

WEBAPP PRIVADA PER LA REDUCCIÓ DE LA PETJADA DE CARBONI A TRAVÉS DEL COMPARTIMENT DE COTXE (BICAR)

Carles Marcilla Barbero

Resum — Boehringer Ingelheim S.A., situada a Sant Cugat del Vallès, és una empresa farmacèutica de propietat familiar independent, molt compromesa amb la protecció mediambiental. Si més no, els treballadors i treballadores tenen un ventall d'opcions de transport limitat, i una gran part utilitzen el cotxe com a mitjà per anar a les oficines. Com a solució, integrar una webapp a través de SAP Business Application Studio (BAS) per l'ús de cotxe compartit, facilitant la interconnexió dels usuaris a partir d'aspectes en comú com la seva ruta i/o l'horari laboral, i amb incentius econòmics per als conductors segons el nombre d'ocupants de l'empresa, que conseqüentment, reduirà la petjada de carboni de l'empresa i dels usuaris.

Paraules clau — Webapp, JavaScript, SAP BAS, SAPUI5, Localització, CO₂, Boehringer Ingelheim (BI), APIs, Sandbox, NodeJS, Petjada de Carboni, Cotxe...

Abstract — Boehringer Ingelheim S.A., located in Sant Cugat del Vallès, is an independent family-owned pharmaceutical company, very committed to environmental protection. Nevertheless, workers have a limited range of transport options, and a large part of them use a car for going to the office. As a solution, integrating a webapp through SAP Business Application Studio (BAS) for the use of a shared car, facilitating the interconnection of users based on common aspects such as their route & working hours, and with economic incentives for drivers according to the number of worker occupants, which consequently, will reduce the carbon footprint of the company and users.

Index Terms — Webapp, JavaScript, SAP BAS, SAP UI5, Geolocation, CO₂, Boehringer Ingelheim (BI), APIs, Sandbox, NodeJS, Carbon footprint, Car...

1. INTRODUCTION

Boehringer Ingelheim S.A., amb seu a Sant Cugat del Vallès, es distingeix com una empresa farmacèutica de propietat familiar amb un ferm compromís cap a la protecció del medi ambient. Tot i la seva dedicació ambiental, enfronta desafiaments quant a les opcions de transport sostenible per al seu personal. Molts empleats depenen de l'ús de vehicles particulars per als seus desplaçaments diaris a la feina, cosa que incrementa les emissions de carboni i afecta la qualitat ambiental. Aquest és un exemple clar dels problemes que es detecten en molts polígons industrials, especialment en relació amb la mobilitat i el transport públic.

Per abordar aquesta situació, es proposa integrar una aplicació web mitjançant SAP Business Application Studio (BAS). Aquesta eina busca facilitar un sistema de cotxe compartit entre els treballadors, connectant usuaris amb rutes i horaris similars. A més, s'estableixen incentius econòmics per als conductors basats en el nombre d'ocupants, promovent així el car-sharing i una reducció significativa de les emissions individuals de carboni. La creació d'aquesta aplicació ajudaria a reduir la manca d'accés a aquests llocs i mitigaria els

problemes associats. Aquesta iniciativa no sols s'alinea amb els valors ecològics de Boehringer Ingelheim S.A., sinó que també impulsa pràctiques de mobilitat més sostenibles i responsables entre els seus empleats.

2. STATE OF ART

I. Estudi de mercat

La finalitat d'aquest estudi de mercat és analitzar les eines, en aquest cas aplicacions, ja existents, que formen part dels fonaments que s'han utilitzat a l'hora d'implementar aquest projecte. Aquesta reflexió també serveix per tenir referències, tant positives com negatives, de la "competència". En aquest sentit, cal deixar clar que l'entorn d'aquesta app és íntegrament privat, i que per tant les competències de mercat no hi seran, no obstant, a nivell productiu cal analitzar les alternatives actuals per tal de constatar els aspectes en comú i/o diferencials amb el projecte. Les aplicacions que es descriuen a continuació, es basen en una premissa en comú: l'oferiment de dos tipus de usuaris, el que ofereix plaça de

cotxe i el passatger que busca una plaça. Per tal de oferir una explicació objectiva i coherent, s'ha decidit fer una descàrrega de cada una d'elles i una compte d'usuari per tal d'utilitzar-la. Evidentment, l'experiència d'ús queda descartada degut a que no resulta viable realitzar un viatge amb cadascuna d'elles, si més no, d'aquesta manera és possible conèixer de primera mà les seccions i eines que es disposen.

Aplicació	Funcionalitat principal	Aspectes diferencials
BlaBlaCar	Viatges entre ciutats de forma ocasional.	Possibilitat de valorar l'experiència, crear alertes per a viatges no trobats, i missatgeria entre usuaris per detalls del viatge.
Amovens	Viatges diaris i possibilitat de llogar vehicles.	Integra servei de renting de vehicles, sistema de punts intercanviables per rentings o viatges gratuïts.
Journify	Contacte per a estudiants universitaris per a viatges diaris.	Necessitat d'introduir horaris de sortida i tornada per a cada dia de la setmana, detalls del model del cotxe i preu per plaça. Només disponible a través de l'app mòbil.
HoopCarpool	Serveis per a grans grups privats com empreses i universitats.	Calcula automàticament el preu dels viatges, ofereix un viatge gratuït per cada cinc realitzats, emmagatzematge de viatges per registre d'usuaris.
Amicoche	Viatges compartits amb exposició a publicitat.	Sense comissions d'ús gràcies al finançament mitjançant publicitat, però sense valor afegit destacat.
Cotxe-Compartit UAB	Servei per a estudiants de la Universitat Autònoma de Barcelona.	No hi ha intercanvi econòmic ni comissions, política de privacitat i protecció de dades destacada, possibilitat d'optar a viatges sostenibles amb costos coberts.

Figura I. Taula d'anàlisi de mercat: Alternatives actuals.
Elaboració pròpia

Aquesta taula compara diverses aplicacions de mobilitat compartida, cadascuna amb funcionalitats i característiques úniques. BlaBlaCar s'enfoca en viatges interurbans ocasionals, oferint valoracions dels usuaris, alertes per viatges no trobats, i una missatgeria per detalls del viatge, destacant la seva capacitat de personalització de l'experiència de l'usuari. Amovens integra serveis de viatges diaris i lloguer de vehicles, amb un sistema de punts que es poden intercanviar per rentings o viatges gratuïts, aportant una solució de mobilitat completa. Journify està dissenyada per a estudiants universitaris, exigint la introducció d'horaris de sortida i tornada per a cada dia de la setmana, detalls del model del cotxe i preu per plaça, i està disponible exclusivament com a aplicació mòbil, centrant-se en la comunitat estudiantil. HoopCarpool es dirigeix a grans grups privats com empreses i universitats, calculant automàticament el preu dels viatges i oferint un viatge gratuït per cada cinc realitzats, amb una funcionalitat d'emmagatzematge de viatges per registre d'usuaris. Amicoche utilitza un model de finançament basat en publicitat per eliminar comissions d'ús, però manca de valor afegit destacat en termes de funcionalitats. Finalment, Cotxe-Compartit UAB és un servei específic per a estudiants de la Universitat Autònoma de Barcelona, sense intercanvi econòmic ni comissions, amb una política de privacitat robusta i la possibilitat d'optar a viatges sostenibles amb costos coberts, destacant-se per la seva orientació cap a la sostenibilitat i la protecció de dades.

II. Tecnologies per al desenvolupament

Un cop observades les alternatives actuals al mercat, es moment de presentar quines tecnologies seran utilitzades en aquest projecte per al desenvolupament de la webapp Bicar:

a. Eines globals:

Aquest apartat descriu les plataformes i eines d'àmbit general utilitzades en el desenvolupament del projecte, les quals proporcionen col·laboració, control de versions i entorns de desenvolupament.

GITHUB

Plataforma en línia que permet als usuaris col·laborar en projectes de software. És com una xarxa social per a programadors i desenvolupadors, amb eines per emmagatzemar, compartir i treballar amb el codi font dels seus programes. De igual manera, la plataforma porta a terme un control de versions, és a dir, que habilita el seguiment dels canvis realitzats al llarg del temps. En aquest cas, el projecte s'ha ajudat d'aquesta plataforma per poder mantenir un historial de versions, i simultàniament, tenir una còpia de seguretat en ell.

VISUAL STUDIO CODE

Editor de codi font gratuït i de codi obert desenvolupat per Microsoft. Es una eina molt popular utilitzada per programadors per escriure i editar codi en múltiples llenguatges de programació. És per això, que el desenvolupament de codi s'ha portat a terme parcialment amb aquesta tecnologia, ja que l'aplicació pot ser descarregada i utilitzada sense internet.

SAP BUSINESS TECHNOLOGY PLATFORM (BTP)

Plataforma cloud desenvolupada per SAP, que ofereix un conjunt de serveis i eines per crear, integrar i estendre aplicacions empresarials. Dins d'aquesta es troba SAP Business Application Studio (BAS) que es tracta d'un entorn de desenvolupament cloud que dona a programadors una gran varietat d'eines per crear i personalitzar aplicacions empresarials. Mitjançant l'ús d'aquesta, s'ha executat gran part del codi del projecte, ja que tot l'entorn tecnològic relacionat amb la planificació de recursos empresarials a Boehringer Ingelheim és troba a SAP. Això ajuda a la interconnexió de diferents projectes i a una accessibilitat global per a tots els treballadors i treballadores.

b. Tecnologies i llenguatges de programació

En aquesta secció es detallen les tecnologies específiques i els llenguatges de programació utilitzats per desenvolupar la funcionalitat de la webapp, tant pel front-end com pel back-end.

JAVASCRIPT

Llenguatge de programació utilitzat principalment per crear interactivitat en pàgines web. Destaca per la seva versatilitat i compatibilitat. Pot ser executat en qualsevol navegador web, i simultàniament, pot ser utilitzat pel desenvolupament d'aplicacions mòbils, servidors i aplicacions d'escriptori. Les seves capacitats són múltiples, tot i que principalment permet agregar funcionalitats i comportaments dinàmics a les pàgines webs, a més de tenir accés a una gran quantitat de biblioteques i frameworks. Com a entorn d'execució per la webapp s'ha utilitzat Node JS, basat en el motor JavaScript que ha permès desenvolupar totes les parts que componen l'aplicació web: clients, API REST i servidor, a més de gestionar de manera conjunta tant el front-end de l'aplicació com el back-end.

