

TAKE ME AWAY®

Memòria del Projecte

Alumne: Marc Roger Torres

Dirigit per Anna Muñoz Bolas

Projecte final de Màster

Enginyeria Informàtica

Curs 2013-2014, Segon Semestre

© Marc Roger Torres, 2013-2014.

Reservats tots els drets. Està prohibit la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol mitjà o procediment, compresos la impressió, la reprografia, el microfilm, el tractament informàtic o qualsevol altre sistema, així com la distribució d'exemplars mitjançant lloguer i préstec, sense l'autorització escrita de l'autor o dels límits que autoritzi la Llei de Propietat Intel·lectual.

Índex

Descripció del Projecte	1
Context.....	1
Descripció.....	2
Per què Take Me Away®?.....	3
Tecnologies elegides	6
Objectius	8
Objectius Generals	9
Objectius específics.....	9
Competències	9
Resultats esperats	10
Abast del projecte	10
Organització	11
Descripció de les tasques a desenvolupar	11
Relació d'activitats	12
Calendari	13
Calendari general de projecte.....	13
Calendari del PAC 1	15
Calendari del PAC 2	15
Calendari del PAC 3	16
Calendari del PAC 4	16
Requeriments de material	17
Requeriments de Maquinari	17
Hardware disponible	17
Entorn virtual de proves.....	17
Requeriments de Programari.....	18

Anàlisi i disseny del Sistema.....	19
Objectiu.....	19
Descripció General Del Sistema	19
Costat del Servidor. Implementació de la part del servidor al núvol.....	21
Objectiu.....	21
Relació d'Usuaris implicats.....	21
Instal·lació i preparació de l'entorn virtual	22
Instal·lació d'Apache XAMPP	23
Instal·lació i preparació de l'entorn de programació per al servidor.....	24
Instal·lació de les eines de modelatge	24
Diagrama de casos d'ús.....	25
Model conceptual	28
Model Lògic.....	29
Model Físic	30
Implementació del model de dades.....	31
Creació de l'estructura d'arxius del servidor	31
Implementació de les classes del model físic.....	33
Implementació de les funcions del servei.....	34
Implementació de les funcions d'usuari	35
Proves dels casos d'ús i resultats de la seva execució	36
Implementació de les funcions de rutes	39
Funcions desenvolupades per als càlculs de cerca de rutes	39
Proves dels casos d'ús i resultats de la seva execució	40
Costat del Client. Implementació de l'aplicació Android	49
Objectiu.....	49
Relació d'Usuaris implicats.....	49
Instal·lació de l'entorn de desenvolupament amb Android i proves.....	51
Creació de l'estructura d'arxius de l'aplicació mòbil	51

Implementació visual	52
Implementació de les classes del model físic.....	53
Implementació de les funcions de la interfície de comunicació	53
Implementació de les funcionalitats d'usuari	54
Implementació de les funcionalitats de vehicles	55
Implementació de les funcions de rutes	56
Implementació de les funcions de <i>Crowdsourcing</i>	61
Resultats obtinguts	63
Conclusió.....	63
Bibliografia	64
Enllaços electrònics.....	64
ANNEX I – Codi MYSQL del model de dades	66

Índex d'il·lustracions

<i>Il·lustració 1. Cerques dels usuaris segons origen i destí dels passatgers sobre una ruta existent.</i>	5
<i>Il·lustració 2. Resultat retornat per els diferents cercadors segons la cerca anterior.</i>	5
<i>Il·lustració 3. Comparativa entre Java I PHP.</i>	7
<i>Il·lustració 4. Diagrama de Gantt del calendari general del TFM.</i>	13
<i>Il·lustració 5. Diagrama de Gantt desglossat del calendari general del TFM.</i>	14
<i>Il·lustració 6. Diagrama de Gantt del PAC 1.</i>	15
<i>Il·lustració 7. Diagrama de Gantt del PAC 2.</i>	15
<i>Il·lustració 8. Diagrama de Gantt del PAC 3.</i>	16
<i>Il·lustració 9. Diagrama de Gantt del PAC 4.</i>	16
<i>Il·lustració 10. Esquema resum del Sistema complet.</i>	20
<i>Il·lustració 11. Diagrama de casos d'ús del servidor.</i>	25
<i>Il·lustració 12. Model conceptual de l'aplicació.</i>	28
<i>Il·lustració 13. Model lògic de la base de dades del servidor del Sistema.</i>	29
<i>Il·lustració 14. Model físic de les classes PHP del servidor TMA.</i>	30
<i>Il·lustració 15. Esquema de funcionament general del patró MVC.</i>	32
<i>Il·lustració 16. Estructura del MVC del servidor al núvol.</i>	33
<i>Il·lustració 17. Arxius dels models, controladors i vistes del Sistema.</i>	34
<i>Il·lustració 18. Formulari test de Registre d'usuari.</i>	36
<i>Il·lustració 19. Formulari test de Login d'usuari.</i>	36
<i>Il·lustració 20. Llistat dels usuaris trobats.</i>	37
<i>Il·lustració 21. Formulari test de Registre de Vehicle.</i>	38
<i>Il·lustració 22. Llistat dels vehicles trobats.</i>	38
<i>Il·lustració 23. Formulari test de Registre de Ruta.</i>	40
<i>Il·lustració 24. Llistat de les rutes trobades.</i>	41
<i>Il·lustració 25. Representació de les 3 rutes d'exemple creades i 1 punt de cerca.</i>	42

<i>Il·lustració 26. Formulari test de Cerca de Rutes properes.</i>	43
<i>Il·lustració 27. Representació de les 3 rutes d'exemple creades, 1 punt d'origen i 1 punt de destí.</i>	44
<i>Il·lustració 28. Formulari test de Cerca de Rutes d'un origen a un destí.</i>	45
<i>Il·lustració 29. Representació de les 4 rutes d'exemple creades, el punt d'origen 1 i el punt de destí 3.</i>	46
<i>Il·lustració 30. Formulari test de Cerca de Rutes d'un origen a un destí amb escales.</i>	47
<i>Il·lustració 31. Captura de pantalla principal de TakeMeAway que il·lustra com les funcionalitats de Mobilize permeten detectar la horitzontalitat del dispositiu mòbil i n'adequa la visualització.</i>	52
<i>Il·lustració 32. Arxius de l'arquitectura, controlador, models i vistes del model de Rutes, respectivament.</i>	53
<i>Il·lustració 33. Captura de validació i feedback d'usuari en sessió (El botó de Login passa a ser una imatge), respectivament.</i>	55
<i>Il·lustració 34. Captura del registre i llistat de vehicles, respectivament.</i>	56
<i>Il·lustració 35. Dues captures de registre de rutes, llistat i visualització, respectivament.</i>	57
<i>Il·lustració 36. Auto-completat que proporciona jQuery geocomplete</i>	58
<i>Il·lustració 37. Captura de pantalla d'un mapa Leaflet amb una localització remarcada.</i>	59
<i>Il·lustració 38. Rutes 1 i 2 visualitzades al mapa.</i>	60
<i>Il·lustració 39. Captura del formulari de cerca, on la direcció d'origen és la retornada pel GPS del dispositiu.</i> ...	61
<i>Il·lustració 40. Visualització de la valoració de l'usuari Marc Roger.</i>	62

Descripció del Projecte

En aquest apartat es descriuen els aspectes generals del projecte tals com els objectius, els resultats esperats i l'abast d'aquest.

Context

La situació social...

Avui dia la societat es troba en un moment d'enfonsament econòmic després del punt d'inflexió que va generar l'explosió de la bombolla immobiliària i altres esdeveniments economicosocials.

Per això, pel que fa al transport, els òrgans comunitaris o privats (normalment cedits pels primers) orientats al públic estan també afectats i la seva tendència és apostar per reduir personal, vehicles, rutes i freqüències, tot i apujant els preus de cada viatge.

Pel que fa al transport privat, aquesta situació econòmica ha fet que molta gent s'hagi vist obligada a desfer-se del seu vehicle o bé utilitzar-lo el menys possible al que, a més, s'ha de sumar l'augment incondicional dels preus dels carburants.

D'altra banda, altres factors, fora dels que s'engloben com econòmics, que afegeixen valor als productes estan prenent força en la nostra societat. Factors com reducció de la despesa energètica o la responsabilitat mediambiental inclinen als consumidors a optar per aquells productes o solucions que els implementen.

La tecnologia...

Pel que fa a l'àmbit de les noves tecnologies, l'aplicació de la computació en el núvol (*cloud computing*) en aplicacions mòbils és una tendència de futur, ja que combina els avantatges de la computació mòbil i la computació en el núvol proporcionant així un servei òptim per als usuaris mòbils.

Les plataformes de *cloud computing* milloren l'eficiència de les aplicacions mòbils tant en la velocitat de la seva execució com en la millor integració de les aplicacions proporcionant als usuaris mòbils l'emmagatzematge i processament de les seves dades en un servidor.

Els dispositius mòbils com Android, iPhone, etc. són clients habituals dels recursos web, especialment de serveis. Així el *cloud computing* es mostra com una alternativa per oferir aplicacions mòbils remotes amb un major grau de seguretat per la seva gestió centralitzada i com a extensió a les limitacions actuals en la computació mòbil. Per als desenvolupadors d'aplicacions el gran repte d'avui és l'existència d'una ampla gama de sistemes operatius mòbils; a més, l'execució d'aquestes aplicacions necessita de dos requisits bàsics importants: la potència de processament i la memòria d'aquest dispositiu, limitacions que es poden superar amb el serveis de *cloud computing*.

Així doncs, el *cloud computing* és només l'inici d'una nova fase de desenvolupament d'aplicacions mòbils, però encara hi ha un llarg camí per recórrer per aconseguir un món de noves infraestructures mòbils que tinguin com a base la computació en el núvol.

Descripció

Take Me Away és un projecte SIG¹ orientat a desenvolupar una aplicació mòbil per Android que permeti cercar rutes de viatge coincidents de manera geogràfica amb l'objectiu final de que els usuaris es posin en contacte per tal de compartir el transport privat i els recursos que l'engloben.

Aquest projecte doncs, pretén facilitar, a les persones que ho necessiten, desplaçar-se geogràficament de manera ràpida i econòmica, tant si es tracta del propietari del vehicle o dels passatgers que s'hi adhereixen tot i minimitzant el consum de recursos i d'energia, la quantitat de vehicles en les carreteres i l'impacte ocasionat en el medi ambient.

Un dels objectius principals d'aquest treball és l'estudi de la computació en el núvol per aplicacions mòbils. S'ha treballat molt en les tasques de recerca i anàlisi de les tecnologies més adequades per dur a terme el projecte, tal i com es mostra en l'apartat de l'organització d'aquest document. Així doncs, com a línia de desenvolupament, es pretén:

- Per a l'**aplicació mòbil** client, ha estat necessari realitzar un estudi per tal d'analitzar les diverses alternatives tecnològiques que ofereix el mercat i que s'ajustin a les necessitats del projecte. En aquest punt, la opció triada per desenvolupar el projecte ha estat utilitzar el *plugin* de Phonegap per Eclipse juntament amb els simuladors AVD que ofereix Android®.
- Pel que fa al **servidor al núvol**, ha estat necessari analitzar la millor opció que permeti desenvolupar un servei web al núvol capaç de comunicar-se amb el client mòbil. La decisió ha estat desenvolupar, en PHP i un model MVC², un servei web amb una base de dades en MySQL.
- Per a la **comunicació** entre el servidor al núvol i l'aplicació mòbil, després d'analitzar i testejar amb diferents tecnologies i llibreries d'enviament i recepció de dades, s'ha arribat a la conclusió d'utilitzar JSON³. D'aquesta manera, el client podrà actualitzar les dades de manera dinàmica mitjançant una crida a les funcions locals o del servidor a través d'Ajax⁴.

¹ Un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG o GIS) és una integració organitzada de maquinari, programari i dades geogràfiques dissenyada per capturar, emmagatzemar, manipular, analitzar i desplegar la informació geogràficament amb la finalitat de resoldre problemes complexos de planificació i gestió geogràfica.

² El Model Vista Controlador (MVC) és un patró d'arquitectura de programació que separa les dades i la lògica de negoci d'una aplicació de la interfície d'usuari i el mòdul encarregat de gestionar els esdeveniments i les comunicacions. Proposa la construcció de tres components: el model, la vista i el controlador, és a dir, separa els components per a la representació de la informació dels que componen la interacció de l'usuari. MVC potencia la reutilització de codi i la separació de conceptes per tal de facilitar la tasca de desenvolupament d'aplicacions i el seu posterior manteniment.

³ JSON, acrònim de *Javascript Object Notation*, és un format lleuger per a l'intercanvi de dades. És un subconjunt de la notació literal d'objectes de Javascript que no requereix l'ús de XML.

⁴ AJAX, acrònim d'*Asynchronous Javascript And XML*, és una tècnica de desenvolupament web per crear aplicacions interactives o RIA (Rich Internet Applications). Aquestes aplicacions s'executen en el client, és a dir, en el navegador dels usuaris mentre es manté la comunicació asíncrona amb el servidor en segon pla. D'aquesta manera és possible realitzar canvis sobre les pàgines sense necessitat de recarregar-les, millorant la interactivitat, velocitat i usabilitat en les aplicacions.

- Per últim, per al **tractament de dades geogràfiques i visualització de mapes i rutes**, caldrà usar llibreries *open source*. Després de rastrejar les diferents possibilitats que s'ofereixen a Internet, s'ha arribat a la conclusió que la millor opció és utilitzar les llibreries de jQuery Geo⁵, disponibles a través de Leaflet JS⁶ juntament amb les dades obertes que proporciona OpenStreetMap⁷.

Finalment, com a extensió de l'aplicació i atès el caràcter social de la seva temàtica, que es pot qualificar de *crowdsourcing*⁸, ha resultat interessant enriquir la funcionalitat principal de recerca de rutes amb les valoracions per part dels usuaris, que podran aportar comentaris, fotografies dels vehicles, valoracions del servei, etc.

Per què Take Me Away®?

Actualment existeixen un sèrie de webs i aplicacions que ofereixen un servei similar, en alguns aspectes, als que pretén aquest TFM. Després d'una recerca per la web, l'aplicació que definitivament més s'assembla al projecte a desenvolupar és *carpooling*®, una plataforma per viatjar compartint cotxe per Espanya i Europa.

A primera vista *Take Me Away*® pot semblar una rèplica de *carpooling*® ja que en general pretén resoldre les mateixes necessitats, però l'enfocament que es pretén és completament diferent tant funcional com visualment.

Per tal de poder analitzar adequadament el competidor més directe, es va crear un usuari amb les meves dades personals que s'ha mantingut de manera activa des d'el Març del 2012, quan ja es tenia clara la temàtica que abordaria el TFM. Aquest perfil es pot visualitzar a través de l'enllaç següent (és necessària una sessió d'usuari iniciada per veure la informació completa):

<https://www.carpooling.es/profile/view/e22b4d15c2e0e9cde32522d85084a7a3>

Aquest anàlisi ha permès identificar un conjunt de semblances i diferències entre les dues aplicacions. Algunes de les característiques coincidents són:

- Ambdues són aplicacions **gratuïtes**.

⁵ jQuery Geo és un projecte de cartografia geo-espacial de codi obert que ofereix una API de Javascript optimitzada per l'ús de mapes en línia. Utilitza les dades d'OpenStreetMap però al renderitzar utilitza funcions de mapquest open, que retorna les dades de manera més ràpida i utilitza una cartografia visualment més agradable.

⁶ Leaflet JS és un projecte de cartografia geo-espacial de codi obert que neix a partir de jQuery GEO. Proporciona una millor usabilitat, disposa d'una API més avançada, una millor documentació i una gran quantitat d'extensions.

⁷ OpenStreetMap, el projecte que crea i distribueix dades geogràfiques gratuïtes arreu del món.

⁸ *Crowdsourcing*, que es podria traduir a com a col·laboració oberta distribuïda, consisteix a externalitzar tasques que, tradicionalment, realitzava un empleat o contractista, a un grup nombrós de persones o una comunitat, a través d'una convocatòria oberta.

- Ambdues tenen un **abast** geogràfic important.
- Ambdues permeten **crear i cercar** rutes.
- Ambdues permeten **posar en contacte usuaris** conductors i passatgers.
- Ambdues compten amb un sistema de **crowdsourcing** per a la valoració d'usuaris.
- Ambdues compten amb **aplicacions client mòbil i web**.

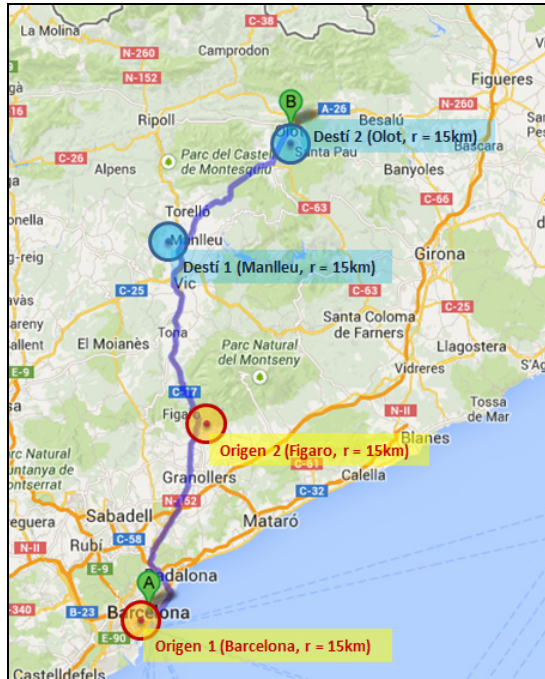
Pel que fa a les característiques diferencials de *Take Me Away*® respecte *carpooling*®, que el doten d'un important avantatge competitiu sobre aquest últim, són les següents:

- **Motor de cerca orientat al recorregut de les rutes.**

Després de gairebé un any i més de vint sol·licituds diferents de compartició de viatge i dues sol·licituds regulars que es repeteixen diàriament de Dilluns a Divendres, fins a dia d'avui no s'ha rebut cap resposta per part de cap usuari de *carpooling*®. Això és així perquè *carpooling*® gestiona les rutes mitjançant les dades d'origen i destí i no mitjançant la informació de la ruta en sí, és a dir, que tant el conductor com el passatger han de coincidir obligatòriament en el punt on s'inicia i destina la ruta (tot i comptar amb un paràmetre de radi en kilòmetres per ampliar la cerca).

La característica més important i que motiva el desenvolupament de *Take Me Away*® és que aquest implementa un **motor de cerca de rutes** més avançat que un simple buscador d'inici i fi de trajecte, és a dir, és possible adjuntar-se com a passatger a una ruta ja iniciada i el suggeriment, per part del Sistema, de fer transbord entre dues rutes per tal d'arribar al destí sol·licitat.

A continuació s'exposa un exemple comparatiu entre el resultat que retornen els diferents motors de cerca de *carpooling*® i *Take Me Away*®:



Il·lustració 1. Cerques dels usuaris segons origen i destí dels passatgers sobre una ruta existent.

	Destí 1	Destí 2
Origen 1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Carpooling</i>®: Res • <i>Take Me Away</i>®: Ruta 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Carpooling</i>®: Res • <i>Take Me Away</i>®: Ruta
Origen 2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Carpooling</i>®: Res • <i>Take Me Away</i>®: Ruta 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Carpooling</i>®: Resultat • <i>Take Me Away</i>®: Ruta

Il·lustració 2. Resultat retornat per els diferents cercadors segons la cerca anterior.

- **Major abast geogràfic**

Take Me Away®, contràriament a *carpooling*®, no treballa amb noms de poblacions sino amb **coordenades**, és a dir, que el cercador de rutes no compta amb un desplegable per tal de seleccionar les ciutats d'origen i destinació sinó que l'usuari ha d'escriure la direcció en un input que s'auto-completa amb la informació disponible al núvol d'OpenStreetMap. Això es tradueix en que aquest projecte s'evita tenir aquesta informació en la base de dades i, per tant, és possible crear i buscar rutes en tota l'àrea geogràfica que abraça OpenStreetMap.

Tecnologies elegides

Com es pot observar als diagrames de Gantt en l'apartat de la planificació d'aquest document, gran part de les tasques de recerca i proves de les diferents tecnologies disponibles per dur a terme el projecte ja es va dur a terme abans de començar el curs. És per això que resulta necessari exposar, en aquest apartat, la feina realitzada en aquest procés i de quina manera això ha influenciat en la presa de decisions de les diferents tecnologies que han estat utilitzades en el desenvolupament de *Take Me Away*®.

- **Servei al núvol.**

Per tal de centralitzar tota la informació dels usuaris i rutes així com les llibreries de processament de dades geo-espacials, s'ha decidit utilitzar un servei web al qual els usuaris puguin realitzar consultes mitjançant l'aplicació mòbil o, en un futur, la pàgina web.

Un cop analitzades les possibles tecnologies per desenvolupar el servei, les diferents opcions que es tenien en compte eren les següents:

- **Base de dades. PostgreSQL o MySQL.**

En general, PostgreSQL és més escalable, consistent i eficaç que MySQL però consumeix una quantitat molt més gran de recursos i és de 2 a 3 vegades més lent que aquest últim.

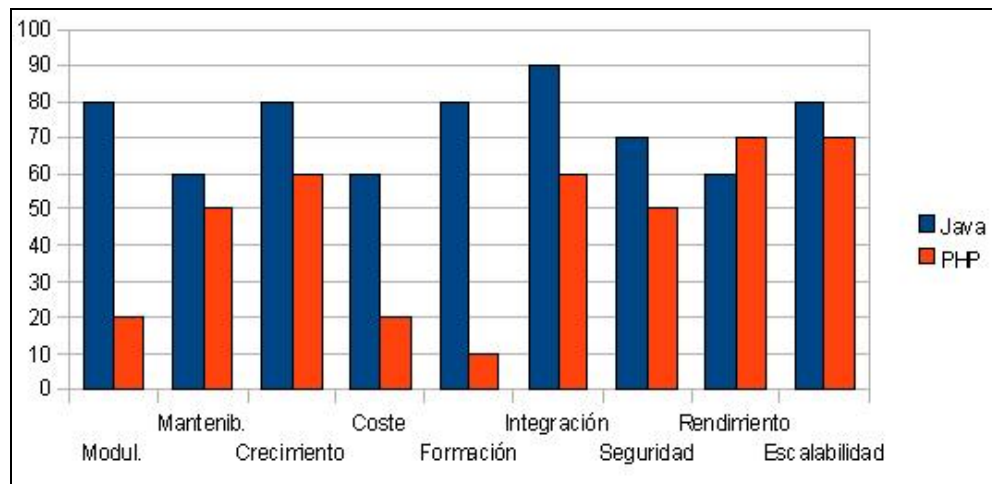
Ambdós gestors de base de dades són gratuïts. La decisió per MySQL ha estat pel fet de que el proveïdor de *host* contractat no ofereix el servei de PostgreSQL. A més, per qüestions de temps, és convenient instal·lar *Apache*® *XAMPP*, que ja inclou la última versió de MySQL i moltes funcionalitats per agilitzar les proves.

