

Traces. Seguiment de curses d'esquí de muntanya en línia.

Memòria del Treball Final de Màster

Jaume Casanovas Coma

Màster Universitari en Enginyeria Informàtica

TFM - Àrea de Serveis basats en localització i espais intel·ligents

Universitat Oberta de Catalunya

Directora del TFM

Anna Muñoz Bolas

Professor responsable de l'assignatura

Antoni Pérez Navarro

Data de lliurament: 7/01/2022



Aquesta obra està subjecta a una llicència de
[Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Traces. Seguiment de curses d'esquí de muntanya en línia.</i>
Nom de l'autor:	Jaume Casanovas Coma
Nom del consultor/a:	<i>Anna Muñoz Bolas</i>
Nom del PRA:	<i>Antoni Pérez Navarro</i>
Data de lliurament	Gener de 2022
Titulació o programa:	<i>Màster Universitari en Enginyeria Informàtica</i>
Àrea del Treball Final:	<i>Serveis basats en localització i espais intel·ligents</i>
Idioma del treball:	<i>Català</i>
Paraules clau:	<i>curses d'esquí de muntanya, crono, tracking, tracks, gps, openstreetmap, leaflet</i>

Resum del Treball

Les curses d'esquí de muntanya cronometrades s'organitzen generalment a través d'entitats excursionistes sense ànim de lucre i amb pocs recursos, que afegit a les condicions de l'entorn hivernal, fa que la infraestructura disponible sigui mínima, havent de recórrer a solucions no professionals de cronometratge manual que requereixen molta dedicació del personal voluntari amb altes probabilitats de cometre errors en les classificacions.

El projecte *Traces* pretén aportar una solució pel cronometratge i seguiment en línia de les curses d'esquí de muntanya, que faciliti als equips organitzadors un seguiment de la ubicació de cada participant, automatització del quadre de classificacions i pòdiums, al mateix temps que possibiliti també un canal d'informació i comunicació entre les organitzacions i els participants, en els diferents instants de la cursa, des de la inscripció, la realització i els resultats.

El treball recull i analitza les necessitats funcionals de la solució, posant focus a la solució tecnològica que permeti l'obtenció dels itineraris dels corredors i el seu tractament, anàlisi i representació gràfica.

Com a producte de programari, es planteja el desenvolupament d'una versió beta basada en el mínim producte viable que pugui tenir cabuda en els terminis d'execució del projecte.

Abstract (in English, 250 words or less):

Timed mountain skiing races are generally organized through non-profit and low-resource organizations. This fact, combined with conditions of the winter environment, makes the available infrastructure minimal, having to resort to non-professional manual timing solutions that require a lot of dedication from volunteer staff with high probabilities of making mistakes in rankings.

The Traces project aims to provide a solution for timing and online monitoring of mountain skiing races, which makes it easier for the organizing teams to monitor the location of each participant, automation of the table of classifications and podiums, while also enabling a channel of information and communication between the organizations and the participants, in the different moments of the race, from the registration, the realization and the results.

The work collects and analyzes the functional needs of the solution, focusing on the technological solution that allows obtaining the itineraries of the runners and their treatment, analysis and graphical representation.

The result would be a beta version based on a minimum viable product that can fit in the project execution deadlines is considered.

Índex

Llista de figures	6
Llista de taules	6
1. Introducció	6
1.1 Context i justificació del Treball	7
1.2 Motivació	9
1.3 Objectius del Treball	10
1.4 Enfocament i mètode seguit	11
1.5 Abast dels desenvolupaments	12
1.6 Planificació del Treball	13
1.7 Breu sumari de productes obtinguts	18
1.8 Breu descripció dels altres capítols de la memòria	18
2. Estat de l'art i anàlisi de mercat	20
2.1 Introducció a la geolocalització	20
2.2 Dispositius de geolocalització	21
2.3 Serveis de geolocalització	21
2.4 Geolocalització en curses	25
2.5 Desenvolupament web en geolocalització	28
2.6 Solució escollida	34
OpenStreetMaps	34
biblioteca Leaflet	34
Traccar Modern GPS Tracking Platform	35
3. Disseny i implementació	38
3.1 Arquitectura del sistema	38
Base de dades PostgreSQL	39
Aplicació Traces API	41
Vista aplicació Traces Web	44
3.2 Exploració de la solució escollida	45
Desenvolupament i eines de suport	45
3.3 Desenvolupament dels Sprints	46
Sprint 1	47
Presa de necessitats	47
Redacció de les històries d'usuari	48

Construcció de la pila del producte	55
Retrospectiva de l'Sprint 1	58
Sprint 2	59
E6.1 Visor del mapa i track de la cursa	59
Llibreries Node.js per la publicació de pàgines	59
Renderització de les plantilles ejs-mate	61
Visualització del mapa	62
Track oficial de la cursa	64
E6.3 Registre del track dels participants	65
Sincronització dels dispositius	66
Obtenció de posicions	66
Retrospectiva de l'Sprint 2	67
Sprint 3	67
E6.5 Informació dels tracks	68
E6.6 Visualització dels tracks desats	70
E6.2 Ubicació en directe dels participants	72
Retrospectiva de l'Sprint 3	72
Sprint 4	73
E6.2 Ubicació en directe dels participants (continuació)	73
E6.7 Geolocalització del control de pas	74
Retrospectiva de l'Sprint 4	75
Sprint 5	75
E6.7 Geolocalització del control de pas (continuació S4)	75
E6.9 Registre de tracks	76
E9.2 Càlcul de classificacions	77
Retrospectiva de l'Sprint 5	77
Sprint 6	78
E6.4 Cerca i filtre de tracks	78
E9.2 Càlcul de classificacions (continuació S4)	78
E9.3 Visualització de les classificacions	78
Retrospectiva de l'sprint 6	79
Sprint 7	79
3.3 Estructura del codi	80
Traces API	80
Traces Server	81
3.4 Repositori de codi	84
4. Experiments, validació i resultats	85

5. Conclusions	86
5.1 Lliçons apreses	86
5.2 Assoliment d'objectius	86
5.3 Retrospectiva de la planificació i metodologia emprada	88
5.4 Línies de treball futures	89
6. Glossari	90
7. Bibliografia	90
8. Annexos	93
[Annex 1] Itinerari de la cursa	93
[Annex 2] Mostra del quadre de classificacions de la 48a cursa popular NPN	94
[Annex 3] Entorn de desenvolupament	95
[Annex 4] Eines de suport	96
Insomnia	96
Android Virtual Device (AVD)	97
Mock Locations (fake GPS path)	98
Ngrok	99
[Annex 5] Instal·lació base de dades PostgreSQL	100
Instal·lació visor de bdd Posgress pgadmin	101
[Annex 6] Scripts de creació de taules i càrrega de dades a la base de dades	102
[Annex 7] Format fitxers GPX	105
[Annex 8] Material gràfic de la cursa	107
[Annex 9] Instal·lació i execució de l'aplicació	110
Traces API	110
Traces Server	111

Llista de figures

Figura 1.	Diagrama de Gantt amb la planificació temporal	17
Figura 2.	Comparativa de llibreries de JavaScript lliures	34
Figura 3.	Visió general dels productes de Traccar.	35
Figura 4.	Documentació de l'API de Traccar.	36
Figura 5.	Aplicació Traccar Web	36
Figura 6.	Aplicació mòbil Traccar Client	37
Figura 7.	Esquema d'arquitectura del projecte	38
Figura 8.	Esquema de la base de dades Traces	39
Figura 9.	Esquema d'operacions REST de l'API Traces	41
Figura 10.	Interacció amb les APIs de Traccar i Traces	43
Figura 11.	Esquema d'interacció amb la vista de l'aplicació Traces Web	44
Figura 12.	Diagrama de blocs de les èpiques i històries d'usuari	47
Figura 13.	Distribució dels punts d'història per sprints	58
Figura 18.	Esquema de les pàgines servides per l'aplicació	61
Figura 19.	Càrrega del track de la cursa amb Leaflet	64
Figura 15.	Visualització de la capa de text informatiu del track de la cursa.	68
Figura 16.	Visualització de la capa de text informatiu del track d'un dispositiu	68
Figura 17.	Visualització del track en directe dels corredors	74
Figura 18.	Taula de classificacions	79
Figura 19.	Carpetes del codi de l'aplicació Traces Server	80
Figura 20.	Estructura del codi de l'aplicació Traces API	80
Figura 21.	Carpetes del codi de l'aplicació Traces Server	81
Figura 22.	Estructura del codi de l'aplicació Traces Server	82
Figura 23.	Descàrrega dels productes de Traccar	83
Figura 24.	Repositoris GitHub de les aplicacions desenvolupades	84

Llista de taules

Taula 1.	Serveis de localització	22
Taula 2.	Factors limitants en la geolocalització en curses.	26
Taula 3.	Quadre resum comparatiu de solucions web	33
Taula 4.	Planificació dels sprints del projecte	46
Taula 5.	Pila del producte	57
Taula 6.	Revisió d'objectius	86

1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

Punt de partida

El Centre Excursionista de Terrassa (CET), organitza anualment la cursa popular d'esquí de muntanya Núria - Puigmal - Núria (NPN) [1], que ha esdevingut una cursa clàssica de l'esquí de muntanya català. Els participants s'inscriuen per equips de dues persones i han de fer junts el recorregut d'ascens i descens al cim del Puigmal [[Annex 1](#)], per la ruta normal des del Santuari de Núria per la canal de l'Embut. La primera edició es remunta a l'any 1966, i des d'aleshores s'han realitzat fins a 48 edicions, malauradament amb alguns anys d'interrupcions. La mitjana de participació dels darrers anys és d'uns 100 - 150 corredors inscrits, per bé que es fa difícil fer previsions ja que la participació depèn molt de les condicions de la neu i la meteorologia.

Necessitat

Un dels reptes de l'organització d'aquest tipus de curses, és aconseguir un bon sistema de cronometratge i seguiment dels participants, que faciliti i asseguri la les classificacions [[Annex 2](#)]. Les entitats organitzadores no tenen ànim de lucre i disposen de recursos molt limitats, i els sistemes de cronometratge i publicació de resultats solen ser força manuals, sovint basats en l'observació visual dels dorsals, i presa de fotografies que permetin comprovar el pas pels punts de control i arribada.

Adicionalment a la necessitat del cronometratge dels diferents trams del recorregut i el seguiment dels participants, que és el principal objectiu d'aquest treball, l'organització i execució de la cursa requereix també de sistemes tecnològics que facilitin els diferents aspectes de gestió de la cursa: inscripcions, publicació de la fitxa tècnica i el reglament, mailing informatius, informacions d'última hora,, inclus durant la realització de la cursa, publicació i difusió de les classificacions, galeria de fotografies, enquesta de satisfacció,...

Situació actual

Després de diversos anys sense realitzar la cursa NPN, el 2016 es reprèn la seva organització i es realitza ininterrompudament durant cinc anys fins que l'any 2021 queda suspesa per la crisi sanitària de la COVID-19.

En aquesta reedició, la cursa passa a formar part del calendari oficial de curses de la Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya (FEEC), encara que conserva el seu caràcter popular i participatiu.

La cursa es modernitza en tots els sentits, s'incorpora una nova línia gràfica, té presència a les xarxes social, es fa difusió a través dels portal del CET i la FEEC, i s'innova amb un sistema de cronometratge basat en lectors NFC.

Tot i que es manté el sistema visual i fotogràfic per revisar el cronometratge dels participants, el sistema consisteix en etiquetes NFC col·locades als dorsals, de forma que en els diferents punts de control el membres de l'organització realitzen la lectura a través d'un *smartphone*, i a través de l'aplicació *NFC Tools* es llegeix el nº de dorsal enregistrat a cada etiqueta i es fa una crida a un *Google Script* que registra els dorsals i temps en un full de *Google Sheet*.

El principal inconvenient d'aquest sistema és que cal apropar el lector NFC al dorsal del corredor, fet que requereix de personal que realitzi les lectures a cada punt de control, tenint en compte que les condicions climatològiques poden ser adverses (pluja, neu, vent, fred,...), i això pot dificultar en gran mesura la manipulació dels dispositius mòbils i la lectura de les etiquetes. Si bé, l'experiència ha resultat vàlida pel control d'arribada i ha permès assegurar les lectures del temps total de cada corredor, no es pot dir el mateix del control del cim, on sovint les condicions meteorològiques han impedit realitzar les lectures.

Existeixen altres solucions més fiables amb lectors de xips RFID que abarquen majors distàncies, però s'han descartat donat l'elevat cost que representa per una cursa que pretén minimitzar despeses.

Solució plantejada

El producte que es planteja en aquest projecte, va més enllà de la lectura dels temps en els punts de control, i es proposa un sistema que permeti obtenir tot el track de cada corredor en temps real, de forma que pugui ser interpretat per un sistema d'informació geogràfica amb diferents possibilitats com són el mateix càlcul de temps, la velocitat d'ascens i descens, la proximitat dels dos membres de l'equip durant la cursa, monitorització dels itineraris, etc...

El fet de disposar del track dels corredors en temps real, proporciona una gran millora en la seguretat dels corredors, ja que es podrà conèixer la ubicació i detectar incidents o pèrdues, facilitant així les tasques d'un possible rescat.

El plantejament del sistema consisteix en proporcionar una aplicació client-servidor pel registre i seguiment dels corredors, i una aplicació mòbil que els corredors s'hauran d'instal·lar al seu *smartphone*, i que hauran de dur activa durant la cursa.

Apareix així un nou requisit en el reglament de la cursa, que exigeix portar un mòbil de tipus *smartphone* amb l'aplicació de la cursa instal·lada i en funcionament, i assegurant prou nivell de bateria per la realització de la cursa, la mitjana de temps per completar el recorregut és de 2,5 hores, mentre que el temps màxim permès és de 4h.

Caldrà tenir en compte també els aspectes legals i autoritzacions necessàries en el moment de la inscripció.

1.2 Motivació

L'esquí de muntanya és una de les meves passions i aficions quan arriba la temporada d'hivern. Sóc soci del Centre Excursionista de Terrassa (CET) i participo a les sortides d'alta muntanya, ja sigui com participant o com a organitzador d'algunes sortides, i en els darrers anys he estat implicat dins l'equip de l'organització de la Núria - Puigmal - Núria (NPN).

Dins les tasques de l'organització m'he responsabilitat de la part tècnica, facilitant solucions per la gestió de les inscripcions, mailings, enquestes, i especialment en el sistema de cronometratge basat en etiquetes NFC.

