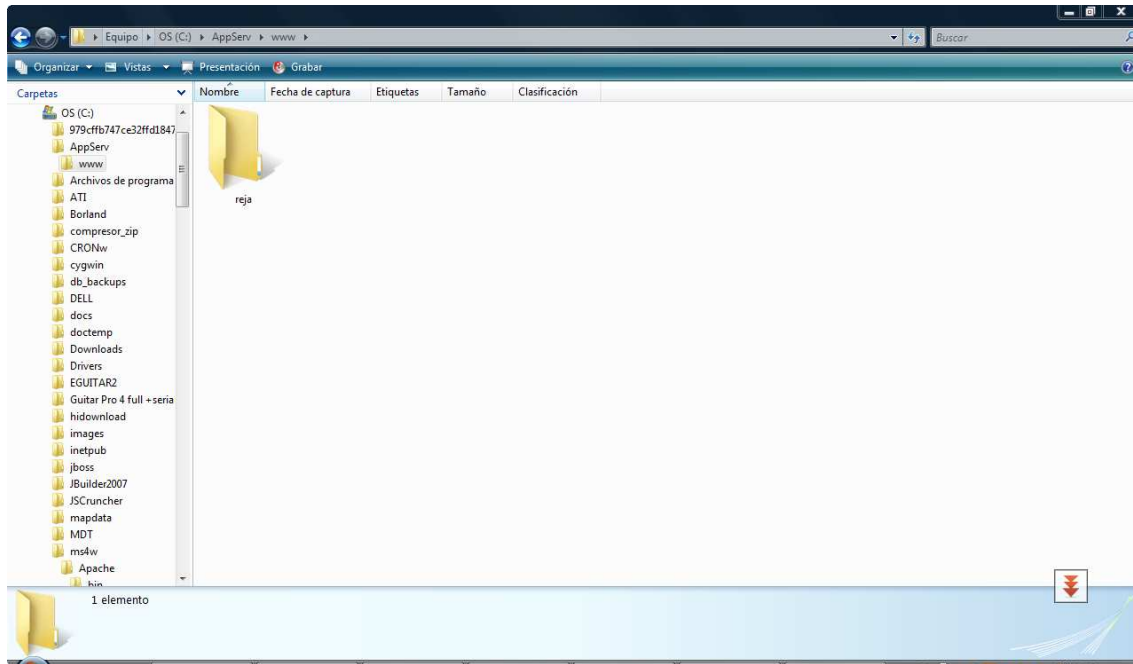


Figura I.9: Copiar contenido de reja en c:\AppServ\www

### ○ ***Paso 3. Instalar Joomla!***

Nuestra aplicación está realizada, en su mayor parte, con el gestor de contenidos CMS Joomla!, por tanto para poder visualizarla correctamente deberemos instalarlo en nuestro servidor, para ello simplemente nos iremos a un navegador web y escribiremos `http://localhost/reja/installation/`, ya que la carpeta reja que hemos copiado en el paso anterior contiene todos los archivos necesarios para la instalación de Joomla!. En este momento aparecerá la siguiente pantalla (figura I.10):

**Comprobar pre-instalación**

Licencia

Paso 1

Paso 2

Paso 3

Paso 4

**Comprobando pre-instalación**

Si alguno de estos elementos aparece resaltado en rojo, debe tomar las medidas oportunas para corregirlo. Caso contrario Joomla podría no funcionar correctamente.

PHP version >= 4.1.0	<b>Si</b>
- Soporte compresión zlib	<b>Disponible</b>
- Soporte XML	<b>Disponible</b>
- Soporte MySQL	<b>Disponible</b>
configuration.php	<b>Puede ser escrito</b>
Ruta de guardado de sesiones /tmp	<b>Se puede escribir</b>

**Comprobando la versión:**

Es importante comprobar si su versión de Joomla! es la versión más reciente disponible

Puede encontrar más información en [www.joomla.org](http://www.joomla.org) y [www.joomlaspanish.org](http://www.joomlaspanish.org)

La versión de Joomla! [ 1.0.12 Stable ] tiene **140 días de antigüedad**

[Comprobar la versión](#)

**Comprobación de seguridad:**

Los siguientes parámetros de PHP no son óptimos para la **Seguridad** y se recomienda cambiarlos:

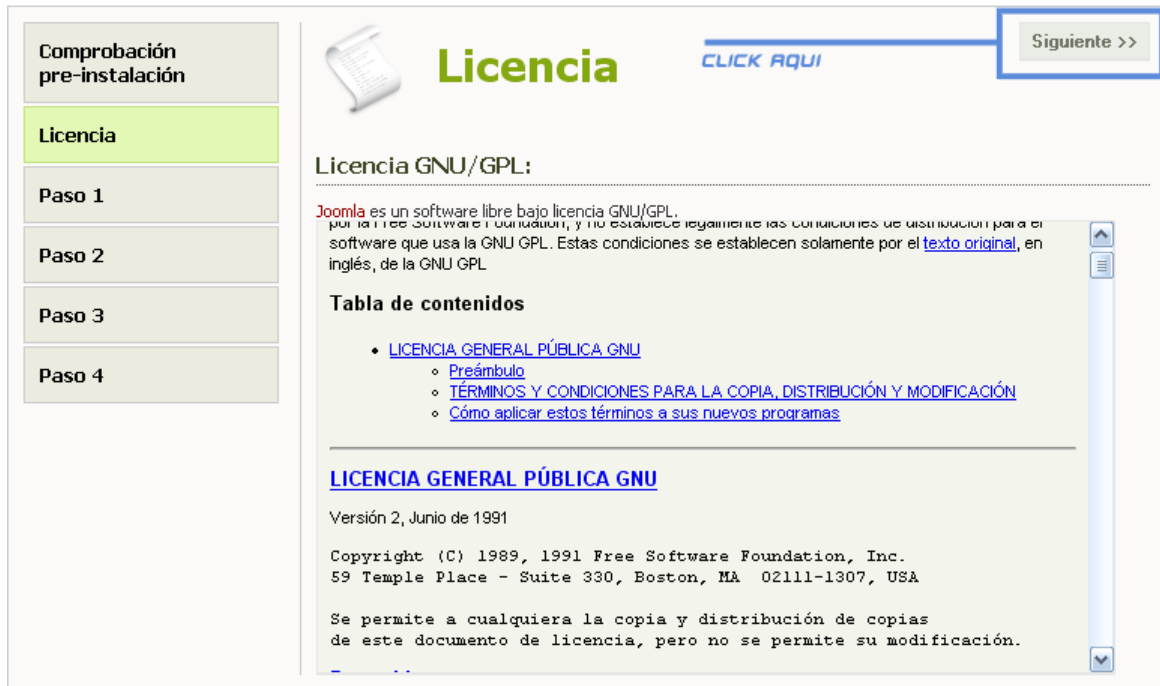
Por favor revisar el artículo: [Joomla! Medidas de Seguridad](#) para más información.

- ⚠ **La configuración del PHP registros globales (register\_globals) está `ACTIVADO` en vez de `APAGADO`**
- ⚠ **La configuración de Joomla! RG\_EMULATION está `ACTIVADO` en vez de `APAGADO` en el archivo globals.php**

Figura I.10: Comprobando pre-instalación de Joomla.

Si alguno de los elementos que aparecen en la lista “Comprobar pre-instalación” aparece en rojo, deberás arreglarlo para poder instalar Joomla y que funcione perfectamente. En “Comprobación de seguridad” también aparecen ciertos elementos que es mejor no tener en rojo, ya que son medidas de seguridad para evitar intentos de hacking, aunque no sea imprescindible para la instalación es recomendable.

Para continuar se deberá hacer clic sobre el botón siguiente, y aparecerá la siguiente pantalla (figura I.11).



Joomla! es un software libre bajo licencia GNU/GPL.  
 Joomla! En español Official Joomla! Spanish Translation Partner

Figura I.11: Lectura de licencia de Joomla!

Una vez leída la licencia de Joomla se deberá hacer clic sobre el botón siguiente y aparecerá la siguiente pantalla (figura I.12), donde se deberán especificar los siguientes elementos:

- Nombre del servidor: normalmente localhost.
- Nombre del usuario MySQL: usuario\_sql.
- Contraseña MySQL: tu\_clave.
- Nombre de la base de datos: nombre\_db.
- Prefijo de la tabla: jos\_.El prefijo de la tabla se recomienda mantener “jos\_” ya que en ocasiones módulos de extra para instalar en joomla pueden ser incompatibles o no funcionan correctamente.

**JOOMLA SPANISH**

Comprobación pre-instalación

Licencia

**Paso 1**

Paso 2

Paso 3

Paso 4

**Paso 1**

Configuración de la base de datos MySQL:

Puedes preparar Joomla para su ejecución en el servidor en 4 pasos simples...

Escribe el nombre del servidor de la base de datos.

Escribe el nombre de usuario y contraseña de la base de datos que usarás con Joomla.

Escribe el prefijo de la tabla de la base de datos que usarán con Joomla o selecciona una que ya exista si ya hay instalaciones anteriores.

Instala los datos de ejemplo a menos que seas un usuario experimentado y quieras comenzar con el sitio Web completamente vacío.