- **Llenguatge de programació. Java® Struts o PHP.**

Java® és més robust, segur i escalable que PHP però necessita que el servidor executi la JVM⁹. Aquest servei no està contractat en el *host* disponible així que aquesta opció va haver de ser descartada.

PHP és gairebé tan mantenible com Java®, requereix molt menys cost i formació i proporciona un millor rendiment:

⁹ Una màquina virtual de Java (JVM) és una màquina virtual de procés natiu, és a dir, executable en una plataforma específica, capaç d'interpretar i executar instruccions expressades en un codi binari especial (el bytecode Java), el qual és generat pel compilador del llenguatge Java.



Il·lustració 3. Comparativa entre Java i PHP.

- **Aplicació Android mòbil.**

L'aplicació que permetrà que els usuaris interaccionin amb el Sistema ha de ser majoritàriament nativa¹⁰ per tal de poder utilitzar les capacitats del terminal (com el GPS o la càmera) i per tal de que aquesta segueixi sent majoritàriament funcional tot i no tenir una connexió estable a internet.

Les dues alternatives candidates per desenvolupar l'aplicació Android eren Phonegap i Rhomobile® Rhodes.

Rhodes és un *framework* gratuït, segur i estructurat capaç de generar compilacions completament natives (no HTML perquè l'executi el navegador del dispositiu) per a diferents plataformes a partir d'un simple codi base. A més, compta amb tot un conjunt de complements que automatitzen la sincronització de tots els clients, el control de versions, etc.

Ara bé, tot i que Rhodes es lliure, hi ha una sèrie de llicències lligades a l'entorn de desenvolupament de Rhomobile® i en els seus complements que ha ocasionat que aquesta alternativa perdi força. A més, s'ha detectat que es requereixen uns coneixements de Ruby bastant avançats, els quals en aquests moments no es disposen, fet que es tradueix en una inversió de temps que no ens permetria acabar el projecte en el termini establert.

Finalment, un contratemps molt important va ser que, durant les proves que es van dur a terme, es van detectar diverses incompatibilitats pel que fa a les llibreries de Rhomobile®, JQuery Geo i Leaflet que impossibilitaven l'execució de les diferents funcionalitats.

Phonegap també és un *framework open source* capaç de generar compilacions natives per a diferents plataformes a partir d'un simple codi base amb accés a les capacitats del terminal (GPS, càmera, etc.) a través de Javascript.

Una característica important de Phonegap és que és programable mitjançant llenguatges web estàndards en els quals es compta d'una àmplia experiència. A més, donat que un objectiu futur del

¹⁰ Aplicació nativa és aquella que s'instal·la en el propi terminal mòbil com qualsevol altra aplicació i és desenvolupada utilitzant un llenguatge de programació compatible amb el sistema operatiu del dispositiu.

projecte és disposar d'una plataforma client web, serà possible reutilitzar una gran quantitat de codi i llibreries.

La decisió estava presa: l'aplicació client es desenvoluparia mitjançant Phonegap.

- **Llibreries i programari per el tractament de dades geogràfiques i la visualització de mapes i rutes.**

De la mateixa manera que als casos anteriors, una característica important a l'hora d'elegir el software per a la gestió i visualització de dades geogràfiques és que aquest ha de ser *open source* per tal de poder editar algunes de les seves funcionalitats i poder utilitzar-lo de manera gratuïta.

Existeixen tota una sèrie d'eines per dur a terme aquesta part del projecte, però després d'analitzar-les detingudament, es va decidir treballar amb les dades geogràfiques obertes que ofereix **OpenStreetMap** com a mapa de dades base de **Jquery Geo**. Les llibreries de funcionalitats per la gestió i visualització d'aquestes dades que s'han tingut en compte per a l'elaboració d'aquest document són cartoDB i Jquery Geo amb les extensions de Leaflet.

CartoDB és una eina per analitzar, visualitzar i compartir dades geo-espacials personalitzades en PostGIS. És una plataforma de base de dades geo-espacial de codi obert que proporciona una capa API SQL. Permet als desenvolupadors fer consultes PostgreSQL al núvol mitjançant una plataforma OpenGIS optimitzada per als propòsits geo-espacials.

jQuery Geo és un projecte de cartografia geo-espacial de codi obert que ofereix una API de Javascript optimitzada per l'ús de mapes en línia. Utilitza les dades d'OpenStreetMap però al renderitzar utilitza funcions de mapquest open, que retorna les dades de manera més ràpida i utilitza una cartografia visualment més agradable. Les funcionalitats que conté són actualment el motor de **Leaflet JS**.

Ambdós projectes es basen majoritàriament en llenguatge Javascript (utilitzen Leaflet JS), usen un centre de dades proporcionat per OpenStreetMap i proporcionen una sèrie de funcionalitats semblants per al tractament i la visualització de mapes que són accessibles a través del núvol.

Ara bé, hi ha una sèrie de condicions que han fet que jQuery Geo + Leaflet JS sigui la opció triada:

- El pla gratuït de cartoDB es redueix a 5 taules, 5Mb i 10.000 visualitzacions de mapes. En cas de sobrepassar aquests valors, s'haurà de comprar una de les seves llicències. Donat que *Take Me Away®* permet als usuaris introduir informació en la base de dades geo-espacial i que no està orientat a cap zona geogràfica en concret ni a un cert nombre d'usuaris, no és possible certificar que no es sobrepassaran els valors de la versió gratuïta de cartoDB.
- El coneixement de l'existència de cartoDB és relativament. Això es tradueix en que, per qüestions de temps, no s'han realitzat el mateix nombre de proves que les que s'han dut a terme amb jQuery Geo + Leaflet JS. Si es triés aquesta tecnologia, algun inconvenient no contemplat podria trastornar la planificació.

Objectius

A continuació es descriuen els objectius generals del treball final de màster, els seus objectius específics així com les competències que cal adquirir per a superar l'assignatura.

Objectius Generals

En acabar aquest treball, s'espera adquirir la capacitat de desenvolupar aplicacions mòbils sobre Android que facin ús de bases de dades en plataformes de *cloud computing*, i que assoleixi els següents objectius generals:

1. Comprendre la metodologia per implementar una base de dades en una plataforma de *cloud computing*.
2. Construir una base de dades geogràfica apropiada al projecte.
3. Comprendre els mecanismes de què disposen els dispositius mòbils per accedir a dades i serveis en el núvol.
4. Aprendre què és un SIG i quines són les seves característiques, metodologies i aplicacions.
5. Conèixer l'estructura dels diferents tipus de dades que proporcionen les aplicacions geogràfiques.
6. Trobar i manipular dades geogràfiques.
7. Saber plantejar un projecte SIG.
8. Implementar una simple xarxa de *crowdsourcing* associada als diferents usuaris.

Objectius específics

El treball final de màster a desenvolupar té els següents objectius:

1. Conèixer a fons el SO Android.
2. Conèixer l'estat actual del *cloud computing* per aplicacions mòbils.
3. Conèixer les diferents llibreries i recursos necessaris per a desenvolupar aplicacions mòbils amb computació en el núvol.
4. Conèixer les diferents llibreries i recursos *open source* per el tractament de dades geogràfiques.
5. Treballar amb OpenStreetMap i JQuery Geo + Leaflet per Android.

Competències

Les competències consisteixen principalment en l'aplicació pràctica de conceptes i metodologies, per tant l'estudiant ha de ser capaç de:

la realització, presentació i defensa, un cop obtinguts tots els crèdits del pla d'estudis, d'un exercici original a realitzar individualment davant d'un tribunal universitari, consistent en un projecte integral d'Enginyeria en Informàtica de naturalesa professional en què se sintetitzin les competències adquirides en els ensenyaments.

Resultats esperats

Una vegada finalitzat el projecte, s'espera haver assolit els resultats següents:

- Gestió d'usuaris, vehicles, rutes i accions de *crowdsourcing*.
- Determinació de les diferents rutes de viatge que coincideixin amb la cerca de l'usuari.
- Visualització de les rutes proposades i de la informació associada a aquestes.
- Memòria del projecte.
- Presentació virtual.

Abast del projecte

Es considera dintre de l'abast d'aquest projecte:

- Estudi dels SIG i de la seva metodologia, així com els diferents conceptes i l'estructura dels diferents tipus de dades.
- Desenvolupament del programari client (mòbil) i servidor (al núvol) així com les llibreries de comunicació i tractament de les dades.
- Disseny i implementació de les bases de dades que s'utilitzaran per dur a terme el projecte.
- Recopilació, cerca, creació i manipulació de les dades que es faran servir com a simulació i mostra del projecte.
- Utilitzar la informació de les rutes per obtenir resultats de cerca òptims.
- Adherir, a la informació de les rutes trobades, les dades que proporcionarà la xarxa de *crowdsourcing* sobre els diferents usuaris associats.
- Facilitar, mitjançant les eines que ofereix Android, l'establiment de la comunicació entre els usuaris per tal de compartir un viatge.
- Redacció de la memòria del projecte.
- Realització de la presentació virtual.
- Participació en el debat virtual.

Organització

Dins de l'apartat d'organització del projecte trobarem les diferents tasques a realitzar, la relació d'activitats, el calendari i les fites principals.

Descripció de les tasques a desenvolupar

Bloc 01	<i>State of the art</i> - Analitzar la tecnologia existent
Descripció	<p>01.1. Recerca i comparació de les diferents solucions tecnològiques disponibles actualment per a resoldre el TFM.</p> <p>01.2. Selecció justificada de la tecnologia a utilitzar i descripció detallada de les etapes de la seva implementació.</p> <p>01.3. Elaboració del document del pla de treball.</p>
Bloc 02	Implementació de la part del servidor al núvol
Descripció	<p>02.1. Disseny i implementació del model de dades amb MYSQL.</p> <p>02.2. Anàlisi dels mecanismes de computació en el núvol.</p> <p>02.3. Anàlisi i implementació de del servei, programat en patró MVC de PHP5.5, que respondrà les peticions dels clients.</p> <p>02.4. Implementació de les llibreries de comunicació mitjançant JSON. Implementació de les funcions de conversió de dades per enviar-les al client.</p> <p>02.5. Implementació de les llibreries i funcions, que estendran de l'API de OpenStreetMaps i jQuery Geo, de recerca de rutes.</p>
Bloc 03	Desenvolupament de l'aplicació mòbil client
Descripció	<p>03.1. Disseny de l'aplicació mòbil que doni resposta al TFM.</p> <p>03.2. Anàlisi dels mecanismes per accedir a les dades ubicades a OpenStreetMap.</p> <p>03.3. Anàlisi i implementació de les funcionalitats de visualització de mapes i tractament de les dades proporcionades per jQuery Geo.</p> <p>03.4. Implementació de les llibreries de comunicació mitjançant JSON. Implementació de les funcions de conversió de dades rebudes del servidor.</p> <p>03.5. Implementació de l'aplicació mòbil sobre Android.</p>

Bloc 04	Ampliació de les funcionalitats de l'aplicació
Descripció	<p>04.1. Anàlisi de les funcionalitats de <i>crowdsourcing</i> que siguin atractives per l'usuari final.</p> <p>04.2. Implementació de la funcionalitat de valoració d'usuaris per part d'altres usuaris que hagin viatjat amb ell.</p>

Relació d'activitats

Les activitats del projecte s'ha agrupat de la següent manera:

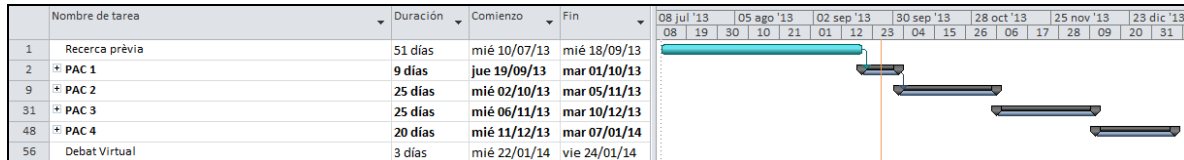
PAC 1	Elaboració del pla de treball del projecte.
PAC 2	Implementació de la part del servidor al núvol.
PAC 3	Desenvolupament de l'aplicació mòbil client.
PAC 4	Ampliació de funcionalitats mitjançant <i>crowdsourcing</i> . Revisió de la memòria del projecte i de la presentació virtual.

Calendari

Aquest punt mostra el calendari planificat per el projecte.

Calendari general de projecte

El calendari general planificat es pot mostrar mitjançant un diagrama de Gantt de la manera següent:



Il·lustració 4. Diagrama de Gantt del calendari general del TFM.

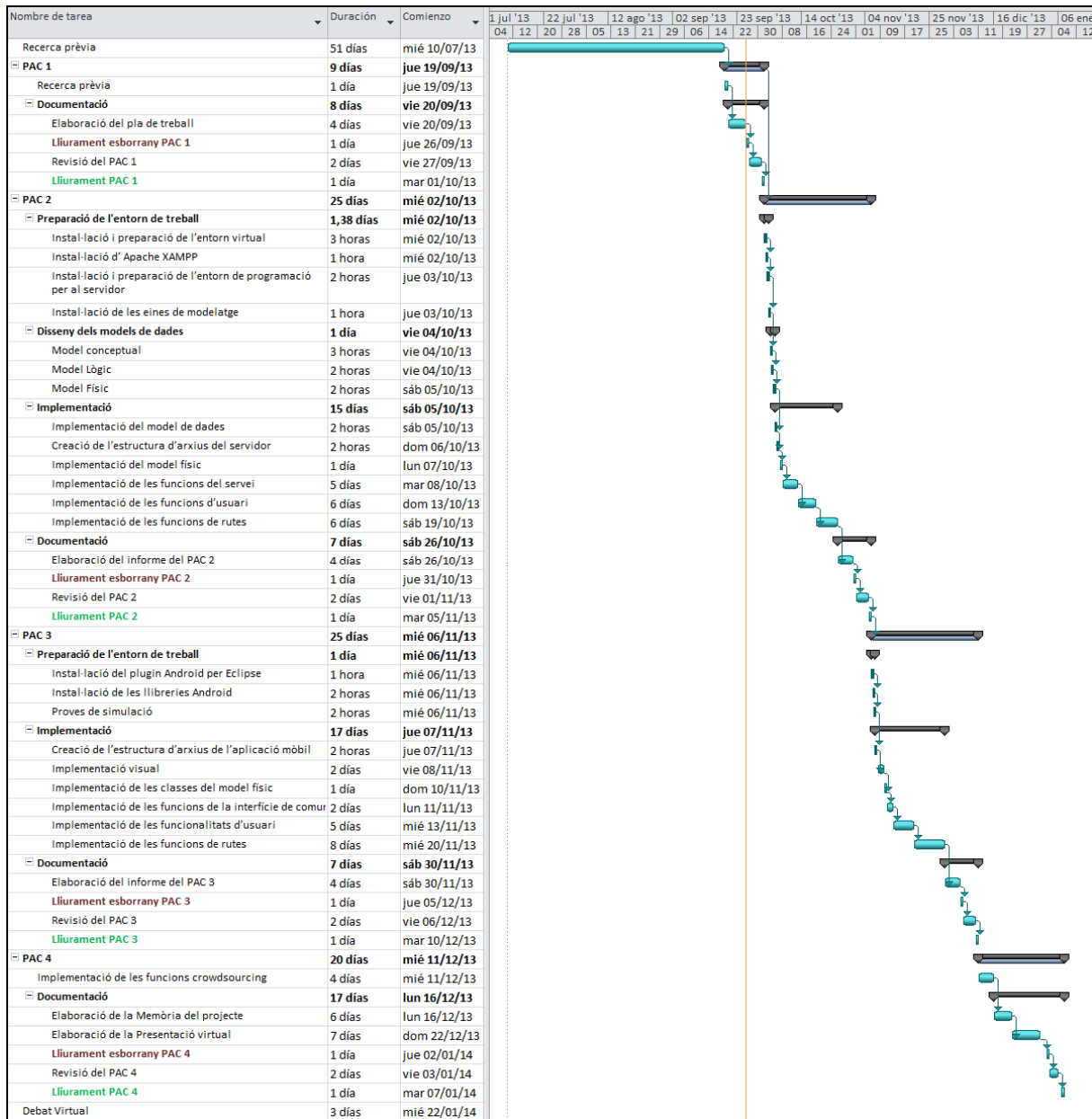
Tal i com es pot observar al diagrama anterior, el total d'hores planificades al projecte és de 445 (+52 si es té en compte el temps que dura debat virtual).

Per realitzar aquesta planificació s'ha tingut en compte un sol recurs (jo) amb un calendari de treball de 4 hores diàries, 7 dies a la setmana excepte els següents festius:

- 24 de Desembre.
- 25 de Desembre.
- 31 de Desembre.
- 1 de Gener.
- 6 de Gener.

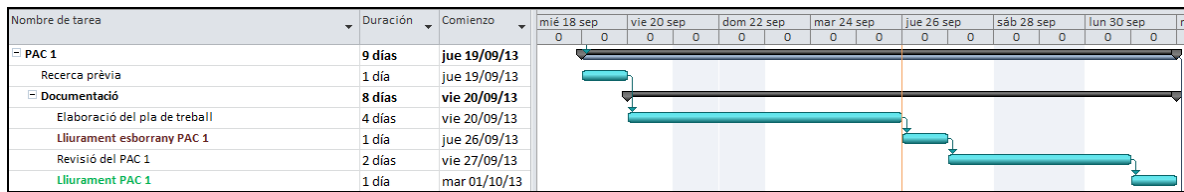
En aquest diagrama també he inclòs els temps que vaig invertir en la recerca d'informació i proves com a preparació del TFM abans de que el curs iniciés. Durant aquest període vaig comptabilitzar les hores totals ja que no vaig tenir una continuïtat diària sino que treballava mesura que disposava de temps fora de la feina.

A continuació es pot observar el calendari completament desglossat:



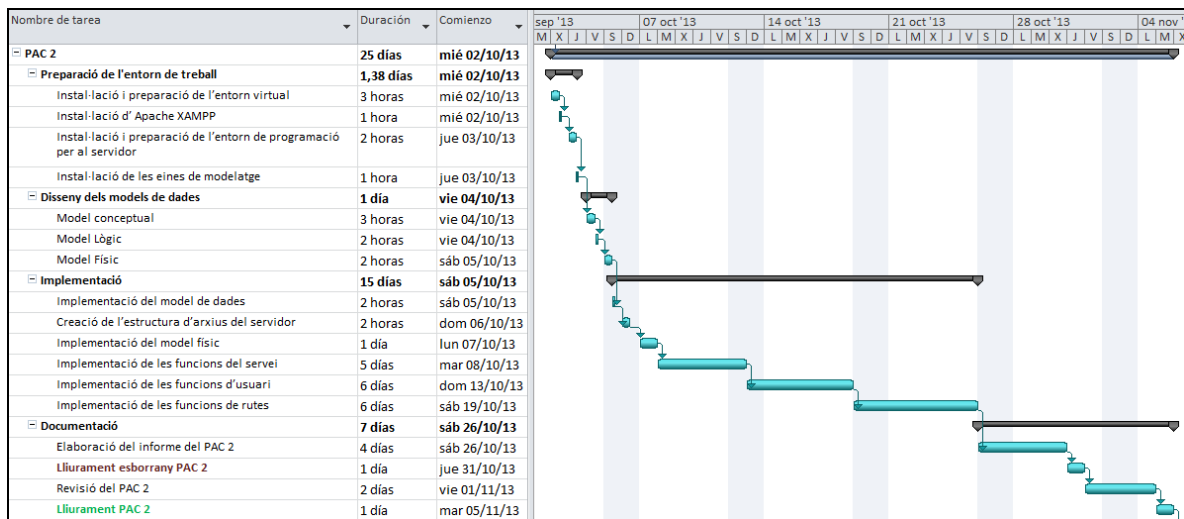
Il·lustració 5. Diagrama de Gantt desglossat del calendari general del TFM.

Calendari del PAC 1



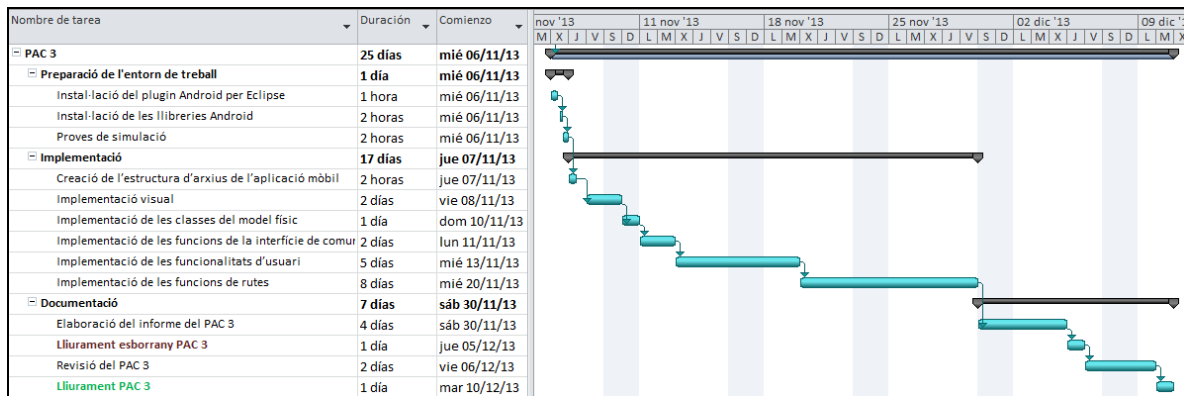
Il·lustració 6. Diagrama de Gantt del PAC 1.