En el camp de la geolocalització, sobre l'any 2005, abans de la popularització dels aparells GPS i de l'aparició dels *Smartphones* amb capacitat de geolocalització, també a través del CET i amb la col·laboració de la Diputació de Barcelona i el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) de la UAB, vaig participar en la creació d'un inventari de cavitats del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac, guardonat amb el premi de divulgació de l'espeleologia Font i Sagué 2005 [2], consistia en geolocalitzar les més de 400 cavitats (avencs, coves, baumes) sobre una base cartogràfica a través del sistema *MiraMon*. Posteriorment, el 2007, vaig dedicar el TFC de l'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió [3], a la definició d'una aplicació web per la creació d'un catàleg de cavitats basat en aquest inventari.

Ara, em fa especial il·lusió dedicar el TFM a dissenyar una solució de geolocalització per a la realització de la cursa d'esquí de muntanya que ja portem cinc anys organitzant.

1.3 Objectius del Treball

Com s'ha comentat en el capítol *1.1 Context i justificació*, la finalitat d'aquest TFM és aconseguir un sistema de seguiment en temps reals dels corredors participants a les curses d'esquí de muntanya.

Es distingeixen els objectius negoci orientats al producte obtingut que serà d'utilitat per a l'organització de curses. I els objectius tecnològics que permetran al projecte aconseguir el producte final.

Objectius de negoci

1. Permetre el seguiment en temps real del recorregut i itinerari de cada participant.
2. Calcular automàticament els temps d'ascens i descens de cada participant, per construir la taula de classificacions dels participants.
3. Proporcionar una solució de baix cost sense pagament de llicències.
4. Analitzar el potencial de funcionalitats per a futures versions del producte.

Objectius tecnològics

5. Explorar i analitzar solucions de mercat existents que cobreixin les necessitats de geolocalització plantejades.
6. Analitzar solucions de programari lliure que puguin ser utilitzades en el projecte.
7. Adquirir els coneixements necessaris dels sistemes d'informació geogràfica i geolocalització.
8. Posar en pràctica el desenvolupament d'una aplicació client/servidor basada en geolocalització.

1.4 Enfocament i mètode seguit

Els desenvolupaments plantejats en el projecte consisteixen, d'una banda en la construcció d'una aplicació client-servidor que actuï com a receptor i visualitzador dels tracks sobre una base cartogràfica, així com el càlcul dels temps i classificacions.

Durant la 2a fase del projecte "Estat de l'art o anàlisi de mercat" s'han investigat i analitzat possibles solucions aplicables en els desenvolupaments, i s'ha fet una primera aproximació a l'arquitectura de l'aplicació i el programari a desenvolupar, ajustant així els objectius específics relacionats amb la tecnologia.

Donada la limitació de temps per l'execució del projecte, no es pretén fer un desenvolupament del producte complet, pel què s'ha prioritzat un conjunt de necessitats per determinar el mínim producte viable (MVP) a desenvolupar dins l'abast d'aquest treball final de màster.

És per aquesta limitació de temps que es considera adequat emprar la metodologia Agile Scrum, establint 7 sprints d'una setmana de durada, desenvolupant així les tasques prioritzades dins l'abast del projecte.

En el primer sprint de la fase de disseny s'han realitzat dues reunions amb l'equip de l'organització de la cursa per tal de posar en context el projecte i definir les necessitats funcionals, que han permès definir les històries d'usuari i constituir la pila o backlog del producte.

Així, en els següents sprints s'han analitzat i desenvolupat les històries d'usuari prioritzades, realitzant una revisió i retrospectiva de les tasques completades al final de cada sprint, passant a formar part de l'increment del producte. S'han revisat les tasques que no s'han pogut completar, i s'han mantingut en el backlog per revisar i prioritzar pel següent sprint.

Les històries d'usuari no incloses a l'abast del projecte, es mantenen en el backlog per a futures fases de desenvolupament, com es descriu en el capítol [4.4 Línies de treball futures](#).

1.5 Abast dels desenvolupaments

En el capítol 3. *Disseny i desenvolupament*, i dins de les [tasques descrites al primer sprint](#), es detallen els desenvolupaments inclosos en el projecte, juntament amb les funcionalitats plantejades per aconseguir una **solució completa** a les necessitats tecnològiques per l'organització de curses, i en concret per la Núria - Puigmal - Núria (NPN).

Formen part de l'abast les tasques descrites a les històries d'usuari de les èpiques de *Seguiment geolocalitzat* i *Classificacions i publicació de resultats*.

En concret, dins del marc del treball final de màster, s'han desenvolupat les següents funcionalitats, descrites i detallades en els sprints corresponents.

E6. Seguiment geolocalitzat

- E6.1 Visor del mapa i track de la cursa
- E6.2 Ubicació en directe dels participants
- E6.3 Registre del tracks dels participants
- E6.4 Cerca i filtre de tracks
- E6.5 Informació dels tracks
- E6.6 Visualització dels tracks desats
- E6.7 Geolocalització del control de pas
- E6.8 Finalització de la cursa
- E6.9 Registre de tracks i càlculs

E9. Classificacions i publicació de resultats

- E9.2 Càlcul de classificacions
- E9.3 Visualització de les classificacions
- E9.4 Posicions durant la cursa

1.6 Planificació del Treball

Recursos

Per la realització de la memòria s'ha utilitzat el servei al núvol de documents i presentació de Google Drive.

Per la gestió i organització de les fases, tasques, i prioritització del necessitats s'han utilitzat els fulls de càlcul Google Sheets i el servei de Trello amb el plugin Ganttify per establir la planificació mitjançant un diagrama de Gantt.

L'entorn de desenvolupament utilitzat es detalla en el capítol 3. *Disseny i implementació*, dins de les tasques del primer sprint.

Pel què fa al hardware necessari s'ha disposat principalment d'un punt de treball portàtil amb instal·lació de Linux Ubuntu, i un dispositiu mòbil basat en Android.

Característiques:

Punt de treball Linux	Smartphone
Lenovo ideaPad Ubuntu 20.04 64 bits Intel(R) Core(TM) i7 16Gb de RAM 1Tb SSD	Motorola One Hyper Android 11 6Gb de RAM

Per la realització de les proves de geolocalització s'ha utilitzat el dispositiu mòbil físic, però principalment s'ha fet ús del simulador de dispositius virtuals [Android Virtual Device \(AVD\)](#) integrat dins de l'entorn de desenvolupament Android Studio.

Fases del projecte

Les fases del projecte venen determinades per la planificació de les Proves de l'Avaluació Contínua (PAC):

Fase 1 - Pla de treball

Lliurament de la PAC 1: 28/09/2021

Definició del pla de treball, amb la proposta del treball final, la seva temàtica, abast, objectius i planificació.

Tasques:

- Maduració de la idea del projecte
- Context i justificació del Treball
- Motivació personal
- Definició dels objectius i l'abast del projecte
- Enfocament i mètode
- Planificació del treball
- Refinament del pla de treball

Fase 2 - Estat de l'art o anàlisi del mercat

Lliurament de la PAC 2: 31/10/2021

Aquesta fase es dedica a investigar solucions tecnològiques que es puguin adequar a les necessitats del projecte, així com explorar projectes similars o productes de mercat que ofereixin solucions similars.

Tasques:

- Cercar i explorar solucions de geolocalització que permetin l'enregistrament de tracks a través d'un smartphone.
- Cercar similituds en altres projectes de TFM i TFC.
- Analitzar les tendències GIS i dels llenguatges de programació pel tractament dades geolocalitzades.
- Explorar llibreries i APIs de codi obert que es podran utilitzar pel desenvolupament de l'aplicació.
- Establir l'arquitectura tecnològica del desenvolupament: ús d'APIs, bases de dades, conveniència de desenvolupar una aplicació mòbil nativa, o bé una pàgina web amb comportament responsiu.
- Determinar els llenguatges de programació i entorns de desenvolupament a utilitzar.
- Preparació de l'entorn de desenvolupament

Fase 3 - Disseny i implementació del treball

Lliurament de la PAC 3: 30/11/2021

El primer sprint consisteix en la definició de la pila del producte i anàlisi de necessitats que es desenvoluparan en els següents sprints.

Sprint 1 - Definició de la pila del producte

- Recollida de necessitats amb l'equip organitzador de la cursa
- Redacció de les històries d'usuari
- Anàlisi tècnic i descomposició del treball
- Planificació dels sprints

Sprint 2

- Priorització pila de l'sprint
- Desenvolupaments
- Proves
- Refinaments
- Retrospectiva

Sprint 3

- Priorització pila de l'sprint
- Desenvolupaments
- Proves
- Refinaments
- Retrospectiva

Sprint 4

- Priorització pila de l'sprint
- Desenvolupaments
- Proves
- Refinaments
- Retrospectiva
- Backlog pendent

Fase 4 - Lliurament final

Lliurament de la PAC 4: 07/01/2022

- Preparar un entorn de demostració o vídeo amb l'ús del producte desenvolupat.
- Revisar els continguts de la memòria presentats en les pacs anteriors.
- Completar la memòria del projecte.
- Enregistrar presentació del projecte.
- Preparar la defensa.

A continuació es mostra la planificació temporal de les tasques en un diagrama de Gantt.

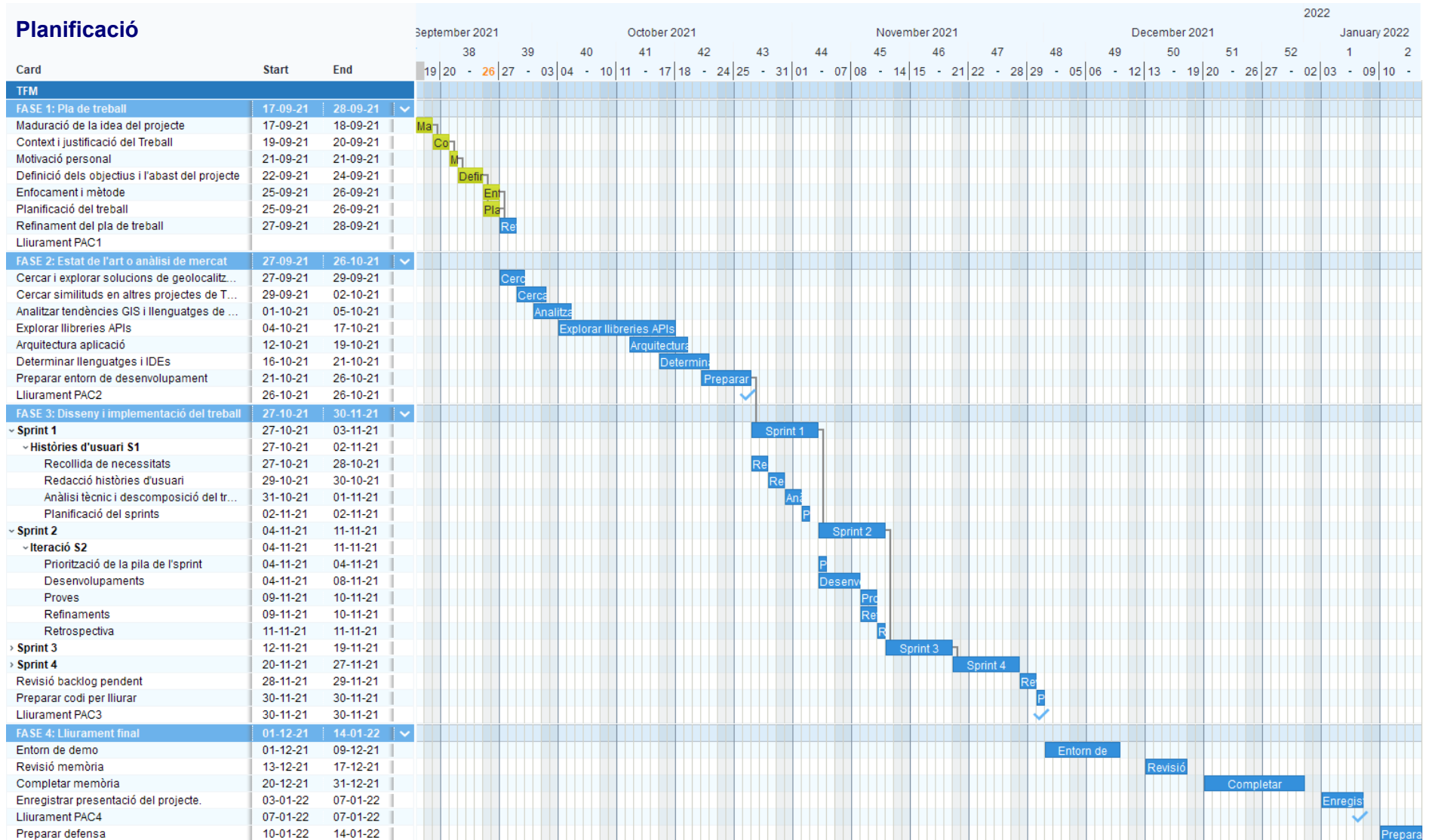


Figura 1. Diagrama de Gantt amb la planificació temporal.

1.7 Breu sumari de productes obtinguts

- Pila del producte per a una solució completa
- Pila del producte per gestionar l'abast del projecte
- Planificació dels sprints
- Aplicació Traces API
- Aplicació Traces Server / Web

1.8 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Capítol 1: Introducció

Descripció del context i la justificació del treball, motivació, objectius, enfocament de la metodologia, planificació del treball, i abast dels desenvolupaments.

Capítol 2: Estat de l'art i anàlisi de mercat

Aquest capítol conté una introducció al concepte de geolocalització en el context dels sistemes SIG. A continuació es presenta un recull de solucions basades en sistemes de geolocalització com a propòsit general, així com solucions específiques per a seguiment de curses.

Finalment es realitza un estudi comparatiu de diferents solucions de sistemes de geolocalització basades en desenvolupaments web, s'argumenten conclusions per al desenvolupament previst en el projecte, i es fa una primera aproximació a la solució escollida.

Capítol 3: Disseny i implementació

En aquest capítol s'inclou el disseny de l'arquitectura del sistema, la presa de necessitats i l'anàlisi i el desenvolupament dels diferents sprints del projecte.

El primer sprint consisteix d'una banda en la presa de necessitats, redacció de les històries d'usuari, definició de la pila del producte, i replanificació dels sprints.

I d'altra banda, inclou també una exploració de la solució i primeres proves amb l'entorn de desenvolupament.

Capítol 4: Experiments, validació i resultats

En aquest capítol es detallen breument les proves realitzades per la validació dels desenvolupaments i la realització de la demostració lliurada amb el vídeo de la presentació.