Nombre del servidor  
localhost *Usualmente 'localhost'*

Nombre del usuario MySQL  
usuario\_mqj *El nombre del usuario te tiene que haber estado facilitado cuando has creado la base de datos o bien te la tiene que facilitar tu ISP*

Contraseña MySQL  
tu\_clave *Por seguridad es obligatorio una contraseña mysql*

Nombre de la base de datos MySQL  
nombre\_db *Algunos servidores sólo permiten un número limitado de bases de datos por sitio Web. Usa un prefijo de tabla diferente para Joomla.*

Prefijo de la tabla MySQL  
jos\_ *No uses 'old\_' ya que este prefijo se usa para las copias de seguridad*

Borrar tablas existentes

Copia de seguridad de las tablas *Hacer una copia de seguridad de las tablas antiguas que reemplazará Joomla*

Instalar datos de ejemplo *No desmarques esto a menos que quieras experimentar con Joomla!*

Siguiente >>

Joomla! es un software libre bajo licencia GNU/GPL.  
Joomla! En español Official Joomla! Spanish Translation Partner

Figura I.12: Configuración de la base de datos MySQL.

En este paso se permite borrar y/o hacer una copia de seguridad de las tablas existentes en la base de datos seleccionada. En nuestro caso, se deberá marcar la casilla “Borrar tablas existentes”, puesto que queremos iniciar Joomla con una instalación limpia, para importar posteriormente las tablas de la base de datos de reja, almacenadas en el archivo de respaldo BBDD.zip. Cuando se haya introducido la información de la base de datos correctamente, se pulsará sobre el botón ‘Siguiente’. Se le pedirá que confirme la operación (Figura I.13).

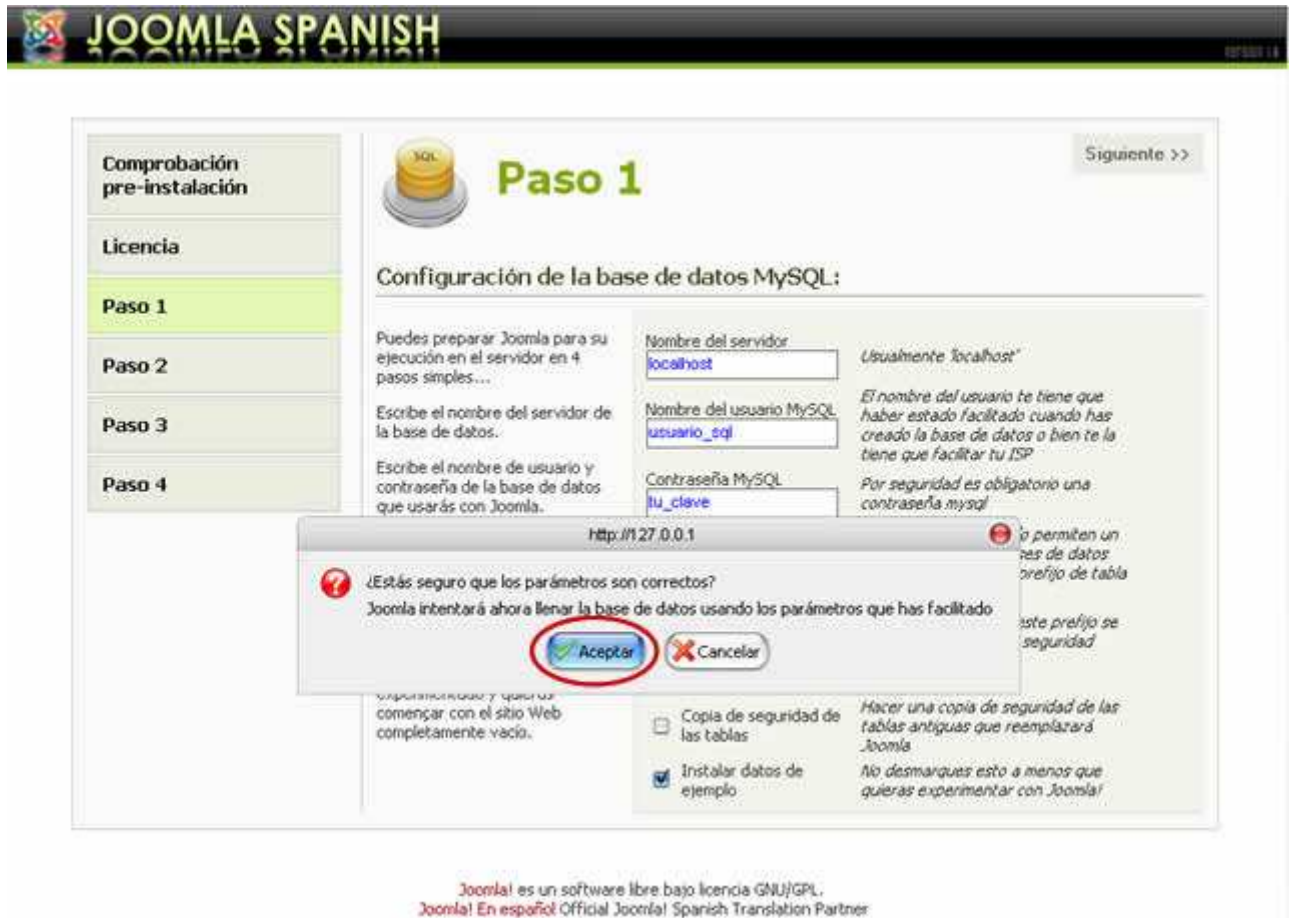


Figura I.13: Confirmación de la configuración de conexión a MySQL.

El Paso 2 es simplemente una página en la que debe introducir el nombre de su sitio web. Cuando se haya decidido y escrito el nombre del sitio pasamos al paso 3 haciendo clic en “Siguiete” (ver figura I.14).



Comprobación pre-instalación

Licencia

Paso 1

**Paso 2**

Paso 3

Paso 4

Home icon

**Paso 2**

[CLICK AQUI](#)

**Siguiete >>**

Escribe el nombre del sitio Web Joomla:

¡CORRECTO!

Escribe el nombre de tu Web Joomla. Este nombre se usará en los correos que envíes, escribe algo significativo.

Nombre del Web

p. ej. La casa de Joomla

Joomla! es un software libre bajo licencia GNU/GPL.  
Joomla! En español Official Joomla! Spanish Translation Partner

*Figura I.14: Nombre del sitio web.*

En la siguiente ventana se deberá especificar la URL del sitio, la ruta del servidor, el e-mail del administrador y configurar los permisos de los directorios y archivos (figura I.15).

- URL: Se escribirá la dirección del sitio (con http:// delante).
- Ruta: La ruta interna del servidor.
- E-mail: Escribe tu e-mail.
- Contraseña: Escribe la contraseña con la que entrarás en el panel de administración.

En la gran mayoría de los casos los valores que muestra el instalador Web son correctos.

**Comprobación pre-instalación**

**Licencia**

**Paso 1**

**Paso 2**

**Paso 3**

**Paso 4**

**Paso 3**

**CLICK AQUI**

**Siguiete >>**

**Confirmación de la URL del sitio Web, ruta física, E-Mail del administrador y permisos de los directorios/archivos**

Si las URLs y la ruta física son las correctas no las cambies. Si no estás seguro pregunta a tu ISP o administrador para asegurarte. [En la gran mayoría de los casos los valores que muestra el instalador Web son los correctos.](#)

Escribe el E-Mail de contacto con el súper administrador.

Los ajustes de permisos serán usados mientras Joomla se instala. Deja los ajustes por defecto de momento si tienes dudas. Más adelante podrás ajustar estos parámetros en la configuración global del sitio Web.

URL:

Ruta:

E-Mail:

Contraseña:

Permisos de archivos:

NO cambiar los permisos (usar por defecto los del servidor)

Permisos de archivos a:

Permisos de directorios:

No cambiar los permisos (usar por defecto los del servidor)

Permisos de directorios a:

Joomla! es un software libre bajo licencia GNU/GPL.  
Joomla! En español Official Joomla! Spanish Translation Partner

*Figura I.15: Configuración de Joomla!.*

Para realizar una instalación por defecto los permisos de archivos y directorios, se dejarán tal y como están.

Ya tenemos instalado Joomla en nuestro servidor. Para que todo funcione correctamente, se deberá borrar el directorio “Installation” (Figura I.16) de la carpeta reja, que está almacenada en el directorio de publicación del servidor Apache (Figura I.9).



Joomla! es un software libre bajo licencia GNU/GPL.  
Joomla! En español Official Joomla! Spanish Translation Partner

Figura I.16: Conclusión de la instalación de Joomla

#### ○ ***Paso 4: Importar la base de datos de reja:***

En este momento deberemos importar el archivo de respaldo SQL BBDD.zip que se incluye en el disco de instalación. El primer paso para realizarlo es descomprimir el archivo en una carpeta conocida para obtener el archivo BBDD.sql.

Para importar el archivo se utilizará phpMyAdmin, para ello se abrirá un navegador web ,se escribirá: `http://localhost/phpmyadmin` y aparecerá una pantalla similar a la figura I.17.