Calendari del PAC 2



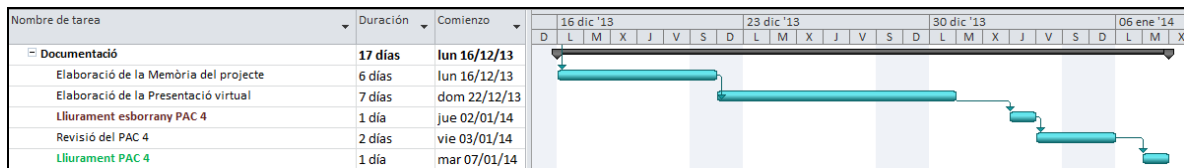
Il·lustració 7. Diagrama de Gantt del PAC 2.

Calendari del PAC 3



Il·lustració 8. Diagrama de Gantt del PAC 3.

Calendari del PAC 4



Il·lustració 9. Diagrama de Gantt del PAC 4.

Requeriments de material

A continuació es detallen els requeriments de maquinari i programari necessaris per el desenvolupament del TFM.

Requeriments de Maquinari

Els requeriments de maquinari es corresponen al meu hardware personal i a la configuració de l'entorn de la màquina virtual de proves:

Hardware disponible

- Processador *Intel® Quad-Core i7-3820 CPU @ 3.60GHz*.
- Placa base *Asus® P9X79 PRO*.
- Font d'alimentació *AeroCool® Strike-X 800W*.
- Refrigeració *Corsair® Cooling Hydro H70 CORE*.
- 8 GB de memòria *Kingston® HyperX Blu DDR3 1600 PC3-12800 8GB CL10*.
- Disc dur *SanDisk® Extreme 120GB SSD SATA3*.
- Disc dur secundari *Seagate® Barracuda 7200.14 1TB SATA3*.
- *Asus® GeForce GTX 660 DirectCU II OC 2GB GDDR5*.
- Gravadora *LG® GH24NS95 DVD 24x*.
- Monitor *LG® 19" 1480x900*.
- Connexió a Internet ADSL 20 Mbps.
- *HTC® Desire HD*.
- *Samsung® Galaxy S3*.

Entorn virtual de proves

L'entorn de la màquina virtual disposa del mateix maquinari que el cas anterior excepte:

- Processador *Intel® Dual-Core i7-3820 CPU @ 3.60GHz*.
- 4 GB de memòria *Kingston® HyperX Blu DDR3 1600 PC3-12800 8GB CL10*.

Requeriments de Programari

El programari que s'ha fet servir en el desenvolupament del projecte, la confecció de la memòria i el disseny de la presentació virtual és el següent:

- Microsoft® Windows® 7 Ultimate Service Pack 1. Sistema operatiu tant de l'entorn virtual com del normal.
- Android®. Sistema operatiu per a la plataforma mòbil.
- Android® AVD. Simulador del sistema operatiu per a la plataforma mòbil.
- Microsoft® Office Word® 2010. Gestió dels documents escrits entregables.
- Microsoft® Office Project® 2010. Gestió del projecte mitjançant diagrames de Gantt.
- Microsoft® Office PowerPoint® 2010. Presentació virtual.
- Microsoft® Office PowerPoint® 2010. Full de càlcul.
- Adobe® Photoshop® CS5. Edició d'imatges i captures de pantalla.
- Mozilla® Firefox®. Navegador web (cerques a Internet i proves de serveis).
- Google® Chrome®. Navegador web (cerques a Internet i proves de serveis).
- Oracle® VM VirtualBox. Gestor de màquines virtuals.
- Notepad++®. Gestor de documents escrits.
- Sybase® PowerDesigner® 15. Eina de modelatge UML.
- Eclipse® Kepler®. Entorn de desenvolupament.
- Phonegap®. Mòdul per a l'entorn de desenvolupament d'eclipse.
- RhoStudio®. Entorn de desenvolupament per a les proves que s'han realitzat en la fase de recerca amb Rhomobile® i Ruby on Rails.
- PostgreSQL®. Gestor de base de dades.
- MySQL. Gestor de base de dades.
- OpenStreetMap. Distribuidor de dades geogràfiques.
- jQuery Geo. Llibreries per a la manipulació d' OpenStreetMap.
- Apache® XAMPP®. Emulador de *host* per simular, en local, el servidor al núvol.

Anàlisi i disseny del Sistema

Objectiu

En aquest apartat es defineixen els requisits i disseny funcional de l'aplicació. Inclou els requeriments funcionals, casos d'ús, definició de taules i el diagrama entitat relació.

Descripció General Del Sistema

Take Me Away pretén ser un projecte escalable, flexible i mantenible per tal de poder ser actualitzat permanentment tot i suportant diferents tipus de canvis sense que això signifiqui un gran impacte sobre l'aplicació. Per aquesta raó, a l'hora de desenvolupar el projecte resulta indispensable utilitzar una sèrie de patrons d'anàlisi i de programació que proveeixin al Sistema d'aquestes característiques des del primer dia.

Com es pot apreciar en la següent imatge, el projecte es subdivideix en tres subsistemes molt concrets. També es pot apreciar, de forma resumida, l'arquitectura de cada element, les funcionalitats de comunicació i els diferents llenguatges de programació utilitzats per desenvolupar-los, ja descrits de manera més detallada en l'apartat de l'elecció de les diferents tecnologies:

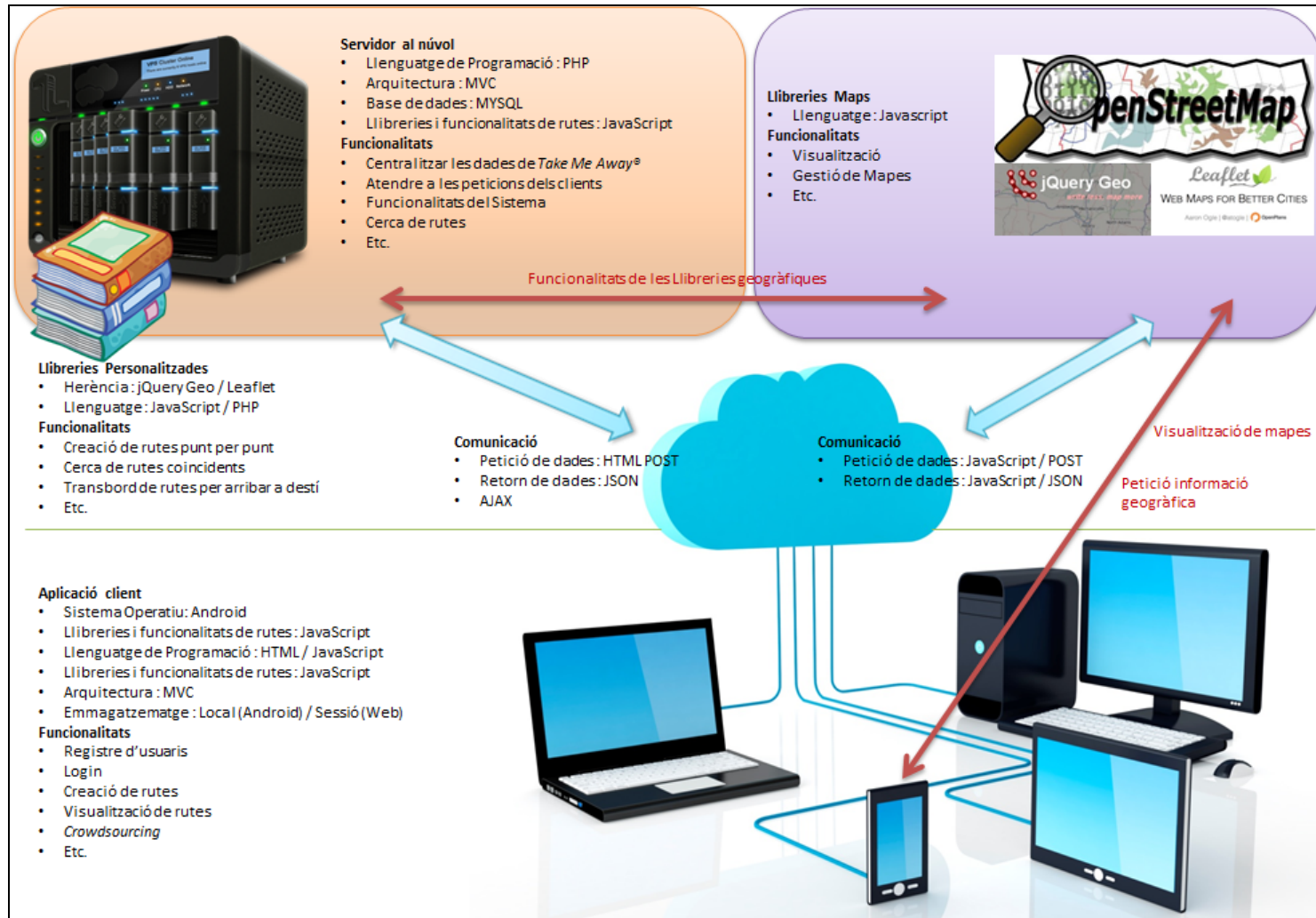
- El **servidor al núvol** és l'element encarregat de donar resposta a les peticions dels clients que requereixen informació del Sistema. A més, es responsabilitza de centralitzar i gestionar totes les dades de *Take Me Away*.

Aquesta part del projecte s'ha treballat en la PAC 2 del TFM, disponible en l'apartat "Costat del Servidor. Implementació de la part del servidor al núvol" d'aquest document.

- L'**aplicació mòbil client** és l'element que permetrà als diferents usuaris interaccionar amb el Sistema. Aquesta, per tant, es responsabilitza de la visualització de les dades locals, del Sistema i també de la visualització de mapes i rutes.

Aquesta part del projecte es s'ha treballat en la PAC 3 del PFM, disponible en l'apartat "Costat del Client. Implementació de l'aplicació Android" d'aquest document.

- Els **subsistemes externs** (openStreetMaps, jQuery geo i Leaflet) que proporcionen les funcionalitats de tractament de dades geogràfiques i visualització de mapes que s'han utilitzat en les diferents etapes del projecte.



Il·lustració 10. Esquema resum del Sistema complet.

Costat del Servidor. Implementació de la part del servidor al núvol

Objectiu

L'objectiu del Servidor és donar resposta a les peticions dels clients que requereixen informació del Sistema. A més, es responsabilitza de centralitzar i gestionar totes les dades de *Take Me Away*.

Relació d'Usuaris implicats

Pel que fa al servidor, existeixen dos usuaris diferents: el client web, qui accedirà des d'un navegador (aquest aspecte no es treballarà en el TFM però sí que es contempla) i el client mòbil, que es tracta de l'aplicació instal·lada en el terminal Android de l'usuari final. En aquest últim cas, donat que és l'aplicació client qui fa peticions al servidor, no es diferenciarà entre els usuaris Passatgers i Conductors tal i com es fa per a l'aplicació mòbil.

- **Client Mòbil.**

Representat per	Aplicació <i>Take Me Away</i> mòbil.
Descripció	Aplicació Android que es comunica amb el servidor via peticions POST HTTP i HTTPS, i rebrà respostes via JSON.
Tipus	Aplicació <i>Take Me Away</i> descarregada de <i>Google Play</i> en un terminal Android client.
Requeriments	Terminal Android. Aplicació <i>Take Me Away</i> descarregada i instal·lada. Connexió a Internet.
Funcionalitats disponibles	Consultar rutes properes a una localització geogràfica. Consultar rutes properes a una localització geogràfica i que condueixen cap a una altra localització. Consultar rutes properes a una localització geogràfica i que condueixen cap a una altra localització tot i podent realitzar escales entre viatges. Consultar dades d'altres usuaris. Funcionalitats pròpies de l'usuari (registre, baixa, inici de

	<p>sessió, control de sessions).</p> <p>Funcionalitats pròpies de vehicles (registre de vehicles, baixa de vehicles).</p> <p>Funcionalitats pròpies de rutes (registre de rutes, baixa de rutes).</p> <p>Valoració d'usuaris i rutes.</p>
Criteri d'èxit	<p>Enviament, recepció i emmagatzematge correcta de la informació.</p>

Instal·lació i preparació de l'entorn virtual

Per a la preparació de l'entorn virtual s'ha descarregat i instal·lat l'última versió d'*Oracle® VM VirtualBox* amb el Sistema Operatiu Windows 7. Les aportacions principals per les quals s'ha triat treballar sobre un entorn virtual durant el desenvolupament del TFM són les següents:

- **Compatibilitat.**

De la mateixa manera que un ordinador físic, una màquina virtual allotja el seu propi sistema operatiu i les diferents aplicacions client. A més disposa dels mateixos components (placa base, targeta VGA, controlador de targeta de xarxa, etc.). Això es tradueix en que les màquines virtuals són completament compatibles amb la totalitat de sistemes operatius x86, aplicacions i controladors de dispositius estàndards, de manera que es pot utilitzar una màquina virtual per executar el mateix programari que es pot executar en un ordinador x86 físic.

- **Aïllament.**

Encara que les màquines virtuals poden compartir els recursos físics d'un únic ordinador, romanen completament aïllades unes de les altres, com si es tractés de màquines independents. Si, per exemple, hi ha quatre màquines virtuals en un únic servidor físic i falla una d'elles, les altres tres segueixen estant disponibles.

L'aïllament és un factor important que explica per què la disponibilitat i protecció de les aplicacions que s'executen en un entorn virtual és molt superior a les aplicacions que s'executen en un sistema tradicional no virtualitzat.

- **Encapsulament i Portabilitat.**

Una màquina virtual és bàsicament un contenidor de programari que lliga o "encapsula" un conjunt complet de recursos de maquinari virtuals, així com un sistema operatiu i totes les seves aplicacions, dins d'un paquet de programari. L'encapsulament fa a les màquines virtuals extraordinàriament portables i fàcils de gestionar. Per exemple, és possible moure i copiar una màquina virtual d'un lloc a un altre com es faria amb qualsevol altre arxiu de programari, o guardar una màquina virtual en

qualsevol mitjà d'emmagatzematge de dades estàndard, des d'una memòria USB fins a les xarxes d'àrea d'emmagatzematge (SAN) d'una empresa.

- **Independència del maquinari.**

Les màquines virtuals són completament independents del seu maquinari físic subjacent. Per exemple, es pot configurar una màquina virtual amb uns components virtuals (CPU, targeta de xarxa, controlador SCSI, etc.) que difereixen totalment dels components físics presents en el maquinari subjacent. Les màquines virtuals del mateix servidor físic poden fins i tot executar diferents tipus de sistemes operatiu (Windows, Linux, etc.).

Si es combina amb les propietats d'encapsulament i compatibilitat, la independència del maquinari proporciona la llibertat per moure una màquina virtual d'un tipus d'ordinador x86 a un altre sense necessitat d'efectuar cap canvi en els controladors de dispositiu, en el sistema operatiu o en les aplicacions. La independència del maquinari també significa que es pot executar una mescla heterogènia de sistemes operatius i aplicacions en un únic ordinador físic.

- **Seguretat.**

Cada màquina té un accés privilegiat (*root* o administrador) independent. Per tant, un atac de seguretat en una màquina virtual només afectarà a aquesta màquina.

Instal·lació d'Apache XAMPP

Per tal de simular, en local, el servidor al núvol, s'ha descarregat i instal·lat un programari WAMP¹¹ anomenat Apache XAMPP per Windows.

El servidor de plataforma lliure XAMPP, és un programari que integra en una sola aplicació, un servidor web Apatxe, intèrprets de llenguatge *d'scripts* PHP, un servidor de base de dades MySQL, un servidor de FTP FileZilla, i diferents administradors de base de dades i PHP.

XAMPP permet instal·lar de forma senzilla Apatxe en l'ordinador del client, sense importar el teu sistema operatiu (Linux, Windows, MAC o Solaris) de manera gratuïta. És una eina de desenvolupament que permet simular una feina pròpia d'un servidor web (pàgines web o programació php, per exemple) en un ordinador personal sense necessitat d'haver d'accedir a Internet.

Per Windows existeixen dues versions, una amb instal·lador i una altra portable (comprimida) preparada per descomprimir i executar.

¹¹ WAMP és l'acrònim usat per descriure un sistema d'infraestructura d'internet que usa les següents eines:

- Windows, com a sistema operatiu;
- Apatxe, com a servidor web;
- MySQL, com a gestor de bases de dades;
- PHP (generalment), Perl, o Python, com a llenguatges de programació.

Una característica important d'aquest simulador és que la llicència que incorpora és GNU (*General Public License*), que està orientada principalment a protegir la lliure distribució, modificació i ús de programari. El seu propòsit és declarar que el programari cobert per aquesta llicència és programari lliure i protegir-ho d'intents d'apropiació que restringeixin aquestes llibertats als usuaris.

Existeixen una sèrie de limitacions de rendiment i tolerància a falles per les quals no és aconsellable utilitzar XAMPP en entorns de producció però que no són rellevants en desenvolupament d'aquest TFM, ja que només serà utilitzat per a realitzar proves.

Instal·lació i preparació de l'entorn de programació per al servidor

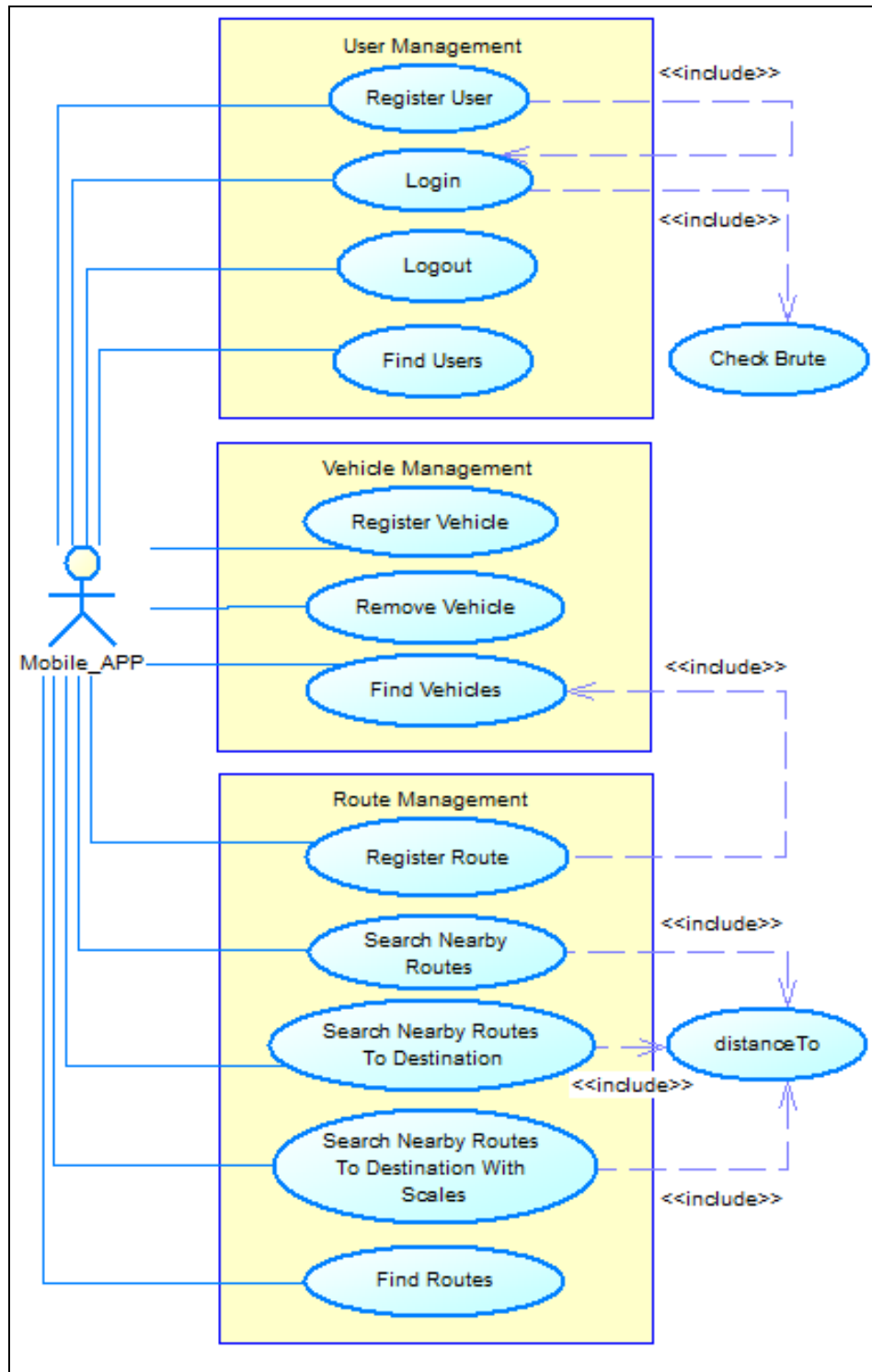
Com a entorn de desenvolupament integrat, s'ha descarregat i instal·lat *Eclipse Kepler* amb el mòdul *PHP Development Tools*, que s'utilitzarà per crear i editar tant arxius PHP com Javascript.

De totes maneres, s'estima que més o menys el 90% del desenvolupament es durà a terme mitjançant *Notepad++*, una eina senzilla i indiscutible per a l'edició de qualsevol tipus d'arxiu programable.

Instal·lació de les eines de modelatge

Per dur a terme l'elaboració de la documentació referent al modelatge del TFM, s'ha descarregat i instal·lat de *Sybase PowerDesigner 15*, una eina col·laborativa de modelatge empresarial que es pot executar sota Microsoft Windows com una aplicació nativa o en Eclipse a través d'un *plugin*.