SAP UI5

Framework de desenvolupament d'aplicacions web basat en Javascript. Dissenyat per crear aplicacions web empresarials que s'utilitzen en entorns SAP, i proporciona una ampla gama de components i eines per facilitar el desenvolupament d'interfícies d'usuari. Els frameworks solen basar-se en el patró MVC (model vista-controlador) que ajuda a que l'aplicació tingui una estructura molt més robusta. En aquest cas, s'ha utilitzat SAP UI5 demo kit, on es troba tota la documentació de les eines i objectes que es poden utilitzar per el front-end.

SAP CAP

SAP Cloud Application Programming Model és un conjunt d'eines de SAP per al desenvolupament d'aplicacions al núvol. Basat en Domain-Driven Design (DDD) que permet als desenvolupadors definir i modelar la seva lògica de negoci de manera estructurada, i estretament integrat amb SAP HANA, la base de dades in-memory de SAP. Està dissenyat per ajudar els desenvolupadors a construir aplicacions escalables i basades en el núvol utilitzant Node.js. Per aquest projecte, ha sigut de gran ús la documentació de *SAP CAP*, ja que s'ha utilitzat per la creació i execució del back-end.

c. Altres recursos utilitzats:

Aquest últim presenta recursos addicionals que s'han utilitzat en el procés de desenvolupament, especialment en el disseny i prototipatge de la interfície d'usuari.

FIGMA

Eina de disseny d'interfícies d'usuari basada en la web que permet als equips de disseny i desenvolupament reproduir el que volen portar a terme. És especialment útil per als desenvolupadors perquè permet col·laborar amb altres en temps real, permet inspeccionar i observar detalls del disseny per després introduir-los, tal com CSS, i evidentment permet una infinitat de funcionalitat que ajuden a la interactivitat i la creació de prototips de pàgines web. Per aquest treball, s'ha utilitzat FIGMA per reproduir com seria el disseny visual i relacional de l'aplicació Bicar.

III. Anàlisi de la mobilitat:

Un cop definides les eines per la nostra aplicació, s'ha d'analitzar l'entorn físic en què es vol portar a terme. En aquest cas Boehringer Ingelheim S.A té les seves oficines a Sant Cugat del Vallés, exactament al Prat de la Riba, 50, en un polígon industrial anomenat "Can Mates" que es troba rodejat d'altres polígons industrials com "Sant Mamet" i "Can Sant Joan". Segons *Cebollada, À. & Avellaneda, P. (2007)*, les zones industrials acostumen a tenir un alt volum de tràfic gràcies al transport constant de mercaderies, vehicles i treballadors.

A més, moltes d'aquestes tenen un accés limitat al transport públic, ja que s'acostumen a trobar en àrees remotes o allunyades dels centres urbans. En conseqüència, les àrees industrials solen generar alts nivells d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, i això repercuteix en una pitjor qualitat de

l'aire i una pitjor salut de les persones que treballen en l'entorn. Si més no, al ser espais d'alta activitat productiva i econòmica, s'acostumen a instal·lar en llocs estratègicament òptims, tal i com és el cas.

A través del transport privat, trobem en menys d'un minut la C-16, una autopista que comença a la Via Augusta a Barcelona, i finalitza a "Berga sud". És una de les autopistes més utilitzades pels habitants de l'àrea metropolitana de Barcelona, igual que l'AP-7, que també es troba al voltant de 5 minuts, de forma paral·lela a aquesta localització, i que connecta tot l'eix mediterrani. Per altra banda, tenim l'autovia A2 que connecta Madrid/Barcelona i que passa gairebé al costat de les oficines. Altres carreteres secundàries a Sant Cugat, que tenen connexió tot i que més lluny, són la carretera Rabassada i de Vallvidrera, que provenen de Barcelona. Pel que fa el transport públic, *Cebollada, À. & Avellaneda, P. (2007)* ja ho esmenten: "El transporte público y las otras formas de transporte colectivo han quedado relegados a un papel secundario cuando no directamente marginal: la mitad de los polígonos de la Región Metropolitana de Barcelona no cuentan con ningún tipo de parada o estación de transporte público a una distancia inferior de 1500 metros (PIRMB, 2003) y sólo el 10,3% de ellos (y el 7,4% de los de Cataluña) tienen al menos una empresa que ofrezca un servicio de transporte colectivo propio". A nivell ferroviari, la estació més propera des de les oficines (20 minuts caminant) és la parada de Mira-Sol que connecta amb la línia S1 de Barcelona-Terrassa. Com alternatives, existeixen altres connexions ferroviàries, tot i que molt més allunyades de les oficines, com és el cas de la S2, S5, S6 i R4 de Renfe.

Segons el *Pla director de la Mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona*, "en empreses localitzades en polígons sense una bona oferta de TPC es pot plantejar l'opció del vanpool com a mode de transport d'accés a la feina, sempre que hi hagi un nombre mínim de persones que visquin al mateix municipi i comparteixin torn de treball. El vehicle el pot facilitar un operador extern, que rep una quota mensual per vehicle (per part de l'empresa i del treballador) en funció del quilometratge realitzat, i conduït per un dels propis treballadors, que també rebria una compensació (pex, possibilitat d'utilitzar el vehicle durant el cap de setmana, en base a unes condicions pactades prèviament amb l'operador i l'empresa)". Aquesta idea no s'escapa gaire del propi projecte, ja que tot i no tractar-se d'una empresa externa la que gestiona aquest transport, es basa en donar una eina per conformar grups de treballadors que es mobilitzin conjuntament.

Boehringer Ingelheim és molt conscient d'aquesta situació, i per això ofereix als seus treballadors un bus llançadora cada 15 minuts a l'estació de Valldoreix que connecta amb la línia S1 i S2, que fa Barcelona-Terrassa/Sabadell. Addicionalment, l'empresa ofereix una línia de bus de Barcelona-oficina amb 11 parades al voltant de Barcelona centre, i un servei de contacte per a taxis d'origen extern per a ús esporàdic. Al tenir aquest ventall d'opcions disponibles, es pot pensar que la majoria de treballadors de Boehringer Ingelheim utilitza el transport públic, ja que actualment la societat està molt ben conscienciada dels impactes negatius del transport privat i el seu paper en problemes com el canvi climàtic, entre altres. Però

la realitat és molt diferent. Segons dades internes, hi ha un total de 1753 treballadors a Boehringer Ingelheim Sant Cugat, i en el mes de març, s'han comptabilitzat en el pàrquing de vehicles automòbils que té Boehringer Ingelheim un total de 979. Això significa que un 56% dels treballadors utilitzen el transport privat, tot i les opcions anteriorment esmentades. Hagués estat ideal fer una caracterització de l'origen dels treballadors per així classificar les procedències i entendre més sobre el patró de comportament, per després aplicar mesures molt més detallades i efectives, però la curta durada del treball i la poca informació interna sobre aquest assumpte, ha fet descartar aquesta activitat.

Si ens focalitzem més en la relació de la mobilitat i l'ús de les aplicacions de cotxe compartit, existeix un estudi sobre les plataformes de ridesharing en línia i els factors i barreres que afecten (Mitropoulos et al.). En aquest, es reconeix inicialment que els estudis sobre optimització i algorismes d'emparellament s'han d'abordar per separat, centrant-se en els aspectes de programació i tecnologia. Si més no, l'estudi va realitzar una revisió exhaustiva que va incloure 56 publicacions, de les quals es van extreure els factors que afecten el ridesharing en 32 d'elles. Els resultats poden ser útils per als proveïdors de serveis de car sharing i els planificadors de transport en dissenyar i implementar serveis exitosos a partir dels anàlisis portats a terme en aquesta recerca. L'estudi afirma que hi ha diverses barreres perquè el fenomen anomenat "car sharing" sigui efectiu. Aquestes es divideixen en: econòmiques, empresarials, tecnològiques, de comportament i legislatives.

Sobre l'aspecte econòmic, es parla sobre la importància del temps i el cost per tal de maximitzar l'ús dels usuaris. Pel primer, es relaciona amb el temps requerit per crear un compte, buscar i trobar un viatge, i el que després es tarda en agafar-lo. Pel segon, es basa més en el preu del carburant (petroli o dièsel) i el consum del vehicle per quilòmetre. En aquest sentit, la investigació senyala que per als usuaris que busquen flexibilitat, i per tant, una trobada instantània, resulta convenient la reserva de forma eventual, ràpida i senzilla. En l'apartat empresarial, es senyala que l'ideal és integrar diferents models de negoci per generar un retorn econòmic, ja sigui comissions per reserva, per publicitat, o per ús de l'app. Destaca la importància de focalitzar-se en objectius comunitaris i categoritzar les necessitats dels usuaris segons la localització on es troben. Pel que fa la barrera tecnològica, la investigació declara que la sofisticació de l'algoritme de trobada d'usuaris afecta la participació dels mateixos. A més, es destaca la importància de l'anàlisi i la privacitat de les dades dels usuaris, que es porta a terme dins de l'aplicació. Seguidament, es destaca que la integració de la informació de l'usuari amb altres bases de dades i la incorporació de plataformes de xarxes socials pot millorar la credibilitat i la confiança. En quant a barreres del comportament, l'estudi afirma que factors com la seguretat, la confiança i altres consideracions socials com són les connexions interculturals tenen un pes enorme en les decisions dels usuaris per optar a utilitzar els serveis de car sharing. Novament, es fa referència a la falta de flexibilitat i/o la inseguretat a les condicions del viatge, que impacten en l'èxit d'aquest. Finalment, les barreres

legislatives parlen sobre l'absència de lleis per al compartiment de cotxe a l'entorn de la Unió Europea, i que la creació d'aquestes seria crucial per la integració de noves solucions de transport dins del car sharing.