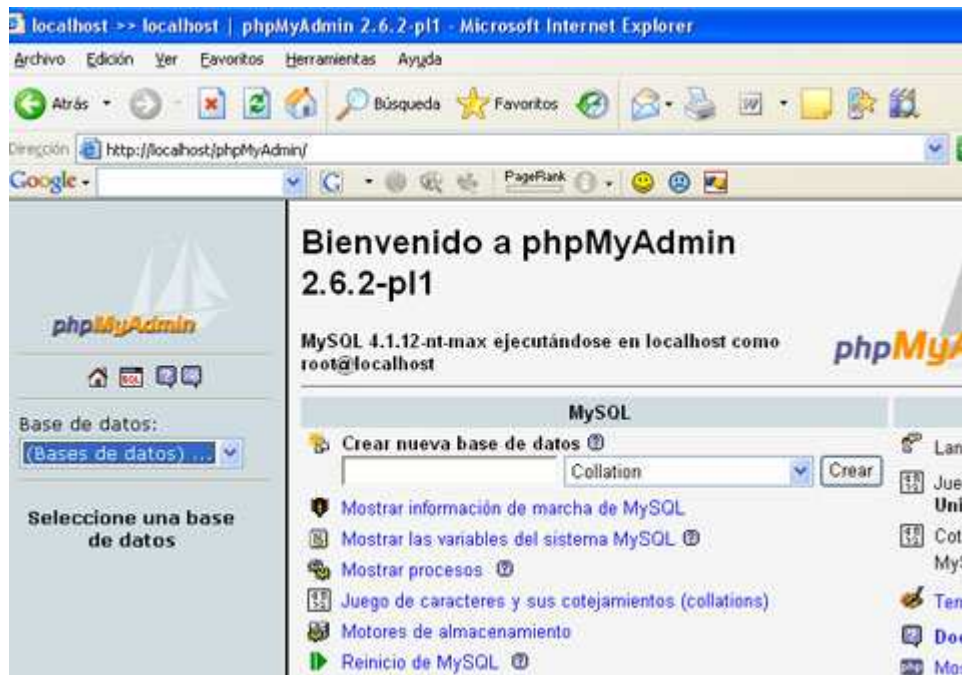


Figura I.17: Vista genérica de PhpMyAdmin.

Para importar el archivo se deberán seguir los siguientes pasos (Figura I.18):

- Hacer clic sobre la pestaña SQL.
- Pulsar sobre el botón “Examinar” para buscar el lugar donde está almacenado el archivo BBDD.sql.
- Para finalizar, pulsar sobre el botón “Continúe”.

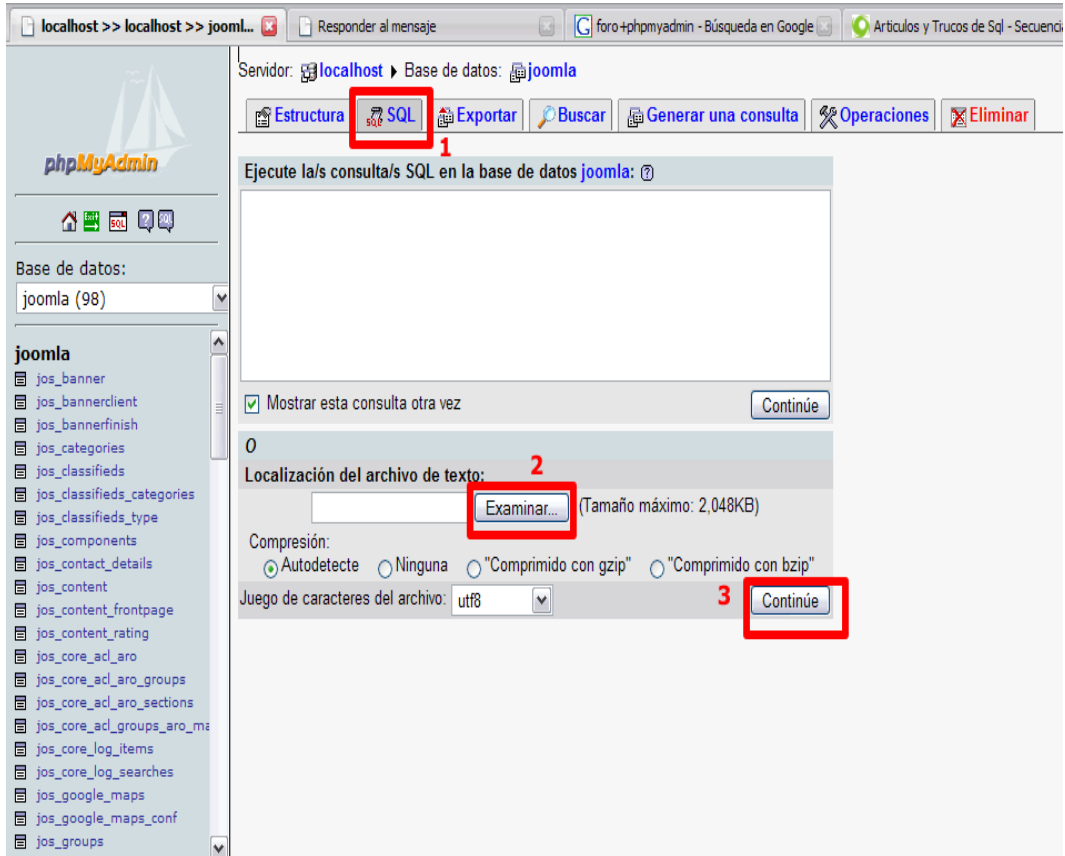


Figura I.18: Pasos para importar el archivo de la base de datos.

Una vez que se hayan completado los anteriores pasos, quedarían instaladas todas las herramientas necesarias para que la aplicación fuese totalmente funcional. Para ejecutarla y comprobar que todo ha ido de forma correcta, se deberá abrir un navegador web y escribir <http://localhost/reja> en la barra de direcciones. Para aprender a manejar la aplicación REJA, se ha desarrollado un manual de usuario que se puede encontrar en el anexo II de esta memoria.



# **ANEXO II MANUAL DE USUARIO**

Este manual de usuario está organizado como una visita guiada por la aplicación, cuando esta es ejecutada por un visitante/usuario.

El primer paso para utilizar la aplicación es abrir el Navegador (Preferentemente Mozilla Firefox, aunque es funcional en cualquier navegador Web estándar) y teclear la dirección en la que tenemos alojada esta, que en nuestro caso será: <http://trantor.ujaen.es/~mafer/joomla/>.

Una vez tecleada la dirección mandaremos al navegador a que la busque y aparecerá la siguiente pantalla (figura II.1):



Figura II.1: Pantalla de inicio de la aplicación

En esta pantalla se da una pequeña a las principales funcionalidades que tiene el sistema. En la parte izquierda de la pantalla aparece el menú principal, con las siguientes opciones que siempre estarán visibles:



- Inicio.
- Restaurantes.
- Recomendaciones.
- Enlaces.
- Contactar.

Estas opciones están disponibles para usuarios no registrados. A continuación detallaremos cada una de las distintas opciones que podemos realizar:

- **Inicio:** Mostrará la pantalla de inicio. (Ver figura II.1).
- **Restaurantes:** Para obtener información sobre un restaurante lo único que tenemos hacer es pulsar sobre la opción Restaurantes que aparece a la izquierda de la pantalla. Una vez pulsada aparecerá una pantalla (ver figura II.2) que nos permitirá elegir los restaurantes por orden alfabético o por tipo de establecimiento.



Figura II.2: Restaurantes.

Una vez escogida cualquiera de las dos opciones, haremos clic sobre el restaurante deseado y aparecerá una pantalla con la información de este. (ver figura II.3).



Figura II.3: Información del restaurante.

- **Recomendaciones:** Para obtener recomendaciones rápidas, sin necesidad de registro, pulsaremos sobre Recomendaciones, sin haber introducido ningún nombre de usuario ni contraseña en el sistema. Al hacer clic sobre Recomendaciones nos aparecerá una nueva pantalla que nos mostrará dos opciones de recomendación rápida (figura II.4):
  - Recomendaciones basadas en un restaurante conocido por el usuario y que sea de su agrado, en el que el sistema devolverá una lista de restaurantes que se asemejen al indicado.
  - Recomendaciones por filtro en las que inicialmente el usuario seleccionará una serie de características que sean de su agrado (Precio del menú, tipo de cocina y tipo de establecimiento) y el sistema ofrecerá un listado con los restaurantes que cumplan los criterios impuestos.

Restaurants Jaén

Universidad de Jaén

Inicio Restaurantes Recomendaciones Enlaces Contactar

Menú principal

- Inicio
- Restaurantes
- Recomendaciones
- Enlaces
- Contactar
- Mapa de Restaurantes
- Pruebas

Administrador

- Administración

### Recomendaciones sin registro

Desde el staff de REJA le recomendamos que se registre en nuestro sistema y descubra todas sus [funcionalidades](#). Sin embargo, si no desea darse de alta y conformar un perfil de usuario, también tiene la opción de recibir **recomendaciones de restaurantes de la provincia de Jaén**. Cuenta con dos opciones para ello:

#### Opción 1:

Si ya conoce algún restaurante de la provincia que es de su agrado, le recomendaremos otros que se asemejen al indicado.

Eliga un restaurante de su agrado:

2003 CAFETERIA RESTAURANTE

Obtener Recomendaciones

#### Opción 2:

Si no conoce ningún restaurante de la provincia que sea de su agrado, proporcionenos las características que debe tener un restaurante para que le resulte satisfactorio para que, de esta forma, podamos recomendarle restaurantes adecuados a sus gustos.