Diagrama de casos d'ús



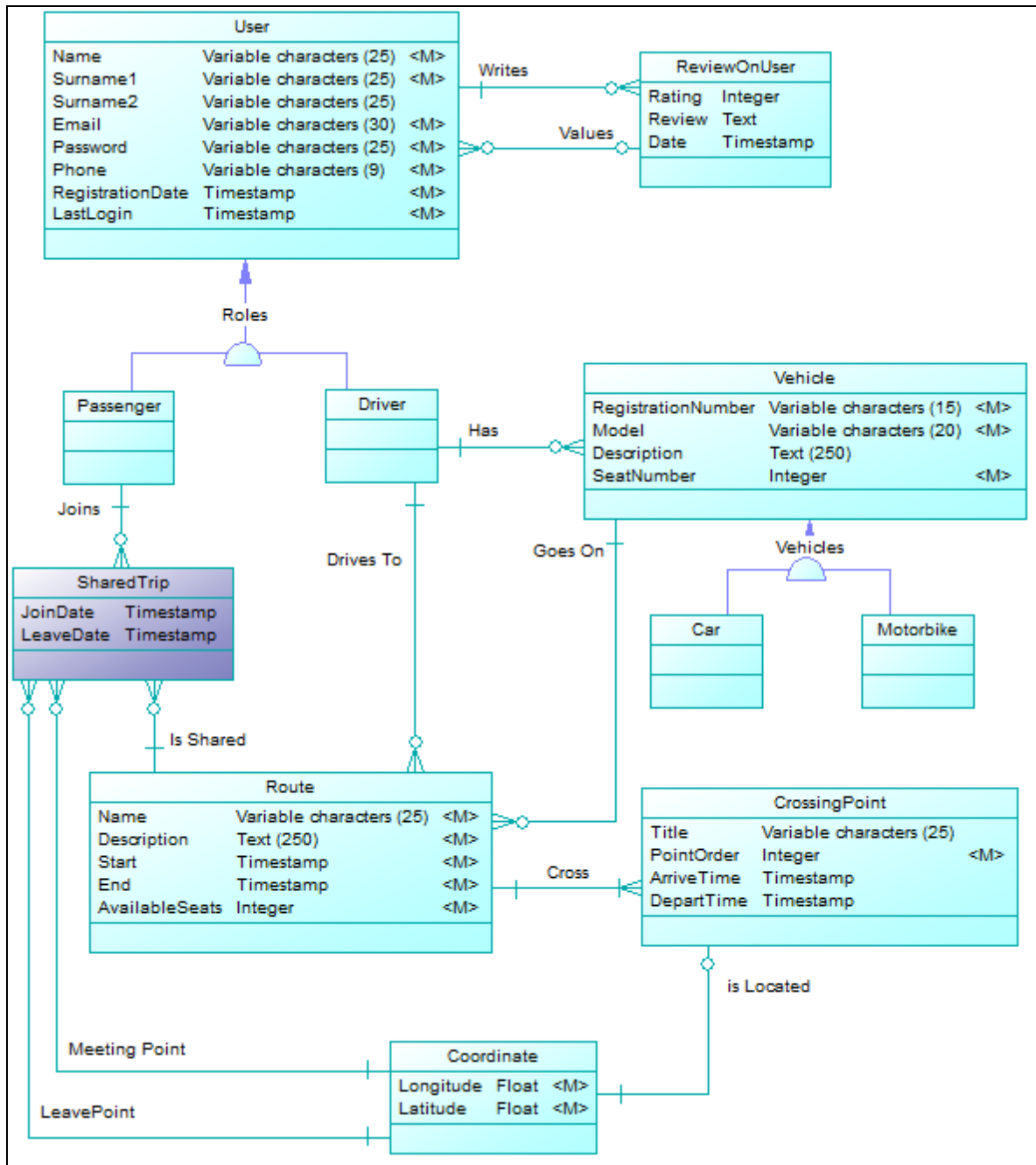
Il·lustració 11. Diagrama de casos d'ús del servidor.

ID	Nom	Descripció	Executor	Casos relacionats
1	Registrar Usuari.	Enregistra un usuari al Sistema a partir de la informació via HTTP POST. Retorna el cas d'ús 2.	Client Mòbil.	Cas d'Us 2 (<i>include</i>).
2	Iniciar Sessió.	Emmagatzema i retorna via JSON les dades de la sessió de l'usuari. Inclou el cas d'ús 13.	Client Mòbil. Cas d'Us 1.	Cas d'Us 13 (<i>include</i>).
3	Finalitzar sessió.	Elimina les dades de la sessió de l'usuari.	Client Mòbil.	
4	Cercar Usuaris.	Cerca i retorna via JSON els usuaris coincidents amb la informació rebuda via HTTP POST.	Client Mòbil.	
5	Registrar Vehicle	Enregistra un vehicle al Sistema a partir de la informació via HTTP POST. Retorna el vehicle en qüestió via JSON.	Client Mòbil.	
6	Baixa de Vehicle	Elimina el vehicle del Sistema.	Client Mòbil.	
7	Cercar Vehicles	Cerca i retorna via JSON els vehicles coincidents amb la informació rebuda via HTTP POST.	Client Mòbil. Cas d'Us 8.	
8	Registrar Ruta	Emmagatzema i retorna via JSON les dades de la ruta. Inclou el cas d'ús 7.	Client Mòbil.	Cas d'Us 7 (<i>include</i>).
9	Cercar rutes properes a una localització	Cerca i retorna via JSON les rutes properes a les coordenades rebudes via HTTP POST.	Client Mòbil.	Cas d'Us 14 (<i>include</i>).
10	Cercar rutes properes a una localització d'origen i	Cerca i retorna via JSON les rutes properes a les coordenades d'origen i destí rebudes via HTTP POST.	Client Mòbil.	Cas d'Us 14 (<i>include</i>).

	una de destí			
11	Cercar rutes properes a una localització d'origen i una de destí, amb escales entre rutes	Cerca i retorna via JSON les rutes properes a les coordenades d'origen i destí rebudes via HTTP POST. A més, retorna una combinació de rutes per tal d'arribar al destí en cas de que no n'hagi trobat de directes.	Client Mòbil.	Cas d'Us 14 (<i>include</i>).
12	Cercar Rutes.	Cerca i retorna via JSON les rutes coincidents amb la informació rebuda via HTTP POST.	Client Mòbil.	
13	Comprovar atac per força bruta ¹² .	Cerca i emmagatzema la informació de l'usuari en cas de que falli la autenticació i comprova que no passi un cert nombre de vegades seguides.	Cas d'Us 2.	
14	Calcular Distància.	Calcula la distància entre coordenades, segments, punts de ruta, etc.	Casos d'Us 9, 10 i 11.	

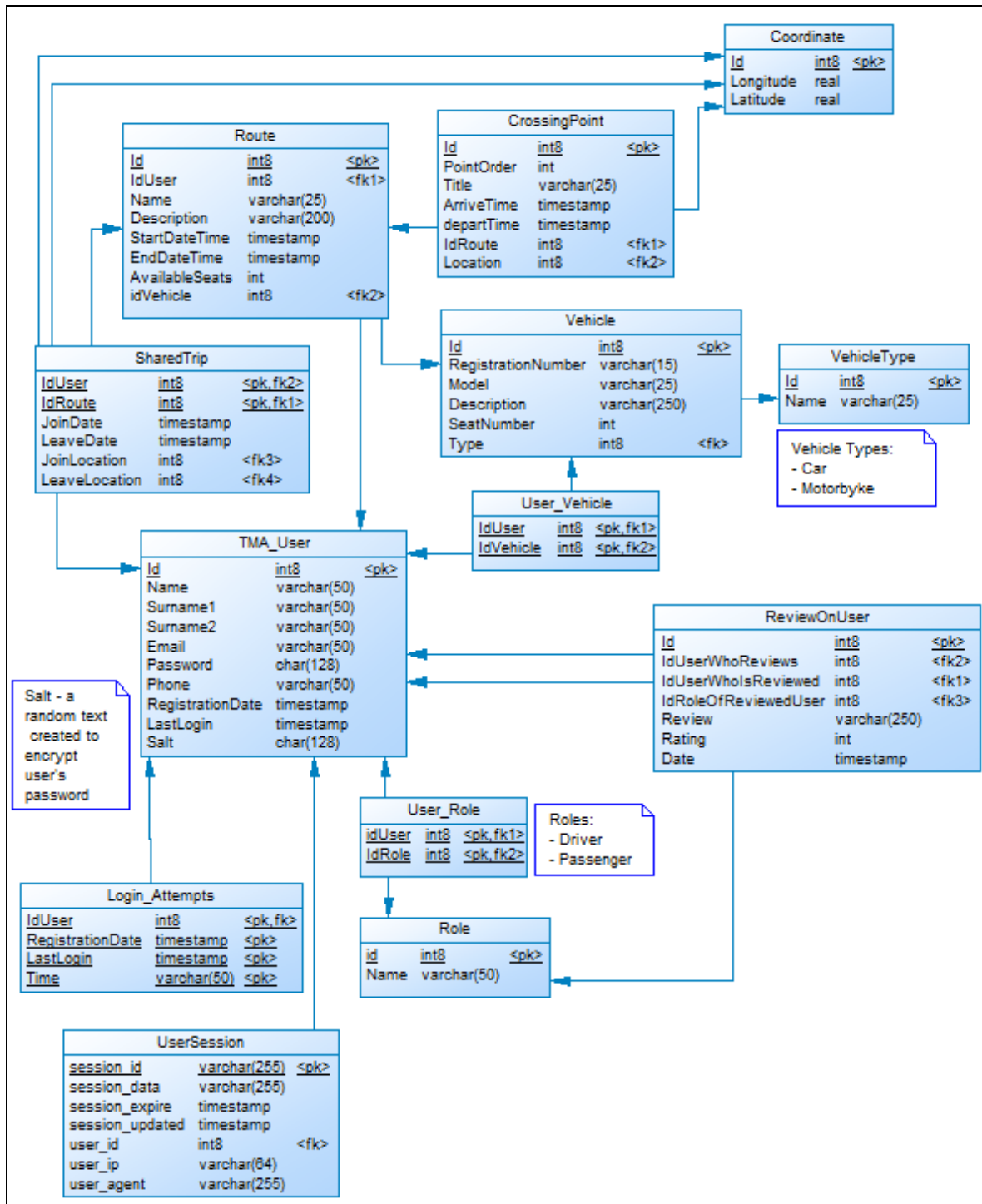
¹² En criptografia, es denomina atac de força bruta (*brute force*) a la forma de recuperar una clau provant totes les combinacions possibles fins a trobar aquella que permet l'accés.

Model conceptual



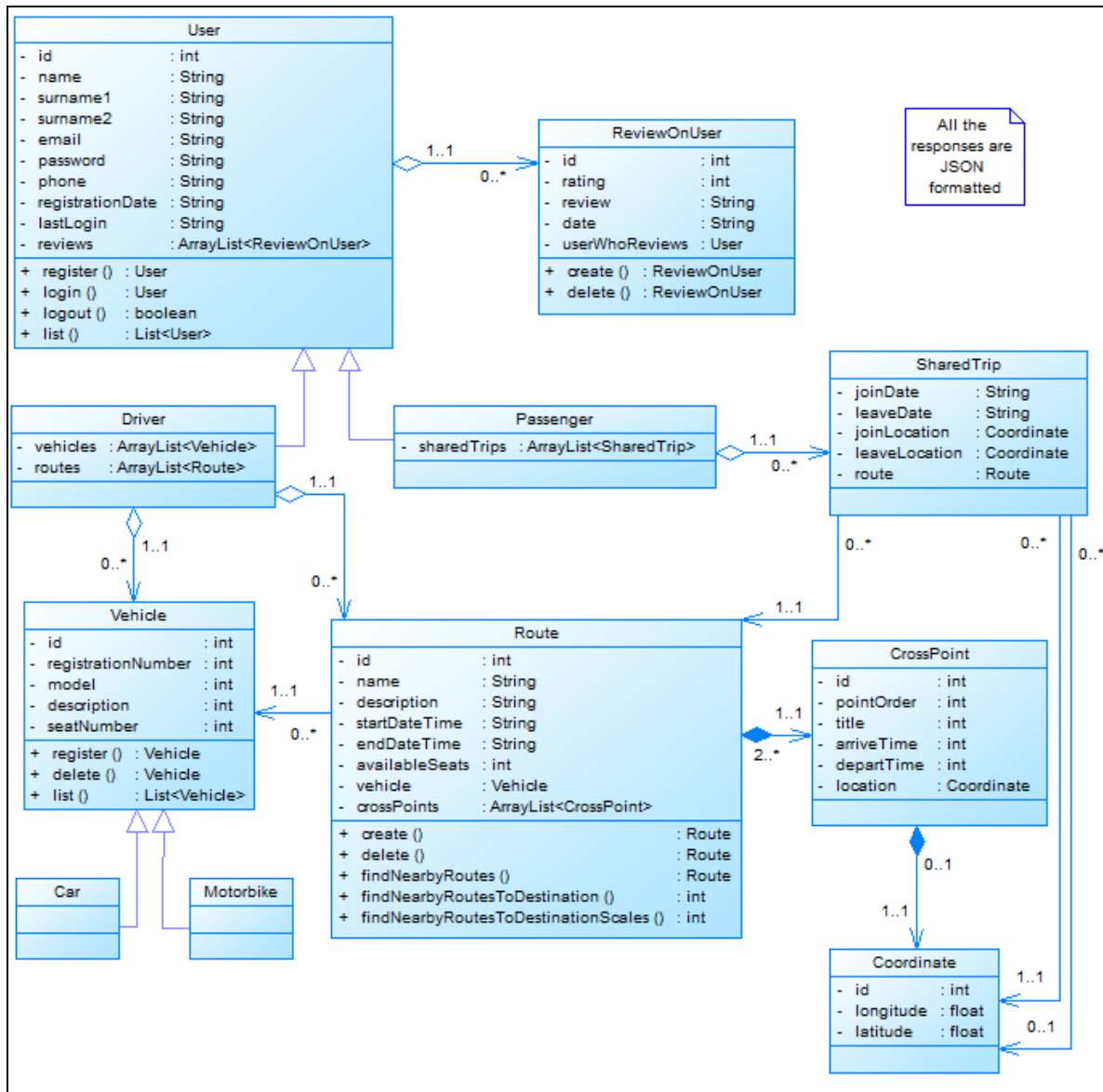
Il·lustració 12. Model conceptual de l'aplicació.

Model Lògic



Il·lustració 13. Model lògic de la base de dades del servidor del Sistema.

Model Físic



Il·lustració 14. Model físic de les classes PHP del servidor TMA.

Implementació del model de dades

La transformació a codi MYSQL del model lògic presentat anteriorment es pot observar en l'annex I d'aquest document.

Creació de l'estructura d'arxius del servidor

L'estructura d'arxius al servidor compleix el patró d'arquitectura MVC per tal de separar les dades i la lògica de negoci de *Take Me Away* de la interfície d'usuari i el mòdul encarregat de gestionar els esdeveniments i les comunicacions. Per a això, es proposa la construcció de tres components diferents que són el model, la vista i el controlador, és a dir, d'una banda es defineixen components per a la representació de la informació i, de l'altra, els que es destinen a la interacció de l'usuari.

Aquest patró de disseny facilitarà la reutilització de codi i la separació de conceptes per tal de facilitar la tasca de desenvolupament d'aplicacions i el seu posterior manteniment

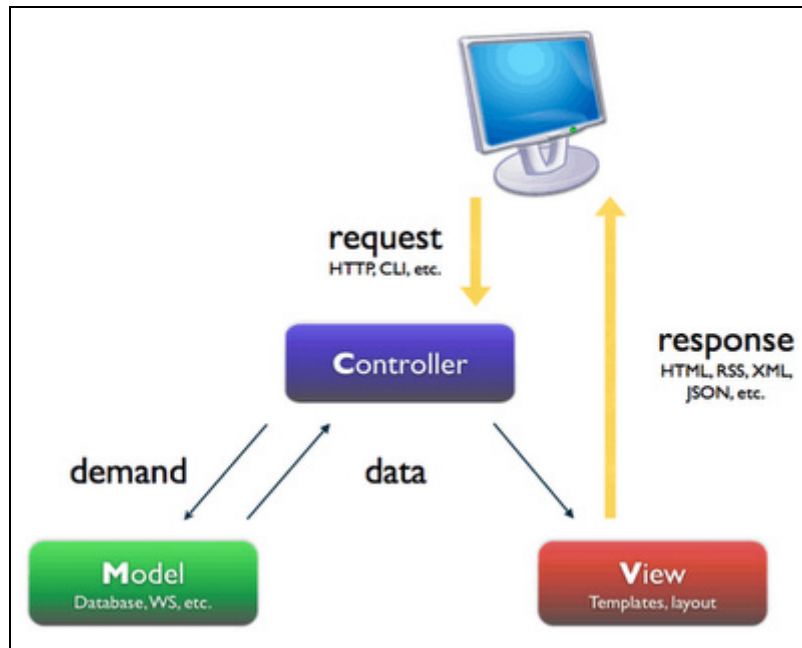
De manera genèrica, els components de MVC es podrien definir com:

- El **Model** és la representació de la informació amb la qual el sistema opera, per tant gestiona tots els accessos a aquesta, tant consultes com a actualitzacions, implementant també els privilegis d'accés que s'hagin descrit en les especificacions de l'aplicació (lògica de negoci).

Envia a la 'vista' aquella part de la informació que a cada moment se li sol·licita perquè sigui mostrada (típicament a un usuari). Les peticions d'accés o manipulació d'informació arriben al 'model' a través del 'controlador'.

- El **Controlador** respon a esdeveniments (usualment accions de l'usuari) i invoca peticions al 'model' quan es fa alguna sol·licitud sobre la informació (per exemple, editar un document o un registre en una base de dades). També pot enviar comandes a la seva 'vista' associada si es sol·licita un canvi en la forma en què es presenta el 'model'. Per tant, el 'controlador' fa d'intermediari entre la 'vista' i el 'model'.
- La **Vista** presenta el 'model' (informació i lògica de negoci) en un format adequat per interactuar (usualment la interfície d'usuari) per tant requereix d'aquest 'model' la informació que ha de representar com a sortida.

A continuació es mostra un esquema on s'il·lustra, de manera senzilla, el funcionament bàsic del patró de disseny MVC.



Il·lustració 15. Esquema de funcionament general del patró MVC.

Mitjançant l'ús del patró MVC s'adquireixen una sèrie de característiques que, com ja s'ha comentat en apartats anteriors, són crítiques per al projecte:

- **Escalabilitat.** És principal avantatge de separar l'aplicació en tres capes reals.
- **Simplicitat.** Un altre gran avantatge és la simplicitat amb la qual es pot gestionar i mantenir el sistema així com la possibilitat de treballar en paral·lel. D'aquesta manera, per exemple, és possible disposar de dissenyadors treballant en les vistes mentre que els desenvolupadors es poden centrar en el controlador i el model.
- **Desenvolupament mitjançant TDD.** En tenir la lògica separada de la interfície és molt més senzill crear les proves unitàries i desenvolupar mitjançant TDD (*Test Driven Development*).
- **Modularitat.** La implementació es realitza de forma modular.

Així doncs, per aquesta part del projecte s'ha creat, en l'arrel, una estructura d'arxius composta de quatre carpetes:

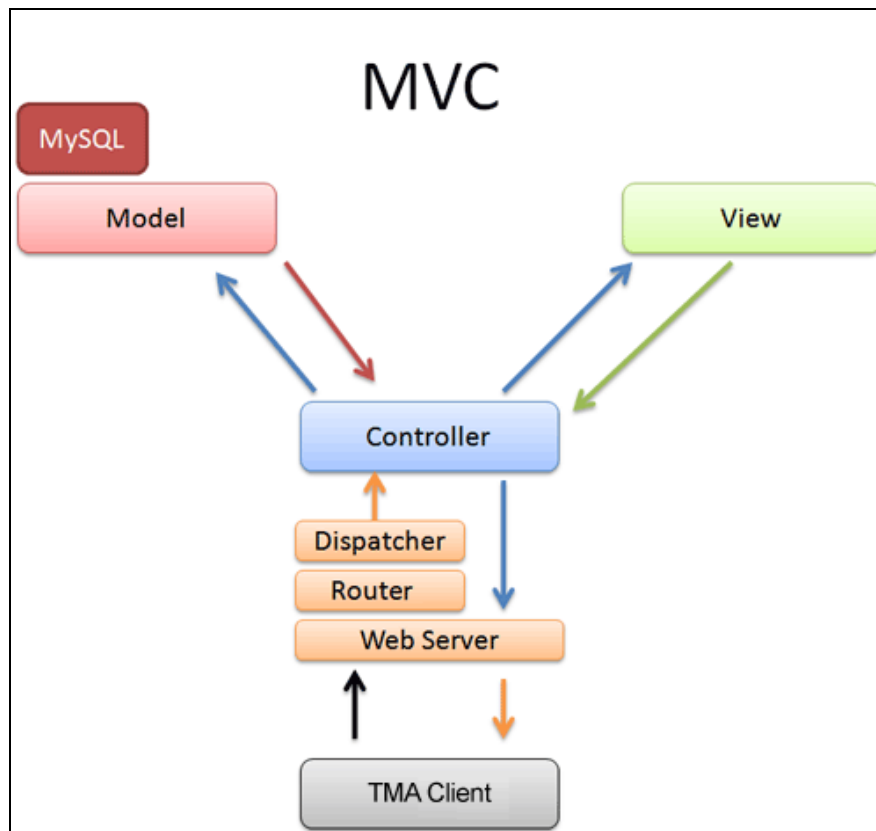
- **Models.** Carpeta destinada a emmagatzemar les classes PHP que componen el model físic del Sistema.
- **Controllers.** Carpeta destinada a emmagatzemar classes PHP que esdevenen controladors.
- **Views.** Carpeta destinada a emmagatzemar els fitxers PHP i HTML que esdevenen vistes. En aquest punt cal destacar que s'han creat un conjunt de vistes per tal de realitzar els tests que demostren la funcionalitat de les funcions del servidor. L'objectiu en la finalització del projecte és que la única vista que estigui disponible sigui la impressió de dades JSON.

- **Include.** Carpeta destinada a contenir diferents llibreries i classes PHP que s'han desenvolupat per gestionar el servidor adequadament (control de sessions del servidor, connexions i manipulació de bases de dades, mètodes de xifrat de la informació, etc.).

Implementació de les classes del model físic

En aquest punt s'han creat els arxius referents a les classes del model físic en PHP, dels diferents controladors (un per classe) i les vistes utilitzades per a les proves i per el retorn de la informació en format JSON.