Sembla doncs haver arguments suficients per la creació d'aquesta webapp per a Boehringer Ingelheim. En primer lloc, dotar d'una eina extra a l'empresa per minimitzar la seva petjada de carboni associada i la reafirmar com una empresa responsable amb el medi ambient i la mobilitat sostenible. En segon lloc, al ser un entorn privat empresarial, els usuaris poden tenir una gran sensació de seguretat pel que fa al tractament i privacitat de dades, i assegurar a l'usuari una interconnexió cultural amb els altres companys en el moment de la recerca del compartiment de cotxe. Això pot fer veure al "client potencial" com un entorn segur per a mobilitzar-se a la feina, ja que pot conèixer amb qui va (relació interpersonal amb punts en comú), i amb la tranquil·litat de si passa alguna cosa no desitjada, té les seves dades protegides per l'empresa (sentiment de pertinença) i un canal on l'escoltaran i l'atendran immediatament. En tercer lloc, l'ús de l'aplicació és completament flexible i ràpid, ja que s'hauran d'introduir únicament les dades sobre el viatge de l'usuari cada dia que es vulgui fer ús del servei. Això vol dir que no s'emmagatzema cap rutina, i dona facilitat als usuaris perquè puguin tenir més flexibilitat, alternant en els seus modes de transport, fet que ajudarà més a captar "clients potencials". Quart i últim lloc, l'aspecte diferencial de l'app, al ser proveïda per l'empresa, no existeix cap cost econòmic pels acompanyants, ni cap comissió per part de l'empresa a l'hora de fer ús. Únicament es portarà un registre dels usuaris que cedeixen el seu cotxe com a conductors, per conèixer la seva ruta inicial, i a partir d'aquí conèixer l'estalvi ambiental (petjada de carboni inicial – petjada de carboni amb els acompanyants) que ha produït aquest treballador al compartir el cotxe, i amb això l'empresa podrà conèixer la reducció en la petjada de carboni associada i retornar-ho amb un suplement econòmic a final de mes.

3. OBJECTIUS:

Les fites defineixen les intencions proposades abans d'iniciar el projecte i serveixen com a referència per conèixer l'èxit d'aquest. En aquest, s'ha decidit establir un únic objectiu principal, i els objectius secundaris o específics, són els que ajudaran a complementar el principal. No obstant, s'ha de mencionar que al tractar-se d'un treball d'una durada de 3 mesos, la creació i desenvolupament de l'aplicació web serà el únic procés que es portarà a terme al llarg d'aquest, per tant, els objectius i resultats es realitzen segons aquestes condicions.

L'objectiu principal d'aquest treball és obtenir una aplicació web completament funcional i així atorgar a l'empresa B.I una eina per reduir la seva petjada de carboni associada. Aquest objectiu principal engloba la idea de crear una plataforma que permeti als treballadors compartir vehicles per anar i tornar de la feina, contribuint així a una mobilitat més sostenible. Tot i això, aquest objectiu pot semblar genèric ja que el criteri per determinar el grau de funcionalitat sembla ser complex. Per aquesta raó, s'estableixen una sèrie d'objectius més específics.

Aquests tenen com a objectiu poder determinar si el principal s'ha aconseguit, i de quina manera. Tots es troben relacionats amb aspectes tècnics i la forma de programació de l'aplicació web.

1. Desenvolupar una eina per conèixer la reducció de CO2 equivalent d'un treballador conductor:

Implica la creació d'un mòdul dins de l'aplicació que pugui calcular i mostrar als usuaris la quantitat de CO2 estalviat gràcies al fet de compartir vehicle. Això permetrà als usuaris veure l'impacte positiu de les seves accions en temps real, fomentant una major participació i conscienciació mediambiental.

2. Crear un procés de "matching" per a la cerca d'usuaris afins: L'èxit de la plataforma depèn en gran mesura de la seva capacitat per connectar usuaris que tenen rutes i horaris similars.

Es centra en desenvolupar un algoritme eficient que pugui trobar i suggerir els millors "matches" basats en criteris com la proximitat geogràfica, l'horari de treball i les preferències personals.

3. Minimitzar els possibles errors que un usuari pot tenir a l'hora del registre de dades i la posterior recerca:

Basat en assegurar que la interfície de l'aplicació sigui intuïtiva i fàcil d'usar, reduint al mínim els errors d'usuari. Això inclou dissenyar formularis de registre i de cerca que siguin clars, oferir suggeriments automàtics i utilitzar validacions en temps real per evitar dades incorrectes o incompletes.

4. Emmagatzemar les distàncies per conèixer el CO2 equivalent:

Per poder calcular correctament l'impacte ambiental, és essencial tenir un registre precís de les distàncies recorregudes pels usuaris. Aquest objectiu es centra en crear una base de dades robusta que pugui emmagatzemar aquesta informació de manera eficient i segura, permetent posteriors anàlisis i reportes.

5. Elaborar un correcte seguiment per a la realització del viatge establert:

Implica desenvolupar funcionalitats que permetin als usuaris fer un seguiment dels seus viatges programats, incloent notificacions i recordatoris. Això assegura que els usuaris estiguin informats sobre els seus viatges compartits, millorant la coordinació i reduint la possibilitat de cancel·lacions o malentesos.

4. METODOLOGIA

En aquest apartat esdevé la definició de la tipologia d'execució per portar a terme l'aplicació web. En aquest cas, s'ha dividit en 3 fases que es mostren a continuació:

I. Anàlisis de requeriments (Scoping)

En aquest apartat es defineixen les bases per crear l'aplicació web. En primer lloc, s'ha d'esmentar l'arquitectura amb la qual comptarà l'app (back-end, front-end), el seu llenguatge de programació i les seves eines complementàries, per posteriorment donar un disseny conceptual de caràcter visual que permeti entendre les pestanyes de la web app i les seves interrelacions (Wireframe). Finalment, s'ha de definir explícitament les característiques de cadascuna de les pestanyes per després facilitar la seva reproducció en codi.

II. Desenvolupament de la webapp en codi (Dev)

En la segona fase, s'executa el codi per generar la web app amb tots els apartats i elements que s'hagin declarat en l'anterior fase. Simultàniament, es porta a terme una memòria que detalli el procés de creació de cadascun dels arxius per tal de constatar-ho als resultats.

III. Avaluació de les funcions de l'app i la seva interoperabilitat (User-testing)

Un cop finalitzat el procés de creació de codi, s'ha de testear la funcionalitat de cadascun dels elements que formen part de l'app per tal que l'usuari no trobi cap problema a l'hora de fer-la servir. Aquesta fase compta amb un entorn de testing, anteriorment detallat a l'arquitectura (fase 1), i dissenyat explícitament per avaluar la web app en un entorn segur per la seva integració.

5. FUNCIONALITATS

Aquesta apartat correspon a la fase 1 de la metodologia, on es dissectiona les necessitats del projecte per a la seva creació de forma pràctica. A continuació, es categoritzen i defineixen aspectes com l'arquitectura de l'aplicació, els dissenys visuals o "wireframe", així com diversos elements que són requerits a l'hora de generar una correcta funcionalitat.

I. Arquitectura

Tal com s'ha mencionat anteriorment, l'arquitectura que fan servir els frameworks de CAP i SAPUI5 són el model vista-controlador. Aquest és un patró de disseny que organitza una aplicació en tres components principals: el model, la vista i el controlador, i defineix com interactuen entre ells per mantenir una estructura organitzada, neta i amb un mínim acoblament entre capes. El model representa les dades del domini i la lògica de negoci, gestionant la persistència de dades i garantint la consistència i integritat del sistema. La vista és responsable de generar la interfície d'usuari, mostrant l'estat del model en un moment específic i proporcionant elements d'interacció com botons i formularis. El controlador actua com a

intermediari entre l'usuari i el sistema, capturant i interpretant les accions de l'usuari sobre la vista i actualitzant aquesta o interactuant amb el model segons sigui necessari. A més, transforma les dades entre la vista i el model, facilitant la comunicació i coordinació entre ambdós, i regulant la navegació i el flux d'informació en el sistema.

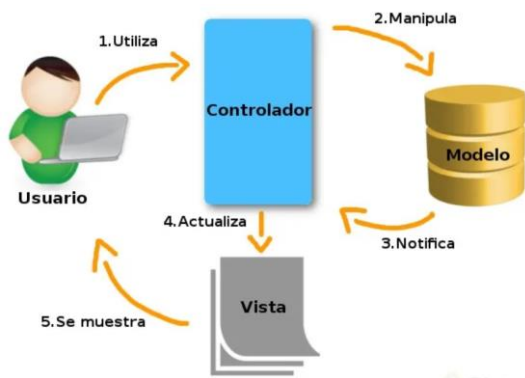


Figura II. Model vista-controlador. Extret a partir de <https://janpierrsanchez.medium.com/patron-de-arquitectura-beb747eb8f6e>

II. Requisits

Abans d'iniciar el procés de creació d'una aplicació, es defineix certs aspectes tècnics que és posteriorment s'utilitzen com els fonaments mínims perquè l'app funcioni de forma òptima. Aquests, es poden dividir per rellevància, temps de creació i nombre d'elements, i s'acostumen a categoritzar per pàgines i dificultat. Al tractar-se d'elements purament tècnics, s'ha decidit implementar-los en diverses taules que es poden trobar a l'apartat "Annexos" (vegeu Figura III, IV, V).

III. Disseny

Un wireframe o disseny conceptual acostuma a ser una imatge de referència abans d'inicialitzar un procés de creació d'una aplicació. Un cop s'han definit els requisits mínims que aquesta ha de tenir, s'utilitzen eines, com en aquest cas Figma per dibuixar una versió conceptual de com seria la visualització de l'aplicació. Igual que el subapartat de requisits, el disseny o mockups que s'han portat a terme es troben a l'apartat "Annexos" (vegeu Figura VI, VII, VIII, IX), i mostren la versió inicial del que es vol crear, a partir dels requisits establerts, i mitjançant els frameworks de SAPUI5 I SAP CAP.

6. RESULTATS

Tal com s'ha mencionat anteriorment en l'apartat dels Objectius, aquest espai tracta l'execució en ordre cronològic del desenvolupament de l'aplicació, així com els passos destacats al voltant del procés. Aquesta fase, descrita a l'apartat II de la metodologia, es caracteritza per la divisió de fases mitjançant "sprints" a partir de metodologies àgils. En cadascun d'aquests, s'especifiquen els blocs de treball que contenen les funcionalitats necessàries per a una correcta creació. El fet

d'utilitzar aquesta metodologia, és de gran ús per separar en diferents categories les bases fonamentals de l'aplicació, i això ajuda a millorar la gestió del projecte i a la interoperabilitat d'execució, ja que es permet treballar en un bloc sense haver acabat l'anterior. Tanmateix, s'ha decidit executar les tasques en el següent ordre: Webapp, API i Base de dades.

Aquesta decisió no ha sigut premeditada, i prové de la manca d'experiència a l'hora de realitzar projectes d'aquest tipus i, per tant, la falta de coneixement i experiència ha fet que aquest hagi sigut l'ordre, si més no, per futures creacions de projectes d'aquest tipus, s'ha reconegut que la creació de la base de dades, i la API són elements que faciliten molt més l'anterior apartat de la Webapp, i no en l'ordre actual.