Proporcione el rango de precios del menú:

10 o menos

Eliga un tipo de cocina:

Africana

Eliga un tipo de establecimiento:

Ninguno en especial

Obtener Recomendaciones

[\[Volver\]](#)

Arriba

© 2008 Restaurantes de Jaén  
Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.

Figura II.4: Recomendaciones sin registro.

Una vez escogida cualquiera de las dos opciones, haremos clic sobre uno de los restaurantes recomendados y aparecerá una pantalla con la información del restaurante, al igual que ocurría con la opción anterior. (ver figura II.3).

- **Enlaces:** Al hacer clic sobre esta opción, aparecerá una pantalla con enlaces web que pueden ser de interés para el usuario de la aplicación (Figura II.5)

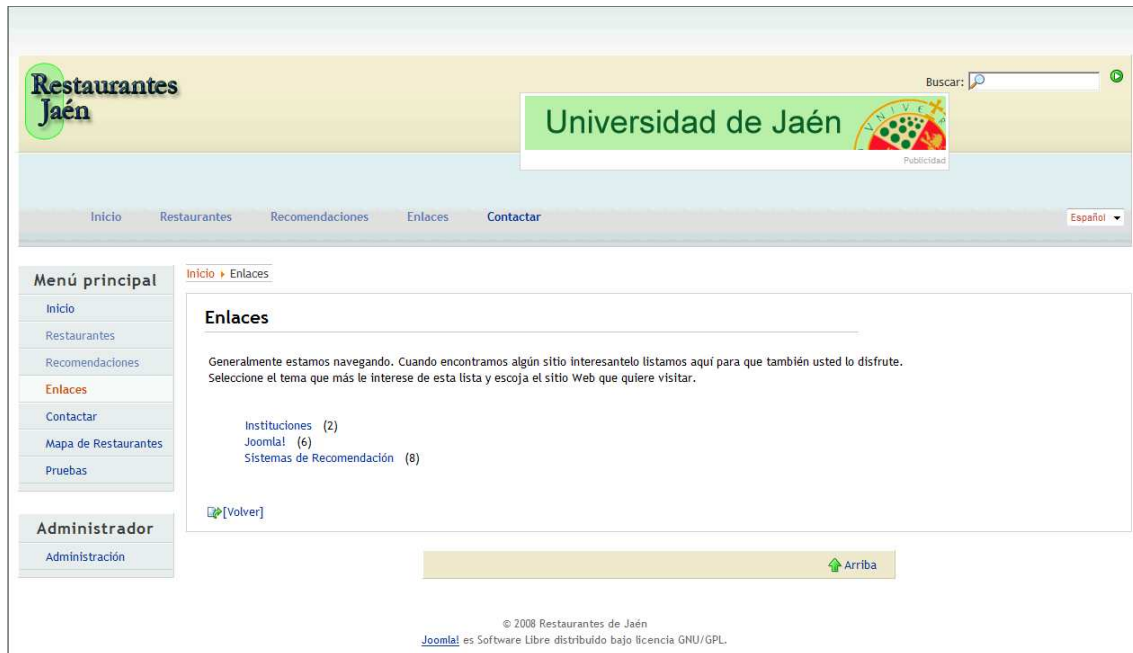


Figura II.5: Enlaces.

- **Contactar:** Al hacer clic sobre esta opción, aparecerá una nueva pantalla con información de contacto del administrador del sistema: dirección postal, correo electrónico, etc (figura II.6).

The screenshot displays the 'Restaurantes Jaén' website interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with options: Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, and Contactar. The language is set to 'Español'. The main content area is titled 'Contactar' and features the following information:

- Contactar**
- Luis Martínez López
- Investigador responsable de Sistemas Inteligentes
- Departamento de Informática. Campus Las Lagunillas, s/n. University of Jaén.
- Jaén
- Jaén
- España
- 23071
- martin@ujaen.es
- +34 953 211902
- +34 953 212472

Below the contact details, there is a section for sending an email, including fields for 'Escriba su nombre:', 'Escriba su dirección de e-mail:', 'Titulo del mensaje:', and 'Escriba el mensaje:'. There is also a checkbox for 'Enviar una copia del mensaje a su mail.' and an 'Enviar' button. A '[Volver]' link is located at the bottom left of the contact form.

At the bottom of the page, there is a copyright notice: '© 2008 Restaurantes de Jaén' and a footer: 'Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.' A 'Arriba' button is also present.

Figura II.6: Información del restaurante.

En caso de que el usuario decida registrarse en el sistema deberá hacer clic sobre la opción “Regístrese aquí” situada en la parte derecha de la pantalla principal, (ver figura II.1).



Figura II.7: Opción para registrar usuarios.

Una vez que se haya hecho clic encima de esta opción, el sistema mostrará una nueva ventana con un formulario de registro, que una vez relleno y enviado, permitirá al usuario gozar de los privilegios reservados para usuarios registrados en el sistema (ver figura II.8).

The screenshot shows the 'Restaurantes Jaén' website interface. At the top left is the logo 'Restaurantes Jaén'. To the right is a search bar labeled 'Buscar:'. Below the logo is a navigation menu with links: Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, and Contactar. A language dropdown menu is set to 'Español'. On the left side, there is a 'Menú principal' with links to Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, Contactar, Mapa de Restaurantes, and Pruebas. Below that is an 'Administrador' section with a link to Administración. The main content area is titled 'Registrarse como usuario' and contains a form with the following fields: Nombre (\*), Usuario (\*), E-Mail (\*), Clave (\*), Verificar su Clave (\*), Dirección (\*), Localidad (\*), and País (\*). A note states: 'Los campos marcados con un asterisco (\*) son obligatorios.' Below the form is an 'Enviar registro' button. At the bottom of the page, there is a copyright notice: '© 2008 Restaurantes de Jaén' and a footer: 'Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.' An 'Arriba' button is also visible.

Figura II.8: Registro de usuarios.

Si un usuario está registrado en el sistema y decide entrar como tal, deberá introducir su nombre de usuario y contraseña en la sección Acceso, situada en la parte derecha de la pantalla principal y pulsar sobre el botón entrar. (Ver figura II.9).

The screenshot shows the 'Restaurantes Jaén' website interface. The top navigation and search elements are the same as in Figure II.8. The 'Menú principal' is also visible. The main content area is titled 'Proyecto Fin de Carrera' and displays the following information: 'Universidad de Jaén', 'Escuela Politécnica Superior de Jaén', 'Departamento de Informática', and 'Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos'. Below this, it states: 'Proyecto Fin de Carrera Titulado: "Sistema de Recomendación de Restaurantes Georreferenciados"', 'Alumno: Antonio Araque Ibáñez', and 'Tutores: Dr. D. Luis Martínez López' and 'Dª. Macarena Espinilla Estévez'. On the right side, there is a yellow 'Acceso' box containing a login form with fields for 'Usuario' and 'Clave', a 'Recordarme' checkbox, and an 'Entrar' button. Below the login form is a link: '¿Recuperar clave?'. At the bottom of the page, there is a copyright notice: '© 2008 Restaurantes de Jaén' and a footer: 'Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.' An 'Arriba' button is also visible.

Figura II.9: Acceso al sistema como usuario registrado.



Una vez validados los datos por el sistema, si son erróneos se mostrará un mensaje de alerta, informando de la situación. Si los datos de la cuenta de usuario son correctos el sistema mostrará un nuevo menú de Usuario en la parte izquierda de la pantalla (ver figura II.10). Este menú tendrá información personalizada del usuario que ha entrado en el sistema, y ofrecerá las siguientes opciones:

- Mi perfil.
- Mis Puntuaciones.
- Añadir Puntuación.
- Mis Recomendaciones.
- Salir.

The screenshot shows a web interface for a user profile. At the top, there is a navigation bar with links: Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, and Contactar. A language dropdown menu is set to 'Español'. On the left, a 'Menú principal' sidebar lists: Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, Contactar, Mapa de Restaurantes, and Pruebas. Below this, a larger 'Usuario' menu is open, showing options: Mi Perfil, Mis Puntuaciones, Añadir Puntuación, Mis Recomendaciones, and Salir. The main content area is titled 'Perfil de user3' and contains a welcome message: 'Hola user3. Bienvenido a REJA como usuario registrado. En esta página personalizada puede consultar sus datos personales, visionar la lista de los restaurantes que ya ha puntuado, puntuar nuevos restaurantes y, finalmente, recibir nuestras recomendaciones personalizadas sobre restaurantes que, seguro, van a ser de su entero gusto'. Below the message is a sub-header 'Datos personales' with the following information: Nombre completo: (empty), Edad: (empty), País: (empty), and Puntuaciones realizadas: 70. At the bottom of the profile section, there are three links: 'Realizar una nueva puntuación', 'Obtener recomendaciones', and 'Volver'.

Figura II.10: Pantalla de bienvenida para usuarios registrados.

Además del menú, aparecerá una pantalla de bienvenida, con la información personal del usuario, y donde aparecerán dos opciones:

- Realizar una nueva puntuación.
- Obtener Recomendaciones.

De la misma forma que hemos hecho con el menú principal, veamos en detalle cada una de las opciones del menú usuario.