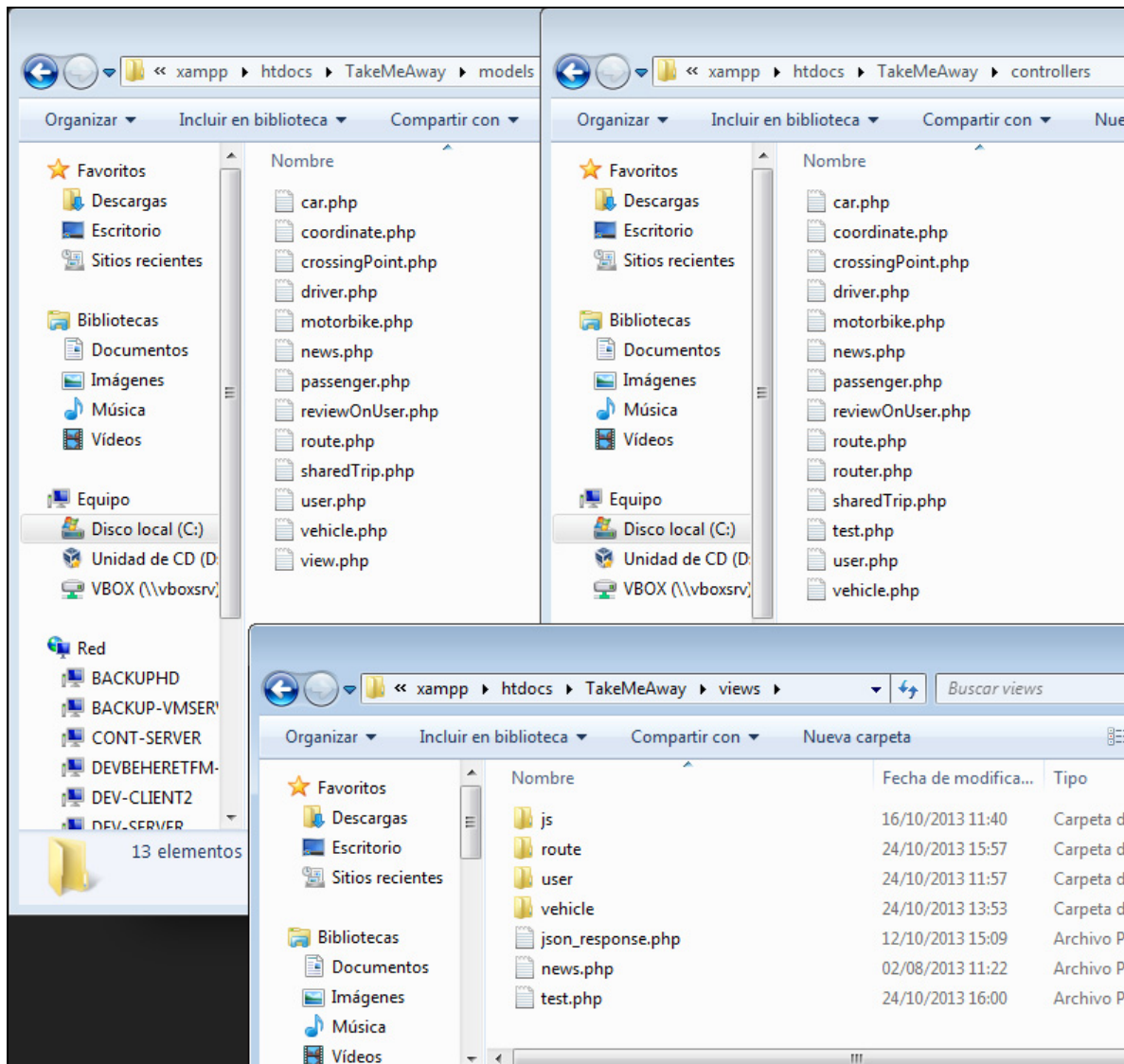
A més, s'ha inclòs un nou controlador anomenat *router*, que és el responsable d'enrutar les petició a l'acció del controlador correcte. L'enrutament és el procés de prendre l'*endpoint*¹³ de la URI i la descomposició en paràmetres per determinar quin mòdul, controlador, i acció d'aquest controlador ha de rebre la sol·licitud. A continuació es mostra un esquema de com es reflexa aquest component en l'estructura MVC de *Take Me Away*.



Il·lustració 16. Estructura del MVC del servidor al núvol.

¹³ *Endpoint.* Cadena de caràcters que ve després de la URL base.

En la següent il·lustració es poden observar els diferents arxius creats en aquest pas:



Il·lustració 17. Arxius dels models, controladors i vistes del Sistema.

Implementació de les funcions del servei

En aquest apartat s'han implementat les funcionalitats del servei al núvol que permetrà a les aplicacions client realitzar peticions al servidor i les diferents llibreries de comunicació per l'enviament d'informació al client mitjançant JSON.

Per tal de que tots els objectes del model puguin ser transformats a l'estructura JSON i viceversa, s'ha hagut de modificar totes les classes del Sistema de manera que implementin de la classe *JsonSerializable*. Per exemple, la definició de la classe *Route* esdevé:

```
class route_Model implements JsonSerializable { ... }
```

Implementació de les funcions d'usuari

Un aspecte important pel que fa a la gestió dels usuaris ha estat la implementació de la gestió d'encriptació de contrasenyes. Resulta necessari encriptar les contrasenyes dels usuaris per mantenir – o tractar almenys – la seguretat de les seves dades.

Normalment, la gent té l'hàbit o mal hàbit d'usar la mateixa contrasenya per a tots els seus comptes, des del seu compte en *facebook* fins al de *paypal* o el del seu compte bancari. La obligació de *Take Me Away* és protegir aquesta dada fonamental per si desafortunadament la base de dades cau a les mans equivocades.

Les funcions `hash14 md5()` i `sha1()` fins fa poc van ser un estàndard, però per la rapidesa en l'extracció de dades per força bruta, *dictionary* o *rainbow tables* ja no es recomanen per a la codificació de contrasenyes. S'ha demostrat, doncs, que la codificació `md5()` no és segura i, per tant, s'ha d'optar per algorismes com SHA-2.

Donat que el servidor XAMPP amb el que s'està desenvolupant l'aplicació del servidor i les proves no suporta *Blowfish¹⁵*, s'ha hagut de gestionar, de manera momentània, l'encriptació SHA-2 mitjançant *javascript* (disponible en la carpeta `TakeMeAway\views\js\forms` del servidor). En la finalització del projecte, aquest element es presentarà en PHP.

D'altra banda, s'ha realitzat la implementació i les proves de les funcions bàsiques dels usuaris (registre d'usuari, registre de vehicles i demés informació addicional, inici de sessió, gestió de la sessió i d'emmagatzematge local). A continuació s'exposen els resultats de les proves d'aquests casos d'ús, que estan disponibles mitjançant la web que es mostra en la imatge de la dreta, accessible des de la URL:

`/TakeMeAway/index.php?test`

Welcome to Take Me Away!

Test Page

User Management

- [User List](#)
- [User Registration](#)
- [User Login](#)
- [User Log Out](#)

Vehicle Management

- [Vehicle List](#)
- [Vehicle Registration](#)

Route Management

- [Route List](#)
- [Route Registration](#)
- [Find Nearby Routes](#)
- [Find Nearby Routes Leading to a Destination](#)
- [Find Nearby Routes Leading to a Destination \(With Scales\)](#)

Location Management

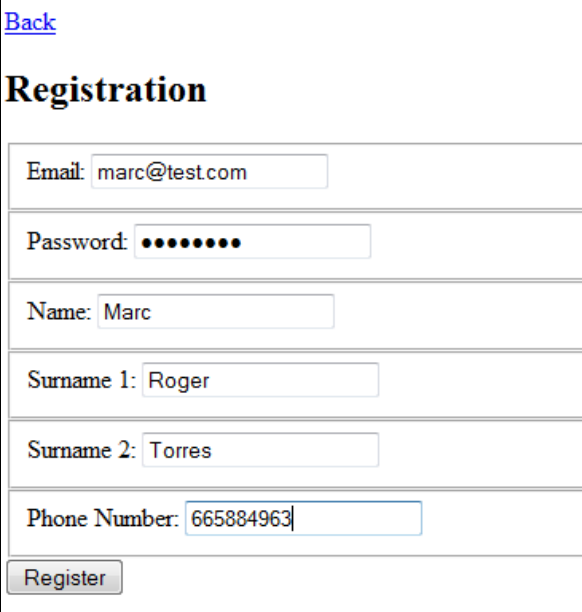
- [Distance Between Locations](#)

¹⁴ Una funció *hash* és qualsevol algorisme en que mapeja les dades de longitud variable a dades d'una longitud fixa. Els valors retornats per una funció *hash* es s'anomenen valors *hash*, codis *hash*, summes *hash*, sumes de comprovació o simplement *hashes*.

¹⁵ En criptografia, *Blowfish* és un codificador de blocs simètrics inclòs en un gran nombre de conjunts de codificadors i productes de xifrat.

Proves dels casos d'ús i resultats de la seva execució

- **Registrar Usuari.**



[Back](#)

Registration

Email:

Password:

Name:

Surname 1:

Surname 2:

Phone Number:

Il·lustració 18. Formulari test de Registre d'usuari.

El resultat que es retorna al client és el següent (informació visible de l'usuari creat):

```
{"users":[{"user":{"id":"4","name":"Marc","surname1":"Roger","surname2":"Torres","email":"marc@test.com","phone":"665884963","password":"","salt":""}}]}
```

- **Iniciar Sessió.**



Login

Email:

Password:

Il·lustració 19. Formulari test de Login d'usuari.

El resultat que es retorna al client és el següent:

```
{ "users": [{"user": {"id": "4", "name": "Marc", "surname1": "Roger", "surname2": "Torres", "email": "marc@test.com", "phone": "665884963", "password": "", "salt": ""}}]}
```

- **Finalitzar sessió.**

El resultat que es retorna al client és el següent:

```
{ "users": [] }
```

- **Cercar Usuaris.**

[Back](#)

User List

Id	Name	Surname 1	Surname 2	E-Mail	Phone	
0	tma	tma	tma	tma@tma.com	0	Delete
1	aaa	tma_s1	tma_s2	username@example.com	966558855	Delete
2	aaa	tma_s1	tma_s2	username3@example.com	966558855	Delete
3	aaa	tma_s1	tma_s2	username4@example.com	966558855	Delete
4	Marc	Roger	Torres	marc@test.com	665884963	Delete

Il·lustració 20. Llistat dels usuaris trobats.

- **Eliminar Usuaris.**

El resultat que es retorna al client és el següent:

```
{ "users": [] }
```

- **Registrar Vehicle.**

[Back](#)

Registration

Registration number:

Type:

Model:

Description:

Seat Number:

Il·lustració 21. Formulari test de Registre de Vehicle.

El resultat que es retorna al client és el següent (identificador del vehicle creat):

```
{"vehicles":[{"vehicle":{"id":"11"}}]}
```

- **Cercar Vehicles**

[Back](#)

Vehicle List

Id	RegistrationNumber	Model	Description	SeatNumber	
11	3561-CSM	Audi A1	4x4 blau descapotat	4	Delete

Il·lustració 22. Llistat dels vehicles trobats.

- **Baixa de Vehicle.**

El resultat que es retorna al client és el següent:

```
{"vehicles": []}
```

Implementació de les funcions de rutes

Per a la implementació de les funcions de rutes s'ha realitzat una recerca exhaustiva de les diferents llibreries i funcionalitats Javascript de jQuery Geo, OpenStreetMap i Leaflet per tal d'implementar les noves llibreries de *Take Me Away*.

A més, s'han implementat i provat les funcions dels casos d'ús relacionats amb les rutes (crear, eliminar, cercar rutes properes a una localització, cercar rutes properes a una localització i que condueixen a prop d'una altra localització, i finalment la possibilitat de poder fer escales entre rutes per arribar a una destinació).

Funcions desenvolupades per als càlculs de cerca de rutes

Per tal de realitzar aquestes funcions, es va fer un estudi sobre l'impacte que podia tenir executar-les sobre base de dades enlloc de fer-ho mitjançant *javascript* o PHP. Això va ser així perquè cal encreuar un munt d'informació de rutes diferents, és a dir, recórrer les diferents rutes per tal d'esbrinar si algun dels seus punts o segments entre aquest són relativament pròxims. Per aquesta raó, donava que pensar si era millor recórrer taules indexades de la BBDD enlloc de registres d'una Array en un llenguatge de programació web. A més, es volia evitar l'enviament de tota la informació de les rutes al servidor (i per descomptat al client) perquè aquest gestioni les cerques.

Fer realitzar l'estudi comentat, es va decidir sacrificar un xic de temps i desenvolupar cadascuna de les següents funcions en MYSQL, postgresQL i PHP. Javascript, en canvi, tot i ser el llenguatge de les llibreries de jQuery Geo i Leaflet en les que s'han inspirat aquestes funcionalitats, es va desestimar ràpidament ja que aquest càlcul no s'ha de fer al costat del client sino que el servidor ja li ha de retornar el conjunt de rutes resultant de la cerca.

El codi font de les diferent funcionalitats es pot trobar en els següents arxius de l'entrega:

- `/TakeMeAway/mysql_sentencias.sql` per a MYSQL.
- `/TakeMeAway/postgresql_sentencias.sql` per a postgresQL.
- `/TakeMeAway/controllers/route.php` per a PHP.

En definitiva, s'ha observat que l'API disponible per desenvolupar funcions i procediments en MYSQL és molt limitat (per exemple; no es disposa d'Arrays, s'han d'utilitzar cursors per recórrer les consultes, etc.) però té un processament de les dades molt ràpid. D'altra banda, postgresQL és una eina molt potent que permet desenvolupar funcionalitats molt complexes amb una ràpida velocitat de processament. Finalment, PHP proporciona una avançada API de programació i un gran rendiment; l'únic desavantatge en aquest cas és que ha d'importar una gran quantitat d'informació de la base de dades mitjançant sentencies SQL.

La conclusió, doncs, és que l'impacte d'importar les dades a PHP és baix, ja que es fa mitjançant llibreries *mysqli*¹⁶, que han estat desenvolupades per reforçar els requeriments de velocitat en PHP5.5 i usa les mateixes indexacions de les bases de dades. D'aquesta manera, una consulta de cerca de rutes en aquest llenguatge de programació, per exemple, necessita més o menys un temps similar al que representa realitzar-la en MySQL o PostgreSQL. A més, un punt molt fort de desenvolupar aquestes funcionalitats en PHP és respectar l'estructura MVC, en que es recomana fortament dur la lògica de les rutes en el respectiu model i que facilitarà el posterior manteniment de l'aplicació.

Proves dels casos d'ús i resultats de la seva execució

- **Registrar Ruta.**

[Back](#)

Route Registration

Name:

Description:

Departure Time:

Arrival Time:

Available Seats:

Choose Vehicle:

Crosspoint 1					
point Oder:	Title:	Departure:	Arrival:	Lat:	Long:
1	Barcelona	2013/10/21 11:00:00	2013/10/21 11:00:00	41.33778860050589	2.030873768750029
Crosspoint 2					
point Oder:	Title:	Arrival:	Departure:	Lat:	Long:
2	Madrid	2013/10/21 17:00:00	2013/10/21 18:00:00	40.255033564042336	-4.142888224999884
Crosspoint 3					
point Oder:	Title:	Arrival:	Departure:	Lat:	Long:
3	Sevilla	2013/10/23 8:00:00	2013/10/23 8:00:00	37.31841699988536	-6.035900981249971

Il·lustració 23. Formulari test de Registre de Ruta.

¹⁶ L'extensió *mysqli* és un controlador de base de dades relacional que s'utilitza en el llenguatge de programació PHP per proporcionar una interfície amb bases de dades MySQL. És una versió millorada del controlador antic PHP MySQL, que ofereix diversos beneficis tals com l'actualització de la API, i millores en el rendiments de velocitat i en la seguretat.

El resultat que es retorna al client és el següent (informació de la ruta creada):

```
{
  "routes": [
    {
      "route": {
        "id": "72",
        "name": "Espa\u00f1a",
        "description": "Ruta por Espa\u00f1a",
        "startDateTime": "2013-10-21 11:00:00",
        "endDateTime": "2013-10-23 08:00:00",
        "availableSeats": "3",
        "vehicle": {
          "id": "12",
          "registrationNumber": "3561-CSM",
          "model": "Audi A1",
          "description": "4x4 blau descapotat",
          "seatNumber": "4"
        },
        "crossingPoints": [
          {
            "id": "20",
            "pointOrder": "1",
            "title": "Barcelona",
            "arriveTime": "2013-10-21 11:00:00",
            "departTime": "2013-10-21 11:00:00",
            "location": {
              "id": "180",
              "longitude": "2.030873768750029",
              "latitude": "41.33778860050589"
            }
          },
          {
            "id": "21",
            "pointOrder": "2",
            "title": "Madrid",
            "arriveTime": "2013-10-21 17:00:00",
            "departTime": "2013-10-21 18:00:00",
            "location": {
              "id": "181",
              "longitude": "-4.142888224999884",
              "latitude": "40.255033564042336"
            }
          },
          {
            "id": "22",
            "pointOrder": "3",
            "title": "Sevilla",
            "arriveTime": "2013-10-23 08:00:00",
            "departTime": "2013-10-23 08:00:00",
            "location": {
              "id": "182",
              "longitude": "-6.035900981249971",
              "latitude": "37.31841699988536"
            }
          }
        ]
      }
    }
  ]
}
```

- **Cercar Rutes.**

[Back](#)

Route List

Id	Name	Description	Start	End	Available Seats	
69	España	Ruta por España	2013-10-21 11:00:00	2013-10-21 16:00:00	3	Delete

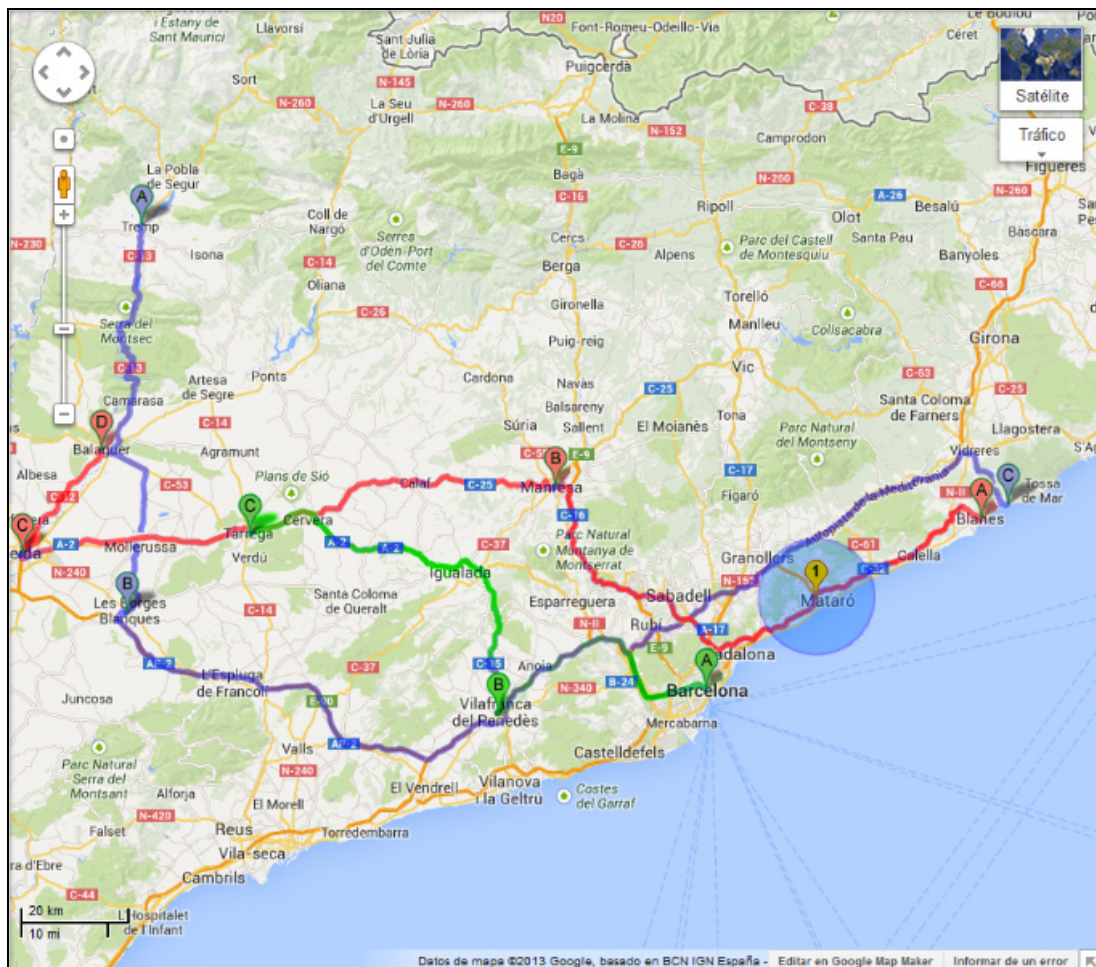
Crossing Points						
Id	Order	Title	ArriveTime	DepartTime	Location	
10	1	Barcelona	2013-10-21 11:00:00	2013-10-21 11:00:00	41.33778860050589, 2.030873768750029	Delete
11	2	Vilafranca	2013-10-21 14:00:00	2013-10-21 15:00:00	41.3463825, 1.6995213	Delete
12	3	Torrejón	2013-10-21 16:00:00	2013-10-21 16:00:00	41.6472781, 1.1409088	Delete

Il·lustració 24. Llistat de les rutes trobades.

- Cercar rutes properes a una localització.

Per a testejar aquesta funcionalitat, s'han creat 3 rutes amb les següents característiques:

Ruta	Color	Punts
1	Verd	Barcelona (41.3870186, 2.1700437) Vilafranca (41.3463825, 1.6995213) Tàrrega (41.6472781, 1.1409088)
2	Vermell	Blanes (41.6741900, 2.7903600) Manresa (41.7291194, 1.8283711) Lleida (41.6147605, 0.6267842) Balaguer (41.7897204, 0.8054914)
3	Blau	Tremp (42.1666212, 0.8948069) Les Borges Blanques (41.5177392, 0.8627422) Lloret de Mar (41.6992728, 2.8496525)



Il·lustració 25. Representació de les 3 rutes d'exemple creades i 1 punt de cerca.