Sprint I: Base de la Web App

El projecte sencer es troba en l'entorn SAP, per tant, la configuració s'inicialitza creant un compte en SAP (En aquest cas, B.I treballa habitualment amb SAP i aquest pas ja s'ha generat), per entrar a l'apartat SAP BTP Cockpit on es troben els comptes i subcomptes generats per l'usuari. Es genera una per habilitar l'ús de les eines i un cop creada, es fa una subscripció a SAP Business Application Studio (SAP BAS) per tal de generar un projecte full stack en el núvol. Dins d'aquest, es crea un espai de desenvolupament, anomenat p.e "Dev" on la mateixa plataforma, segons el tipus d'aplicació que vols crear, t'atorga extensions preconfigurades per la futura aplicació, com és la connexió amb SAP HANA Database Explorer, MTA Tools o Service center. Aquestes extensions ja instal·lades al projecte, faciliten futures tasques com la connexió a la teva base de dades i/o altres funcions com el desplegament sincronitzat de l'aplicació en multiplataforma (mòbil, Tablet, ordinador...). Dins de l'espai "Dev" existeix l'opció de configurar el projecte a través d'una guia. L'ús d'aquest és de menció especial, ja que dona moltes facilitats a l'usuari per configurar les bases de la seva aplicació, que en aquest cas és una Webapp. Se selecciona CAP com el model del projecte, Node.js com a entorn d'execució en el servidor per a Javascript, SAP HANA Cloud com a entorn d'execució en la base de dades, i l'autenticació de l'usuari a través de XSUAA. Finalment, es determina que es desplega el projecte mitjançant "Cloud Foundry: MTA Deployment", ja que també permet realitzar accions de configuració a través del BTP Cockpit, i no només des del entorn de desenvolupament. El nom del projecte, tal com és evident, s'anomena "Bicar" i es visualitza com una carpeta amb tot el contingut del costat del client, que conté subapartats per la web app, la base de dades, el servidor, node_modules, els estils css...

El primer pas dins d'aquesta carpeta arrel és indicar en els arxius de configuració del projecte que les peticions al servidor es realitzen a partir de la ruta "bicar/..." I que l'accés inicial del servidor és a través de la pàgina inicial (index.html). En aquest últim, es declara com a ID "sap-ui-bootstrap" per assegurar una correcta execució del SAP UI5, així com els seus recursos, estils i funcionalitats (vegeu Figura X). Novament, es declara l'accés a tots els arxius de l'aplicació a través de la ruta /bicar... i es defineix la inicialització a través del Component. És per això que seguidament es crea un arxiu anomenat "Component.js", que serveix per centralitzar la configuració i

inicialització de l'aplicació, a més de l'encaminament d'aquesta, assegurant que tots els components i recursos necessaris estiguin correctament configurats i disponibles (vegeu Figura XI). Tal com es pot observar, es menciona el `manifest.json` com a part de la metadada. Aquest arxiu, a part de contenir la configuració més detallada dels serveis, recursos, temes, i altres aspectes de l'aplicació, s'encarrega de gestionar les diferents rutes i vistes, que gràcies a la inicialització del encaminament produït al `"Component.js"`, crida a la vista `"App"` per tal d'obrir-se (vegeu Figura XII). D'aquesta manera, les bases per l'accés d'encaminament entre les pàgines a través dels recursos de SAP UI5 ja s'han configurat correctament.

Sprint II: Creació del backend

Per inicialitzar el servei CAP i així poder començar a visualitzar els canvis produïts a l'aplicació, es necessiten arxius que defineixin el model de base de dades que s'utilitza, la definició del servidor, entre altres... per tant, el primer pas és crear un `"data-model.cds"` definint les entitats que hi ha al back-end. Aquest, es troba a la carpeta `"db"`, i també compta amb la carpeta de dades on s'introdueix la mock data amb la que s'utilitzarà una representació de l'aplicació final. Les entitats que s'han decidit tenir són: `Users`, `Location` i `Trips` (vegeu Figura XIII). La primera, encarregada d'emmagatzemar els usuaris, conté propietats bàsiques com: nom, email, hora d'entrada, hora de sortida, rol... La segona, responsable d'emmagatzemar les localitzacions té propietats com el nom, el tipus (origen o destí), latitud, longitud... i finalment l'entitat de `Trips`, que tracta sobre la sol·licitud de peticions de transport, conté atributs com l'estat (pendent, acceptada, denegada) i l'emissari i remitent. Cal mencionar, però, que existeixen interrelacions entre les entitats per tal d'assegurar una correcta lògica de l'aplicació. Per exemple, l'entitat de `Viatges connecta`, tant com per l'emissor com per al remitent, amb l'ID de l'entitat d'`Usuaris`. En un altre cas, l'entitat d'`Usuaris` té com a propietat l'ID de la instància de l'origen (`origen_id`) i de destinació (`destination_id`) de l'entitat de localització. D'igual manera, aquesta última entitat té un atribut anomenat `"user_id"` que connecta novament la instància de l'usuari que l'ha produït. Per tant, per cada instància d'usuari hi haurà dos instàncies de localitzacions (origen i destí) i aquestes es trobaran entre enllaçades per les propietats esmentades amb relació 1:1. Això vol dir que tot i que una direcció pugui ser exactament produïda per múltiples usuaris, en la base de dades es generaran múltiples instàncies d'aquella mateixa localització gràcies al fet que cadascuna estarà lligada a un sol usuari. Aquesta decisió sorgeix del fet que la recerca d'usuaris es produeix mitjançant la direcció oposada a l'oficina, ja que com a norma, aquests han de tenir com a origen o destí l'oficina de Boehringer Ingelheim. És per això, que la recerca a través del Backend es redueix a les direccions d'un sol tipus (origen o destí) i conseqüentment la probabilitat que els treballadors i treballadores tinguin la mateixa direcció és molt reduïda.

A l'haver generat aquest arxiu, s'ha de crear un arxiu que pugui fer ús de les entitats generades al model de dades, però en aquest cas en el servidor. Aquest, anomenat `"cat-`

`service.cds"` és el responsable de donar una interfície a l'aplicació, a més d'utilitzar les projeccions de les entitats al back-end (vegeu Figura XIV). En la carpeta del servidor (`srv`), es crea aquest arxiu cridant a les entitats, així com altres funcions que provenen del `"cat-service.js"` que és l'arxiu JavaScript amb la lògica que hi ha al back-end, tot i que d'aquest es comentarà més endavant. Finalment, per tal que el servidor pugui respondre correctament, s'ha d'incorporar `"mock data"` a la subcarpeta anomenada `"data"`, dins de la mateixa carpeta on es troba també les entitats per al model de dades (`db`). Al ser un projecte CAP, aquests arxius amb dades inventades són `"comma-separated values"` (`csv`), per tal que la base de dades pugui llegir correctament aquests arxius (vegeu Figura XV). Aquests, s'anomenen amb el `"namespace"` atorgat al `data-model.cds`, en aquest cas `bicar`, juntament amb el nom de l'entitat que representen. D'aquesta manera, el servidor CAP reconeix als arxius com dades per al model de dades i ho agrega automàticament a la base de dades: s'introdueixen 10 usuaris amb 2 localitzacions per cadascun (20 en total). Els projectes preconfigurats com aquest, tenen SQLite com a base de dades per defecte, si més no, tal com s'ha mencionat en apartats anteriors, SAP BTP dona la possibilitat d'utilitzar HANA Database, i en aquest cas, s'ha decidit reconfigurar-ho per tal de tenir un projecte final integrat en SAP BTP, tant per la part del servidor, com la del client. Fins aquest punt, s'ha configurat per tenir un servei OData complet, que compleix amb l'estàndard OData i admet les consultes respectives sense haver de codificar res més que el model de dades i exposar el servei en si.

Sprint III: Configuració del Front-end

Tal com es menciona en l'apartat de "Funcionalitats" (vegeu Figura III, IV, V), existeix un ordre de creació a partir de la importància d'aquests en el projecte final. Així doncs, s'inicia per la pàgina principal que és el primer que veuen els usuaris a l'obrir l'aplicació web. Aquesta, tal com s'aprecia al mockup de la Figura VI, té dos apartats diferenciats: un per als usuaris que volen conduir el seu cotxe, i els altres que es disposen com a passatgers. En els requisits inicials, es va pensar en la idea d'afegir un espai per la notificació d'incidències, malgrat això, la curta durada del projecte i la gran quantitat de treball que ha portat aquest ha portat a descartar aquesta opció.

Abans d'entrar en el procés de creació de la pàgina inicial, cal mencionar un detall de configuració per entendre com el front-end crida a aquesta pàgina principal. En el Sprint I, es fa referència com l'arxiu `"manifest.json"` crida a la vista `App` per tal de configurar-la com a `"root view"` o pàgina principal (Figura XII), si més no, CAP entén en l'apartat de `"routes"`, el patró/ruta buit (`""`), com la pàgina principal. És per això que la vista `"carMaster"` actua com la pàgina inicial un cop s'executa la comanda `"cds watch"` que permet visualitzar l'aplicació (interfície del client). Aquesta vista, igual que totes les de continuació, crida al controlador (en aquest cas `"bicar.controller.CarMaster.js"`), i es configura d'una forma similar al mockup, amb 2 `"Vertical box"` que contenen una representació gràfica de l'opció, un text amb el seu títol i descripció, així com un botó per tal d'accedir a la secció d'aquella opció (vegeu Figura XVI).