- **Mi Perfil:** Al pulsar sobre esta opción se mostrará la pantalla de bienvenida, con la información del usuario. (Ver figura II.10).
- **Mis Puntuaciones:** Si pulsamos sobre ella, veremos el perfil de usuario utilizado por el módulo colaborativo del sistema de recomendación, es decir, se mostrarán todas las puntuaciones que ha aportado el usuario sobre los restaurantes que conoce o ha visitado (ver figura II.11).

The screenshot shows the 'Restaurantes Jaén' website interface. At the top, there is a search bar and a 'SINBAD<sup>2</sup> Publicidad' logo. Below the navigation menu, the 'Menú principal' and 'Usuario' sections are visible. The 'Mis Puntuaciones' section displays a list of restaurants with their names and a rating of 'MB' (Most Beautiful) for each. The list includes: MONTERIA SIERRA DE SEGURA SOCIEDAD LIMITADA., EL CORTE INGLES, LA TOJA, LA CAPILLA DE LA HACIENDA LA LAGUNA, PEKIN, SOY LINE, MIRAS IERRA, CAÑADA BURGUER, GAMBRINUS, LOS NOGALES, PALACIO DE GUZMANES RESTAURANTE, MERINO II, CARLOS RESTAURANTE - PIZZERIA, TEATRO, LA FUENTE RESTAURANTE, BELLAVISTA RESTAURANTE, ILITURGI, TORRES I RESTAURANTE, CAMPO DE TIRO RESTAURANTE, and RESTAURANTE LASO BOULEVARD. The page also features a search bar, navigation menu, and a footer with copyright information.

Figura II.11: Mis Puntuaciones

- **Añadir Puntuación:** Esta opción tiene la misma funcionalidad que la opción “Realizar nueva puntuación” que aparece en la pantalla de bienvenida del usuario. Si pulsamos en cualquiera de las dos opciones aparecerá una nueva pantalla (ver figura II.12) en la que se podrá añadir una puntuación sobre un restaurante que el usuario haya visitado. Para ello, se seleccionara el restaurante que queremos puntuar y luego le daremos la puntuación que deseemos: MM: Muy Mal, M: Mal, R: Regular, B: Bueno, MB: Muy Bueno.

The screenshot shows the 'Añadir una nueva puntuación' form. At the top, there is a search bar and a navigation menu with links: Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, and Contactar. The sidebar on the left contains a 'Menú principal' with links to Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, Contactar, Mapa de Restaurantes, and Pruebas. Below that is the 'Usuario' section with links to Mi Perfil, Mis Puntuaciones, Añadir Puntuación, Mis Recomendaciones, and Salir. The 'Administrador' section has a link to Administración. The main content area is titled 'Añadir una nueva puntuación' and features a dropdown menu for 'Id del restaurante' (selected: 2003 CAFETERIA RESTAURANTE), a row of radio buttons for 'Puntuación' (MM, M, R, B, MB), a 'Puntuar' button, and a '[Volver]' link. A 'Arriba' button is located at the bottom right of the main content area. The footer contains the text: © 2008 Restaurantes de Jaén. Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.

Figura II.12: Añadir Puntuaciones

- **Mis Recomendaciones:** Esta opción tiene la misma funcionalidad que la opción “Obtener Recomendaciones” que aparece en la pantalla de bienvenida del usuario. Si pulsamos en cualquiera de las dos opciones aparecerá una nueva pantalla (ver figura II.13) donde se mostrarán una lista de restaurantes recomendados, basando

estas recomendaciones en las puntuaciones realizadas previamente. El usuario deberá haber realizado al menos 20 puntuaciones para completar un perfil que permita al sistema ofrecer recomendaciones de calidad desde su módulo colaborativo.

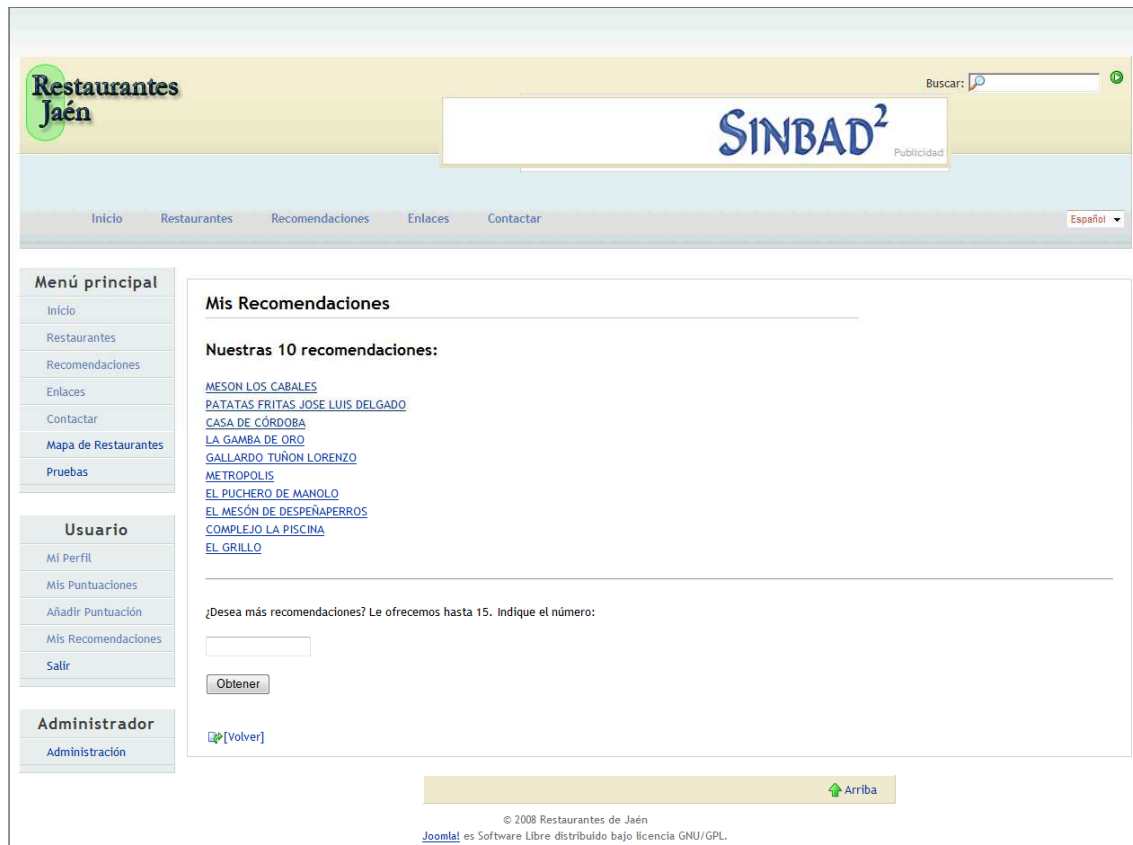


Figura II.13: Recomendaciones con módulo colaborativo.

Al pulsar sobre uno de los restaurantes recomendados aparecerá una nueva pantalla con la información del restaurante. (Ver figura II.14).

The screenshot shows the 'Restaurantes Jaén' website interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with options: Inicio, Restaurantes, Recomendaciones, Enlaces, and Contactar. A language selector is set to 'Español'. The main content area displays details for the restaurant 'CASA DE CÓRDOBA'.

**Menú principal**

- Inicio
- Restaurantes
- Recomendaciones
- Enlaces
- Contactar
- Mapa de Restaurantes
- Pruebas

**Usuario**

- Mi Perfil
- Mis Puntuaciones
- Añadir Puntuación
- Mis Recomendaciones
- Salir

**Administrador**

- Administración

**CASA DE CÓRDOBA**

Tipo de establecimiento:	Restaurante
Tipo de cocina:	Caza
Calidad:	Pésima
Servicio:	Muy Bueno
Precio del menú (en Euros):	51 - 60

No ha sido puntuado todavía

Puntuación:  MM  M  R  B  MB

© 2008 Restaurantes de Jaén  
Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.

Figura II.14: Información del restaurante recomendado para usuario identificado.

Si el usuario se ha identificado en el sistema, este puede recibir recomendaciones de restaurantes desde el módulo RRPI. Esto será muy útil en los casos en que el usuario haya realizado pocas puntuaciones y su perfil sea poco representativo, sólo se tendrá que cumplir la condición previa de haber puntuado al menos cuatro restaurantes. Para poner en marcha esta funcionalidad se deberá pulsar sobre la opción, Recomendaciones, que se encuentra a la izquierda de la pantalla principal, dentro del menú principal.

Una vez hecho esto, veremos la primera pantalla del módulo RRPI (ver figura II.15), en donde el usuario deberá elegir un restaurante parecido al que busca.