Com es pot observar en la imatge anterior, es cercaran les rutes que passen a prop de Mataró (coordenades 41.538173, 2.4488629), a un radi de com a màxim 20km:

[Back](#)

Route List

Exemples:
Mataró (41.538173, 2.4488629)
Alcarràs (41.5630062, 0.5245393)

Latitude:	41.538173
Longitude:	2.4488629
Radi (m):	20000
<input type="button" value="Find Nearby Routes"/>	

Il·lustració 26. Formulari test de Cerca de Rutes properes.

El resultat que es retorna al client és el següent (informació de les rutes trobades en les que s'ha ressaltat el color de la ruta establert anteriorment i, en negreta, la distància a la que es troba aquesta de la coordenada introduïda):

```
{
  "routes": [
    {
      "route": {
        "id": "70",
        "name": "Espa\u00f1a",
        "description": "Ruta por Espa\u00f1a",
        "startDateTime": "2013-10-21 11:00:00",
        "endDateTime": "2013-10-21 15:00:00",
        "availableSeats": "3",
        "vehicle": {
          "id": "10",
          "registrationNumber": "3562-CSM",
          "model": "model",
          "description": "aaaaaa",
          "seatNumber": "4"
        },
        "crossingPoints": [
          {
            "id": "13",
            "pointOrder": "1",
            "title": "Blanes",
            "arriveTime": "2013-10-21 11:00:00",
            "departTime": "2013-10-21 11:00:00",
            "location": {
              "id": "173",
              "longitude": "2.79036",
              "latitude": "41.67419"
            }
          },
          {
            "id": "14",
            "pointOrder": "2",
            "title": "Manresa",
            "arriveTime": "2013-10-21 14:00:00",
            "departTime": "2013-10-21 14:00:00",
            "location": {
              "id": "174",
              "longitude": "1.8283711",
              "latitude": "41.7291194"
            }
          },
          {
            "id": "15",
            "pointOrder": "3",
            "title": "Lleida",
            "arriveTime": "2013-10-21 15:00:00",
            "departTime": "2013-10-21 15:00:00",
            "location": {
              "id": "175",
              "longitude": "0.6267842",
              "latitude": "41.6147605"
            }
          },
          {
            "id": "19",
            "pointOrder": "4",
            "title": "Balaguer",
            "arriveTime": "2013-10-23 16:22:43",
            "departTime": "2013-10-21 17:00:00",
            "location": {
              "id": "179",
              "longitude": "41.6992728",
              "latitude": "2.8496525"
            }
          }
        ],
        "distance": 17271.464463798,
        "minDistPointOrder": "2"
      }
    },
    {
      "route": {
        "id": "71",
        "name": "Espa\u00f1a",
        "description": "Ruta por Espa\u00f1a",
        "startDateTime": "2013-10-21 12:00:00",
        "endDateTime": "2013-10-21 18:00:00",
        "availableSeats": "3",
        "vehicle": {
          "id": "10",
          "registrationNumber": "3562-CSM",
          "model": "model",
          "description": "aaaaaa",
          "seatNumber": "4"
        },
        "crossingPoints": [
          {
            "id": "16",
            "pointOrder": "1",
            "title": "Trep\u00f7",
            "arriveTime": "2013-10-21 12:00:00",
            "departTime": "2013-10-21 12:00:00",
            "location": {
              "id": "176",
              "longitude": "0.8948069",
              "latitude": "42.1666212"
            }
          },
          {
            "id": "17",
            "pointOrder": "2",
            "title": "Les Borges"
          }
        ]
      }
    }
  ]
}
```

```

Blanques", "arriveTime": "2013-10-21 13:00:00", "departTime": "2013-10-21
17:00:00", "location": {"id": "177", "longitude": "0.8627422", "latitude": "4
1.5177392"}}, {"id": "18", "pointOrder": "3", "title": "Lloret de
Mar", "arriveTime": "2013-10-21 18:00:00", "departTime": "2013-10-21
18:00:00", "location": {"id": "178", "longitude": "2.8496525", "latitude": "4
1.6992728"}]}], "distance": 13774.566509703, "minDistPointOrder": "3"}]]}

```

- Cercar rutes properes a una localització d'origen i una de destí.

Per a testejar aquesta funcionalitat, s'ha afegit, a l'exemple anterior, una coordenada de destí situada a Alcarràs (41.5630062, 0.5245393) tal i com es pot veure a continuació:



Il·lustració 27. Representació de les 3 rutes d'exemple creades, 1 punt d'origen i 1 punt de destí.

[Back](#)

Route List

Exemples:
Mataró (41.538173, 2.4488629)
Alcarràs (41.5630062, 0.5245393)

Origin Latitude:	<input type="text" value="41.538173"/>
Origin Longitude:	<input type="text" value="2.4488629"/>
Destination Latitude:	<input type="text" value="41.5630062"/>
Destination Longitude:	<input type="text" value="0.5245393"/>
Radius (m):	<input type="text" value="20000"/>
<input type="button" value="Find Nearby Routes"/>	

Il·lustració 28. Formulari test de Cerca de Rutes d'un origen a un destí.

El resultat que es retorna al client és el següent (informació de les rutes trobades en les que s'ha ressaltat el color de la ruta establert anteriorment i, en negreta, la distància a la que es troba aquesta de la coordenada origen anomenada 'distanceFromOrigin' i la distància a la que es troba aquesta de la coordenada de destí anomenada 'distanceFromDestination'):

```
{ "routes": [ [ { "route": { "id": "70", "name": "Espa\u00f1a", "description": "Ru
ta por Espa\u00f1a", "startDateTime": "2013-10-21
11:00:00", "endDateTime": "2013-10-21
15:00:00", "availableSeats": "3", "vehicle": { "id": "10", "registrationNumbe
r": "3562-CSM", "model": "model", "description": "aaaaaa
aaaaa", "seatNumber": "4", "crossingPoints": [ { "id": "13", "pointOrder": "1"
, "title": "Blanes", "arriveTime": "2013-10-21
11:00:00", "departTime": "2013-10-21
11:00:00", "location": { "id": "173", "longitudo": "2.79036", "latitude": "41.
67419" } }, { "id": "14", "pointOrder": "2", "title": "Manresa", "arriveTime": "2
013-10-21 14:00:00", "departTime": "2013-10-21
14:00:00", "location": { "id": "174", "longitudo": "1.8283711", "latitude": "4
1.7291194" } }, { "id": "15", "pointOrder": "3", "title": "Lleida", "arriveTime"
: "2013-10-21 15:00:00", "departTime": "2013-10-21
15:00:00", "location": { "id": "175", "longitudo": "0.6267842", "latitude": "4
1.6147605" } }, { "id": "19", "pointOrder": "4", "title": "Balaguer", "arriveTim
e": "2013-10-23 16:22:43", "departTime": "2013-10-21
17:00:00", "location": { "id": "179", "longitudo": "41.6992728", "latitude": "
2.8496525" } } ] }, { "distanceFromOrigin": 17271.464463798, "minDistOriginPoin
tOrder": "2", "distanceFromDestination": 10279.092553111, "minDistDestinat
ionPointOrder": "3" } ] ] }
```


- Cercar rutes properes a una localització d'origen i una de destí, amb escales entre rutes.

Finalment, per a testejar aquesta funcionalitat, s'ha modificat, en l'exemple anterior, la coordenada d'origen situada a Gironella (42.0344835, 1.8820183) i la de destí situada a Lloret de Mar (41.6992728, 2.8496525) i una nova ruta tal i com es pot veure a continuació:

Ruta	Color	Punts
4	Turquesa	Berga 42.1011456, 1.8454758 La Pobla de Segur 42.2473665, 0.9672725



Il·lustració 29. Representació de les 4 rutes d'exemple creades, el punt d'origen 1 i el punt de destí 3.

[Back](#)

Route List

Exemples:
Gironella (42.0344835, 1.8820183)
Lloret de Mar (41.6992728, 2.8496525)

Origin Latitude:	<input type="text" value="42.0344835"/>
Origin Longitude:	<input type="text" value="1.8820183"/>
Destination Latitude:	<input type="text" value="41.6992728"/>
Destination Longitude:	<input type="text" value="2.8496525"/>
Radius (m):	<input type="text" value="20000"/>
Max. Scales:	<input type="text" value="2"/>
<input type="button" value="Find Nearby Routes"/>	

II·lustració 30. Formulari test de Cerca de Rutes d'un origen a un destí amb escales.

El resultat que es retorna al client és el següent (informació de les rutes trobades en les que s'ha ressaltat el color de la ruta establert anteriorment i, en negreta, la distància a la que es troba la primera ruta de la coordenada origen i la distància a la que es troba la sefona ruta de la coordenada de destí. A més, entre les rutes resultants apareix la distància entre les dues rutes que fan escala):

```
route_Model Object ( [id:route_Model:private] => 73
[name:route_Model:private] => España
[description:route_Model:private] => Ruta por España
[startDateTime:route_Model:private] => 2013-10-21 11:00:00
[endDateTime:route_Model:private] => 2013-10-23 08:00:00
[availableSeats:route_Model:private] => 3
[vehicle:route_Model:private] => Vehicle_Model Object (
[id:Vehicle_Model:private] => 12
[registrationNumber:Vehicle_Model:private] => 3561-CSM
[model:Vehicle_Model:private] => Audi A1
[description:Vehicle_Model:private] => 4x4 blau descapotat
[seatNumber:Vehicle_Model:private] => 4 )
[crossingPoints:route_Model:private] => Array ( [0] =>
CrossingPoint_Model Object ( [id:CrossingPoint_Model:private] => 23
[pointOrder:CrossingPoint_Model:private] => 1
[title:CrossingPoint_Model:private] => Berga
[arriveTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-31 16:08:22
[departTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 18:00:00
[location:CrossingPoint_Model:private] => coordinate Model Object (
```

```
[id:coordinate_Model:private] => 184
[longitude:coordinate_Model:private] => 1.8454758
[latitude:coordinate_Model:private] => 42.1011456 ) ) [1] =>
CrossingPoint_Model Object ( [id:CrossingPoint_Model:private] => 24
[pointOrder:CrossingPoint_Model:private] => 2
[title:CrossingPoint_Model:private] => La Pobla de Segur
[arriveTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-31 16:08:16
[departTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 11:00:00
[location:CrossingPoint_Model:private] => coordinate_Model Object (
[id:coordinate_Model:private] => 183
[longitude:coordinate_Model:private] => 0.9672725
[latitude:coordinate_Model:private] => 42.2473665 ) ) ) a una
distància del origen de 8011.7030049958 m.
```

Separades 10793.406044296 m. del punt 42.2473665, 0.9672725

```
route_Model Object ( [id:route_Model:private] => 71
[name:route_Model:private] => EspaÀta
[description:route_Model:private] => Ruta por EspaÀta
[startDateTime:route_Model:private] => 2013-10-21 12:00:00
[endDateTime:route_Model:private] => 2013-10-21 18:00:00
[availableSeats:route_Model:private] => 3
[vehicle:route_Model:private] => Vehicle_Model Object (
[id:Vehicle_Model:private] => 10
[registrationNumber:Vehicle_Model:private] => 3562-CSM
[model:Vehicle_Model:private] => model
[description:Vehicle_Model:private] => aaaaaa aaaaa
[seatNumber:Vehicle_Model:private] => 4 )
[crossingPoints:route_Model:private] => Array ( [0] =>
CrossingPoint_Model Object ( [id:CrossingPoint_Model:private] => 16
[pointOrder:CrossingPoint_Model:private] => 1
[title:CrossingPoint_Model:private] => Tremp
[arriveTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 12:00:00
[departTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 12:00:00
[location:CrossingPoint_Model:private] => coordinate_Model Object (
[id:coordinate_Model:private] => 176
[longitude:coordinate_Model:private] => 0.8948069
[latitude:coordinate_Model:private] => 42.1666212 ) ) [1] =>
CrossingPoint_Model Object ( [id:CrossingPoint_Model:private] => 17
[pointOrder:CrossingPoint_Model:private] => 2
[title:CrossingPoint_Model:private] => Les Borges Blanques
[arriveTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 13:00:00
[departTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 17:00:00
[location:CrossingPoint_Model:private] => coordinate_Model Object (
[id:coordinate_Model:private] => 177
[longitude:coordinate_Model:private] => 0.8627422
[latitude:coordinate_Model:private] => 41.5177392 ) ) [2] =>
CrossingPoint_Model Object ( [id:CrossingPoint_Model:private] => 18
[pointOrder:CrossingPoint_Model:private] => 3
[title:CrossingPoint_Model:private] => Lloret de Mar
[arriveTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 18:00:00
[departTime:CrossingPoint_Model:private] => 2013-10-21 18:00:00
[location:CrossingPoint_Model:private] => coordinate_Model Object (
[id:coordinate_Model:private] => 178
[longitude:coordinate_Model:private] => 2.8496525
[latitude:coordinate_Model:private] => 41.6992728 ) ) ) a una
distància del destí de 0 m.
```

Costat del Client. Implementació de l'aplicació Android

Objectiu

L'objectiu de l'aplicació client mòbil és proporcionar una interfície final als usuaris per tal de que aquests puguin interactuar amb el programari i visualitzar tota la informació disponible. A més, es responsabilitza de l'enviament i recepció de les dades al servidor.

Relació d'Usuaris implicats

Existeixen tres rols d'usuari diferents per a l'aplicació Android que permeten dur a terme diferents funcionalitats del Sistema. Cada usuari pot exercir de qualsevol d'aquests rols, segons les seves necessitats:

- **Usuari no registrat.**

Representat per	Qualsevol usuari amb un dispositiu Android i connexió a Internet.
Descripció	Aquells usuaris que accedeixin a l'aplicació per registrar-se, iniciar sessió, o simplement per fer-hi un cop d'ull.
Tipus	Usuari no registrat al Sistema.
Requeriments	<i>Take Me Away</i> instal·lat al dispositiu Android.
Funcionalitats disponibles	Navegar per a les zones informatives de l'aplicació, que no necessiten registre. Registre i inici de sessió d'usuari.
Criteri d'èxit	Visualització correcta de la informació. Esdevenir com a usuari registrat.

- **Passatger.**

Representat per	Qualsevol usuari amb un dispositiu Android i connexió a Internet.
------------------------	---

Descripció	Aquells usuaris que vulguin consultar les diferents rutes del Sistema o bé valorar un viatge, conductor o un altre passatger amb el qual hagi compartit ruta recentment.
Tipus	Usuari registrat al Sistema.
Requeriments	<i>Take Me Away</i> instal·lat al dispositiu Android. Estar enregistrat al Sistema.
Funcionalitats disponibles	Consultar rutes properes a una localització geogràfica. Consultar rutes properes a una localització geogràfica i que condueixen cap a una altra localització. Consultar rutes properes a una localització geogràfica i que condueixen cap a una altra localització tot i podent realitzar escales entre viatges. Visualitzar dades d'altres usuaris. Funcionalitats pròpies de l'usuari (alta, baixa, inici de sessió). Valoració d'usuaris i rutes.
Criteri d'èxit	Visualització correcta de la informació (dades, mapes, etc.). Seleccionar rutes i posar-se en contacte amb el conductor. Valorar usuaris i/o rutes.

- **Conductor.**

Representat per	Qualsevol usuari amb vehicle, un dispositiu Android i connexió a Internet.
Descripció	Aquells usuaris que vulguin compartir el seu vehicle durant una ruta preestablerta.
Tipus	Usuari amb vehicle registrat al Sistema.
Requeriments	<i>Take Me Away</i> instal·lat al dispositiu Android.

	<p>Estar enregistrat al Sistema.</p> <p>Tenir vehicles enregistrats al Sistema.</p>
Funcionalitats disponibles	<p>Creació i edició de rutes.</p> <p>Creació i edició de vehicles.</p> <p>Visualitzar dades d'altres usuaris.</p> <p>Funcionalitats pròpies de l'usuari (alta, baixa, inici de sessió).</p> <p>Valoració d'usuaris i rutes.</p>
Criteri d'èxit	<p>Registre correcte de la informació.</p> <p>Rebre sol·licituds de passatgers.</p> <p>Valorar usuaris i/o rutes.</p>

Instal·lació de l'entorn de desenvolupament amb Android i proves

S'ha descarregat, instal·lat i testejat l'ADT Plugin per Eclipse, que proporciona un entorn de programació per Android, i l'AVD Android, un simulador de dispositiu Android molt fàcil de configurar i amb moltes opcions disponibles per a simular diferents terminals i versions d'aquest SO. L'adaptació del disseny de les pantalles en els diferents terminals s'ha resolt mitjançant la compra de plantilles ja programades, tal i com s'esposa al següent apartat d'implementació visual d'aquest document.

Les diferents proves que s'han dut a terme en aquest apartat inclouen la implementació del *HelloWorld* per a simular en local una aplicació d'exemple i la compilació i exportació de la prova en el meu terminal personal per comprovar el seu correcte funcionament.

Creació de l'estructura d'arxius de l'aplicació mòbil

De la mateixa manera que en el cas del servidor al núvol i heretant-ne les característiques abans esmentades, la creació de l'estructura d'arxius s'ha realitzat segons el patró MVC però mitjançant Javascript. Aquesta estructura es troba en la carpeta *assets/www*, que es genera automàticament Eclipse per aquest tipus de projectes.

Així doncs, per aquesta part del projecte, s'ha creat una estructura d'arxius composta per:

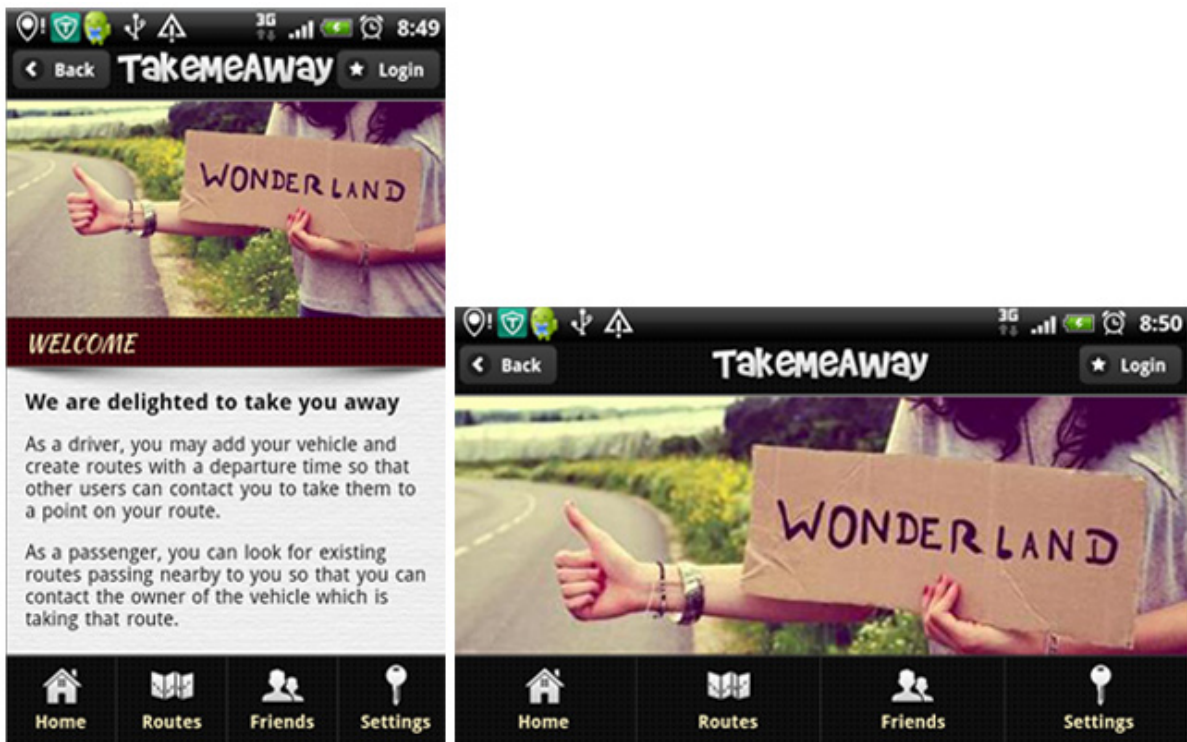
- **Models.** Situat en la carpeta *js/models*, es destina a emmagatzemar les classes Javascript que componen el model físic del Sistema.
- **Controllers.** Situat en la carpeta *js/controlles* es destina a emmagatzemar classes Javascript que esdevenen controladors.

- **Views.** S'ha separat en carpetes les diferents vistes en HTML de cada model, d'aquesta manera, per exemple, és possible trobar la pantalla de registre de vehicles en l'arxiu *vehicle/register.html*.
- **Llibreries addicionals.** Situades en la carpeta *js/libs*, són arxius Javascript (majoritàriament de tercers) que doten a l'aplicació mòbil de diverses funcionalitats ja desenvolupades com, per exemple, la detecció d'esdeveniments del dispositiu mòbil, la gestió del GPS, funcions de mapes, element de visualització i comunicació, etc.
- **Fulles d'estil.** Situades en la carpeta *css*, les fulles d'estil doten a la visualització de l'aplicació d'un cert aspecte i diferents funcionalitats d'interacció.

Implementació visual

Per a implementació visual, s'ha realitzat una recerca de plantilles CSS que puguin ser d'utilitat, proporcionant una millora visual i també diferents funcionalitats per a dispositius mòbils com menús, llistes, *footers*, etc. Tal i com s'il·lustra en la següent imatge d'exemple. Tant per a les primeres proves efectuades en la fase de recerca del TFM com en el desenvolupament del projecte, s'ha adquirit *Mobilize*, una plantilla que conté gran varietat de funcions CSS i Javascript per \$9.