El controlador conté la crida de recursos que necessita per generar el canvi de pàgina en el moment que l'usuari fa clic al botó per introduir-se en una de les 2 opcions (vegeu Figura XVII). Un cop arribat a aquest punt hi ha diferents punts a esmentar sobre les seccions del conductor i el passatger:

- Per raons purament ergonòmiques, es decideix incloure en el mateix controlador el codi que prové del fragment que té el "Wizard dialog" o també conegut com a enquesta, i la secció que està a continuació que serveix per enviar/rebre sol·licituds d'usuaris. Això és gràcies al fet que SAPUI5 permet generar fragments de vistes, dins d'una altra mateixa vista, per això es determina aprofitar aquest avantatge funcional per a incloure l'enquesta sobre les característiques de mobilitat de l'usuari i la secció de recerca d'altres usuaris, en un sol arxiu JavaScript (vegeu Figures XVII, XVIII i XIX).
- Les dades que s'utilitzen per a la recerca d'altres usuaris no s'envien fins que el formulari acaba. Això vol dir que l'usuari haurà d'esperar a veure carregada la pàgina de la secció de peticions, per poder interactuar amb ella. La decisió prové que l'usuari pot modificar fins a l'últim moment les dades que ha anat omplint, i fins i tot, pot cancel·lar la mateixa recerca abans d'enviar-la. És una decisió lògica per tal de no sobresaturar el servidor i minimitzar problemes potencials amb la funcionalitat de l'aplicació. Tant la secció de recerca del passatger com del conductor són pàgines calcades, a diferència dels elements d'identificació que canvien (p.e "carSection"/"seatSection"). Per aquesta raó, s'adjunten imatges del codi de la vista i del controlador de únicament la secció del conductor.
- Alguns codis com és el cas dels controladors de les seccions, i els fragments dels wizards, són força extensos, per tant, s'ha decidit compartir les parts més significatives que contenen menció especial en el treball.
- El càlcul d'emissions dels usuaris parteix de diverses assumpcions generalistes. En primer lloc, s'assumeix que l'usuari utilitza gasolina, ja que majoritàriament és el model de combustió més utilitzat. En segon lloc, s'assumeix que l'usuari parteix amb una sola persona del viatge. D'aquesta manera, s'obté novament en una assumpció molt generalitzada: es consumeixen 0,124 kg de CO₂ per cada quilòmetre recorregut. Aquesta última prové de la recerca de múltiples pàgines web que, com és el cas de <https://www.ceroco2.org/calculadoras/calculo-terrestre>, determinen aquest càlcul. La raó per la qual no s'ha decidit per emplear un qüestionari molt més extens a l'usuari, per minimitzar el marge d'error en el càlcul d'emissió és purament per falta de temps.

En primer lloc, es crea el fragment de vista del Wizard dialog per a totes dues opcions, a través d'un exemple a la pàgina de documentació del SAP UI5 (<https://sapui5.hana.ondemand.com/#/entity/sap.m.Wizard/sample/sap.m.sample.WizardSingleStep>)

Aquest es genera en una nova carpeta anomenada "fragments" dins de la carpeta de la web app, i es caracteritza per un aspecte molt diferent del mockup inicial de la Figura XVII. Aquest en ser un diàleg, és a dir, una espècie de "pop-up" que sorgeix quan carrega la pàgina, i l'estil de visibilitat és força diferent, mantenint en una mateixa vista els diferents apartats que conté l'enquesta. A diferència dels passatgers, els conductors reben dubte sobre el nombre de seients que estan disposats a oferir, mentre que els passatgers són preguntats per la distància als usuaris conductors (vegeu Figura XVIII).

En l'apartat del controlador, existeixen una gran quantitat de recursos i funcions per tal d'assegurar una correcta funcionalitat del wizard, si més no, el més important i destacat és la cerca de direccions a través de l'API de Nominatim d'Open Street Map (<https://nominatim.openstreetmap.org/ui/search.html>).

Aquesta, s'inicialitzava a partir d'una funció inicial que recull els canvis que es produeixen en l'input text de l'usuari, i a partir d'això amb una freqüència de tres segons per tal de no saturar les peticions al servidor de l'API, aquesta retornava els suggeriments de les localitzacions per posteriorment tornar-les a la funció inicial i mostrar-les a la vista del mateix (vegeu Figura XIX). Un aspecte a destacar d'aquesta és que les direccions no són sempre plenament correctes, com és el cas de l'oficina de B.I, i això perjudica l'experiència de l'usuari i la seva operativitat, tot i que en ser una de les poques API amb una documentació senzilla per al seu ús i gratuïta, no ha quedat altra opció que optar per utilitzar-la.

A través de l'elecció de l'usuari, s'emmagatzemen els valors d'aquestes localitzacions, així com altres propietats, per després reproduir-los a la vista de la secció de peticions. Valors com la latitud i longitud, que també provenen de l'API, són de gran importància per cridar a una segona API anomenada Open Source Routing Match (<https://project-osrm.org/>), per calcular la distància del viatge, i posteriorment els càlculs de la petjada de carbó de l'usuari. Aquests, mereixen d'especial menció, ja que tal com s'ha mencionat anteriorment, provenen d'assumpcions molt generalistes. En aquest sentit, tal com s'observa en la Figura XX, la funció rep la distància que pretén recórrer l'usuari, i a través dels 0,124 kg de CO₂/km es crea el càlcul del nombre d'emissions d'aquest usuari pel viatge que vol portar a terme. Posteriorment, aquest passa a un altra funció que calcula la reducció de la petjada en funció del nombre d'acompanyants que porta. Aquestes dades estaran disponibles per a l'usuari en l'apartat del perfil, que prové d'un altre fragment de vista. En ser dades purament generalistes, sense cap mena de veracitat, ja que l'usuari pot variar la seva ruta per apropar un acompanyant, i conseqüentment, el seu càlcul d'emissions, serveixen a l'usuari per tenir una referència del que genera i el que pot reduir, a més de poder obtenir un seguiment dels seus diferents recorreguts durant el mes, per així saber els paràmetres de conversió amb els que l'empresa pagaria per la reducció de la petjada de carboni. Al llarg del procés de creació d'aquest apartat tan fonamental del projecte, s'ha observat com una aplicació mòbil, amb la capacitat per rastrejar la direcció del dispositiu per tal de conèixer el seu recorregut final, hagués sigut un camí potencialment més efectiu per aquesta app, ja que el valor afegit d'aquesta és

poder comptabilitzar el càlcul d'emissions d'un usuari d'acord amb el que faria sense cap treballador acompanyant, i així mostrar amb dades contrastades la reducció de la petjada de carbó associada. Si més no, la funcionalitat del càlcul d'emissions es manté, perquè igual que fa de referència, pot causar a l'usuari una major conscienciació de l'impacte negatiu de la seva mobilitat en l'entorn.

Com a funció final a destacar, és l'encarregada de disposar a la vista el temps que l'usuari vol per l'hora de l'entrada i de sortida. En un principi, l'app es volia utilitzar per a qualsevol dia de la setmana i així deixar temps per la recerca de companys de feina, però més endavant s'ha arribat a la conclusió que per millorar l'operativitat del back-end i la flexibilitat de l'aplicació, és millor limitar-la a l'ús diari. És per això, que els recursos que té l'usuari a l'hora de registrar la seva hora d'entrada i de sortida, contenen també el dia. Això també es pot observar en les propietats d'entrada i sortida a l'entitat Usuaris (vegeu Figura XVIII) que estan definides com a "datetime", és a dir, dia i hora. Per falta de temps no s'ha pogut modificar aquest petit canvi, tot i que la funció d'aquest no varia en absolut, tan sols s'ha hagut d'agregar les lògiques corresponents: Si l'usuari vol introduir un dia posterior o anterior a l'actual, sortirà un missatge assegurant que això no és possible, i no podrà avançar en l'enquesta del Wizard. D'igual manera passa si l'usuari intenta posar un horari d'entrada posterior a l'horari de sortida. D'aquesta manera, obtenim una eina més per filtrar usuaris compatibles, ja que l'usuari pot estar interessat en usuaris que vagin o vinguin d'un lloc proper al seu, si més no, si aquests no tenen un horari similar al seu, la incompatibilitat és evident. Així doncs, avisem que al client li poden aparèixer altres personatges amb un marge de temps d'una hora, tant prèvia a la seva hora d'entrada/sortida, com posterior (vegeu Figura XXI).

A l'haver finalitzat el qüestionari, al client se li pregunta sobre la confirmació per començar la recerca, i si aquesta és positiva, tanca el Wizard i deixa a la vista la secció que portava desplegada a darrere d'aquest des de l'inici. Aquesta, tal com s'ha mencionat prèviament, no càrrega fins que el back-end no fa la seva recerca d'usuaris amb característiques afins, i un cop acaba, s'observa una secció amb diversos elements a comentar:

En primer lloc, el perfil desplega un diàleg amb les seccions més personals del client, com és el cas del seguiment del càlcul d'emissions, informació sobre l'aplicació, suport per incidències, o tancar la sessió (vegeu Figura XXI). En el primer cas, tal com s'observa en el fragment de la vista, és un diàleg amb la informació prèviament esmentada. En el segon, apareix un missatge sobre com és l'ús apropiat de l'aplicació: En el moment de finalitzar la recerca, acabar-la a través del botó "Done", per així comptabilitzar correctament el nombre d'ocupants i conseqüentment, el càlcul de reducció de CO₂, entre altres indicacions. En el tercer, es torna a mostrar un missatge, però en aquest cas el meu email de contacte personal per notificar la incidència, i finalment l'avís de confirmació per tal de retornar a la pàgina principal i cancel·lar la recerca.

A sota d'aquest, apareixen una sèrie de seccions que divideixen als usuaris (vegeu Figura XXII): En el primer "Total options" apareixen aquells usuaris disponibles segons les

característiques del client, per tal que aquest pugui sol·licitar l'acompanyament de l'usuari. Aquest passarà a la secció que ve a continuació, anomenada "Pending". En aquella, s'emmagatzemen aquells usuaris als quals s'han enviat petició o d'aquells que te l'han enviat al client. Aquests últims compten amb 2 botons per acceptar o denegar. Segons la resposta, aquests usuaris passaran a una de les 2 seccions finals: "Approved" o "Denied". Un cop l'usuari, sigui conductor o passatger, finalitzi la seva recerca gràcies a l'acceptació completa de peticions, es retorna a la pàgina principal amb el missatge de confirmació del viatge.

En l'apartat de sota, es troba la informació personal del client amb les característiques de la recerca, i addicionalment un botó per cancel·lar-la si així es desitja. Finalment, en format d'instàncies en una llista, apareixen els usuaris afins amb la informació rellevant per tal d'enviar o no la sol·licitud d'acompanyament.

Quant al controlador, no hi ha funcions de gran rellevància a comentar, ja que les dades de la secció d'informació personal provenen del Wizard, i l'aparició d'usuaris prové del procés executiu que es produeix al back-end. En arribar en aquest punt, només queda configurar el back-end per fer les peticions al servidor amb la seva lògica corresponent per tal de disposar els usuaris afins en aquesta vista.