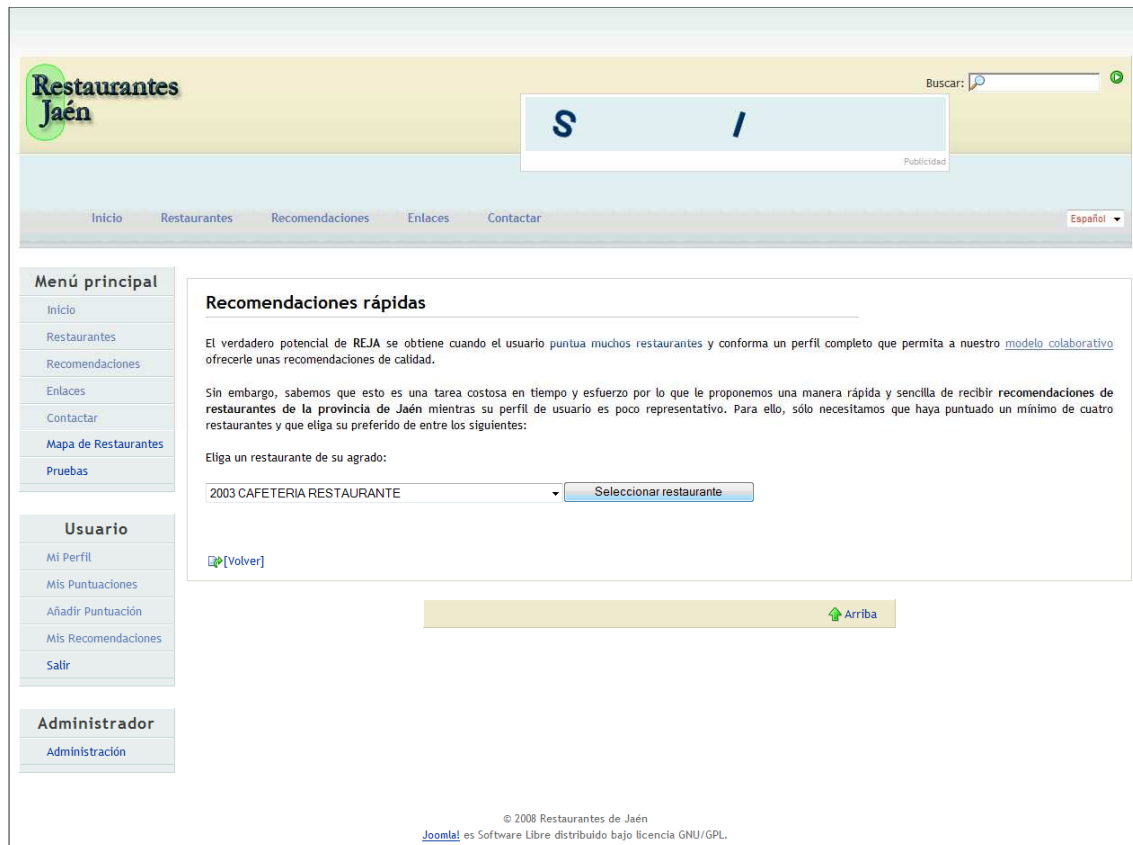



Figura II.15: Recomendaciones rápidas usuario identificado.

Una vez el usuario ha elegido este restaurante ejemplo, el sistema le ofrecerá otros tres restaurantes que deberá comparar con el elegido por él (ver figura II.16). Para ello, nos dirá la preferencia de este restaurante con los mostrados por el sistema utilizando la escala lingüística. En esta escala tenemos los siguientes valores lingüísticos: Mucho mejor, mejor, igual, peor y mucho peor.

The screenshot shows the 'Restaurantes Jaén' website interface. At the top left is the logo 'Restaurantes Jaén'. To the right is a search bar labeled 'Buscar:'. Below the logo is a navigation menu with links: 'Inicio', 'Restaurantes', 'Recomendaciones', 'Enlaces', and 'Contactar'. A language dropdown menu is set to 'Español'. A large advertisement for 'SINBAD<sup>2</sup>' is displayed in the top right. The main content area is titled 'Recomendaciones rápidas' and contains the following text: 'Indique la preferencia de los siguientes restaurantes respecto al seleccionado previamente por usted'. Below this text is a table with three rows of restaurant names and their corresponding preference dropdown menus. The first row is 'LOS CABALLEROS' with a 'Mucho Mejor' dropdown. The second row is 'LOS NOGALES' with a 'Mucho Mejor' dropdown. The third row is 'JING RESTAURANTE' with a 'Mucho Mejor' dropdown. To the right of each dropdown is the text '2003 CAFETERIA RESTAURANTE'. Below the table is a button labeled 'Obtener Recomendaciones'. At the bottom left of the form is a '[Volver]' link. A yellow 'Arriba' button is located at the bottom right of the main content area. On the left side of the page, there are two vertical menus: 'Menú principal' with links to 'Inicio', 'Restaurantes', 'Recomendaciones', 'Enlaces', 'Contactar', 'Mapa de Restaurantes', and 'Pruebas'; and 'Usuario' with links to 'Mi Perfil', 'Mis Puntuaciones', 'Añadir Puntuación', 'Mis Recomendaciones', and 'Salir'. Below these is an 'Administrador' menu with a link to 'Administración'. At the bottom of the page, there is a copyright notice: '© 2008 Restaurantes de Jaén' and a link to 'Joomla!' with the text 'es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL'.

Figura II.16: Aportando información de preferencia al sistema.

A partir de esta información, se obtendrá una relación de preferencia completa y posteriormente, el perfil de usuario. Con este perfil se generarán las recomendaciones y el sistema devolverá la lista de restaurantes recomendados. (Ver figura II.17).



The screenshot shows the website 'Restaurantes Jaén'. At the top left is the logo 'Restaurantes Jaén'. To the right is a search bar with the text 'Buscar:'. Below the search bar is a large advertisement for 'SINBAD<sup>2</sup> Publicidad'. A navigation menu includes 'Inicio', 'Restaurantes', 'Recomendaciones', 'Enlaces', and 'Contactar'. On the right side of the menu is a language dropdown set to 'Español'. The main content area is titled 'Nuestras recomendaciones' and contains the text: 'En base a su elección le recomendamos los siguientes 10 restaurantes:'. Below this text is a list of ten restaurant names, each with a blue underlined link: LA ZARZUELA RESTAURANTE, MESON LOS CABALES, MARISQUERA EL PATO ROJO, LA TABERNA, LA CASERIA, ENVERO, HACIENDA LOS CABALLOS, TOMAS BURGUER, LA PEÑA, and ZAGA. Below the list is a '[Volver]' button with a green arrow. At the bottom of the main content area is a yellow 'Arriba' button with a green arrow. On the left side, there are two vertical menus: 'Menú principal' with links for 'Inicio', 'Restaurantes', 'Recomendaciones', 'Enlaces', 'Contactar', 'Mapa de Restaurantes', and 'Pruebas'; and 'Usuario' with links for 'Mi Perfil', 'Mis Puntuaciones', 'Añadir Puntuación', 'Mis Recomendaciones', and 'Salir'. Below these is an 'Administrador' menu with a link for 'Administración'. At the bottom of the page, there is a copyright notice: '© 2008 Restaurantes de Jaén' and 'Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.'

Figura II.17: Lista de restaurantes recomendados por el módulo RRPI.

Como ocurría en los anteriores módulos, al pulsar sobre uno de los restaurantes recomendados aparecerá una nueva pantalla con la información del restaurante. (Ver figura II.18).



The screenshot shows the website interface for 'Restaurantes Jaén'. At the top, there is a search bar and a 'SINBAD<sup>2</sup> Publicidad' logo. A navigation menu includes 'Inicio', 'Restaurantes', 'Recomendaciones', 'Enlaces', and 'Contactar'. The main content area displays the details for 'MESON LOS CABALES':

- Tipo de establecimiento: Bodega
- Tipo de cocina: Andaluza
- Calidad: Pésima
- Servicio: Muy Bueno
- Precio del menú (en Euros): 21 - 30
- No ha sido puntuado todavía

Below the details, there is a 'Puntuación:' section with radio buttons for MM, M, R, B, and MB, and a 'Puntuar' button. To the right, there is a map labeled 'Georreferenciar' showing the restaurant's location. At the bottom, there is a 'Volver' button and an 'Arriba' button. The footer contains copyright information: '© 2008 Restaurantes de Jaén' and 'Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL'.

Figura II.18: Información del restaurante recomendado para usuarios identificados.

Además de la información del restaurante, la pantalla de información del restaurante recomendado para usuarios identificados en el sistema, independientemente de que las recomendaciones se hayan hecho desde el módulo colaborativo o desde el módulo RRPI, ofrece 2 opciones:

- **Puntuar:** Esta opción permitirá modificar la puntuación del restaurante recomendado. Para ello se tendrá que seleccionar cualquiera de las opciones disponibles: (MM: Muy Mal, M: Mal, R: Regular, B: Bueno, MB: Muy Bueno) y pulsar sobre el botón puntuar.

- Georreferenciar: Esta opción permite la posibilidad de mostrar en un mapa la localización de un restaurante, conocer otros lugares de interés cercanos a él, o el cálculo de la ruta a seguir para llegar a él. Al pulsar sobre esta opción se nos abrirá una nueva pestaña en el navegador que mostrará un mapa centrado en la localización exacta del restaurante recomendado, que quedará


representado en el mapa con el icono . (Ver figura II.19).



Figura II.19: Módulo SIG. Muestra la localización de un restaurante recomendado y los puntos de interés que se encuentran cerca de él.

Como ya se ha comentado anteriormente, además de la localización del restaurante recomendado, también se ofrecen distintas funcionalidades SIG, que hacen más útil la

aplicación. Se va a proceder a enumerar cada una de estas funcionalidades y explicar su funcionamiento:

- **Control de capas:** Esta utilidad da poder absoluto al usuario para poder mostrar y ocultar los puntos de interés incluidos en la aplicación, al ser una operación bastante utilizada, el control de capas estará mostrado permanentemente en la parte derecha de la pantalla. Para facilitar la utilización, estos puntos de interés se han organizado por categorías:
  - Turismo.
    - Oficina de Turismo.
    - Lugares de Interés.
    - Museos.
  - Hostelería.
    - Hoteles.
  - Servicios.
    - Aparcamientos.
    - Paradas de taxi.
    - Estaciones de transporte.
  - Sanidad.
    - Hospitales.
    - Farmacias.
  - Entidades Bancarias.
    - Bancos y cajas.
    - Cajeros 4B.
    - Cajeros Servired.