Capítol 5: Conclusions

En el capítol de conclusions s'inclouen els apartats de:

- Lliçons apreses
- Assoliment d'objectius
- Retrospectiva de la planificació i metodologia emprada
- Línies de treball futures

Capítol 6: Glossari

Capítol 7: Bibliografia

Capítol 8: Annexos

2. Estat de l'art i anàlisi de mercat

2.1 Introducció a la geolocalització

Els sistemes d'informació geogràfica (SIG) o *GIS* (*Geographic Information System*), son sistemes informàtics que ens permeten treballar informació amb referències geogràfiques [4]. És d'aplicació en diversos camps com són la gestió urbanística i territorial, infraestructures, topografia, gestió de rutes, paisatgisme, etc...

La geolocalització, està estretament relacionada amb els sistemes d'informació geogràfica, però es tracta tan sols d'una de les àrees d'aplicació.

Geolocalització és la determinació de la posició geogràfica d'un aparell connectat a una xarxa de comunicacions. La geolocalització inclou la determinació de la posició geogràfica d'un dispositiu mòbil, especialment d'un telèfon, a partir de les ones de ràdio que emet o per mitjà d'un receptor de GPS incorporat, i també la determinació de la posició geogràfica d'un ordinador connectat a Internet, com a casos actualment més habituals i significatius, però en general és aplicable a qualsevol aparell emissor de senyals de comunicació ja sigui mitjançant ràdio, telefonia mòbil, telefonia fixa convencional, xarxes de dades, etc.

[5] Definició del diccionari de l'Institut Cartogràfic de Catalunya sobre el terme geolocalització.

La geolocalització és present a partir de les primeres xarxes de telefonia fixa, on ja era possible obtenir la localització de les trucades realitzades. Però pren importància rellevància amb l'aparició de les xarxes d'Internet, i especialment les xarxes de telefonia mòbil, que, en combinació amb els dispositius mòbils intel·ligents (Portàtils, Tablets, Smartphones o Wearables) és possible combinar diverses tècniques de geoposicionament i transmetre la localització a través de les xarxes de dades mòbils d'Internet. Aquesta fet, és diferencial perquè permet la geolocalització per part d'un tercer.

2.2 Dispositius de geolocalització

L'alta proliferació dels dispositius mòbils i la gran diversitat d'aparells i dispositius de sistemes de posicionament global, GPS (*Global Positioning System*), ha generat en les dues darreres dècades un gran ventall d'oferta i demanda de serveis de posicionament, tant en l'àmbit domèstic com professional, i donen lloc als conceptes del mapes i mobilitat intel·ligent (*Smart Maps* i *Smart Mobility*).

Així, existeix una gran quantitat de solucions de geolocalització que a partir del posicionament geogràfic dels dispositius (mòbils, rellotges, clauers, aparells específics de GPS), ofereixen tot tipus de serveis, des del guiatge per a desplaçaments en transport públic i privat, estimació del trànsit en carreteres, gestió dels aparcaments, seguiment de rutes, publicitat, ubicació de fotografies, compartició en xarxes socials, vigilància o també per a situacions d'emergència com són els localitzadors per a gent gran, rescats, gestió d'incendis forestals, etc...

2.3 Serveis de geolocalització

El servei de geolocalització més popularitzat en els darrers anys, és sens dubte Google Maps, juntament amb Bing Maps de Microsoft, o Apple Maps, però aquestes són només les cares més visibles dels gegants tecnològics, ja que hi ha moltes altres alternatives:

Google Maps	Mapes i serveis associats de Google Inc.
Bing Maps	Mapes i serveis associats de Microsoft
Apple Maps	Mapes i serveis associats d'Apple
Petal Maps Huawei	Mapes i serveis associats de Huawei
OpenStreetMap	Projecte col·laboratiu per la creació de mapes lliures
MapQuest	Mapes de la companyia AOL Inc. America Online
Citymapper	Transport públic
Waze	Adquirida per Google, GPS, mapes, tràfic, navegació.
Maps.me	Mapes Offline
Tom Tom Mobile	Navegació, tràfic. De pagament.
Here WeGo	Desplaçaments amb serveis públics

Navmii	Navegació
MapFactor Navigator	Navegació
SyGic	Navegació i mapes, tràfic.
What3Words	Sistema alternatiu a les coordenades.

Taula 1. Serveis de localització

Font: Nueve alternativas a Google Maps tanto para iOS como para Android. [6]

Es tracta, en general de solucions orientades als desplaçaments en zones urbanes ja sigui a peu, en vehicles privats o serveis de transport públic, oferint sovint optimització de rutes en funció de l'estat del trànsit, ubicació d'establiments comercials i serveis, juntament amb informació d'horaris, afinitat, recomanacions, etc...

La tecnologia de geolocalització, ha obert un important camí en el món del lleure i les activitats esportives a l'aire lliure (*outdoor*) especialment en l'excursionisme, la bicicleta de muntanya, així com el popularitzat *trail running* o córrer per la muntanya, els jocs de *geocaching* (recerca geolocalitzada), o bé les curses d'orientació però també en disciplines més específiques com l'alpinisme, l'esquí de muntanya, el descens d'engorjats.

A continuació es proporciona una relació d'alguns dels serveis i aplicacions emprats per la pràctica d'esports i activitats a l'aire lliure basades amb geolocalització:

- **Wikiloc**

<https://ca.wikiloc.com>

És un dels serveis més populars per la gestió de rutes a l'aire lliure, va crear-se com una *Startup* el 2006 pel català Jordi Ramot, i ha estat guardonada amb diversos premis i reconeixements a nivell internacional.

Permet realitzar el seguiment de rutes sobre diferents bases cartogràfiques, amb connexió (*online*) amb els serveis de Google Maps, OpenStreetMap, així com de l'Instituto Geográfico Nacional de España (IGN), Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) i també un conjunt de mapes sense connexió (*offline*) per ser descarregats al dispositiu.

Disposa d'una versió web i aplicacions per Android i IOS, l'alta al servei i l'aplicació és gratuïta i disposa d'una subscripció premium amb funcions avançades. La versió web, ofereix la funcionalitat de crear tracks de forma manual, i permet l'autenticació mitjançant SSO (Single Sign-on) a través de

Google i d'Apple, i permet integrar-se amb dispositius Suunto i Garmin.

Ofereix la possibilitat de compartir el track en directe amb altres usuaris, a través de la funcionalitat *Seguiment en viu*.

Tanmateix, potser el punt fort de Wikiloc és la funció de repositori de rutes, la seva classificació per tipus d'activitat i la xarxa social d'usuaris que fan possible el seu èxit.

- **OsmAnd**

<https://osmand.net/>

OsmAnd (OpenStreetMap Automated Navigation Directions) es tracta d'una aplicació mòbil que permet treballar amb els mapes d'OpenStreetMap, mostrant els elements i rutes publicades a la pròpia plataforma.

A més de permetre la navegació entre ubicacions, descarregar mapes en offline i planificar rutes, ofereix també la possibilitat de carregar tracks a partir de fitxers .gpx.

És altament configurable, per exemple, permet configurar perfils de mapa, amb diferents visualitzacions de mapes, amb itineraris, punts, o informacions d'interès en funció del tipus d'activitat de l'usuari.

Inclou un gestor de connectors, que permet afegir funcionalitats, com mapes en línia, enregistrament de rutes, corbes de nivell, pistes d'esquí, editor de contribucions a OpenStreetMap, etc..

S'ofereix una versió gratuïta i una versió de pagament amb funcionalitats ampliades.

- **OruxMaps**

<https://www.oruxmaps.com>

Aplicació mòbil molt completa per la gestió de mapes i tracks, amb múltiples possibilitats de configuració, superposició de capes, gestió i descàrrega de mapes, nivells de zoom, menús, tauler de control, etc...

S'integra amb diversos serveis, que permeten publicar els tracks al servidor, com són el propi servidor d'*OruxMaps*, *OpenStreetMaps*, *Strava*, *MapMyTracks*, *Trainingstagebuch*, *GpsGate*, *Wikirutas*, *VeloHero* i *OkMap*.

Entre altres funcionalitats inclou l'edició tracks des de la pròpia aplicació, funcions de veu i so, integració amb sensors externs, i funcions d'emergència per enviament de missatges de SOS via mail o SMS.

Encara que no és de les funcions més remarcables, ofereix la característica Multitracking que permet compartir el track amb altres usuaris de l'aplicació.

Tot i que les funcions bàsiques són usables i de fàcil accés, no destaca per la senzillesa ni usabilitat de la interfície gràfica, ja que les opcions de configuració i personalització, juntament amb la gran quantitat de funcionalitats compliquen la seva utilització.

La mateixa aplicació està comercialitzada a través de l'aplicació IGN Mapas de España.

- **WindyMaps**

<https://www.windy.com>

De la mà dels desenvolupadors de Windy, una aplicació de previsió meteorològica especialitzada amb la previsió del vent, s'ofereix també una aplicació de mapes amb prestacions de navegació en línia i amb descàrrega de mapes per utilitzar-los sense connexió, que utilitza la capa de mapes OSM (OpenStreetMaps).

Ofereix una molt bona presentació de la interfície i bona usabilitat, encara que amb un conjunt força simplificat d'opcions de configuració.

Inclou una funció molt interessant (Route planning) de càlcul de rutes entre dos punts seleccionats (Route), rutes properes (Trips nearby) o bé rutes recomanades (Travel tips). Per contra, no proporciona funcions de compartició d'ubicació, ni compartició de rutes.

- **Traccar Modern GPS Tracking Platform**

<https://www.traccar.org/>

Traccar a diferència de les anteriors solucions, no consisteix en un servei de visualització de mapes i gestió de GIS, sinó que es tracta d'una solució de geolocalització que permet monitorar el seguiment en línia de dispositius mòbils. Està basada en programari lliure i utilitza la capa de serveis API REST d'OpenStreetMap.

Traccar comercialitza la solució com a servei de pagament, i en basar-se en programari lliure, també proporciona el codi font dels diferents components desenvolupats, així com els binaris compilats.

Les aplicacions mòbils *Traccar Client* i *Traccar Manager*, a més de proporcionar-se el codi a Github (<https://github.com/traccar>), també estan disponibles per Android a *Google Play* i per IOS a l'*Apple Store*.

Ofereix una API pròpia com a capa intermitja entre l'API d'OpenStreetMap, i les aplicacions proporcionades per a mòbil i web.

L'aplicació mòbil *Traccar Client*, pot ser utilitzada de forma independent a l'aplicació web.

Solucions per a runners

Amb la popularització de les activitats a l'aire lliure, especialment per a corredors (*runners*) han proliferat un gran nombre de solucions orientades als entrenaments basades en aplicacions per *smartphone* que juntament amb els rellotges (*smartwatches*) i bandes d'activitat proporcionen als corredors diverses possibilitats d'anàlisi i compartició de l'activitat, tant en directe com en offline.

Trobem així una gran quantitat d'aplicacions com són *Strava*, *Adidas Running*, *5K runner*, *Runkeeper*, *Map My Run*, *MapMyFitness*. Les principals marques de dispositius GPS, i *smartwatches*, també han desenvolupat solucions propietàries amb les corresponents aplicacions, com són *Suunto*, *Garmin* o *Polar*.

També, en el món de l'esquí, especialment en la modalitat d'esquí alpí, trobem aplicacions que gràcies a la geolocalització permeten registrar l'activitat, compartir-la en directe i posar-la en comú a través de la comunitat d'usuaris i xarxes socials. Són aplicacions com *Skitude* o bé *Ski Tracker*.

2.4 Geolocalització en curses

En l'organització d'esdeveniments esportius, ja sigui de caire popular o bé competitiu, com pedalades, caminades, curses, rutes, etc.. la geolocalització pren un paper rellevant, ja que permet no solament seguir el camí o *track* sinó que permet a l'organització fer el seguiment de cada corredor, disposant així del control de pas, abandonament, i permet establir classificacions de forma automatitzada.

Malgrat la gran quantitat de solucions d'entrenament i compartició d'activitats basades en geolocalització, el mercat de solucions basades en aquesta tecnologia, en el món de curses i esdeveniments *outdoor* organitzats, és encara força reduït.

Es detecten alguns factors limitants en relació a l'ús de la geolocalització a les curses:

Obligatorietat de portar un dispositiu mòbil	Tot i que pot generar certes reticències, en moltes curses de muntanya ja és obligatori portar un mòbil actiu per a comunicació d'emergències, a la motxilla juntament amb el material de seguretat. Per tant és fàcilment exigible afegir el mòbil com un element més del material necessari en el reglament.
Cobertura de dades mòbil	Tanmateix, en curses de muntanya és habitual que no hi hagi cobertura ja sigui en tota la cursa o en determinats trams del recorregut. També pot donar-se el cas que determinades operadores de mòbil tinguin cobertura i d'altres no. Els sistemes de seguiment, han de ser capaços de guardar el track en el dispositiu i transmetre'l en el moment de disposar de cobertura, no obstant això pot representar un problema pel seguiment en línia.
Nivell de bateria	Es manté com un dels problemes, ja que en zones de muntanya és menys probable disposar de punts de càrrega, i l'ús dels GPS juntament amb la cerca de xarxa degut a la possible manca de cobertura i incrementa el consum de la bateria.
Factors ètics i de privacitat	Un altre factor a tenir en compte és la privacitat, ja sigui perquè els corredors mostrin desconfiança alhora de compartir la seva ubicació durant la realització de la cursa, o bé perquè tinguin algun problema tècnic amb les opcions de configuració del dispositiu.

Taula 2. Factors limitants en la geolocalització en curses.

En general, el control de temps a les curses es realitza a través de xips, ja siguin d'un sol ús, basats en etiquetes NFC o RFID, o bé amb l'anomenat *Xip groc*, que esdevé el DNI dels corredors, i permet ser reutilitzat en totes les curses que utilitzin la tecnologia estàndard de lectura de xips.

Les solucions basades en control de xips, són solucions costoses que necessiten antenes o receptors, en forma d'arcs de pas o catifes de detecció, i sovint requereixen de personal especialitzat per la seva instal·lació i configuració.

Com alternatives als dispositius mòbils, s'ha valorat l'ús de dispositius localitzadors, clauers, braçalets de localització, etc... però s'han desestimat ja que totes les solucions existents al mercat utilitzen una tarjeta SIM amb contracte de dades mòbils, fet que encareix la solució i la fa inviable.

En la recerca realitzada s'ha trobat únicament un sistema de control de curses basat en geolocalització: *Live Trail*.

LiveTrail

<https://livetrail.net>

LiveTrail és una empresa de serveis de gestió i seguiment de corredors per curses.

És sistema és utilitzat en moltes curses a nivell internacional, com la coneguda Ultra Trail del Montblanc (UTMB), o més a prop de casa, també és utilitzat per curses com Salomon Ultra Trail Pirineu, Barcelona Trail Races, Rialp Matxicots o la Val d'Aran by UTMB.