Sprint IV: Configuració del Back-end

Retornant amb el que es comentava al final del Sprint IV, s'ha d'accedir a l'apartat del SAP BTP Cockpit, que és la porta d'enllaç al Cloud Foundry on està la secció "Dev" que té l'aplicació web, i altres recursos com és el cas de la HANA Database. Aquest és un sistema de bases de dades en memòria i multimodal per emmagatzemar i analitzar dades relacionals, però també documentar data que permet l'anàlisi en temps real. El procés de creació tracta en donar-li el nom a la instància, un usuari i contrasenya per accedir, i finalment connectar-lo al "Dev" space que del Cloud Foundry. En generar-se la base de dades, es crea la instància en aquest últim espai, i a través d'aquest conformarem la integració del projecte.

Posteriorment, a través de comandes de la terminal que hi ha al Business Application Studio, afegim les dependències no instal·lades o desactualitzades en el projecte de l'aplicació a través de "npm i", i executem altres com "cds add hana" "cds add xsuaa" i "cds add mta". Aquest últim és essencial perquè defineix l'estructura i les dependències de l'aplicació, així com els recursos necessaris per a la seva execució a la plataforma SAP Cloud Foundry. Un cop es tenen aquests arxius, es modifiquen manualment aquells destinats a la base de dades i servei d'autenticació (vegeu Figures XXIII, XIV) per tal de tenir una correcta configuració.

Seguidament, accedim al Cloud Foundry (CF) a través de la terminal mitjançant "cf login". D'aquesta manera, es connecta el "Dev" del Cloud Foundry, per després desplegar l'aplicació web i el servidor, perquè estiguin disponibles des del Cockpit. En desplegar-los en aquesta infraestructura, executem instàncies des del CF per enllaçar cadascun d'aquests serveis

(servidor d'autenticació, base de dades, aplicació) entre si (vegeu Figura XV).

Finalment, a través de la terminal s'executa "mbt build -t gen -mtar mta.tar" per tal de desplegar la integració del projecte final en el CF amb tots els serveis enllaçats. Un cop s'ha desplegat, la HANA Database compta amb les instàncies generades per la mockdata del nostre projecte. En aquest moment, podem començar a configurar la lògica del servidor.

Aquest arxiu, anomenat cat-service.js, és l'encarregat de gestionar el servidor i com aquest recull les dades de la HANA data base per després retornar-les al front-end. Des de la part del client, s'envia la petició de conèixer els usuaris afins a partir d'uns paràmetres com és: l'origen o destí (segons el client), la latitud i longitud, i les propietats personals d'aquest usuari. En l'apartat del servidor, recull aquestes dades i les de la base de dades per conèixer, a través de la mateixa API que al front-end (Open Source Routing Match) la distància entre cadascun dels usuaris i el client. Finalment, incorpora aquests dins d'una variable que serà retornada a l'apartat del client per ser disposada a la vista de la secció a través d'una llista (vegeu Figura XVI). Altres funcions són la creació i eliminació d'instàncies en les entitats d'Usuaris i Localitzacions en el moment que el client acaba l'enquesta. Això es produeix per tal de registrar al client dins de la base de dades, i posteriorment, gestionar les seves peticions o sol·licituds de mobilitat. D'aquesta manera, es genera un ID per aquest que després podrà ser utilitzat per l'entitat de Viatges en el moment que envii una sol·licitud o la rebí. D'igual manera, això ajuda a la gestió dels usuaris al front-end pel canvi de posició en les seccions.

7. CONCLUSIONS

Aquest projecte ha estat una experiència integral, on he dut a terme tot el procés de creació d'una aplicació web per compartir cotxe, des de la seva concepció inicial fins al desenvolupament d'una versió bàsica però funcional. El camí recorregut ha estat desafiador i enriquidor, permetent adquirir coneixements i habilitats valuoses en l'àmbit de la programació i el desenvolupament d'aplicacions web.

Un dels èxits principals d'aquest projecte ha estat la implementació d'una calculadora d'empremta de carboni, que afegeix un valor diferencial en oferir als usuaris una visió general sobre la seva generació de CO₂ i com la poden reduir. A més, he aconseguit desenvolupar un procés de matching efectiu basat en la distància i els horaris laborals, així com una interfície intuïtiva que facilita l'ús de l'aplicació i la cerca de companys de viatge. Una altra consecució important ha estat la creació d'una versió parcialment funcional de l'aplicació, que ja pot utilitzar els treballadors de l'empresa i que està disponible per a millores futures.

Aquest èxit és particularment rellevant donat l'entorn nou de SAP BTP i la meua limitada experiència prèvia en programació.

Tot i els èxits aconseguits, el projecte també ha presentat diverses limitacions. La calculadora de petjada de carboni,

malgrat que incorporada, encara no és completament realista a causa de l'ús de paràmetres molt generalistes. Això és degut en part a la manca de temps i recursos per personalitzar els càlculs segons la tipologia de l'usuari. Així mateix, el registre i el seguiment de dades, com el CO₂ equivalent i el control dels viatges, no han estat plenament desenvolupats a causa de la manca d'adaptabilitat de l'aplicació, especialment en no haver estat creada en un entorn mòbil. La manca d'experiència en SAP BTP i en programació en general també ha contribuït a certs retards i desafiaments durant el desenvolupament.

En general, valoro positivament el resultat d'aquest projecte. Tot i les limitacions i desafiaments trobats, he aconseguit desenvolupar una eina que compleix diversos dels objectius plantejats i que té el potencial de ser millorada i adaptada en el futur. L'aprenentatge obtingut mitjançant aquest procés ha estat invaluable, millorant la meua capacitat per resoldre problemes i desenvolupar solucions efectives.

Amb vista al futur, és essencial millorar la precisió de la calculadora d'empremta de carboni, personalitzant els paràmetres segons les característiques específiques de cada usuari. També és important desenvolupar una versió mòbil de l'aplicació per facilitar el registre i el seguiment dels viatges. Aquestes millores no només augmentaran la funcionalitat de l'aplicació, sinó que també contribuiran a la seva adopció i efectivitat entre els usuaris.

8. BIBLIOGRAFIA

Cebollada, À., & Avellaneda, P. (2007). Costes sociales y temporales de la movilidad de los polígonos industriales. El caso de la región metropolitana de Barcelona. Finisterra, 42(84).

Mitropoulos, L., Kortsari, A. & Ayfantopoulou, G. A systematic literature review of ride-sharing platforms, user factors and barriers. Eur. Transp. Res. Rev. 13, 61 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00522-1>

Pierre, Jose (2021). Patrones de Arquitectura de software, a partir de <https://janpierrsanchez.medium.com/patrones-de-arquitectura-beb747eb8f6e>

Memòria del pla director de la Mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona (2012). Extret de https://doc.atm.cat/ca/dir_pdm_estudis/estudi_poligons.pdf

Nomatin. Open Street Map, extret de <https://nominatim.openstreetmap.org/ui/search.html>

Open Source Routing Machine, extret de <https://project-osrm.org/>

SAP UI5 toolkit. User interface demo kit documentation, extret de <https://ui5.sap.com/#/>

SAP CAP. Cloud Application Programming Model, extret de <https://cap.cloud.sap/docs/>

Wizard Sample. SAPUI5 toolkit, extret de <https://sapui5.hana.ondemand.com/#/entity/sap.m.Wizard/sample/sap.m.sample.WizardSingleStep>

9. ANNEXOS

Element	Tipus	Descripció
Títol principal	Text	"Bicar"
Caixa 1	Imatge + Text	"OFEREIX EL TEU COTXE"
Caixa 2	Imatge + Text	"CERCA SEIENT"
Text Caixa 1	Text	Explica que oferir el teu cotxe et compensarà econòmicament per la reducció de la petjada de carboni.
Text Caixa 2	Text	Explica els beneficis de trobar companys de viatge per reduir la petjada de carboni.
Botó Caixa 1	Botó	Per obrir la pàgina de Conductor
Botó Caixa 2	Botó	Per obrir la pàgina de Passatger

Figura III. Elements de la pàgina inicial. Elaboració pròpia

Element	Tipus	Descripció
Contenidor obligatori	Contenidor	Mostra un assistent o enquesta abans d'accedir a la pàgina de la secció
Botó de retorn	Botó	Torna a la pàgina inicial
Títol principal	Text	"La teva ruta de viatge"
Pregunta 1	Text + Quadres	"D'on a on?" (Quadres per omplir vinculats a l'API externa de Google)
Pregunta 2	Text + Opcions	"Quants seients hi ha disponibles?" (Opcions: 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1)
Pregunta 3	Text + Opcions	"Quin és el teu horari de treball?" (Opcions: 8h, 9h, 10h...)
Botó per entrar	Botó	Confirma l'entrada de dades
Caixes cobertes vermelles	Missatge	Indica informació que falta
Temporal vermell	Missatge	Indica errors en l'ompliment dels camps
Missatge emergent	Missatge	"Quan tinguis una sol·licitud, apareixerà a la secció. T'avisarem enviant un correu electrònic."
Títol principal	Text	"Les vostres peticions dels companys de viatge"
Contenidor peticions	Contenidor	Mostra el recorregut de l'usuari, horari de treball i places disponibles
Botó per modificar ruta	Botó	Torna al contenidor obligatori per modificar la ruta
Botó per esborrar ruta	Botó	Mostra finestra emergent per confirmar esborrar ruta ("Sí" o "No")
Missatge sense sol·licitud	Text	"Recomanda d'acceptar les teves sol·licituds per rebre la teva compensació mensual"
Sol·licitud de viatge	Missatge + Botó	Mostra el nom i ruta del treballador, i finestra emergent per acceptar/denegar viatge ("Sí" o "No")
Missatge d'acceptació	Missatge	"Comunica't a través d'EQUIPS amb el company per a la reunió"