Estas categorías se podrán expandir y contraer pulsando sobre los iconos + y – respectivamente. Para mostrar u ocultar el contenido de una categoría sólo hay que hacer clic encima del nombre de esta. (Véase la figura II.20).



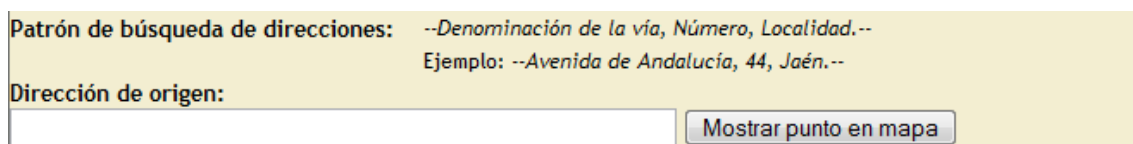
Figura II.20: Control de capas.

Al ser este proyecto un prototipo, el control de capas solo es funcional en la ciudad de Jaén.

- **Calculo de rutas:** Para hacer uso de esta funcionalidad habrá que hacer clic sobre la opción “Cálculo de Rutas” de la barra de menús que aparece en la parte

superior de la pantalla. Esta nos mostrará la ruta más corta entre un punto de origen y un punto de destino. Estos puntos de inicio y fin, pueden ser introducidos de dos maneras distintas:

- Haciendo clic con el ratón directamente sobre un punto del mapa.
- Escribiendo desde teclado la dirección en la caja de texto correspondiente. (Ver figura II.21).





Patrón de búsqueda de direcciones: --Denominación de la vía, Número, Localidad.--  
Ejemplo: --Avenida de Andalucía, 44, Jaén.--

Dirección de origen:

Mostrar punto en mapa

Figura II.21: Introduciendo la dirección de origen desde teclado.

Si se elige la segunda opción, una vez que se haya introducido la dirección (de origen o de destino) en la caja de texto, se deberá pulsar sobre el botón “Mostrar punto en mapa”. El punto de origen quedará identificado por el icono  y el punto de destino con el icono .

Una vez que estén situados los puntos de origen y destino sobre el mapa, se deberá pulsar sobre el botón “Muestra Ruta”. En este momento se mostrará una línea sobre el mapa que representa a la ruta más corta a seguir para llegar al destino desde el punto de origen. (Véase figura n).

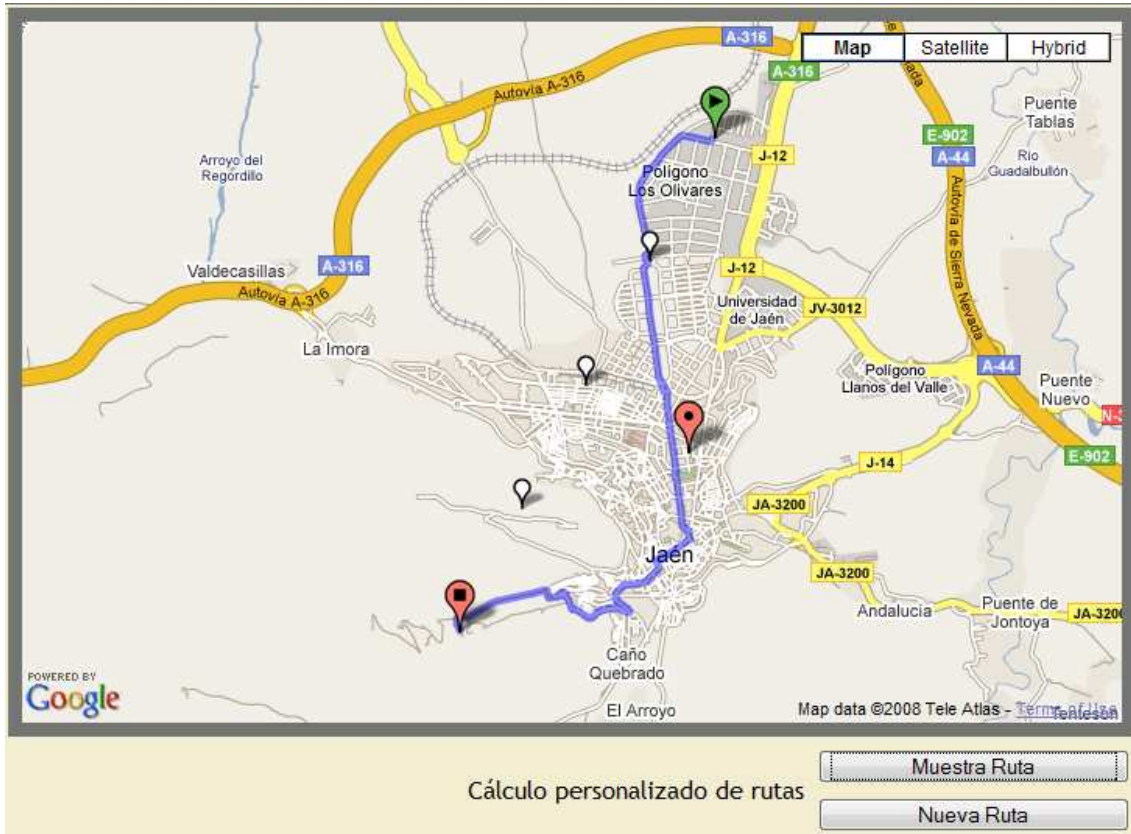



Figura II.22: Cálculo de la ruta más corta entre dos puntos

Se da la posibilidad al usuario de mover los puntos de origen y fin y recalcular la ruta escogiendo de nuevo la opción Muestra Ruta o directamente de generar una nueva ruta, pulsando sobre el botón Nueva Ruta, que iniciaría el proceso de cálculo de rutas.

Además de los puntos de origen y fin, cuando se genera la ruta, aparecen 3 iconos blancos sobre el mapa. Estos iconos representan a 3 posibles puntos intermedios. Estos puntos tendrán utilidad en el caso de que el usuario quisiera ir de un punto de origen a otro de destino, pero pasando por algún lugar entre el trayecto. Para activar estos puntos intermedios sólo se deberá arrastrar el icono  (Figura II.22) hasta el punto del mapa por el que se desee pasar, teniendo la posibilidad de activar hasta 3 puntos

intermedios a la vez, y se pulsará sobre el botón Muestra Ruta. Una vez que se activen los puntos intermedios, estos cambiarán su apariencia y se mostrarán con el siguiente


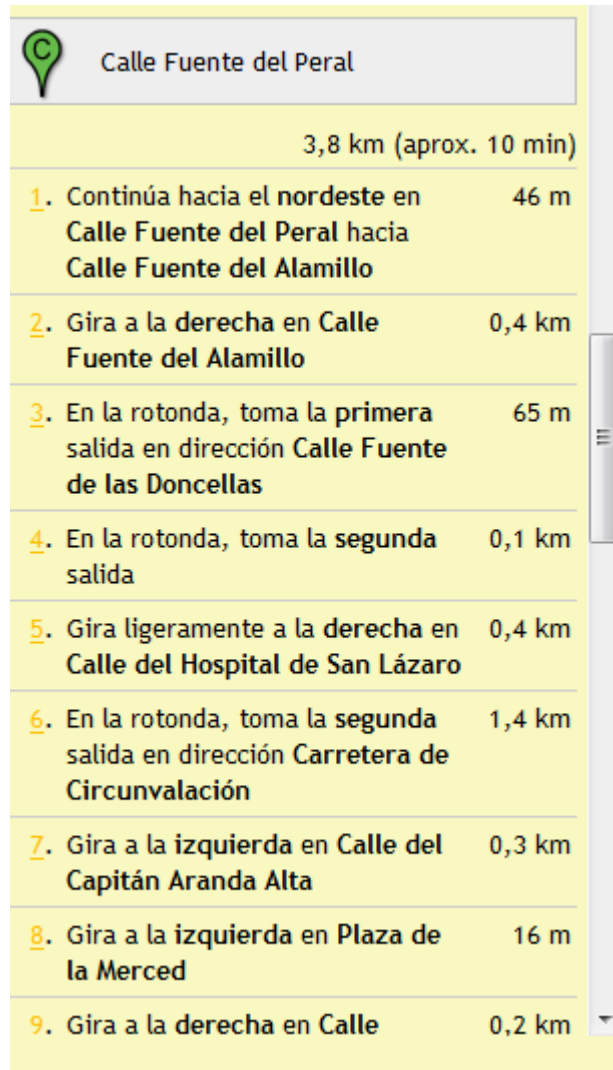
icono:  (Véase figura II.23).



Figura II.23: Cálculo de rutas avanzado. Activando los tres puntos intermedios.


Para una mayor comprensión de la ruta obtenida, la aplicación ofrece una descripción textual de todo el trayecto con instrucciones claras y concisas, que permitan al usuario completar sin problemas el camino requerido. (Véase Figura II.24).