Es tracta d'un servei de pagament que proporciona diferents solucions de seguiment, tant per part dels corredors, els seus seguidors, com a la pròpia organització.

Els corredors poden optar per instal·lar-se l'aplicació Live Run, que permetrà registrar el track complet de l'itinerari, que serà compartit amb l'organització i als seguidors que s'instal·lin l'aplicació Live Info.

El sistema preveu un suport addicional per assegurar el cronometratge i control de pas, a partir de xips de tipus RFID que són llegits en els diferents punts on s'instal·lin les antenes o catifes de recepció.

En la recerca de serveis de cronometratge per curses, no s'han localitzat altres solucions basades en geolocalització i s'ha arribat a la conclusió que es tracta d'un sistema alternatiu per al seguiment, però que el sistema principal de cronometratge està basat amb els sistemes basats en xips de tipus RFID, amb els lectors instal·lats en els punts de control.

Algunes curses, com és el cas de la pròpia Núria Puigmal Núria, o bé l'Esquella de la Lluna, utilitzen etiquetes NFC que permeten fer la lectura a través d'Smartphones, proporcionant així un sistema més a l'abast de petites organitzacions.

2.5 Desenvolupament web en geolocalització

Als capítols anteriors s'han enumerat diverses solucions de geolocalització orientades als usuaris finals, però moltes d'aquestes solucions estan desenvolupades sobre plataformes o serveis pre-existents integrades a través d'APIs (Application Programming Interface) i llibreries de JavaScript que proporcionen funcionalitats ja desenvolupades. Això permet simplificar en gran mesura el desenvolupament d'aplicacions, ja que no cal preocupar-se de desenvolupar, per exemple els mòduls de visualització d'un mapa, dibuixar-hi un way-point, capturar, visualitzar o emmagatzemar tracks, etc..

Per determinar la solució escollida pel desenvolupament d'aquest projecte, s'han analitzat diverses solucions existents, prioritzant les solucions de programari lliure, no tan sols per evitar costos en la realització del projecte, sinó també tenint en compte que un dels requisits és minimitzar els costos per tal de facilitar que les entitats organitzadores de les curses en puguin fer ús.

A continuació es presenta un breu estudi comparatiu de les solucions de desenvolupament sobre serveis de mapes, tenint en compte factors de costos, funcionalitats, llicenciament, maduresa, etc...

- **Google Maps API**

<https://developers.google.com/maps/>

Com s'ha comentat a l'apartat 2.3 *Serveis de geolocalització*, Google Maps es tracta del sistema més utilitzat per la representació de mapes i senyalització de trajectes. El mateix servei, en forma d'API i llibreries de JavaScript va revolucionar el món web, facilitant la integració de mapes en pàgines externes, amb un gran potencial de possibilitats.

Font: Comparision Google map vs OpenStreetMap [07]

Pros:

- Ofereix una gran quantitat de funcionalitats d'integració, amb vistes satèl·lit, de carrer, topogràfica, 3D, indicacions de trajecte amb diferents mitjans, base de dades de localitzacions, permet integració amb productes com Google Street View o Google Earth.

- El nivell de documentació de l'API és molt complet, la seva antiguitat i l'elevada proporció d'integracions fa que hi hagi disponible una gran quantitat d'exemples i tutorials.
- Disposa d'un entorn propi de desenvolupament i desplegament d'aplicacions en línia a través de Google Cloud Platform, a més de permetre l'ús de llibreries JavaScript per altres entorns d'execució.

Contres:

- Des dels seus inicis, al 2005, s'han anat millorant les característiques i ha passat de ser una API d'integració gratuïta a funcionar per pagament per ús. Tot i que els costos són força assequibles i els primers 200\$ són gratuïts, és necessari registrar una tarjeta de crèdit. Factor que pot representar un rebuig o si més no pot incentivar als integradors a analitzar altres solucions.
- Un altre factor important, independentment dels costos, és que es tracta de codi propietari de Google Inc, de forma que els desenvolupador es troben limitats a les característiques de personalització, dissenys, i funcionalitats marcades, que malgrat tingui moltes possibilitats, no és possible la reescriptura del codi.

- **Esri ArcGIS**

<https://www.esri.es>

ArcGis és un producte desenvolupat per Esri, la gestió i anàlisi de sistemes d'informació geogràfics (SIG) que ofereix solucions professionals comercialitzades en diferents productes, com programari d'escriptori, solucions de servidor, continguts amb informació geoespacial, aplicacions de geolocalització, així com un entorn de desenvolupament amb recursos, documentació, comunitat de desenvolupadors.

Font: <https://www.esri.com/es-es/store>

És interessant destacar, com a producte relacionat amb aquest projecte, la solució *ArcGIS Tracker*, per aplicació mòbil que permet realitzar el seguiment de la ubicació i analitzar el comportament.

En la recerca de treballs finals de la mateixa àrea de Serveis basats en localització i espais intel·ligents, s'ha explorat el treball *Monitorització Trailwalker* [8] que fa ús dels serveis ArcGIS de ESRI,

Pros:

- Es tracta d'un producte GIS amb gran quantitat de solucions associades, i molt especialment en la geolocalització.
- Disposa d'un ampli portal de documentació per la integració de tots els productes (<https://doc.arcgis.com>) que inclou una gran diversitat de solucions, a destacar l'API REST, i les llibreries de JavaScript i de Python.
- Disposa d'una gran solvència, alts nivells de documentació, comunitat d'usuaris, etc...

Contres:

- Es tracta d'una solució comercial amb pagament associat, per bé que hi ha diferents modalitats amb serveis gratuïts limitats, incloent llicències per estudiants amb costos reduïts.
- Està basat en codi propietari de Esri, amb les limitacions que el fabricant consideri aplicar.

- **OpenStreetMap (OSM)**

<https://www.openstreetmap.org>

OpenStreetMap, o també conegut pel seu acrònim OSM, es tracta d'un projecte col·laboratiu basat en programari lliure, per l'edició de mapes, impulsat per la *OpenStreetMap Foundation (OSMF)*, una fundació sense ànim de lucre per fomentar el desenvolupament de dades geoespacial obertes

Font: <https://wiki.osmfoundation.org/wiki/>

Pros:

- Com a principal benefici, OSM ofereix la seva capa de serveis API de forma lliure i gratuïta, fent possible realitzar integracions sense costos

associats, motiu pel qual existeixen diverses plataformes i llibreries basades en aquesta plataforma.

- Els mapes i la informació que contenen, també són de contingut obert, aconseguit per les aportacions de la comunitat, ja sigui a través de la pròpia interfície o bé per les nombroses aplicacions i plataformes desenvolupades sobre OSM.
- Gràcies a les aportacions personals i també empresarials, el detall dels mapes està assolint nivells equivalents a Google Maps, pel que sembla consolidar-se com una bona alternativa.

Contres:

- OSM ofereix una API de base, amb serveis i funcionalitats bàsiques, pel que per agilitzar els desenvolupaments i proporcionar funcions avançades, és necessari fer ús de llibreries de tercers.
- La infraestructura d'OSM no és equiparable als gegants de Google, Esri, Microsoft,... pel que la seva capacitat pot veure's limitada si s'implementen un gran nombre de crides, i la mateixa API pot imposar restriccions d'ús.

- **MapBox**

<https://www.mapbox.com/>

MapBox utilitza l'API de OpenStreetMaps (OSM), i la pròpia llibreria de JavaScript *Mapbox GL JS*. Si bé en els seus inicis es tractava d'una solució de codi obert, actualment es comercialitza amb llicència Freemium, de manera que s'ofereix un servei limitat de forma gratuïta i a partir d'un cert volum de transaccions sota pagament.

Es va crear *MapLibre GL* una bifurcació com alternativa lliure a la biblioteca de pagament.

Pros:

- Està basat en contingut de obert, nodrit de les col·laboracions dels mapes d'OSM.

- Les funcionalitats proporcionades permeten una integració completa amb múltiples possibilitats de personalització.
- Ofereix un servei de suport tècnic dedicat.

Contres:

- Es tracta d'un servei de pagament per ús, encara que més econòmic que Google Maps.
- Els serveis associats de *MapBox*, són clarament inferiors als proporcionats per *GoogleMaps*, de forma que no s'ofereixen visualitzacions 3D, ni integracions equivalents a *Google Street View*.

- **Azure Maps**

<https://azure.microsoft.com/es-es/services/azure-maps/#azuremaps-overview>

Microsoft Azure, dins de l'àmplia col·lecció de serveis Cloud també incorpora tot tipus solucions geoespaciales, que van des de la visualització de mapes, serveis de rutes, de geolocalització, de trànsit, de meteorologia,... facilitant integració amb l'Internet de les coses (IoT) i intel·ligència artificial (AI)

Pros:

- Ofereix una gran gama de serveis geoespaciales.
- És compatible amb controls de codi obert, com OpenLayers o Leaflet i Cesium, i permet treballar amb formats GeoJSON i KML.
- Permet una integració completa amb PowerBI que facilita l'explotació de dades geoespaciales.
- Solució robusta i escalable.

Contres:

- L'ús del serveis és de pagament per ús, oferint una capa de serveis bàsics gratuïta.
- El codi desenvolupat s'ha d'integrar amb solucions de Microsoft Azure basades en Functions i Event Grid, i amb infraestructura d'Azure.
- Producte en evolució, detecció de bugs, poca documentació, exemples...
- Les dades de geolocalització es cedeixen per a usos de tercers.

- **AWS Location**

<https://aws.amazon.com/es/location/>

Srvei de localització per part d'Amazon Web Service. Ofereix serveis de mapes, de seguiment geolocalitzat. d'indexació de zones, càlcul de rutes,...

Pros:

- Gran ventall de serveis geoespacionals.
- Assegurament de seguretat de les dades.
- Integra la capacitat de *geofence* (Realitat virtual geolocalitzada)
- Permet integració amb JavaScript React.
- Solució robusta i escalable.

Contres:

- L'ús del serveis és de pagament per ús, oferint una capa de serveis bàsics gratuïta.
- El codi desenvolupat s'ha d'integrar amb solucions de AWS, basades en funcions Lambdes, i amb infraestructura d'AWS.
- Producte en evolució, detecció de bugs, poca documentació.

Fruit d'aquesta comparativa de solucions, es presenta un quadre resum de la taula 3, amb les principals solucions i característiques que permeten prendre la decisió d'implantació en el projecte.

	Any de llançament	Open Source	Servei gratuït 100%	Llibreries
Google Maps API	2005	No	No	Maps JavaScript API
Esri ArcGIS	1999	No	No	ArcGIS REST JS
OpenStreetMap (OSM)	2004	Si	Si	OpenLayers Leaflet
MapBox	2014	No	No	Mapbox GL JS
MapLibre	2020	Si	Si	MapLibre GL JS
Azure Maps	2019	No	No	SDK basat en C#
AWS Location	2020	No	No	JavaScript React

Taula 3. Quadre resum comparatiu de solucions web.

2.6 Solució escollida

Considerant les necessitats del projecte i en base l'anàlisi de mercat i exploració de productes realitzada, s'ha determinat l'ús dels serveis d'*OpenStreetMaps* per la visualització dels mapes i els seus elements relacionats. I per altra banda s'ha considerat la possibilitat d'utilitzar part del programari lliure proporcionat per *Traccar* amb la finalitat de reduir la complexitat dels desenvolupaments del projecte.

OpenStreetMaps

El criteri decisiu per la utilització d'*OpenStreetMaps* ha estat que tant l'ús dels continguts dels mapes com la capa d'integració amb JavaScript, es basen en programari lliure, permetent l'ús totalment gratuït sense pagament per ús ni costos de llicències.

biblioteca Leaflet

Per determinar l'elecció de la biblioteca JavaScript de suport, s'ha consultat el servei www.npmtrends.com, per conèixer les tendències d'ús de paquets descarregats en el darrer any.

Com es mostra a la figura 3, es conclou que les dues llibreries més utilitzades són *MapBox GL* en primer lloc, i a molt poca distància *Leaflet*, per tant es confirma la idoneïtat per treballar amb la solució de programari lliure *OpenStreetMap* i la biblioteca *Leaflet*, solució àmpliament documentada.

 npm trends

leaflet vs mapbox-gl vs mapbox.js vs openlayers vs react-mapbox-gl

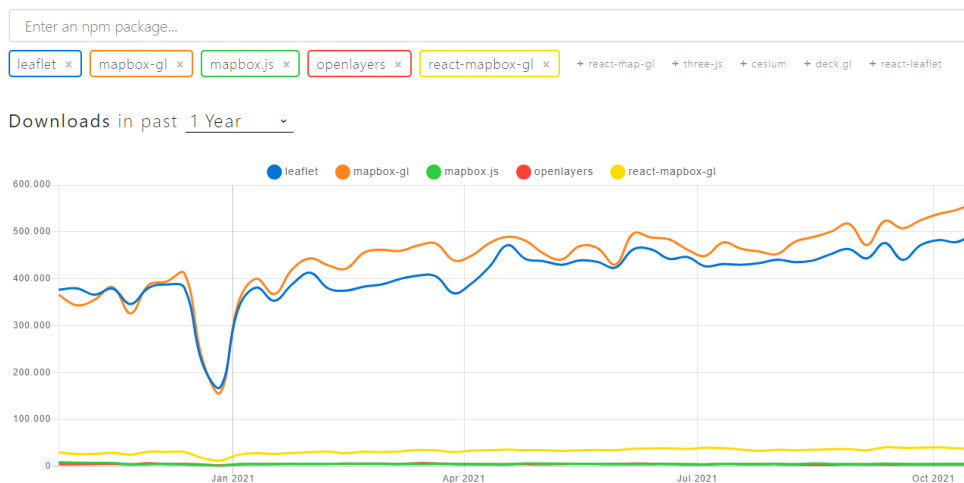


Figura 2. Comparativa de llibreries de JavaScript lliures. Font: <https://www.npmtrends.com>

Traccar Modern GPS Tracking Platform

Per tal de reduir la complexitat dels desenvolupaments del projecte, s'ha explorat la solució *Traccar* descrita en el capítol anterior, ja que proporciona diversos productes amb funcionalitats reutilitzables pels propòsits plantejats en el seguiment de curses, i s'adequa al servei de mapes d'*OpenStreetMaps*, seleccionat amb la comparativa de serveis.

Així, es planteja l'aprofitament dels components desenvolupats a *Traccar*, per tal de fer ús de les aplicacions mòbils disponibles per Android i IOS, així com la peça de *Traccar Server* i la seva capa d'integració *Traccar API*.