Figura IV. Elements de l'enquesta per oferir el teu cotxe. Elaboració pròpia

Element	Tipus	Descripció
Contenidor obligatori	Contenidor	Mostra un assistent o enquesta abans d'accedir a la pàgina de la secció
Botó de retorn	Botó	Torna a la pàgina inicial
Títol principal	Text	"La teva ruta de viatge"
Pregunta 1	Text + Quadres	"D'on a on?" (Quadres per omplir vinculats a l'API externa de Google)
Pregunta 2	Text + Opcions	"Quina àrea d'abast (km) estàs buscant?" (Opcions: 5km, 10km, 15km, 20km, 30km...)
Pregunta 3	Text + Opcions	"Quin és el teu horari de treball?" (Opcions: 8h, 9h, 10h...)
Botó per entrar	Botó	Confirma l'entrada de dades
Caixes cobertes vermelles	Missatge	Indica informació que falta
Temporal vermell	Missatge	Indica errors en l'ompliment dels camps
Opcions companys de viatge	Contenidor	Mostra la ruta de l'usuari, horari de treball i camp de cerca
Botó per modificar ruta	Botó	Torna al contenidor obligatori per modificar la ruta
Botó per esborrar ruta	Botó	Mostra finestra emergent per confirmar esborrar ruta ("Sí" o "No")
Missatge sense opcions	Text	"Cap conductor està a prop de les característiques de la teva ruta. Espera o prova una altra ruta"
Opció de conductor	Missatge + Botó	Mostra nom i ruta del treballador, amb botó per demanar seient. Finestra emergent per confirmar sol·licitud ("Sí" o "No")
Missatge de sol·licitud	Missatge	"La sol·licitud s'ha enviat. Avisarem per correu electrònic quan tinguem una resposta"
Missatge de denegació	Missatge	Mostra de nou les opcions del conductor
Missatge d'acceptació	Missatge	Mostra l'usuari sol·licitat amb un botó verd com a "acceptat"

Figura V. Elements de l'enquesta per cercar seient. Elaboració pròpia

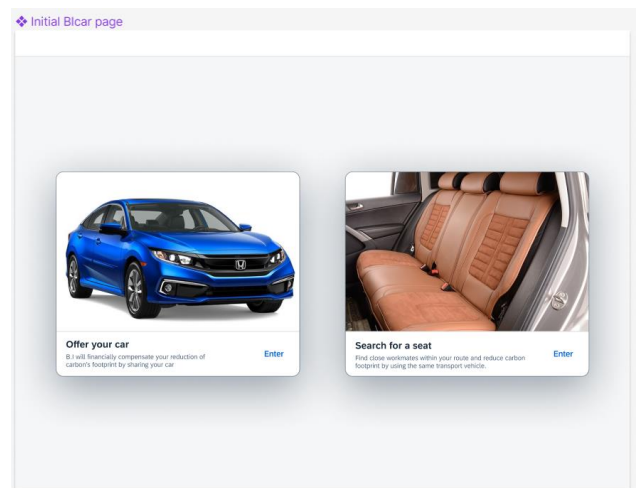


Figura VI. Mockup de la pàgina inicial de Bicar. Elaboració pròpia a partir de FIGMA

Offer your car - Commute options

1 Location

2 Seats available

3 Working hours

4 Review

1. Location

Specify your path start and destination

Starting point: Search

Destination: Search

Next Step

Cancel

Offer your car - Commute options

1 Location

2 Seats available

3 Working hours

4 Review

2. Seats available

Select how many seats you dispose in your vehicle

Free seats

Next Step

Previous Cancel

Offer your car - Commute options

1 Location

2 Seats available

3 Working hours

4 Review

3. Working hours

Enter your working space time

Entry time: Dec 22, 2021, 10:05

Exit time: Dec 22, 2021, 10:25

Next Step

Previous Cancel

Offer your car - Commute options

1 Location

2 Seats available

3 Working hours

4 Review

1. Location

Starting point: Search

Destination: Search

2. Seats available

Free seats

3. Working hours

Entry time: Dec 22, 2021, 10:05

Exit time: Dec 22, 2021, 10:25

Review

Done Cancel

Search for a seat - Commute options

1 Location

2 Range field

3 Working hours

4 Review

1. Location

Specify your path start and destination

Starting point: Search

Destination: Search

Next Step

Cancel

Search for a seat - Commute options

1 Location

2 Range field

3 Working hours

4 Review

2. Range field

Determine the search range

Range field

Next Step

Previous Cancel

Search for a seat - Commute options

1 Location

2 Range field

3 Working hours

4 Review

3. Working hours

Enter your working space time

Entry time: Dec 22, 2021, 10:05

Exit time: Dec 22, 2021, 10:25

Next Step

Previous Cancel

Search for a seat - Commute options

1 Location

2 Range field

3 Working hours

4 Review

1. Location

Starting point: Search

Destination: Search

2. Range field

Range field

3. Working hours

Entry time: Dec 22, 2021, 10:05

Exit time: Dec 22, 2021, 10:25

Review

Done Cancel

Figura VII. Mockup de les pàgines per oferir el teu cotxe i buscar seient. Elaboració pròpia a partir de FIGMA

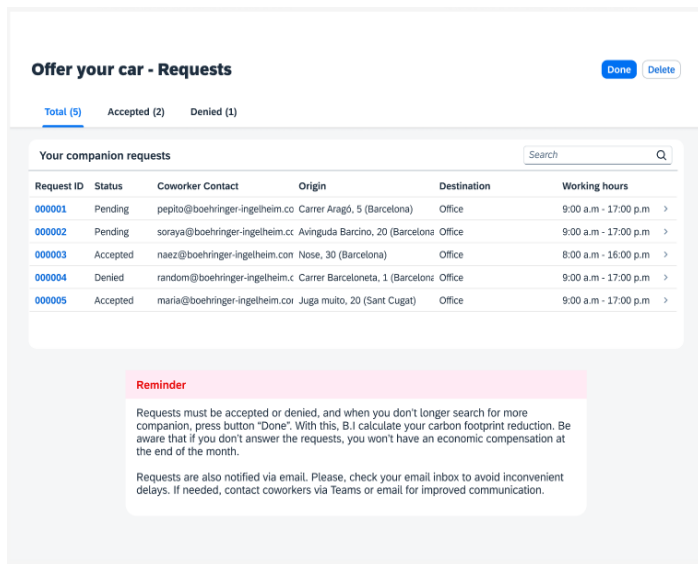


Figura VIII. Mockup de la pàgina per trobar companys afins en la cerca. Elaboració pròpia a partir de FIGMA

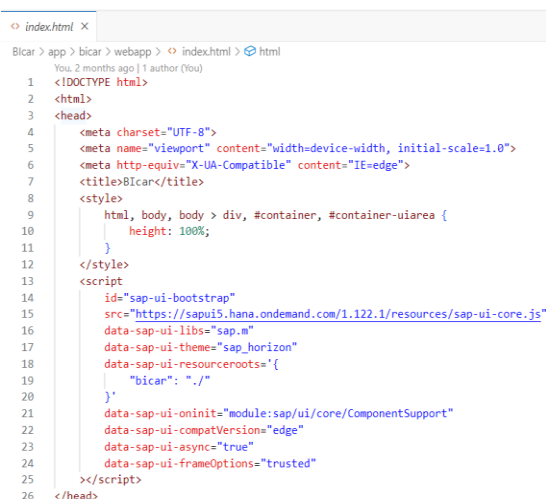


Figura IX. Configuració de la pàgina index.html. Elaboració pròpia

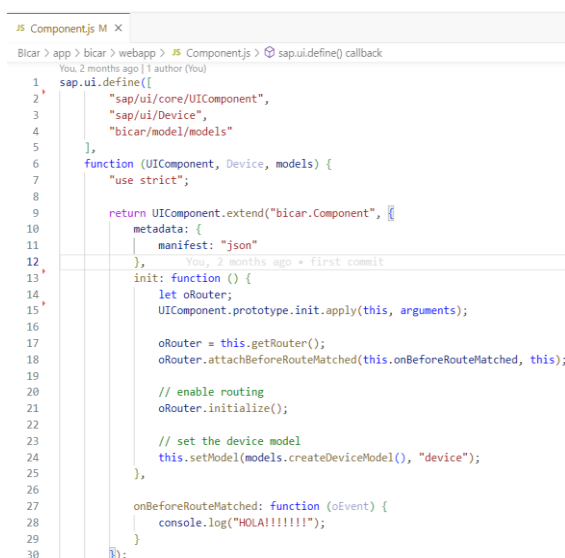


Figura X. Configuració de la pàgina Component.js. Elaboració pròpia



Figura XI. Configuració de l'apartat "Routing" de la pàgina manifest.json. Elaboració pròpia

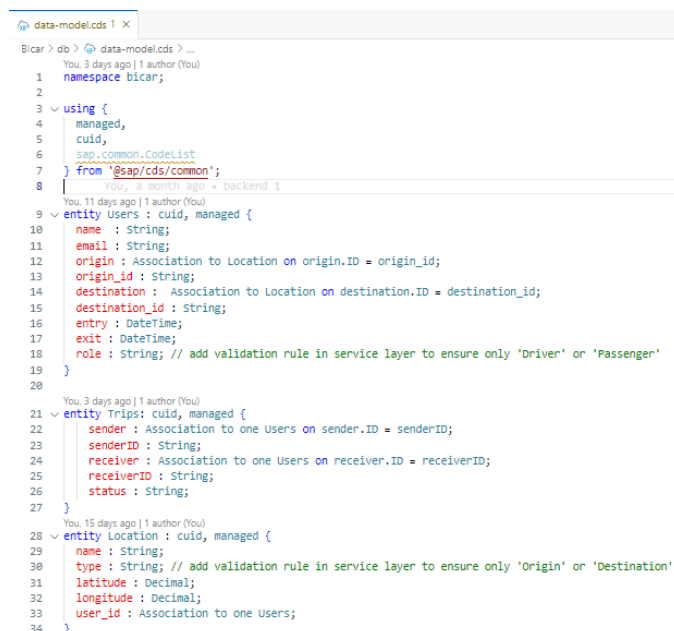


Figura XII. Configuració del data-model.cds. Elaboració pròpia

Figura XIII. Configuració del cat-service.cds. Elaboració pròpia

Figura XIV. Mock data de l'aplicació web. Elaboració pròpia

Figura XV. Codi de la vista “CarMaster”. Elaboració pròpia

Figura XVI. Codi del controlador “CarMaster”. Elaboració pròpia

Figura XVII. Codi dels fragments de la vista “CarDialog” i “SeatDialog”. Elaboració pròpia