Calle Fuente del Peral	
3,8 km (aprox. 10 min)	
1. Continúa hacia el nordeste en Calle Fuente del Peral hacia Calle Fuente del Alamillo	46 m
2. Gira a la derecha en Calle Fuente del Alamillo	0,4 km
3. En la rotonda, toma la primera salida en dirección Calle Fuente de las Doncellas	65 m
4. En la rotonda, toma la segunda salida	0,1 km
5. Gira ligeramente a la derecha en Calle del Hospital de San Lázaro	0,4 km
6. En la rotonda, toma la segunda salida en dirección Carretera de Circunvalación	1,4 km
7. Gira a la izquierda en Calle del Capitán Aranda Alta	0,3 km
8. Gira a la izquierda en Plaza de la Merced	16 m
9. Gira a la derecha en Calle	0,2 km

Figura II.24: Descripción textual de la ruta.

Se ha creído conveniente ofrecer la posibilidad de imprimir dicha descripción textual de la ruta, para ello sólo bastará con pulsar sobre el botón de imprimir: .

Al pulsar sobre la opción de imprimir se abrirá una pestaña en el navegador con la descripción textual de la ruta, y una ventana que permitirá al usuario elegir la impresora desde la que quiere imprimir (figura II.25). Para comenzar con la impresión se debe pulsar sobre el botón aceptar de esta ventana.



## REJA

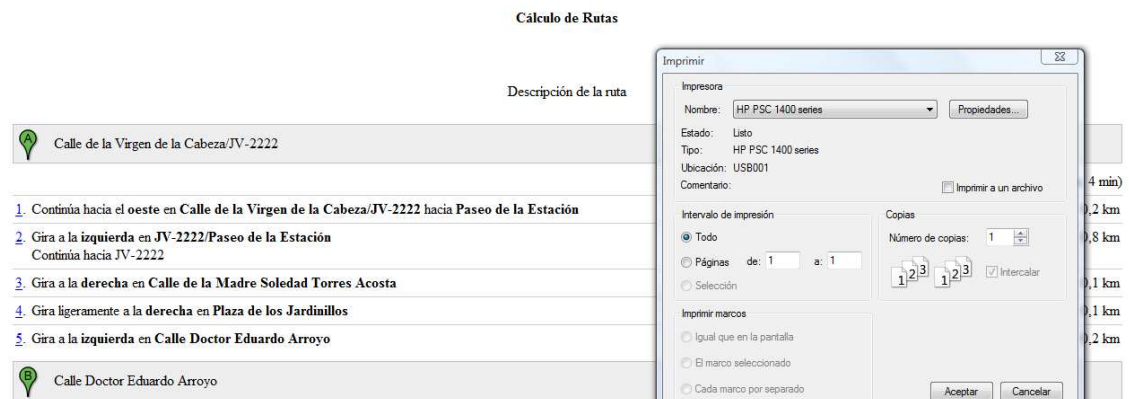




Figura II.25: Página de impresión de la descripción de la ruta

- **Rutas desde la dirección del usuario:** Para hacer uso de esta funcionalidad se deberá hacer clic sobre la opción “Rutas desde la dirección” de la barra de menús que aparece en la parte superior de la pantalla. A través de esta opción se generará una ruta sobre el mapa que representa el camino más corto a seguir para ir desde la dirección del usuario hasta la dirección del restaurante recomendado. (Ver figura II.26).



Figura II.26: Ruta desde la dirección del usuario hasta el restaurante.

En este caso el punto de origen (la dirección del usuario) se representa con el

icono  y el de destino (la dirección del restaurante) con el icono .

Al igual que ocurría con la opción “Cálculo de rutas”, la ruta generada va acompañada de una descripción textual, con las instrucciones a seguir para completarla. En este caso se puede ir haciendo clic sobre cada paso de la descripción de la ruta y aparecerá un mini-mapa con un zoom más ampliado y una flecha indicativa sobre la ruta que muestra el lugar exacto que se corresponde con el paso en la descripción. (Ver figura II.27).



Figura II.27: Minimapa mostrado al hacer clic sobre el paso 13 de la descripción de la ruta.

- **Consultas:** Esta funcionalidad permitirá hacer consultas sobre los puntos de interés que se han incluido en la aplicación. Solo estará funcional para la capital de Jaén ya que nuestra aplicación ha quedado en estado prototipal y sólo se han tomado puntos de esta ciudad. Al hacer clic sobre la opción consultas se nos desplegará un menú, mostrando tres opciones: Consultas por atributos, Consultas por listado y Consultas sobre el mapa. Los puntos que cumplan con los criterios de búsqueda se resaltarán con un punto rojo que servirá de base al icono del punto de interés. Veamos cada una de las opciones:

- **Consultas por atributos:** Por la naturaleza de los puntos de interés que se han incluido en la aplicación se ofrece la posibilidad de realizar dos tipos de consultas por atributos.

*Buscar hospedajes según su categoría:* Para ello seleccionaremos de la lista la categoría deseada y automáticamente se lanzará la consulta, mostrándonos sobre el mapa los puntos que cumplen con la consulta o advirtiéndonos de que la consulta no da ningún resultado, en caso de que

no existieran puntos que cumplieran las condiciones de consulta. (ver figura II.28)



Figura II.28: Consulta de hoteles de 4 estrellas.

Buscar Sucursales Bancarias: Con esta opción se podrán localizar y mostrar en el mapa todas las sucursales que tiene una entidad bancaria. Para hacerlo habría que seguir los mismos pasos que la búsqueda de hospedajes por categoría.

- **Consultas por listado:** Esta opción será útil en los casos en los que el usuario conozca el nombre de un punto de interés pero desconozca como llegar hasta él. Se pueden hacer búsquedas de restaurantes, hospedajes, museos, lugares de interés, aparcamientos, estaciones de transporte y hospitales. Para ello solo tendremos que desplegar la lista de correspondiente y seleccionar el nombre del punto de interés, en ese momento el mapa se centrará en este punto y se mostrará la localización del restaurante resaltada en rojo. (Ver Figura II.29).



Figura II.29: Resultado de la consulta del Museo Provincial de Jaén.

- **Consultas sobre el mapa:** En esta sección podremos realizar consultas de todos los puntos de interés que estén dentro de un radio de búsqueda, tomando como punto de referencia un punto del mapa seleccionado con el ratón. Para ello se seleccionarán los elementos que son motivo de consulta, haciendo clic sobre cada checkbox que acompaña a cada icono y se hará clic con el botón derecho del ratón sobre el mapa, seleccionando en la sección consultas del menú contextual el radio de consulta deseado, que sólo estará disponible para las consultas sobre el mapa. Al hacer clic sobre el radio de búsqueda, la consulta comenzará a ejecutarse y mostrará los puntos que cumple con las restricción impuesta. En caso de que no se cumpla alguna restricción, el sistema informará de que no se ha encontrado el punto.

Con esta opción podremos conocer los elementos que se encuentran cerca del restaurante, para ello solo deberemos de hacer clic con el botón derecho cerca del restaurante. (ver figura II.30).





Figura II.30: Consulta de museos, parkings, farmacias y hospedajes que se encuentran a una distancia inferior a 500 metros del restaurante recomendado.

- **Menú Contextual:** Como se ha comentado anteriormente, se ha añadido a la aplicación la funcionalidad de menú contextual, siguiendo el estereotipo que siguen la mayoría de las aplicaciones informáticas. Este menú aparecerá cuando se haga clic sobre el mapa con el botón derecho. Para todas las opciones siempre estará disponible la sección Mapa, en la que podremos: (Ver figura II.31)
  - Inicializar el mapa: Borra todos los elementos que hay sobre el mapa e inicializa el nivel de zoom.
  - Zoom +: Acerca el mapa.
  - Zoom -: Aleja el mapa.
  - Centrar Aquí: Centra el mapa en el punto sobre el que se ha hecho clic.

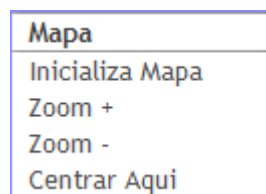


Figura II.31: Menú contextual disponible para todas las funcionalidades.

Cuando se escoja la opción “Consultas sobre el mapa”, se añadirá automáticamente una nueva sección al menú contextual que permitirá hacer las consultas. (Ver figura II.32).

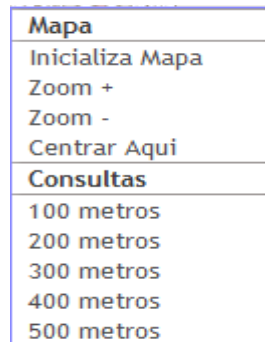




Figura II.32: Menú contextual disponible sólo para la opción Consultas sobre el mapa.

#### ▪ Botones

En la aplicación siempre estará visible una barra de botones que permitirá realizar una serie de acciones: (Ver figura II.33).



Figura II.33: Barra de botones

-  → Inicializa el mapa.
-  → Acerca el mapa.





-  → Aleja el mapa.
-  → Zoom por ventana. Permite realizar zoom centrándonos en un área del mapa. Ejemplo (figura II.34):



Figura II.34: Haciendo zoom ventana.

-  → Desplazamiento/movimiento del mapa en sentido de las flechas.
-  → Imprimir Rutas.