Com es pot veure a l'esquema de la visió general dels productes de *Traccar* de la figura 4, s'inclou *Traccar Server* i *Traccar API* que permeten a les aplicacions *Traccar Client* sincronitzar-se amb el servidor i enviar les dades de geolocalització, mentre que les aplicacions *Traccar Web* i *Traccar Manager*, permeten monitoritzar les ubicacions dels dispositius sincronitzats.

Products Overview

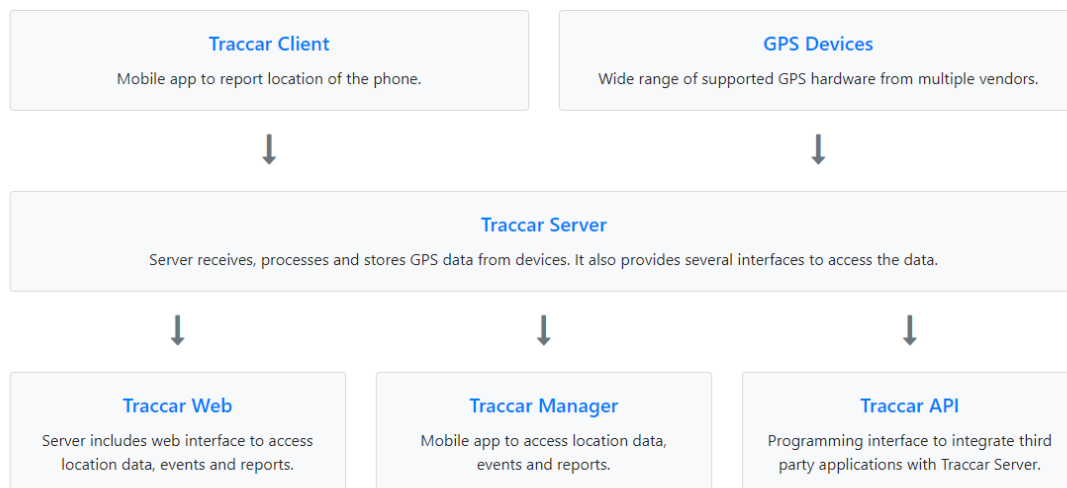


Figura 3. Visió general dels productes de *Traccar*.

Font: <https://www.traccar.org/products/>

S'ha desenvolupat una aplicació client/servidor que fent ús de l'API de Traccar (figura 4) recupera els tracks dels clients sincronitzats mitjançant l'aplicació mòbil de Traccar (figura 6) i fent ús de la biblioteca de *JavaScript Leaflet*, els mostra sobre un mapa *OpenStreetMap*, juntament amb les dades calculades necessàries pel seguiment de la cursa.

<https://www.traccar.org/api-reference/>

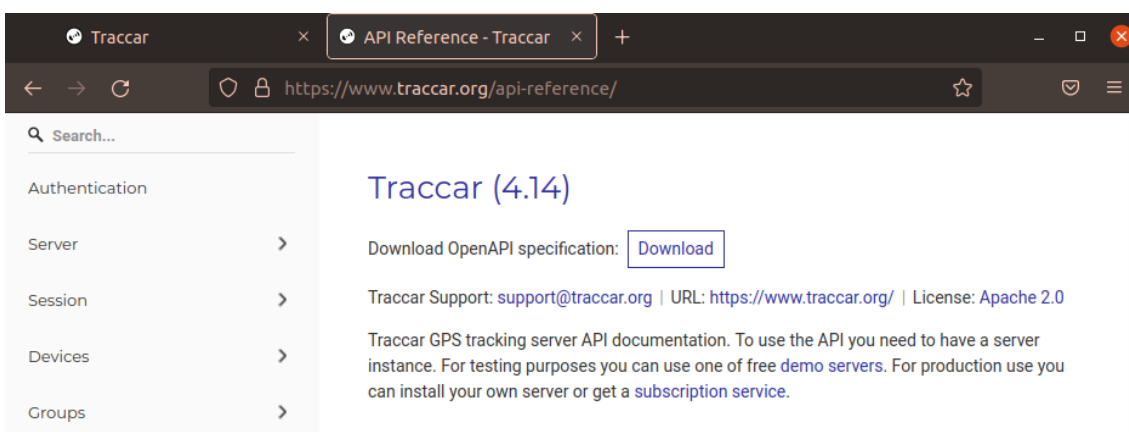


Figura 4. Documentació de l'API de Traccar.

El visor de l'aplicació Traccar Server, (figura 5) pot utilitzar-se com a comprovació de la sincronització dels dispositius, però no és necessari pel seguiment dels corredors.

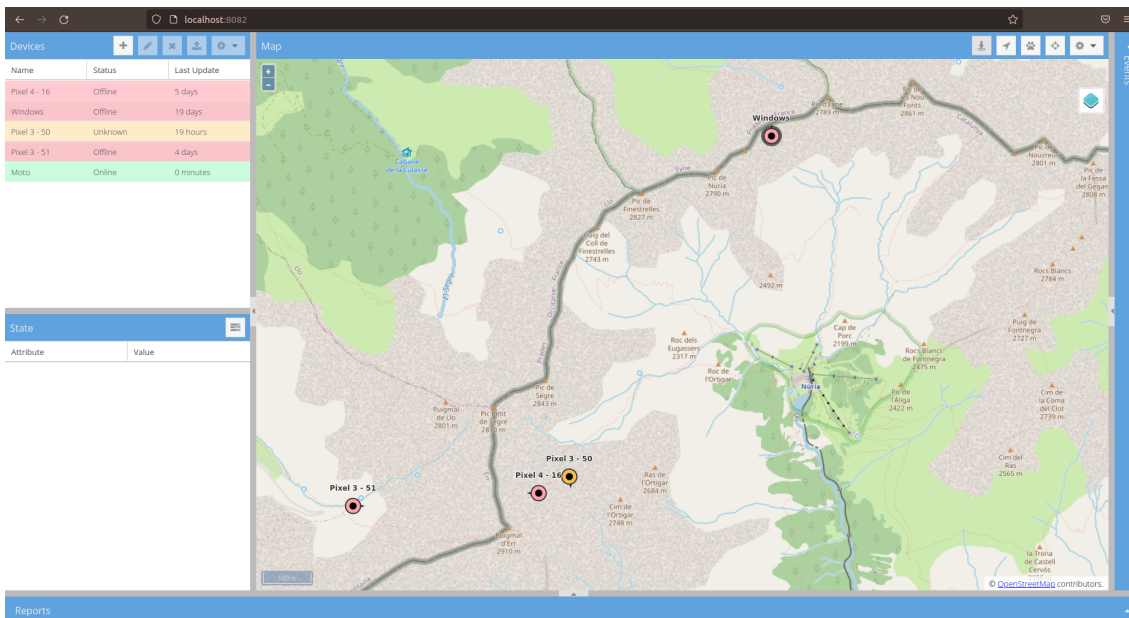
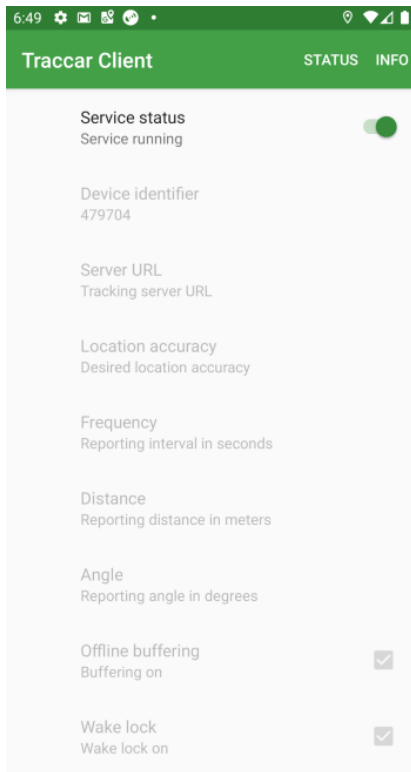


Figura 5. Aplicació Traccar Web



L'aplicació mòbil de Traccar està disponible al repositori d'aplicacions de [Google Play](#) per la versió Android, i a l'[Apple Store](#) per la versió IOS.

Per la instal·lació de cada dispositiu, requereix configurar l'adreça i el port del servidor (Server URL) on s'instal·la Traccar Server, així com l'identificador del dispositiu (Device Identifier).

Si bé, aquesta configuració es planteja com una barrera important per la realització de la cursa, es considera una solució vàlida pel desenvolupament del projecte, i es planteja l'adaptació de l'aplicació basada en programari lliure, per a futures fases dels desenvolupaments.

Figura 6. Aplicació mòbil Traccar Client

3. Disseny i implementació

3.1 Arquitectura del sistema

A la figura 7 es pot veure el diagrama d'arquitectura plantejat a alt nivell, amb els diferents components reutilitzats (en blau clar) i els components *Traces Web*, *Traces Server* i *Traces API* que s'han desenvolupat en el marc del projecte (en blau fosc).

S'ha seguit el patró MVC (Model - Vista - Controlador), que permet aïllar la persistència de les dades en el model, la lògica de negoci en el controlador i la visualització de dades en la vista.

El desenvolupament, s'ha realitzat amb *Node.js* com a entorn d'execució de *JavaScript*, amb el suport de les llibreries de codi obert de *Leaflet* que fa ús dels mapes d'*OpenStreetMap* (OSM)

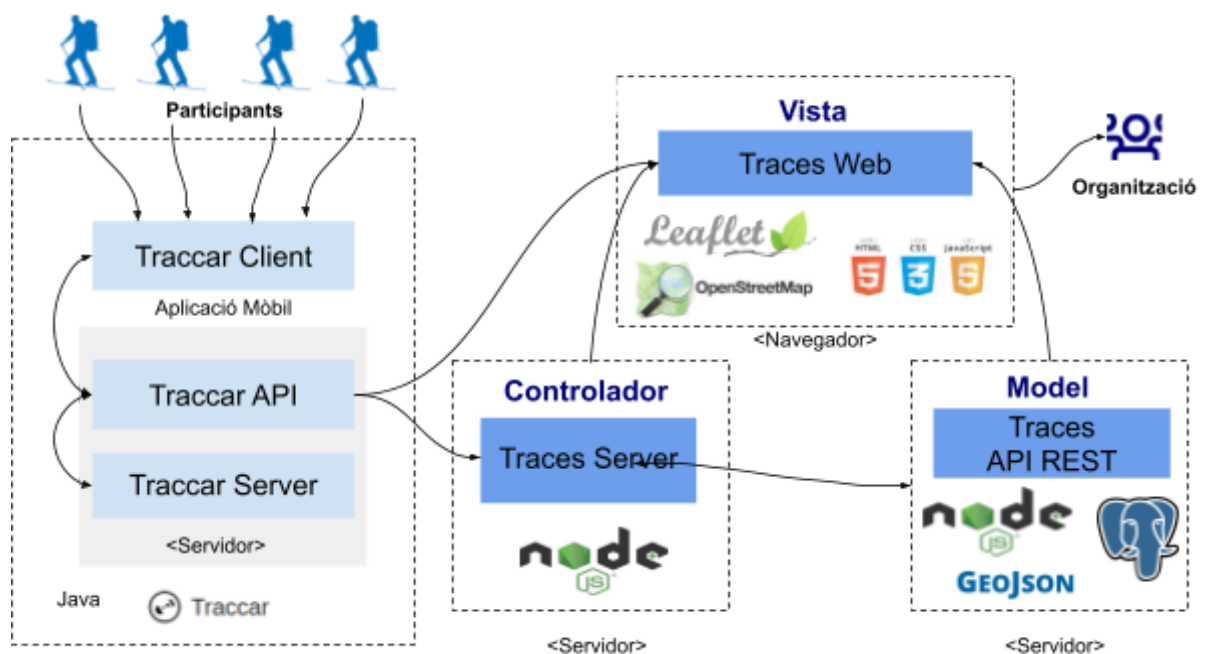


Figura 7. Esquema d'arquitectura del projecte.

Base de dades PostgreSQL

S'ha dissenyat una estructura de taules molt senzilla (figura 8), per registrar els corredors, els punts geolocalitzats de la traça de cada corredor, els punts de control i el registres de pas per cada control.

La taula de corredors, anomenada *runners*, emmagatzema les dades de cada participant incloent el nº de dorsal com a identificador del dispositiu a l'aplicació Traccar.

La taula de punts, anomenada *points*, té una relació de pertinença on cada usuari li poden correspondre cap o n punts, i cada punt correspon únicament a un usuari. Cada punt s'emmagatzema en format GeoJSON en un camp de tipus jsonb.

La taula *controls*, conté els punts de control de la cursa i per facilitar la consulta de dades, la taula *runners_controls* registre el punts de control per on ha passat el corredor.

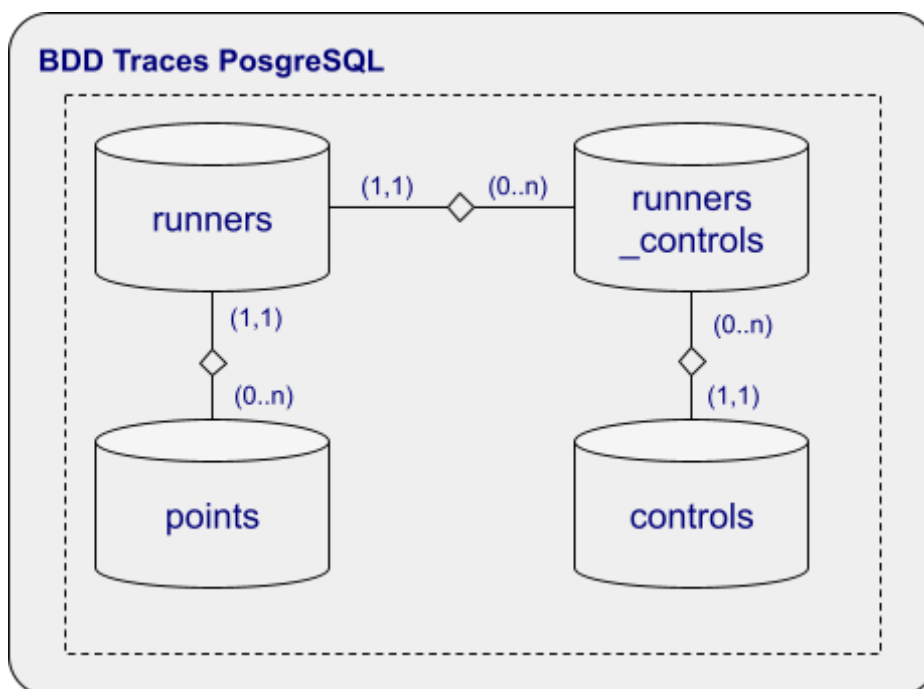


Figura 8. Esquema de la base de dades Traces.