Figura XIII. Codi per a la recerca de direcció a través de la API de Nomatim. Elaboració pròpia

```

1  @CarActionController.hX
2
3  Bice > app > bice > webapp > controller > in CarAction.controller.js > @sap.ui.define( callback > @M6 response
4
5  18  ], function (Controller, Fragment, 750NModel), MessageToast, MessageBox, CoreLibrary, UIDateDate, BusyIndicator) {
6
7  305  onEntryTimeChange: function (oEvent) {
8
9  317  },
10
11  318  },
12
13  319  onExitTimeChange: function (oEvent) {
14
15  340  var oDateTimePicker = oEvent.getSource();
16
17  341  var oSelectedDate = oDateTimePicker.getDateValue();
18
19  342  var formattedExit = oSelectedDate.getDateFullYear() + "-" +
20
21  343  ('0' + oSelectedDate.getMonth().toLocaleString().slice(-2)) + "-" +
22
23  344  ('0' + oSelectedDate.getDate().toLocaleString().slice(-2)) + "T" +
24
25  345  ('0' + oSelectedDate.getHours().toLocaleString().slice(-2)) + ":" +
26
27  346  ('0' + oSelectedDate.getMinutes().toLocaleString().slice(-2)) + ":" +
28
29  347  ('0' + oSelectedDate.getSeconds().toLocaleString().slice(-2)) + "Z";
30
31  348  var oCurrentDate = new Date();
32
33  349  var oModel = this.getView().getModel();
34
35  350  var oEntryTime = oModel.getProperty("/entryTime");
36
37  351  if (oSelectedDate < oCurrentDate && oSelectedDate <= new Date(oCurrentDate.getFullYear(), oCurrentDate.getMonth(), oCurrentDate.getDate(), 23, 59))
38
39  352  if (oEntryTime && oSelectedDate < oEntryTime) {
40
41  353  MessageToast.show(
42
43  354  "Exit time cannot be earlier than entry time."
44
45  355  );
46
47  356  oModel.setProperty("/nextButtonEnabled", false);
48
49  357  oModel.setProperty("/formattedExit", formattedExit);
50
51  358  } else {
52
53  359  oModel.setProperty("/exitTime", oSelectedDate);
54
55  360  oModel.setProperty("/formattedExit", formattedExit);
56
57  361  oModel.setProperty("/nextButtonEnabled", true);
58
59  362  }
60
61  363  } else {
62
63  364  MessageToast.show(
64
65  365  "You must put a valid timeslay from now until the end of the day"
66
67  366  );
68
69  367  oModel.setProperty("/nextButtonEnabled", false);
70
71  368  oModel.setProperty("/formattedExit", formattedExit);
72
73  369  }
74
75  370  },

```

```

1  UserMenuFragment.xml
2  Bicar > app > bicar > weapp > fragments > UserMenuFragment.xml
3  score:FragmentDefinition You, 20 days ago > profile settings
4  1
5  <list>
6  </list>
7  <items>
8  <standardListItem icon="sap-icon://customer-history" title="Recent Activities" type="Active" press="onListItemPress" />
9  <standardListItem icon="sap-icon://email" title="Contact Support" type="Active" press="onSupportPress" />
10 <standardListItem icon="sap-icon://hint" title="About" type="Active" press="onInfoPress" />
11 <standardListItem icon="sap-icon://log" title="Sign Out" type="Active" press="handleLogoutCancel" />
12 </items>
13 </list>
14 <Dialog id="dialogPopup" title="My recent Road trips">
15 <Panel id="currentTripPanel" headerText="Current Trip">
16 <flexBox alignItems="Start" justifyContent="Start" direction="Column">
17 </flexBox>
18 <items>
19 <flexBox class="sapUISmallMarginTop" direction="Row" justifyContent="SpaceBetween">
20 <text class="sapUISmallMarginEnd" text="Your distance traveled:" />
21 <text text="{/calculatedDistance}" km" />
22 </flexBox>
23 <flexBox class="sapUISmallMarginTop" direction="Row" justifyContent="SpaceBetween">
24 <text class="sapUISmallMarginEnd" text="Number of occupants:" />
25 <text text="{/seats}" />
26 </flexBox>
27 <flexBox class="sapUISmallMarginTop" direction="Row" justifyContent="SpaceBetween">
28 <text class="sapUISmallMarginEnd" text="CO2 emitted:" />
29 <text text="{/calculatedEmission}" kg of CO2" />
30 </flexBox>
31 <flexBox class="sapUISmallMarginTop" direction="Row" justifyContent="SpaceBetween">
32 <text class="sapUISmallMarginEnd" text="You have reduced your carbon's footprint by:" />
33 <text text="{/calculatedReduction}" kg of CO2" />
34 </flexBox>
35 </items>
36 </flexBox>
37 </Panel>
38 <Panel id="allTimePanel" headerText="All Time">
39 <text text="Total CO2 reduction: {/totalReduction} kg of CO2" />
40 </Panel>
41 </endButton>
42 <Button text="Close" press="onClose" />

```

```

1  {} .cdsrc.json x
2
3  Bicar > {} .cdsrc.json > {} requires > {} [development] > {} auth > {} users > {}
4
5  You, 9 days ago | 1 author (You)
6
7  {
8    "cov2ap": {
9      "plugin": true,
10     "path": "v2"
11   },
12   "requires": {
13     "uaa": {
14       "kind": "xsuaa"
15     },
16     "[production]": {
17       "auth": {
18         "strategy": "JWT"
19       },
20       "credentials": "bicar_xservice",
21       "db": "hana"
22     },
23     "[development]": {
24       "auth": {
25         "strategy": "mock",
26         "users": {
27           "sid": {
28             "roles": [
29               "Admin",
30               "CarOwner",
31               "CarUser"
32             ]
33           },
34           "carles.marcella@boehringer-ingenheim.com": {
35             "roles": ["Admin"]
36           },
37           "car.owner@tester.sap.com": {
38             "password": "initial",
39             "ID": "carowner",
40             "userAttributes": {
41               "email": "car.owner@tester.sap.com"
42             },
43             "roles": ["CarOwner"]
44           },
45           "car.user@tester.sap.com": {
46             "password": "initial",
47             "ID": "caruser",
48             "userAttributes": {
49               "email": "car.user@tester.sap.com"
50             },
51             "roles": ["CarUser"]
52           }
53         }
54       },
55       "db": "hana"
56     }
57   }
58 }
59
60

```

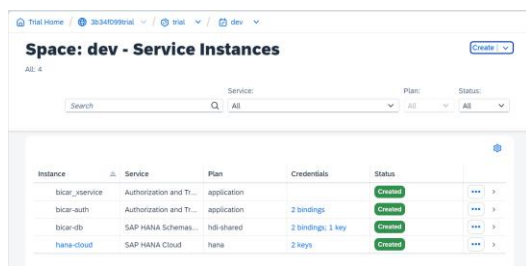
Figura XXIII. Codi de l'arxiu "cdsrc.json". Elaboració pròpia

```

() xs-security.json X
Bicar > {} xs-security.json > ...
You, 18 days ago | 1 author (You)
1
2 {
3   "xsappname": "bicar",
4   "tenant-mode": "dedicated",
5   "scopes": [
6     {
7       "name": "$XSAPPNAME.Admin",
8       "description": "Admin"
9     },
10    {
11      "name": "$XSAPPNAME.CarOwner",
12      "description": "Car Owner"
13    },
14    {
15      "name": "$XSAPPNAME.CarUser",
16      "description": "Car User"
17    }
18  ],
19  "attributes": [
20  ],
21  "role-templates": [
22    {
23      "name": "Admin",
24      "description": "Admin",
25      "scope-references": ["$XSAPPNAME.Admin"]
26    },
27    {
28      "name": "CarOwner",
29      "description": "Car Owner",
30      "scope-references": ["$XSAPPNAME.CarOwner"]
31    },
32    {
33      "name": "CarUser",
34      "description": "Car User",
35      "scope-references": ["$XSAPPNAME.CarUser"]
36    }
37  ],
38  "oauth2-configuration": {
39    "redirect-uris": [
40      "https://boehringer-ingenheim-gmbh-*.eu18*.hana.ondemand.com/login/callback",
41      "https://port5000-workspaces-ws-kfzvn.eu18.applicationstudio.cloud.sap/login/callback"
42    ]
43  }
44 }
45

```

Figura XIV. Codi de l'arxiu "xs-security.json". Elaboració pròpia



The screenshot shows the Cloud Foundry console interface. At the top, it says 'Space: dev - Service Instances'. Below this, there is a table with columns: Instance, Service, Plan, Credentials, Status, and Actions. The table lists four instances: 'bicar-service', 'bicar-auth', 'bicar-db', and 'hana-cloud'. Each instance has a 'Create' button in the Actions column.

Instance	Service	Plan	Credentials	Status	Actions
bicar-service	Authorization and Tr...	application	2 bindings	Created	Create
bicar-auth	Authorization and Tr...	application	2 bindings	Created	Create
bicar-db	SAP HANA Schemas...	hdi-shared	2 bindings; 1 key	Created	Create
hana-cloud	SAP HANA Cloud	hana	2 keys	Created	Create

Figura XV. Instàncies dels serveis al Cloud Foundry. Elaboració pròpia

```

# cat-service.js M X
Bicar > src > # cat-service.js > @ <unknown> > @ exports > @ getDistance
5 module.exports = (srv) => {
100   srv.on('UsersNearby', async (req, res) => {
104     const allUsers = await getAllUsers(type);
105     const nearbyUsers = [];
106
107     for (let user of allUsers) {
108       user.latitude = Number(user.latitude);
109       user.longitude = Number(user.longitude);
110       const distance = await getDistance(
111         { lat: latitude, lon: longitude },
112         { lat: user.latitude, lon: user.longitude }
113       );
114
115       if (distance <= 10) {
116         nearbyUsers.push(user);
117       }
118     }
119     return nearbyUsers;
120   });
121
122   async function getAllUsers(type) {
123     try {
124       const tx = cds.transaction();
125       let usersNearby = [];
126       if (type === "Origin") {
127         usersNearby = await tx.run(
128           SELECT
129             .from(originbind)
130         );
131       } else {
132         usersNearby = await tx.run(
133           SELECT
134             .from(destinationbind)
135         );
136       }
137       return usersNearby;
138     } catch (error) {
139       console.error('Error getting all users:', error);
140       return null;
141     }
142   }
143
144   async function getDistance(coord1, coord2) {
145     try {
146       const response = await fetch('http://router.project-osrm.org/route/v1/driving/${coord1.lon},${coord1.lat};${coord2.lon},${coord2.lat}?overview=false');
147       const data = await response.json();
148       let distance = data.routes[0].distance / 1000; // distance in km
149       distance = Math.floor(distance);
150       return distance;
151     } catch (error) {
152       console.error('Error:', error);
153       return null;
154     }
155   }
156 }

```

Figura XVI. Configuració de la recerca d'usuaris al "cat-service.js". Elaboració pròpia