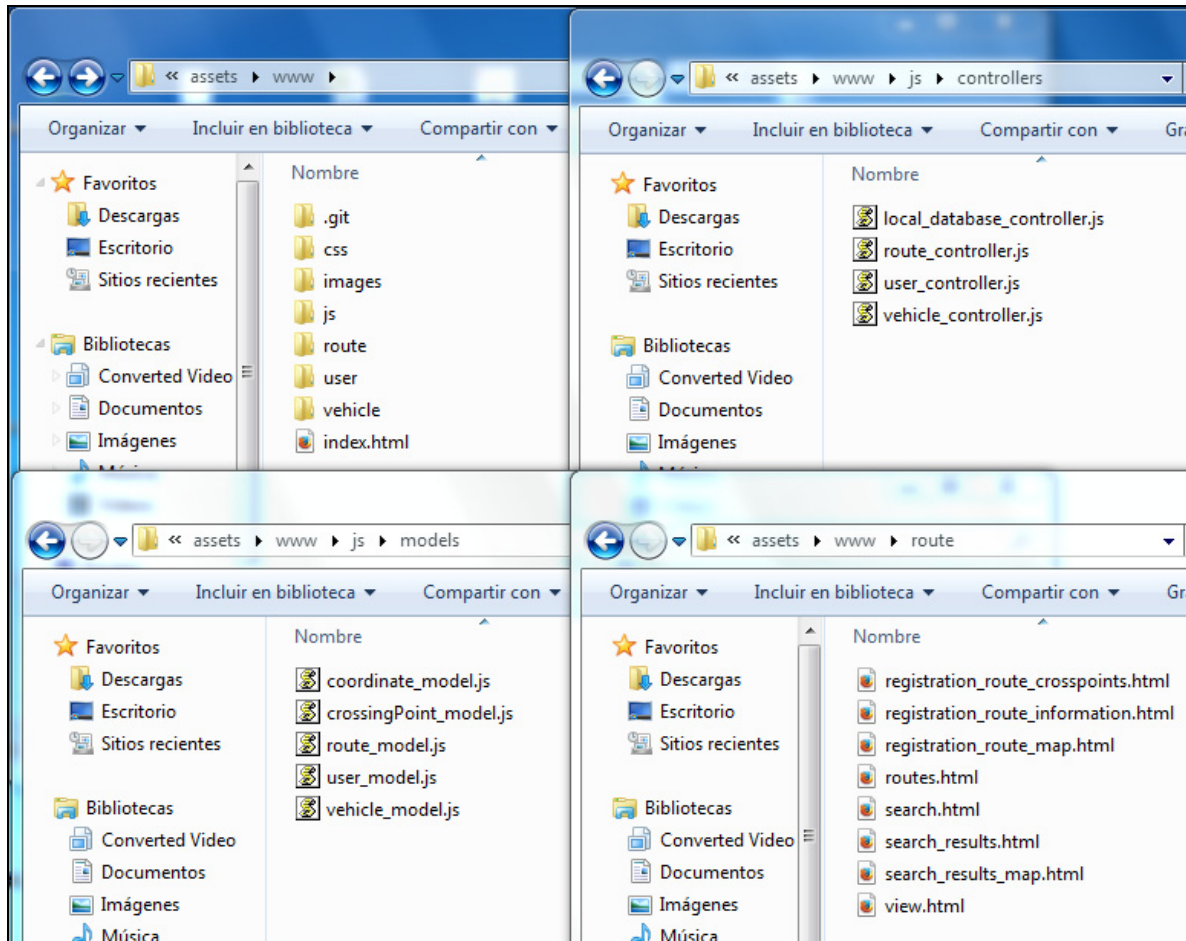
Pre tal d'adaptar el CSS anterior a les especificacions de *TakeMeAway*, ha calgut realitzar tota una sèrie de modificacions dels diferents paràmetres i del codi intern de les fulles d'estil.



Il·lustració 31. Captura de pantalla principal de *TakeMeAway* que il·lustra com les funcionalitats de *Mobilize* permeten detectar la horitzontalitat del dispositiu mòbil i n'adequa la visualització.

Implementació de les classes del model físic

En aquest punt s'han creat els arxius referents a les classes del model físic en Javascript, dels diferents controladors també en aquest llenguatge de programació (un per classe principal) i les vistes en HTML/Javascript i CSS.



Il·lustració 32. Arxius de l'arquitectura, controlador, models i vistes del model de Rutes, respectivament.

Implementació de les funcions de la interfície de comunicació

Per implementar la comunicació direccional servidor → client, s'han creat i testejat tota una sèrie de funcions basades fonamentalment en les llibreries Javascript JSON que permeten la recepció d'informació estructurada. Per tal de que aquestes estructures esdevinguin objectes del model, s'ha utilitzat la funció `$.extend` de *jQuery*, que és capaç de combinar els atributs entre dos objectes de diferent classe.

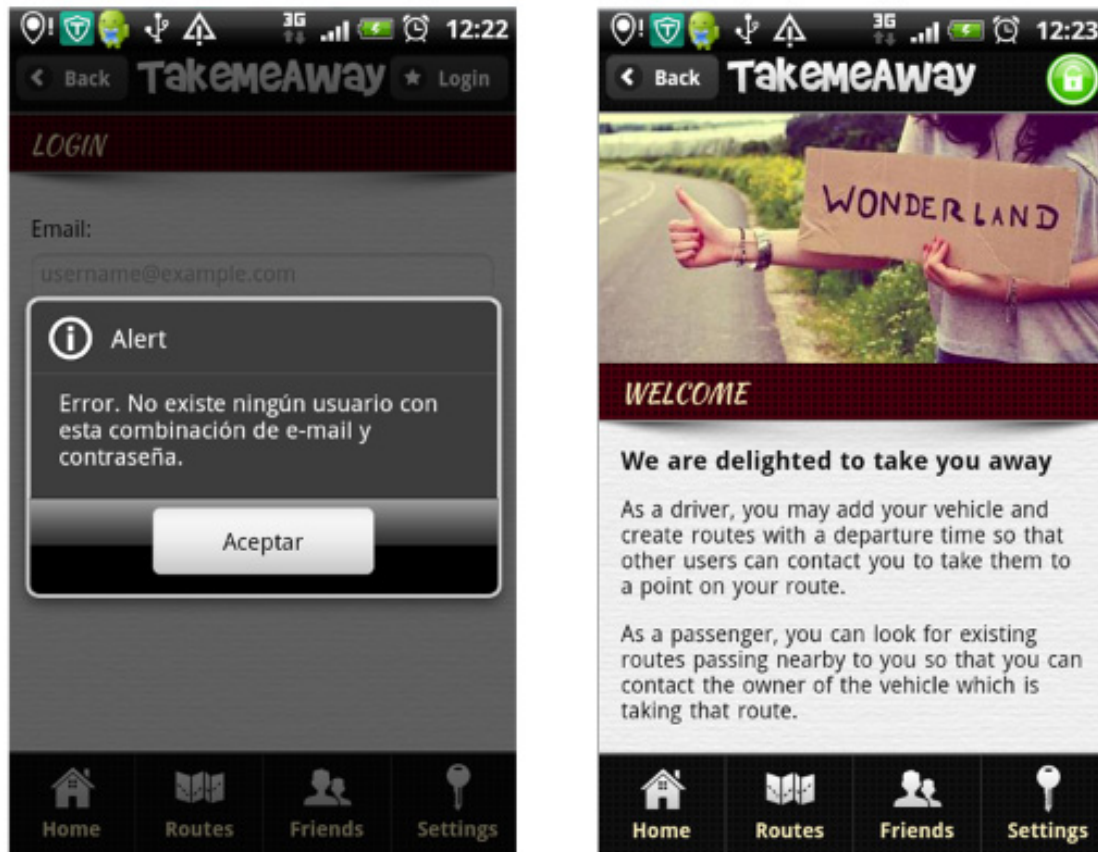
En canvi, pel que fa a la comunicació direccional client → servidor, s'han implementat les funcions en Javascript mitjançant Ajax i l'enviament de dades mitjançant el mètode POST¹⁷, de tal manera que és possible mantenir la informació sincronitzada en ambdós costats del projecte mentre que l'usuari percep un ràpid *feedback* gràcies a l'actualització constant de la informació de la interfície.

Implementació de les funcionalitats d'usuari

Un dels primers passos que s'han realitzat en la implementació de les funcionalitats d'usuari ha estat la gestió d'enciptació de contrasenyes. Per fer-ho, s'han utilitzat les mateixes llibreries que han estat comentades en el cas del servidor. És important enciptar les contrasenyes en l'aplicació client ja que d'aquesta manera s'envia al servidor un codi ja xifrat, evitant una possible filtració d'informació en cas de que un agent atacant recerqui en les diferents peticions POST.

D'altra banda, en aquest apartat també s'han treballat les interfícies visuals relacionades amb els casos d'ús pertanyents a l'usuari (inici de sessió, registre d'usuaris, visualització del perfil i menú de funcionalitats d'usuari); així com formularis d'entrada de dades, validacions d'aquests, *feedback* de cada petició de l'usuari, etc. A continuació es mostra un petit exemple on s'il·lustra la interacció amb l'usuari:

¹⁷ POST és un tipus de petició HTTP en el que les dades a enviar al servidor s'inclouen en el cos de la mateixa petició. Generalment s'associa amb els formularis web en el qual les dades solen ser xifrades per enviar-les de manera segura al servidor.



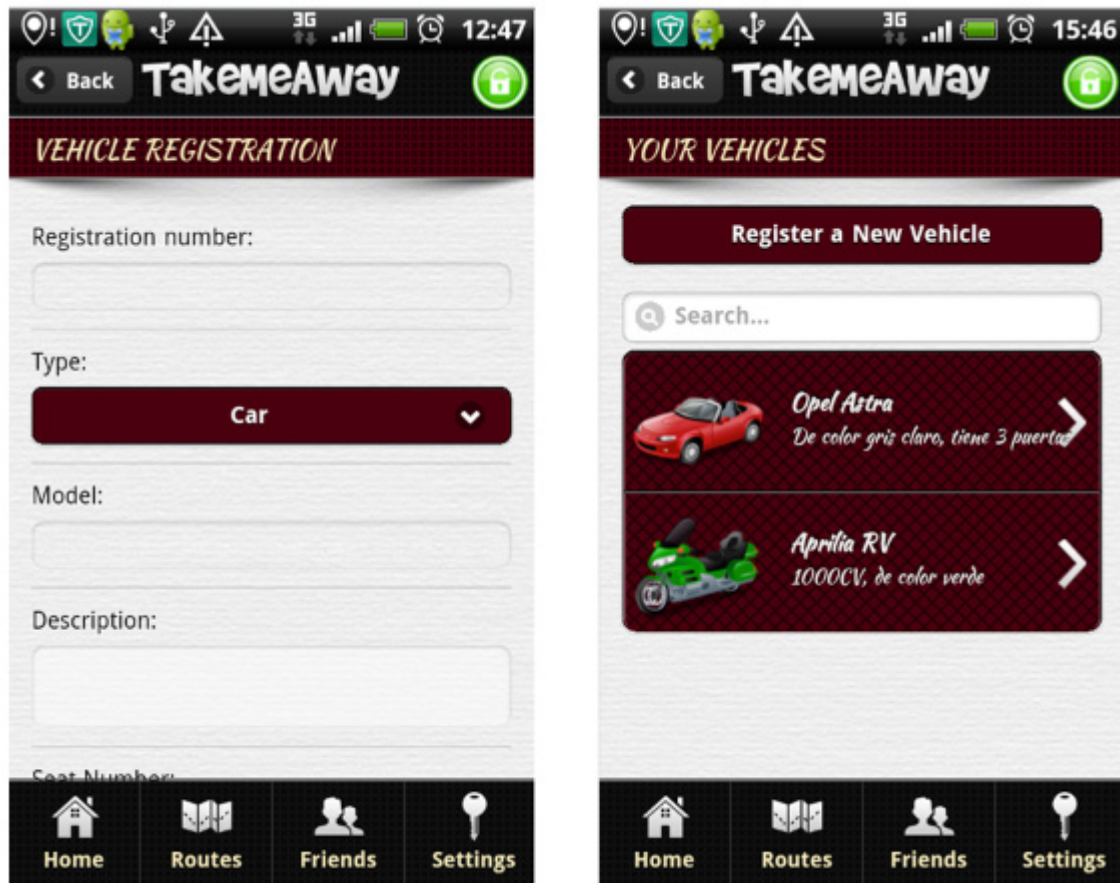
Il·lustració 33. Captura de validació i feedback d'usuari en sessió (El botó de Login passa a ser una imatge), respectivament.

Finalment, s'han implementat i provat les diferents funcions referents usuaris i a la comunicació amb el servidor (registre d'usuaris i demés informació addicional, inici i fi de sessió, gestió de la sessió i d'emmagatzematge local). Aquestes funcions es comuniquen amb el servidor al núvol a través de les llibreries JSON per demanar informació o bé per guardar dades de forma permanent.

Implementació de les funcionalitats de vehicles

Per tal de que l'usuari pugui gestionar els seus vehicles personals, necessaris a l'hora de crear una ruta amb el rol de conductor, s'han realitzat les vistes i les funcions als controladors pertanyents als vehicles (registre, baixa i llistat), de la mateixa manera que s'ha descrit anteriorment per als usuaris.

A continuació es mostra una il·lustració d'exemple de les interfícies referents al mòdul de vehicles:

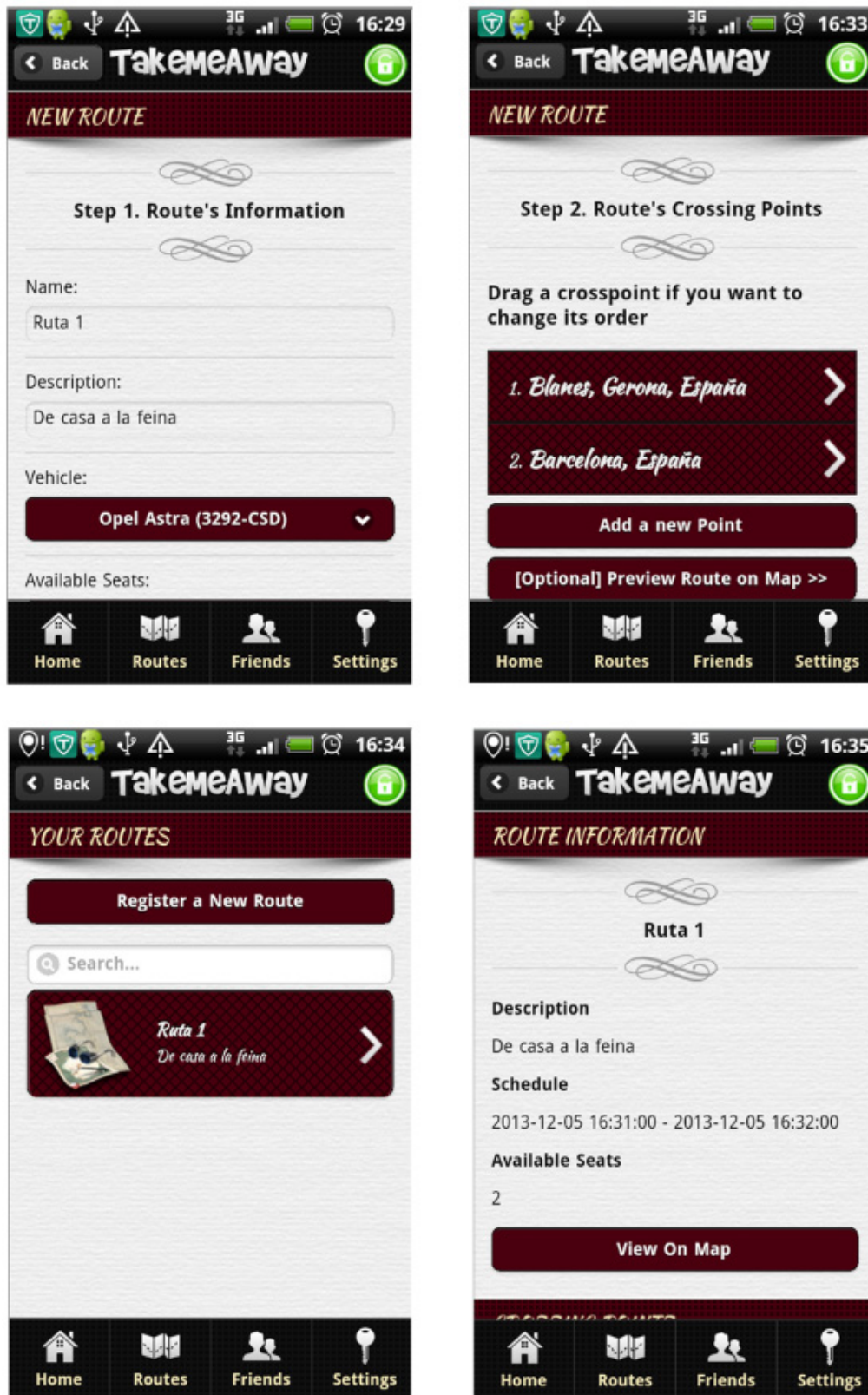


Il·lustració 34. Captura del registre i llistat de vehicles, respectivament.

Implementació de les funcions de rutes

Per tal de que l'usuari pugui gestionar les seves pròpies rutes, s'han realitzat les vistes i les funcions als controladors pertanyents a aquest mòdul (registre, baixa, llistat i funcions de cerca i de visualització), de la mateixa manera que s'ha descrit anteriorment per als usuaris i els vehicles.

A continuació es mostra una il·lustració d'exemple de les interfícies referents al mòdul de rutes:



Il·lustració 35. Dues captures de registre de rutes, llistat i visualització, respectivament.

L'apartat de rutes ha implicat una gran inversió de temps en la recerca de llibreries i funcionalitats de càlcul, gestió de dades geogràfiques i visualització de mapes.

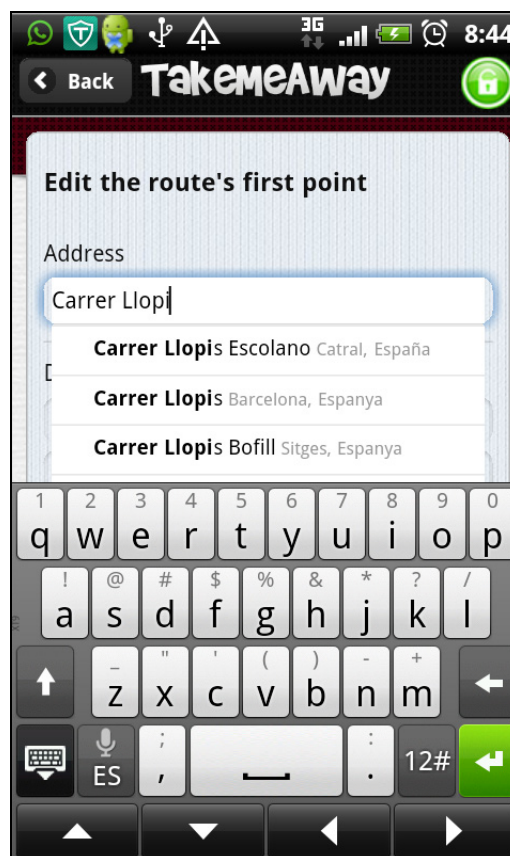
Donat que, tal i com s'ha exposat i justificat en apartats anteriors, la cerca de rutes es realitza al servidor al núvol, en aquest punt s'ha fet un recalcament en la visualització d'aquestes. Per fer-ho, s'han implementat i testejat detingudament una sèrie de llibreries personals amb funcions que estenen de *jQuery geocomplete*, *jQuery geo*, *Leaflet* i *mapquest*. A continuació es descriuen com s'han implementat aquestes funcions a partir de les llibreries de codi obert abans mencionades:

- ***jQuery geocomplete*.**

Un *plugin* de jQuery avançat que engloba els serveis de geo-codificació i “auto-completat de localitzacions” de la API de Google Maps. D'aquesta manera, s'afegeix a *TakeMeAway* una nova funcionalitat en la que els usuaris només han de començar a escriure una adreça i l'aplicació desplega un llistat de possibles destinacions a temps real.

Aquest mètode s'ha posat en marxa per dues raons; d'una banda, és sabut que omplir formularis de dades a través d'un terminal mòbil és esgotador i per això és important facilitar o reduir aquesta feina a l'usuari. D'altra banda, aquest *plugin* retorna unes coordenades un cop troba l'adreça entrada per a l'usuari, fet que orienta la filosofia de *TakeMeAway* que s'ha comentat en els apartats inicials d'aquest treball, on s'exposa la importància de treballar amb coordenades i no amb desplegable de ciutats, països, etc. per tal d'evitar limitacions geogràfiques.