L'estructura de dades de cada punt emmagatzemat al camp tipus jsonb és la següent:

```
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "Point", "coordinates": [2.1222648, 42.3862]},
  "properties": {
    "id": 9,
    "time": "2021-11-17T22:34:16.000+00:00"
  }
}
```

Les consultes realitzades sobre la base de dades per obtenir els atributs del format GeoJSON són del tipus:

```
SELECT geodata->'properties'->'id' AS props FROM points;
SELECT geodata->'geometry'->'coordinates' AS coords FROM points;
```

Així, amb GeoJSON és possible recuperar tots els registres de la taula de punts *points* que formen part d'un track de seguiment d'un corredor, assegurant la ordenació dels punts per l'atribut temps.

```
SELECT geodata->'geometry'->'coordinates' AS coords,
geodata->'properties'->'time' AS temps, geodata->'properties'->'alt'
AS alt FROM points where device_id=$1 order by temps asc
```

A l'[Annex 5](#) s'inclouen els passos seguits per la instal·lació de la base de dades PostgreSQL utilitzada.

Aplicació Traces API

S'ha implementat una API REST amb Javascript i Node.js com entorn d'execució, amb les operacions REST per accedir a les taules de la base de dades des de l'aplicació Traces Server.

S'utilitzen les llibreries externes *express* i *body-parser* i les queries de bdd són amb SQL amb suport GeoJSON.

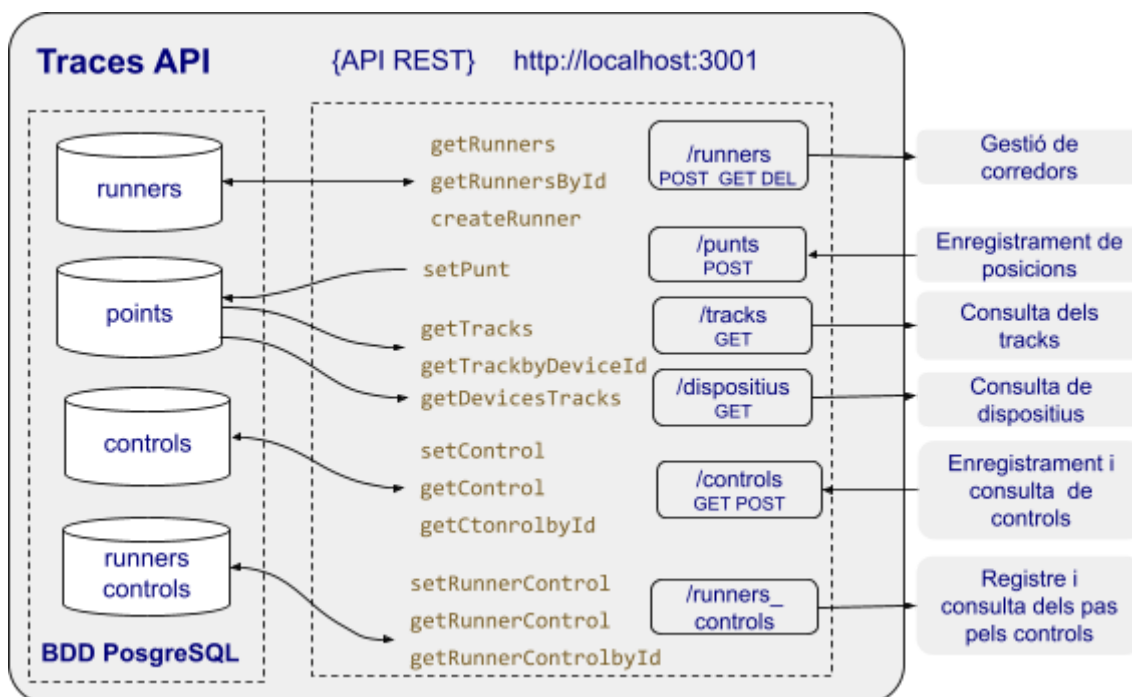


Figura 9. Esquema d'operacions REST de l'API Traces

Com es mostra a la figura 9, les operacions s'han publicat a través del port 3001 del servidor d'aplicacions, amb el següent catàleg d'operacions:

Alta de corredors

POST <http://localhost:3001/users>

Consulta de corredors

GET <http://localhost:3001/users>

Eliminació de corredors

DEL `http://localhost:3001/users/delete?id=10`

Alta d'un punt

POST `http://localhost:3001/punts`

Consulta dels punts d'un track

GET `http://localhost:3001/tracks/17`

En el codi font del fitxer *index.js* de l'aplicació Traces API, s'han definit les operacions de l'API a la funció de correspondència importades en els mòduls propis *runners* i *tracks*:

```
const express = require('express')
const bodyParser = require('body-parser')
const dbr = require('./queries/runners')
const dbp = require('./queries/tracks')
const app = express()
const port = 3001

app.use(bodyParser.json())
app.use(bodyParser.urlencoded({ extended: true, }))

app.get('/', (request, response) => {
  response.json({ info: 'Traces API - Base de dades PostgreSQL' })
})

app.get('/users', dbr.getUsers)
app.get('/users/:id', dbr.getUserById)
app.post('/users', dbr.createUser)
app.put('/users/:id', dbr.updateUser)
app.delete('/users/:id', dbr.deleteUser)
```

```

app.post('/punts', dbp.setPunt)
app.get('/tracks/:id', dbp.getTrackbyDeviceId)
app.get('/tracks', dbp.getTracks)

app.listen(port, () => {
  console.log(`Traces Api en execució http://localhost:${port}`)
})

```

A la figura 10 es mostra l'esquema d'interacció entre les funcions de l'aplicació de Traces Server i Traces Web, amb les APIs de Traccar i amb la pròpia API de Traces, que s'utilitza pel desenvolupament de les funcionalitats d'aquest sprint i dels següents.

La capa del controlador s'ha desenvolupat amb l'entorn d'execució de JavaScript *Node.js* fent ús de diverses llibreries externes: *http*, *path*, *geojson*, *axios*, *express*, *fs*, *ejs-mate*.

L'aplicació s'ha estructurat en diferents components i funcions que interactuen amb l'API de Traccar, la pròpia API de Traces i la part web de Traces.

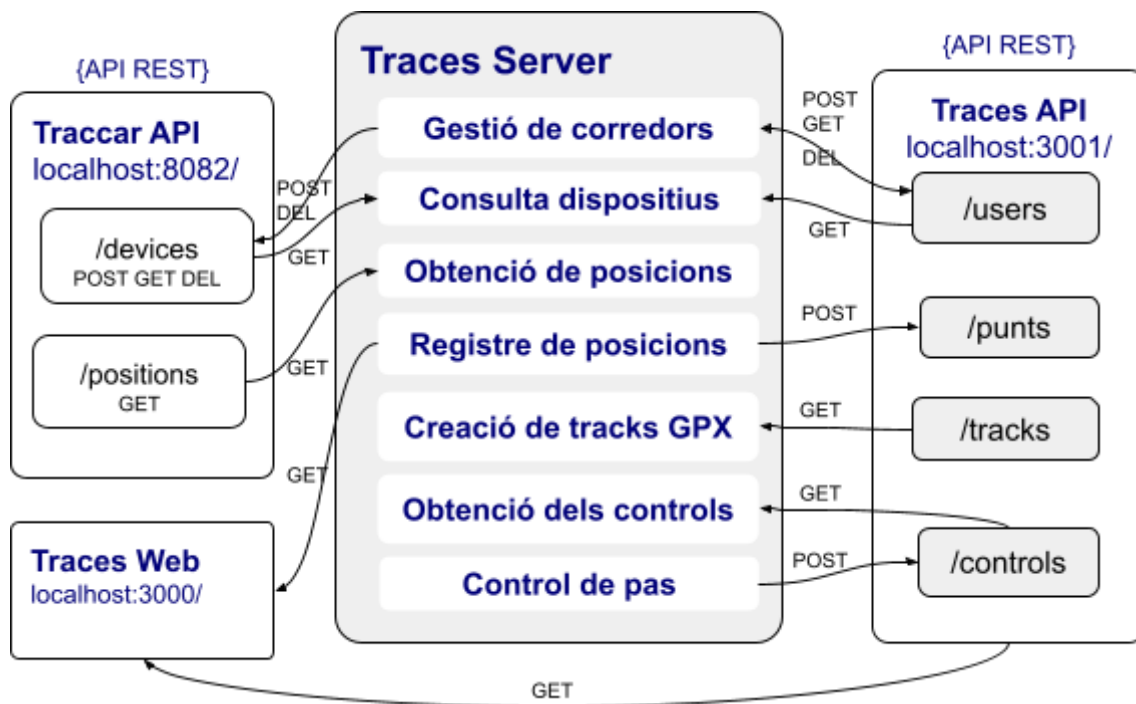


Figura 10. Interacció amb les APIs de Traccar i Traces

Vista aplicació Traces Web

Per la capa de la visualització s'ha desenvolupat una aplicació web basada en JavaScript, HTML5 i CSS3.

Es realitzen crides tipus GET contra les APIs de Traces i Traccar amb la funció **fetch** que utilitza promeses JavaScript per assegurar la devolució de la crida.

S'utilitza la biblioteca **Leaflet**, per mostrar els tracks i les posicions sobre els mapes de **OpenStreetMap**.

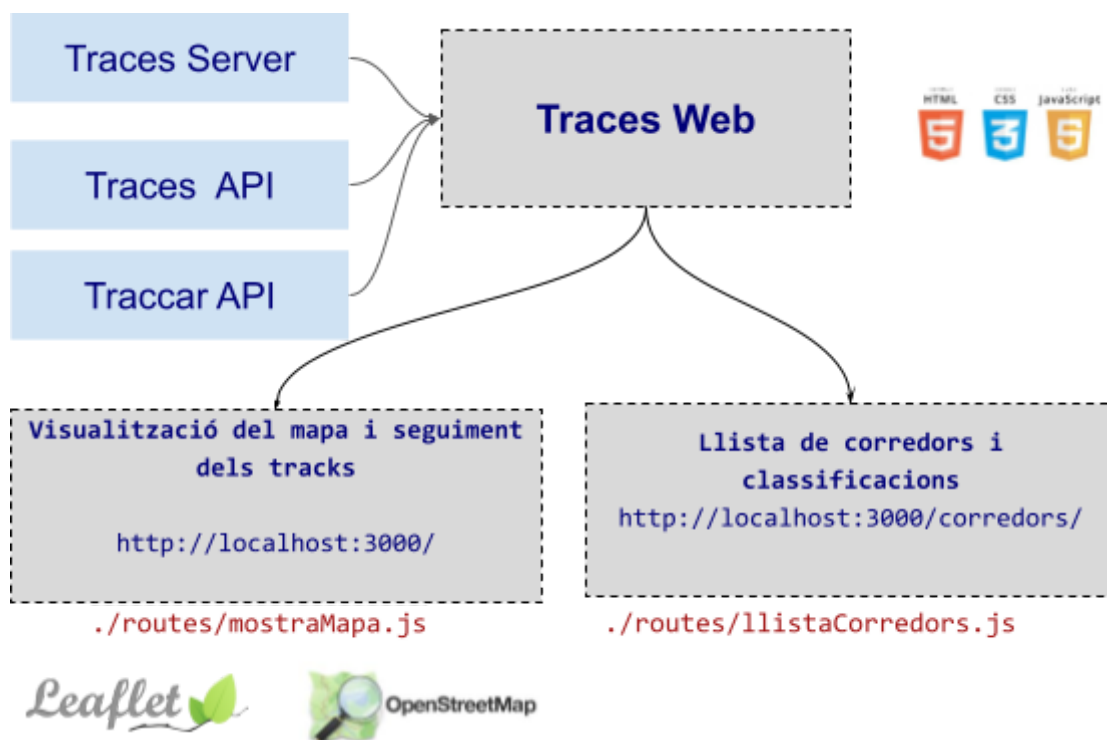


Figura 11. Esquema d'interacció amb la vista de l'aplicació Traces Web.

3.2 Exploració de la solució escollida

S'han explorat les solucions plantejades, realitzant proves de desenvolupament amb els diferents components, s'ha concretat l'arquitectura del sistema amb major detall, i s'ha definit i configurat l'entorn de desenvolupament i eines necessàries:

- S'han explorat les solucions d'integració amb el sistema de Traccar:
 - Traccar Server: instal·lació en un servidor propi (binari i codi font)
 - Traccar Client: instal·lació de l'aplicació mòbil i sincronització amb el servidor.
 - Traccar API: proves amb l'API de Traccar.
- Exploració de Node.js com entorn d'execució de Javascript
- Immersió en tutorials, exemples i guies per l'ús de les llibreries de LeafLet per la integració de mapes OpenStreetMap.
- Concreció de l'arquitectura del sistema
 - Determinació del llenguatge i entorn d'execució
 - Comunicació entre components
 - Ús de la base de dades PostgreSQL
 - API pròpia per gestionar els accessos a la base de dades.

Desenvolupament i eines de suport

S'ha establert i configurat l'entorn de desenvolupament [[Annex 3](#)] basat en els següents components i eines de suport [[Annex 4](#)].

- **Visual Studio Code** com a editor de codi. Tot i no ser un IDE (Integrated Development Environment) convencional, es tracta d'un editor de codi amb prestacions equivalents, però força més lleuger, basat en programari lliure i gratuït, que els darrers anys ha tingut una gran popularització. (<https://code.visualstudio.com>)
- **AVD Virtual Device** Integrat dins de l'IDE Android Studio, consisteix en un emulador de dispositius mòbils que permet simular la geolocalització de dels dispositius, per realitzar proves. (<https://developer.android.com/studio>)

- **Insomnia.** Aplicació Client per a serveis REST que permet executar operacions REST. S'utilitza tant per testejar i preparar les crides contra l'API de Traccar com la pròpia API de Traces. (<https://insomnia.rest>)
- **PostgreSQL.** Base de dades relacional, de codi obert, que permet instal·lar l'extensió PostGIS per l'emmagatzematge i explotació de dades espacials. (<https://www.postgresql.org>)
- **GitHub.** Servei d'allotjament de repositoris Git, que permet pujar el codi de l'aplicació i realitzar el control de versions de forma distribuïda. (<https://github.com>)

3.3 Desenvolupament dels Sprints

Seguint la metodologia Agile Scrum, definida al capítol d'introducció del treball, s'han realitzat els següents sprints d'anàlisi i desenvolupament:

Sprint 1	Presa de necessitats Descomposició del treball Redacció de les històries d'usuari Construcció de la pila del producte Exploració de la solució escollida Proves i entorn de desenvolupament	1 setmana	27/10 - 03/11
Sprint 2	Anàlisi i desenvolupaments	1 setmana	04/11 - 11/11
Sprint 3	Anàlisi i desenvolupaments	1 setmana	12/11 - 19/11
Sprint 4	Anàlisi desenvolupaments	1 setmana	20/11 - 27/11
Sprint 5	Anàlisi desenvolupaments	1 setmana	28/11 - 05/12
Sprint 6	Desenvolupaments pendents	1 setmana	11/12 - 18/12
Sprint 7	UATs i refinaments	1 setmana	19/12 - 26/12

Taula 4. Planificació dels sprints del projecte

S'han afegit tres sprints respecte la planificació inicial, per donar continuïtat als desenvolupaments i passar les proves d'acceptació d'usuari (UAT) i efectuar els refinaments necessaris.

Sprint 1

Presa de necessitats

Per la presa de necessitats o requeriments funcionals es parteix del coneixement personal en l'organització de la cursa Núria-Puigmal-Nuria (NPN), i es reforça amb diferents sessions amb l'equip organitzatiu que permeten concretar el detall de les necessitats i prioritzar aquelles que puguin permetre posar en marxa una pilot del sistema. L'anàlisi funcional es realitza a partir de les necessitats específiques de la cursa NPN, però s'intenta generalitzar els requeriments per tal de cobrir les necessitats d'altres curses.

Per donar tot el context, es determinen diferents blocs funcionals associats al sistema de gestió de la cursa per donar cobertura a tot el cicle d'organització de la cursa, si bé es posa focus i es descriuen en major detall els blocs relacionats amb la **geolocalització dels corredors i les classificacions**, que són l'objectiu dels desenvolupaments d'aquest TFM (blocs de color blau).



Figura 12. Diagrama de blocs de les èpiques i històries d'usuari.

Redacció de les històries d'usuari

A continuació es descriuen les necessitat detectades en forma d'història d'usuari, agrupades per èpiques, i es concreta l'abast inclòs o no inclòs en el projecte, amb la finalitat d'aconseguir una versió basada en el mínim producte viable (MVP) de la solució plantejada.

Les èpiques es consideren com mòduls o agrupacions temàtiques, mentre que les històries d'usuari constitueixen la definició de cada necessitat. Es codifiquen amb la nomenclatura "E1" i "E1.1. E1.2..."

Divulgació i informació de la cursa

E1 - Xarxes Socials

La cursa té presència a les xarxes socials, fonamentalment a Twitter, Instagram i Facebook, amb un compte propi i un conjunt d'etiquetes o hashtags habituals.

Es vol integrar la configuració dels diferents comptes a l'aplicació, per tal de permetre la generació de posts ja sigui manual o automatitzada.

Abast de la solució

La sincronització de comptes de xarxes social, així com la publicació de continguts, queda fora de l'abast del projecte.

No es desenvolupen les històries d'usuari.

E2 - Web Informativa

A cada edició de la cursa, s'estableix la fitxa de tècnica on s'indica la data i horari de la cursa, el recorregut, distància, desnivell, reglament, així com informació d'interès pels corredors i corredores. Aquesta informació es publica a la pàgina web de l'entitat i s'elabora un díptic i un cartell amb una imatge i disseny que es renova a cada edició.

Actualment, la cursa disposa d'una pàgina web [1] (www.ce-terrassa.cat/npn) gestionada a través del gestor de continguts de l'entitat (CET) basat en Wordpress, amb una estructura de format i disseny molt rígid i poc adaptable. Des de l'organització de la cursa, es planteja desenvolupar un nou site, que pugui renovar-se a cada edició de la cursa a partir del cartell i díptic de la cursa que el seu disseny ha esdevingut una tradició ben esperada tant pels participants organitzadors i simpatitzants de la cursa.

Abast de la solució

La publicació de continguts a la web de la cursa, queda fora de l'abast del projecte.

No es desenvolupen les històries d'usuari.

E3 - Aplicació mòbil

Com que pel seguiment geolocalitzat dels corredors, objectiu del projecte, serà necessari que cada participant s'instal·li i sincronitzi una aplicació al mòbil, es vol aprofitar la mateixa aplicació per proporcionar informació de la cursa, així com el procés d'inscripció.

Com a opció de futures versions dels sistema, es demana desenvolupar l'aplicació per a les plataformes Android i IOS, i que es posi a l'abast a través de Google Play i Apple Store.

Abast de la solució

El desenvolupament i publicació d'una aplicació mòbil queda fora de l'abast del projecte.

No es desenvolupen les històries d'usuari.

Per la realització de proves de geolocalització durant l'execució del projecte s'utilitzarà l'aplicació mòbil Traccar Client. (<https://www.traccar.org/client>)

A la 49a edició, al març de 2022, es preveu realitzar una prova pilot amb un grup reduït de participants, en els que es donarà suport a la instal·lació i configuració de l'aplicació.

E4 - Inscripció a la cursa

La inscripció a la cursa, passarà a realitzar-se exclusivament a través de l'aplicació mòbil, que haurà d'incorporar una passarel·la de pagament que permeti recordar les dades, per facilitar els processos d'inscripció de les edicions posteriors.

E4.1 Assignació del dorsal. S'assignarà el número de dorsal que cada corredor haurà de recollir en briefing de la cursa.

E4.2 Assignació d'equips. Donat que la participació a la cursa és en parelles, tant en el moment de la inscripció com posteriorment fins a 48h abans de la realització de la cursa, es permetrà indicar el dorsal de la parella de cursa, o bé marcar l'opció per formar una parella aleatòria amb la resta d'inscrits que també hagin marcat aquesta opció.

E4.3 Càlcul del preu. Atenent a la obligatorietat de disposar d'una assegurança i llicència federativa, caldrà informar del codi de llicència o bé permetre indicar l'expedició d'una llicència temporal, cost que s'acumularà al l'import final de la cursa. Per realitzar el càlcul del preu, en el mateix formulari també s'informarà d'altres elements opcionals, com l'assistència al dinar, o el registre d'acompanyants.

E4.4 Autorització de menors. En el casos de participants menors d'edat, s'advertirà de la necessitat de proporcionar una autorització signada del pare, mare o tutor legal del menor. Podrà fer-se arribar per correu amb signatura digital o en original signat el dia de la cursa.

Abast

El procés d'inscripció a la cursa queda fora de l'abast dels desenvolupaments del projecte, pel què seguirà realitzant-se la inscripció a través dels formularis de la web de l'entitat i es proporcionaran els llistats a través de fulls de càlcul.

Malgrat que no estan incloses a l'abast, s'han plantejat parcialment les històries d'usuari més rellevants.

Realització de la cursa

El bloc de realització de la cursa està definit pels mòduls de registre de participants, seguiment geolocalitzat, control de pas i mòdul interacció.

E5 - Registre de participants

El registre de participants es realitzarà el dia de la cursa en el moment del briefing i repartiment de dorsals.

E5.1 Registre dels dorsals. A partir del registre d'inscripcions, on s'haurà assignat el nº de dorsals i la composició dels equips, el sistema disposarà d'un formulari de control que permetrà a l'organització confirmar l'assistència dels participants.

E5.2 Sincronització dels dispositius. Per cada participant caldrà verificar que el dorsal lliurat es correspon amb el número de dorsal registrat a l'aplicació en el moment de la inscripció. D'acord amb el reglament de la cursa, cada participant haurà de permetre la geolocalització del seu dispositiu, i es comprometrà a dur-lo al damunt i amb el suficient nivell de bateria.

Abast de la solució

Donat que en l'abast de la solució no s'inclou el procés d'inscripció, el control d'assistents i assignació de dorsals, es realitzarà de forma manual i es registrarà en

un full de càlcul, a partir del què es realitzarà un actualització massiva a la base de dades del sistema Traces.

E6 - Seguiment geolocalitzat

Una vegada cada participant tingui l'aplicació de la cursa instal·lada, amb el dorsal registrat i la geolocalització permesa, el sistema tindrà sincronitzat el dispositiu i estarà en disposició de geolocalitzar el corredor/a.

Aquest bloc o èpica es considera el core del projecte, pel què es desenvolupen les necessitat en major detall i s'identifiquen els diferents casos d'ús:

E6.1 Visor del mapa i track de la cursa. Es mostrarà un visor principal basat en els mapes d'OpenStreetMap (OSM) amb la visualització del track complet de la cursa.

E6.2 Ubicació en directe dels participants. En iniciar la cursa es mostrarà el track de cada corredor dinàmicament sobre el mapa.

E6.3 Registre del track dels participants. Els tracks dels corredors visualitzats sobre el mapa s'han de desar per tal de visualitzar-los i analitzar-los posteriorment i extreure'n càlculs al finalitzar la cursa.

E6.4 Cerca i filtre de tracks. Per evitar problemes de sobreimpressió dels tracks i posicions, s'oferirà la possibilitat d'establir un filtre per seleccionar la visualització dels dorsals i del equips, a partir d'un llistat o cercador, dins de la mateixa web del mapa.

E6.5 Informació dels tracks.

Els tracks visualitzats seran clicables i oferiran un globus de text informatiu indicant les dades dels corredors (les dades mínimes a mostrar serà el nº de dorsal i el nom i cognoms) Addicionalment es considera interessant mostrar informació relacionada amb l'equip de cursa, indicant el nom i el dorsal de la parella i la distància.

E6.6 Visualització dels tracks desats

En cas de refresc de la pàgina de seguiment, o càrrega en un altre dispositiu, s'han de reproduir els tracks de tots els corredors des del principi de la cursa.

E6.7 Geolocalització del control de pas. Es definirà un o diversos punts de control de pas, sortida, pas pel cim o punt intermig, i punt d'arribada, que el sistema haurà de registrar per assegurar que tots els participants han passat per aquests punts, amb una determinada tolerància de proximitat.

E6.8 Finalització de la cursa. A mesura que els corredors arribin al control d'arribada el sistema haurà de detectar que han finalitzat la cursa, i deixarà de mostrar la ubicació en pantalla, però seguirà mostrant el track realitzat durant la cursa.

E6.9 Registre de tracks i càlcul. El sistema ha d'enregistrar els tracks de tots els participants juntament amb els càlculs de proximitat, de velocitat d'ascens de descens, etc..

Abast de la solució

Forma part de l'abast inclòs en el projecte, el desenvolupament de totes les històries definides relacionats amb la geolocalització dels corredors durant la cursa.

E7 - Control de pas

Malgrat utilitzar la solució de geolocalització a través dels dispositius mòbils del corredors, la cursa ha de garantir una alternativa al control de pas pels diferents punts de seguiment. Considerant que tots els participants surten a la mateixa hora, cal assegurar com a mínim el pas pel cim, i l'arribada.

E7.1 Gravació d'etiquetes o xips NFC. Tots els dorsals inclouràn una etiqueta NFC enganxada amb el nº de dorsal enregistrat.

E7.2 Configuració del lector NFC. L'equip de control de l'organització disposarà d'un dispositiu mòbil amb lector NFC amb una aplicació configurada per llegir el nº de dorsal i enviar-lo a l'aplicació Traces. Les lectures de les etiquetes NFC cridaran una URL de l'aplicació Traces per registrar el pas dels corredors pels diferents punts de control, indicant com a paràmetres de la crida: el nº de dorsal, les coordenades i el timestamp.

E7.3 Registre de la lectura dels xips. L'aplicació Traces recepcionarà les crides enviades des dels dispositius de l'organització i desarà el registre a la base de dades per una posterior us per determinar les classificacions.

Abast de la solució

El control dels xips integrat amb l'eina Traces queda fora de l'abast del projecte. Es mantindrà la solució actual basada amb l'aplicació d'Android NFC Tools amb crides a un Google Script que registra les lectures en un Google Sheet, que s'utilitzarà com a sistema alternatiu a la geolocalització en línia.

E8 - Interacció

En aquest mòdul s'inclouen les funcionalitats que permeten establir comunicació entre l'organització de la cursa i els participants.

E8.1 Avisos de difusió. L'organització de la cursa ha de poder emetre avisos o notificacions de tipus broadcast a tots els participants, que rebran a través de l'aplicació mòbil desenvolupada per la cursa. Aquestes notificacions poden emetre's en qualsevol moment, ja sigui abans de la cursa, durant la seva realització o fins tot una vegada finalitzada. Els motius d'aviso poden ser a nivell informatiu, d'alertes sobre perill meteorològic, condicions de la neu, canvis d'itinerari, etc.. així com indicacions durant el lliurament de dorsals o en finalitzar la cursa.

E8.2 Avisos personalitzats. La comunicació entre l'organització i els participants també ha de permetre emetre notificacions personalitzades a corredors concrets, ja sigui per alertar de possibles desviacions respecte el track de la cursa, o donar indicacions concretes.

E8.3 Comunicació participants. Els participants també han de poder comunicar-se amb l'organització, per alertar de situacions de perill o donar resposta a les notificacions.

E8.4 Enviament de fotografies. Els participants que ho desitgin podran enviar fotografies durant la cursa a través de la pròpia aplicació, que seran publicades automàticament a la galeria de fotos de la cursa, o bé a les xarxes socials.

Abast de la solució

Queda fora de l'abast del projecte el desenvolupament del mòdul d'interacció.

Després de la cursa

E9. Classificacions i publicació dels resultats

E9.1 Definició de categories i reconeixements. Caldrà permetre la definició de les categories, amb la possibilitat de definir classificacions per gènere, per composició dels equips, així com reconeixements al participant més jove, participant més gran, mitjana de regularitat del temps, etc..

E9.2 Càlcul de classificacions Amb totes les dades registrades per cada corredor, cal calcular les classificacions segons les categories establertes per la cursa.

E9.3 Visualització de les classificacions. El resultat es visualitzarà en una pàgina de l'aplicació o bé en una capa desplegable damunt del mapa de la cursa, una vegada finalitzada la cursa.

E9.4 Posicions durant la cursa. Es vol contemplar també, la possibilitat de mostrar els resultats durant la realització de la cursa de forma que la graella de participants es vagi actualitzant dinàmicament.

E9.5 Publicació de resultats a la web. Els resultats es publicaran de forma automàtica a la web de la cursa.

E9.6 Publicació de resultats a les xarxes social. Es llançaran posts automàtics a través dels comptes d'Instagram, Facebook i Twitter per publicar les classificacions.

Abast de la solució

Dins l'abast del projecte es contempla únicament les històries d'usuari E9.1 i E9.3 per calcular i mostrar les classificacions des de la pròpia aplicació servidora.

Tot i que en futures versions seria desitjable permetre definir l'estructura de classificacions, en aquesta fase es limitarà a l'estructura de la pròpia cursa establint 1r, 2n i 3r classificats en les categories mixtes, femenina i masculina.