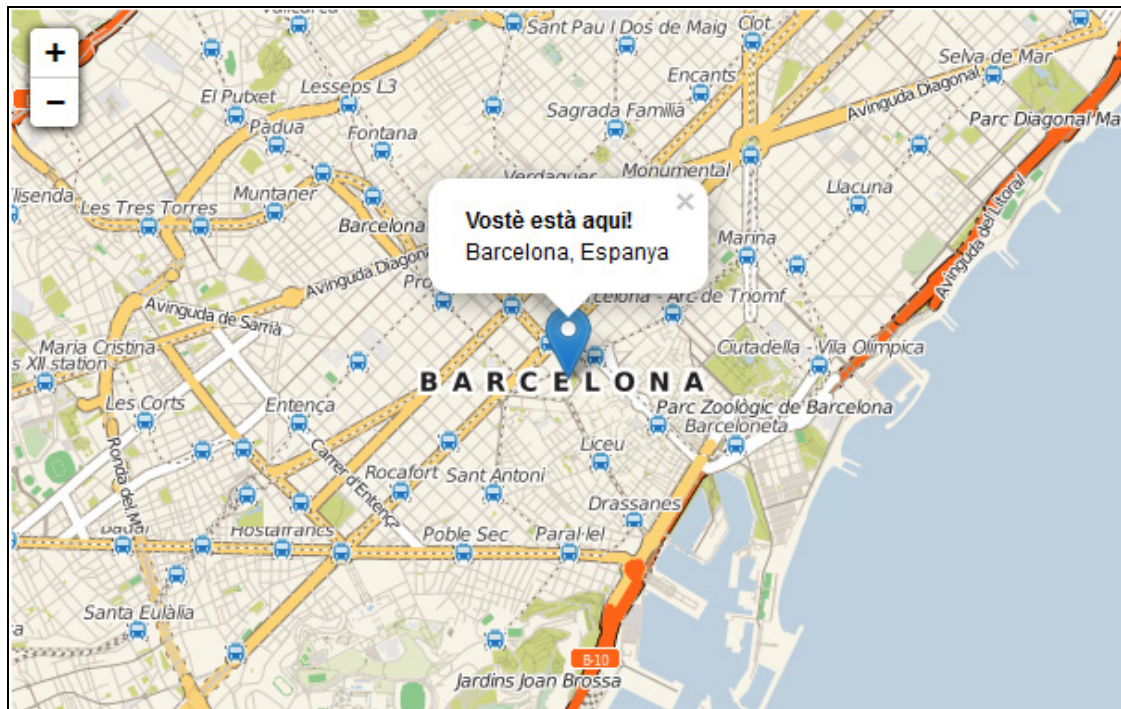
En la següent imatge es mostra com funciona *jQuery geocomplete* en l'aplicació:



Il·lustració 36. Auto-completat que proporciona *jQuery geocomplete*

- ***jQuery geo i Leaflet.***

Tal com ja s'ha comentat en la descripció del projecte d'aquest document, *jQuery geo* i *Leaflet* son dues llibreries Javascript que permeten visualitzar, configurar, i gestionar dades geogràfiques del mapes. A més, és possible afegir capes amb punts ressaltats, comentaris, imatges, etc. tal i com es pot observar en l'exemple següent:



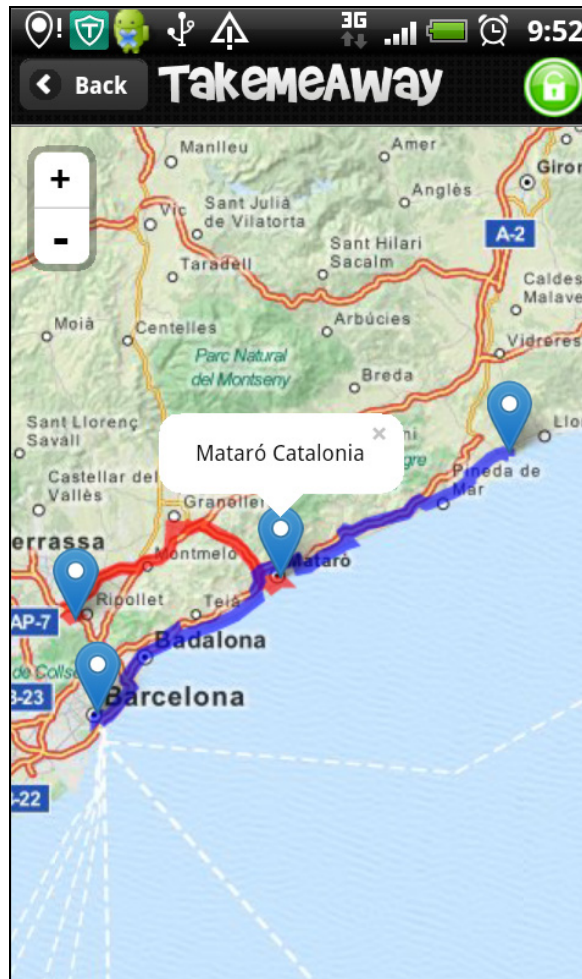
Il·lustració 37. Captura de pantalla d'un mapa Leaflet amb una localització remarcada.

- ***MapQuest***

MapQuest és un programa americà de mapatge Web, propietat de AOL. En els darrers anys, han posat a la disposició dels programadors web tres dels seus principals serveis més populars - mapes, geocodificació i rutes (en versió beta). D'aquesta manera els desenvolupadors disposen d'un plugin amb el qual poden integrar fàcilment serveis de *MapQuest* en aplicacions basades en *Leaflet*.

La decisió d'utilitzar el servei de *mapQuest* per a la visualització de rutes ha estat deguda a que les llibreries de *Leaflet*, que també contenen un mòdul de rutes, no funcionen correctament en el navegador integrat dels dispositius mòbils ja que s'ha detectat una important pèrdua de dades a mesura que l'usuari es mou pel mapa, deixant espais sense renderitzar. A més, aquest problema augmentava si es pretenia visualitzar més d'una ruta al mateix mapa.

A continuació es mostra una captura en la que es visualitzen les dues rutes trobades en una cerca a 5 Km. de Mataró.



Il·lustració 38. Rutes 1 i 2 visualitzades al mapa.

Finalment, aquest *plugin* també s'utilitza per treballar conjuntament amb el GPS del mòbil i Phonegap per tal de poder esbrinar la posició geogràfica del dispositiu client i, d'aquesta manera, mostrar-lo de manera predeterminada com a punt d'origen a l'hora de buscar rutes, tal i com es mostra en la següent il·lustració del formulari de cerca:



I will specify the destination:

Yes

Enable route combination:

No

Origin Address

Carrer Víctor Català, 2, 08290 Sardañola del

Destination Address

Escriba una dirección

Search Radius (Km.)

50

Find it!

Home Routes Friends Settings

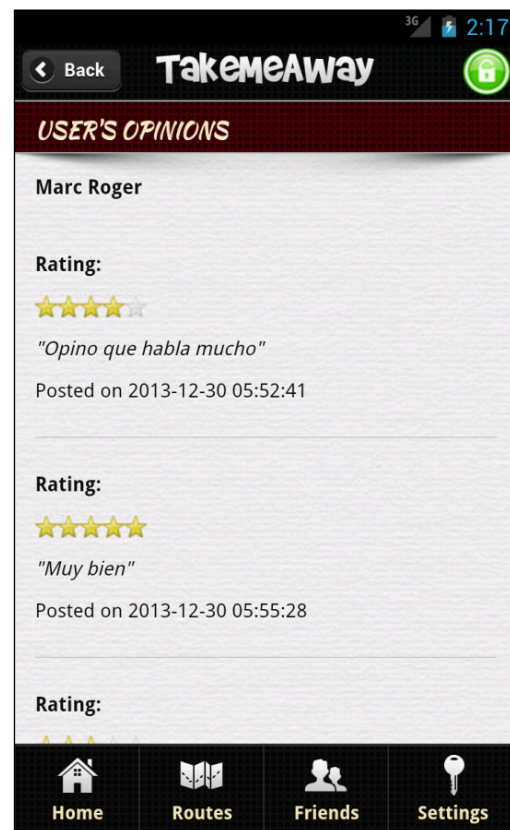
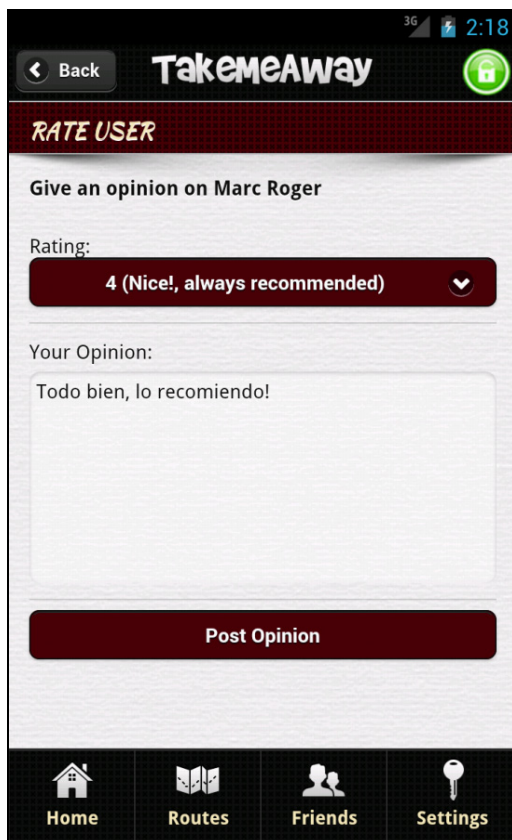
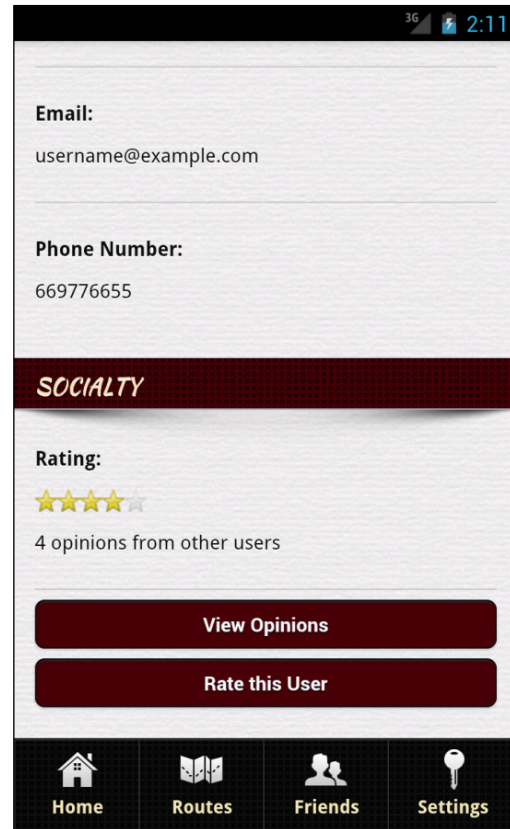
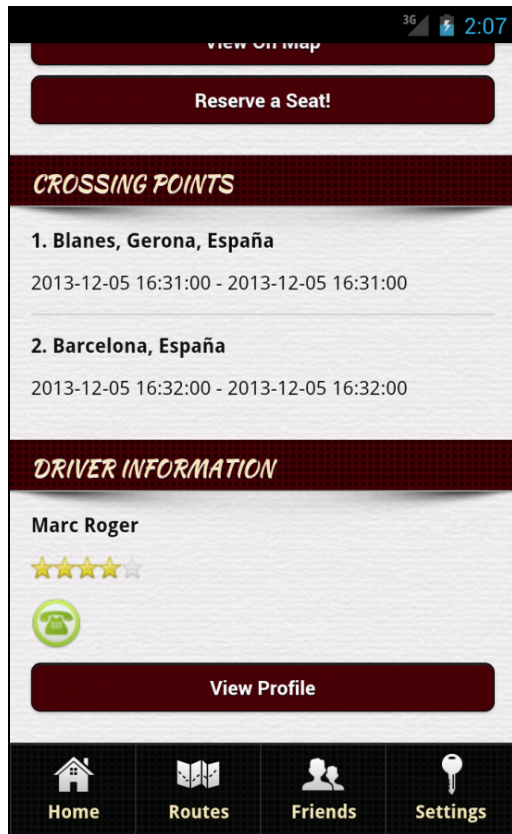
Il·lustració 39. Captura del formulari de cerca, on la direcció d'origen és la retornada pel GPS del dispositiu.

Implementació de les funcions de *Crowdsourcing*

Tal i com s'ha planificat de bon principi, el desenvolupament final del projecte ha estat la funcionalitat de *crowdsourcing* que permet valorar als usuaris tant en el rol de conductor com en el rol de passatger.

Cal destacar que aquesta funcionalitat no es veu implementada al video de demostració de la presentació virtual per que s'ha desenvolupat després de gravar-la, ja que existia certa inseguretats de poder arribar a la data límit. De totes maneres, és possible visualitzar i provar les funcions de *crowdsourcing* a través de la aplicació inclosa en l'entrega final del projecte.

A continuació es mostra com l'aplicació mostra la valoració dels diferents usuaris, el formulari de inserta opinió i la possibilitat de visualitzar tots els comentaris referents a un usuari:



Il·lustració 40. Visualització de la valoració de l'usuari Marc Roger.

Resultats obtinguts

Un cop finalitzat el projecte, es pot dir que s'ha aconseguit el següent:

- Desenvolupar un servidor al núvol funcional
- Desenvolupar una aplicació client funcional.
- Comunicar i sincronitzar aquests els subsistemes anteriors.
- Crear un Sistema escalable, flexible i mantenible.
- Treballar amb les tecnologies i programari planificats.
- Desenvolupar amb èxit totes les funcionalitats planificades en el temps establert.

Conclusió

Per acabar, les conclusions que s'han extret en la realització del TFM són les següents:

- S'han assolit correctament tots els objectius del projecte.
- La fusió de la computació al núvol amb la mòbil expandeix les possibilitat de cadascuna per separat i és un referent de futur.
- Existeixen una sèrie d'eines de visualització de mapes de codi obert molt potents i amb moltes possibilitats per el futur de l'aplicació.
- TakeMeAway, tot i estar en fase beta, és més funcional i retorna millors resultats que les aplicacions dels competidors.

El futur d'aquest projecte passa per implementar noves funcionalitats com:

- Seguir treballant en millorar la interfície i la usabilitat del Sistema.
- Perfeccionar algoritmes de cerca de rutes.
- Ampliar les possibilitats de la xarxa crowdsourcing.
- Incorporar eines de comunicació entre usuaris, tant de missatgeria con de veu.

Bibliografia

Enllaços electrònics

- **ISPAMAT. Aplicación móvil: ¿Web o nativa?**
[en línia]. <http://ispamat.wordpress.com/2007/05/09/aplicacion-movil-%C2%BFweb-o-nativa/>
- **Adictos Al Trabajo. PHP vs Java.**
[en línia]. <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=PHPVsJava>
- **DanielPecos. PostGreSQL vs. MySQL.**
[en línia]. http://danielpecos.com/docs/mysql_postgres/
- **AML Code. Comparison: App Inventor, DroidDraw, Rhomobile, PhoneGap, Appcelerator, WebView, and AML.**
[en línia]. <http://www.amlcode.com/2010/07/16/comparison-appinventor-rhobile-phonegap-appcelerator-webview-and-aml/>
- **techWEEK. Ventajas y desventajas de la virtualización**
[en línia]. <http://www.techweek.es/virtualizacion/tech-labs/1003109005901/ventajas-desventajas-virtualizacion.1.html>
- **E-Soft. ¿Qué ventajas tienen las máquinas virtuales (VM)?**
[en línia]. <http://www.e-soft.es/sistemas-informaticos.php?id=42&pag=ventajas-virtualizacion-maquinas-virtuales-vm>
- **Carluys Blog. Encriptar contraseñas y hacerlas más seguras con PHP**
[en línia]. <http://carluys.blogspot.com.es/2012/12/encriptar-contrasenas-y-hacerlas-mas.html>
- **Eclipse.**
[en línia]. <http://www.eclipse.org/>
- **Phonegap.**
[en línia]. <http://phonegap.com/>
- **Motorola Solutions. RhoMobile.**
[en línia]. <http://www.motorolasolutions.com/RhoMobile>
- **OpenStreetMap.**

[en línia]. <http://www.openstreetmap.es/>

- **jQuery Geo.**

[en línia]. <http://jquerygeo.com/>

- **Leaflet.**

[en línia]. <http://leafletjs.com/>

- **MapQuest.**

[en línia]. <http://developer.mapquest.com/>

- **Mobilize.**

[en línia]. <http://themeforest.net/item/mobilize-touch-optimized-mobile-template/discussion/1712565>

- **Carpooling®.**

[en línia]. <http://www.carpooling.es/>

- **Wikipedia. AJAX.**

[en línia]. <http://es.wikipedia.org/wiki/AJAX>

- **Wikipedia. JSON.**

[en línia]. <http://es.wikipedia.org/wiki/JSON>

- **Wikipedia. Brute Force.**

[en línia]. http://es.wikipedia.org/wiki/Ataque_de_fuerza_bruta

ANNEX I – Codi MYSQL del model de dades

```
drop table if exists COORDINATE;

drop table if exists CROSSINGPOINT;

drop table if exists LOGIN_ATTEMPTS;

drop table if exists REVIEWONUSER;

drop table if exists ROLE;

drop table if exists ROUTE;

drop table if exists SHAREDTRIP;

drop table if exists TMA_USER;

drop table if exists USER_ROLE;

drop table if exists USER_VEHICLE;

drop table if exists VEHICLE;

drop table if exists VEHICLETYPE;

drop table if exists USERSESSION;

/*=====*/
/* Table: COORDINATE */
/*=====*/
create table COORDINATE
(
  ID          int8 not null AUTO_INCREMENT,
  LONGITUDE   real not null,
  LATITUDE    real not null,
  primary key (ID)
);

/*=====*/
/* Table: CROSSINGPOINT */
/*=====*/
create table CROSSINGPOINT
(
  ID          int8 not null AUTO_INCREMENT,
  POINTORDER  int not null,
  TITLE       varchar(25),
  ARRIVETIME  timestamp not null,
  DEPARTTIME  timestamp not null,
  IDROUTE     int8 not null,
  LOCATION    int8 not null,
  primary key (ID)
);

/*=====*/
/* Table: LOGIN_ATTEMPTS */
/*=====*/
```

```
/*=====*/
create table LOGIN_ATTEMPTS
(
  IDUSER      int8 not null,
  REGISTRATIONDATE  timestamp not null,
  LASTLOGIN   timestamp not null,
  TIME        varchar(50) not null,
  primary key (IDUSER, REGISTRATIONDATE, LASTLOGIN, TIME)
);

/*=====*/
/* Table: REVIEWONUSER */
/*=====*/
create table REVIEWONUSER
(
  ID          int8 not null AUTO_INCREMENT,
  IDUSERWHOREVIEWS  int8 not null,
  IDUSERWHOSREVIEWED int8 not null,
  IDROLEOFREVIEWEDUSER int8 not null,
  REVIEW      varchar(250) not null,
  RATING      int not null,
  DATE        timestamp,
  primary key (ID)
);

/*=====*/
/* Table: ROLE */
/*=====*/
create table ROLE
(
  ID          int8 not null,
  NAME        varchar(50) not null,
  primary key (ID)
);

/*=====*/
/* Table: ROUTE */
/*=====*/
create table ROUTE
(
  ID          int8 not null AUTO_INCREMENT,
  IDUSER      int8 not null,
  NAME        varchar(25) not null,
  DESCRIPTION  varchar(200) not null,
  STARTDATETIME  timestamp not null,
  ENDDATETIME   timestamp not null,
  AVAILBLESEATS  int not null,
  IDVEHICLE    int8,
  primary key (ID)
);

/*=====*/
/* Table: SHAREDTRIP */
/*=====*/
create table SHAREDTRIP
(
  IDUSER      int8 not null,
  IDROUTE     int8 not null,
  JOINDATE    timestamp not null,
  LEAVEDATE   timestamp not null,
  JOINLOCATION  int8 not null,
```

```
LEAVELOCATION int8 not null,  
primary key (IDUSER, IDROUTE)  
);  
  
/*=====*/  
/* Table: TMA_USER */  
/*=====*/  
create table TMA_USER  
(  
ID int8 not null AUTO_INCREMENT,  
NAME varchar(50) not null,  
SURNAME1 varchar(50) not null,  
SURNAME2 varchar(50),  
EMAIL varchar(50) not null,  
PASSWORD char(128) not null,  
PHONE varchar(50) not null,  
REGISTRATIONDATE timestamp not null,  
LASTLOGIN timestamp not null,  
SALT char(128) not null,  
primary key (ID)  
);  
  
/*=====*/  
/* Table: USER_ROLE */  
/*=====*/  
create table USER_ROLE  
(  
IDUSER int8 not null,  
IDROLE int8 not null,  
primary key (IDUSER, IDROLE)  
);  
  
/*=====*/  
/* Table: USER_VEHICLE */  
/*=====*/  
create table USER_VEHICLE  
(  
IDUSER int8 not null,  
IDVEHICLE int8 not null,  
primary key (IDUSER, IDVEHICLE)  
);  
  
/*=====*/  
/* Table: VEHICLE */  
/*=====*/  
create table VEHICLE  
(  
ID int8 not null AUTO_INCREMENT,  
REGISTRATIONNUMBER varchar(15) not null,  
MODEL varchar(25),  
DESCRIPTION varchar(250),  
SEATNUMBER int not null,  
TYPE int8 not null,  
primary key (ID)  
);  
  
/*=====*/  
/* Table: VEHICLETYP */  
/*=====*/  
create table VEHICLETYP  
(
```

```

ID          int8 not null,
NAME        varchar(25) not null,
primary key (ID)
);

drop table if exists USERSESSION;

/*-----*/
/* Table: USERSESSION */
/*-----*/
create table USERSESSION
(
SESSION_ID  varchar(255) not null,
SESSION_DATA varchar(255),
SESSION_EXPIRE timestamp,
SESSION_UPDATED timestamp,
USER_ID     int8,
USER_IP     varchar(64),
USER_AGENT  varchar(255),
primary key (SESSION_ID)
);

alter table USERSESSION add constraint FK_REFERENCE_19 foreign key (USER_ID)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table CROSSINGPOINT add constraint FK_REFERENCE_10 foreign key (LOCATION)
references COORDINATE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table CROSSINGPOINT add constraint FK_REFERENCE_9 foreign key (IDROUTE)
references ROUTE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table LOGIN_ATTEMPTS add constraint FK_REFERENCE_6 foreign key (IDUSER)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table REVIEWONUSER add constraint FK_REFERENCE_1 foreign key (IDUSERWHOSREVIEWED)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table REVIEWONUSER add constraint FK_REFERENCE_2 foreign key (IDUSERWHOREVIEWS)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table REVIEWONUSER add constraint FK_REFERENCE_5 foreign key (IDROLEOFREVIEWEDUSER)
references ROLE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table ROUTE add constraint FK_REFERENCE_18 foreign key (IDVEHICLE)
references VEHICLE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table ROUTE add constraint FK_REFERENCE_8 foreign key (IDUSER)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table SHAREDTRIP add constraint FK_REFERENCE_14 foreign key (IDROUTE)
references ROUTE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table SHAREDTRIP add constraint FK_REFERENCE_15 foreign key (IDUSER)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table SHAREDTRIP add constraint FK_REFERENCE_16 foreign key (JOINLOCATION)
references COORDINATE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table SHAREDTRIP add constraint FK_REFERENCE_17 foreign key (LEAVELOCATION)
references COORDINATE (ID) on delete restrict on update restrict;

```

```
alter table USER_ROLE add constraint FK_REFERENCE_3 foreign key (IDUSER)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table USER_ROLE add constraint FK_REFERENCE_4 foreign key (IDROLE)
references ROLE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table USER_VEHICLE add constraint FK_REFERENCE_12 foreign key (IDUSER)
references TMA_USER (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table USER_VEHICLE add constraint FK_REFERENCE_13 foreign key (IDVEHICLE)
references VEHICLE (ID) on delete restrict on update restrict;

alter table VEHICLE add constraint FK_REFERENCE_11 foreign key (TYPE)
references VEHICLETYPE (ID) on delete restrict on update restrict;
```