E10. Sorteig de final de cursa

Com és habitual en moltes curses, en finalitzar la cursa es realitza un sorteig de material i regals, cortesia dels patrocinadors.

E10.1 Registre de regals. L'aplicació servidora tindrà una opció per realitzar el sorteig de material, on es definirà el nombre de regals a sortejar i un text descriptiu per cadascun.

E10.2 Sorteig dels regals Els organitzadors iniciaran el sorteig, que aleatòriament seleccionarà un guanyador, que rebrà una notificació a través de l'aplicació mòbil de la cursa. Els guanyadors de cada sorteig seran exclosos dels següents sortejos.

Abast de la solució

L'automatització del sorteig de material no s'inclou en l'abast del projecte, i es preveu seguir fent-lo manualment.

E11. Enquesta de satisfacció

A cada edició de la cursa s'envia un mailing a tots els inscrits, agraint la participació i demanant la opinió a través d'una enquesta.

E11.1 Les preguntes de l'enquesta es defirien des de l'aplicació servidora

E11.2 L'enquesta es mostrarà a l'aplicació mòbil de cada participant, i s'emetrà una notificació als participants sol·licitant la resposta de l'enquesta.

E11.3 Passat el termini de resposta de l'enquesta, es publicarà els resultats globals de les respostes obtingudes.

Abast de la solució

L'automatització de l'enquesta no s'inclou en l'abast del projecte, i es preveu seguir fent a través de missatgeria i Google Forms.

Construcció de la pila del producte

A partir de la presa de necessitats s'elabora la següent taula resum de les èpiques i històries d'usuari, indicant les que s'inclouen a l'abast del projecte.

Per les històries incloses a l'abast, s'ha establert la puntuació en punts de cada història (Story Points) per determinar l'esforç assumible a cada sprint.

Èpica	Història d'usuari	Abast	Punts	Sprint
E1. Xarxes socials	Pendents de definir	No		
E2. Web informativa	Pendents de definir	No		
E3. Aplicació mòbil	Pendents de definir	No		
E4. Inscripció a la cursa	E4.1 Assignació del dorsal	No		
	E4.2 Assignació d'equips	No		

	E4.3 Càlcul del preu	No		
	E4.4 Autorització de menors	No		
E5. Registre participants	E5.1 Registre dels dorsals	No		
	E5.2 Sincronització dels dispositius	No		
E6. Seguiment geolocalitzat	E6.1 Visor del mapa i track de la cursa	Sí	20p	S2
	E6.2 Ubicació en directe dels participants	Sí	40p	S3, S4
	E6.3 Registre del tracks dels participants	Sí	30p	S2, S3
	E6.4 Cerca i filtre de tracks	Sí	20p	S6
	E6.5 Informació dels tracks	Sí	15p	S3
	E6.6 Visualització dels tracks desats	Sí	15p	S3
	E6.7 Geolocalització del control de pas	Sí	15p	S4, S5
	E6.8 Finalització de la cursa	Sí	15p	S5
	E6.9 Registre de tracks i càlculs	Sí	10p	S4
E7. Control de pas	E7.1 Gravació d'etiquetes o xips NFC	No		
	E7.2 Configuració del lector NFC	No		
	E7.3 Registre de la lectura dels xips	No		
E8. Interacció	E8.1 Avisos de difusió	No		
	E8.2 Avisos personalitzats	No		
	E8.3 Comunicació participants	No		
	E8.4 Enviament de fotografies	No		
E9.	E9.1 Definició de categories i	No		

Classificacions i publicació de resultats	reconeixements			
	E9.2 Càlcul de classificacions	Sí	15p	S5, S6
E9.3 Visualització de les classificacions	Sí	15p	S6	
E9.4 Posicions durant la cursa	No			
E9.5 Publicació de resultats a la web	No			
E9.6 Publicació de resultats a les xarxes	No			
E10. Sorteig de final de cursa	E10.1 Registre de regals	No		
	E10.2 Sorteig dels regals	No		
E11. Enquesta de satisfacció	E11.1 Definició de preguntes	No		
	E11.2 Visualització de l'enquesta	No		
	E11.3 Publicació dels resultats	No		

Taula 5. Pila del producte

El total de punts d'història valorats pels desenvolupaments és de 210 punts. Es considera que cada punt d'història equival a un esforç aproximat d'una hora per persona (*FTE*), amb 6 hores de dedicació diària, resulten així 35 dies que es distribueixen en 5 sprints en els que s'inverteixen 42 punts d'història per setmana.

Les tasques d'aquestes 5 setmanes es distribueixen a partir del segon sprint, tenint en compte que el primer es dedica a l'anàlisi de necessitats i exploració de solucions, i el darrer sprint es reserva per a proves UAT i refinaments.

En l'execució del TFM, no sempre és viable dedicar 6 hores diàries entre setmana però s'intenta compensar amb la dedicació més intensa durant els caps de setmana.

El següent full de càlcul s'ha utilitzat per distribuir les històries d'usuari en els diferents sprints:

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Història d'usuari	Abast	Punts	Dies	Setmanes	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6
E6.1 Visor del mapa i track de la cursa	Sí	20	2,5	0,3	20				
E6.2 Ubicació en directe dels participants	Sí	40	5,0	0,6		4	36		
E6.3 Registre del track dels participants	Sí	30	3,8	0,5	22	8			
E6.4 Cerca i filtre de tracks	Sí	20	2,5	0,3					20
E6.5 Informació dels tracks	Sí	15	1,9	0,2		15			
E6.6 Visualització dels tracks desats	Sí	15	1,9	0,2		15			
E6.7 Geolocalització del control de pas	Sí	15	1,9	0,2			6	9	
E6.8 Finalització de la cursa	Sí	15	1,9	0,2				15	
E6.9 Registre de tracks i càlculs	Sí	10	1,3	0,2				10	
E9.2 Càlcul de classificacions	Sí	15	1,9	0,2				8	7
E9.3 Visualització de les classificacions	Sí	15	1,9	0,2					15
		210	35,0	5,0	42	42	42	42	42

Figura 13 Distribució dels punts d'història per sprints.

Retrospectiva de l'Sprint 1

El primer sprint no s'han inclòs desenvolupaments, ja que s'ha dedicat a la presa de necessitats, definició de les històries d'usuari, i planificació de la pila del projecte, en la que es basaran els desenvolupaments dels propers sprints.

Així, la construcció de les històries d'usuari s'han distribuït entre el segon i sisè sprint, considerant que el 7è i darrer sprint del projecte consistirà en tasques de revisió i refinament, i eventualment per incloure les tasques reprioritzades en els anteriors sprints.

Sprint 2

A partir del 2n sprint s'inicien les tasques d'anàlisi i desenvolupament de les següents històries d'usuari prioritzades:

Història d'usuaris S2	Punts
E6.1 Visor del mapa i track de la cursa	20
E6.3 Registre del track dels participants (part 1)	22
Total	42

E6.1 Visor del mapa i track de la cursa

Es mostrarà un visor principal basat en els mapes d'OpenStreetMap (OSM) amb la visualització del track complet de la cursa.

En aquesta història d'usuari s'inclouen les tasques de construcció de l'aplicació amb Node.js, i instal·lació de llibreries que permetin renderitzar pàgines web des de la banda del servidor, per finalment utilitzar les llibreries LeafLet de Javascript, a la banda del navegador per visualitzar els mapes amb les diferents capes d'informació.

A la figura 7 es mostra l'esquema de pàgines servides per l'aplicació.

Llibreries *Node.js* per la publicació de pàgines

Per publicar la visualització de pàgines web al navegador des de *Node.js* s'utilitza el framework *express*.

S'instal·len les llibreries del framework *express* juntament amb el motor de plantilles *ejs-mate*, per facilitar la publicació de continguts entre *Node.js* i el navegador.

```
npm i express ejs-mate
```

S'importen les llibreries *express*, *ejs-mate*, *path* i *http*

```
const express = require('express');
const engine = require('ejs-mate');
const path = require('path');
```

```
const http = require('http');

const dispositius = require('./components/recepccio/dispositius');
const usuaris = require('./components/usuaris');
const tracks = require('./components/carrega/carregaTracks');
```

S'inicialitzen les constants i es configura el motor de plantilles *ejs-mate*

```
const app = express();
const server = http.Server(app);

// configuració del motor de plantilles basat en ejs-mate
app.engine('ejs', engine);
app.set('view engine', 'ejs');
app.set('views', path.join(__dirname, 'views'));
```

El framework *express* permet especificar quines pàgines *.js* carregarà cada ruta de la URL de l'aplicació web.

Es determina que la ruta principal / carregarà el fitxer *mostrarMapa.js*

Adicionalment es configura que la ruta */corredors* carregarà el fitxer *llistaCorredors.js*

```
// Ruta per defecte de l'aplicació que carrega el mapa amb Leaflet
app.use('/', require('./routes/mostraMapa.js'));

// Ruta /corredors amb el llistat de corredors, resultats, ...
app.use('/corredors', require('./routes/llistaCorredors.js'));
```

Es configura el servidor de pàgines estàtiques *express* indicant la carpeta de recursos del servidor a publicar:

```
// Publicació de la carpeta del servidor "public"
app.use(express.static(path.join(__dirname, 'public')));
```

S'inicia el servidor de pàgines al port 3000:

```
// Inici servidor
server.listen(3000, () => {
  console.log('http://localhost:3000/');
});
```

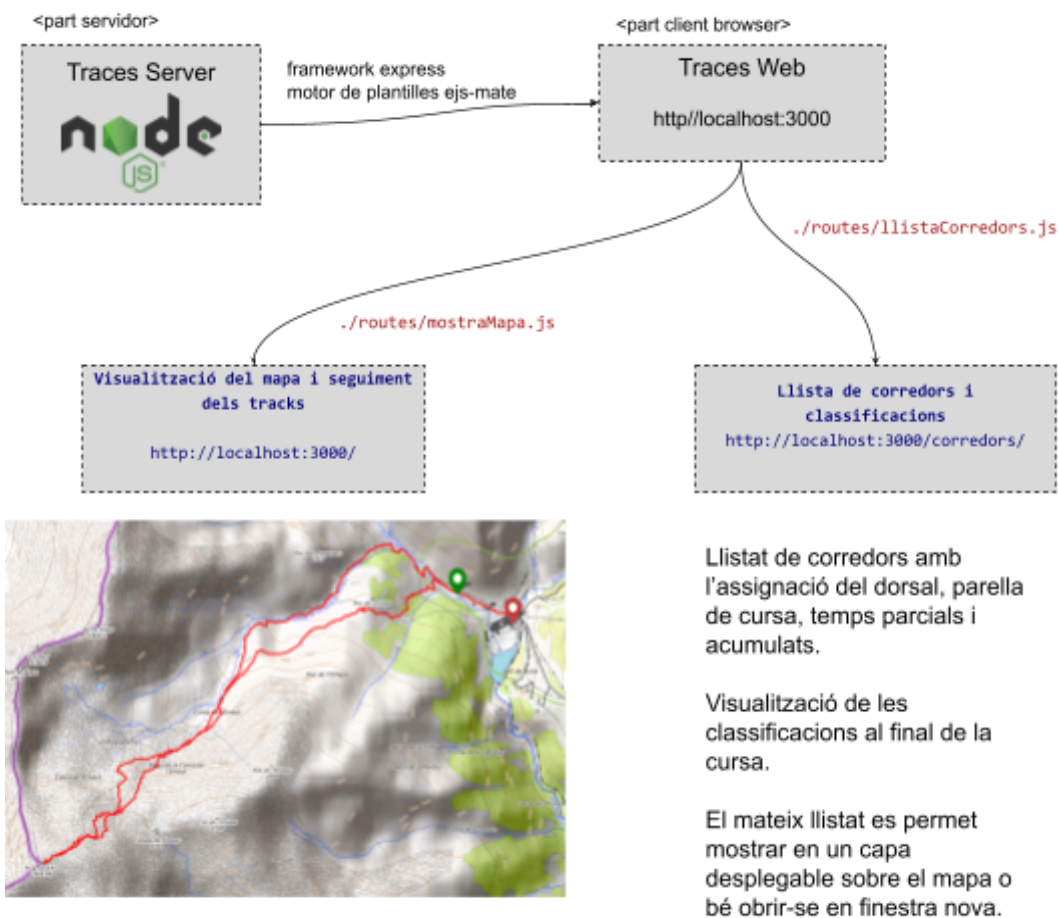


Figura 18. Esquema de les pàgines servides per l'aplicació.

Renderització de les plantilles ejs-mate

Una vegada s'han importat la biblioteca *ejs-mate*, cal indicar el fitxer amb la plantilla .ejs

A través del paràmetre `dataJS`, se li pot passar una cadena de text, que serà interpretada a la plantilla. Pot contenir qualsevol cadena de text, ja sigui text sol, html, o bé codi javascript, en aquest cas cal incloure els tags "`<script> </script>`".

```
var cadJS="<script> codi javascript </script>";

// Renderitza mostraMapa.ejs passant dades per { dataJS: cadJS }
router.get('/', (req, res) => {
  res.render('mostraMapa.ejs', {dataJS: cadJS});
});
```

```
});
```

Plantilla .ejs

Finalment, la plantilla .ejs permet escriure codi HTML5 que s'executarà a la banda del navegador, amb la capacitat de rebre codi javascript injectat a través del paràmetre renderitzat amb l'etiqueta `<%- dataJS %>`

```
var cadJS="<script> codi javascript </script>";

// Renderitza mostraMapa.ejs passant dades per { dataJS: cadJS }
router.get('/', (req, res) => {
  res.render('mostraMapa.ejs', {dataJS: cadJS});
});
```

Per mostrar tan sols la base de mapa topogràfic, no és necessari utilitzar la injecció de codi Javascript, però s'utilitzarà més endavant per la representació dels tracks.

Visualització del mapa

Per la visualització dels mapes i els tracks en el navegador web, s'utilitza la biblioteca de JavaScript **Leaflet**, que ofereix un ampli ventall de funcions per treballar amb els mapes d'OpenStreetMap (OSM).

Els mapes i serveis de OSM, així com les llibreries Leaflet són de codi obert, aconseguint així un solució basada totalment en programari lliure.

Importació dels fulls d'estils de leaflet:

```
<link rel="stylesheet"
href="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.css"
integrity="sha512-xodZBNTC5n17Xt2atTPuE1HxjVMSvLVW9ocqUKLsCC5CXdbqCmbl
AshOMAS6/keqq/sMzMZ19scR4PsZChSR7A==" crossorigin="" />
```

Importació del full d'estil de l'aplicació:

```
<link rel="stylesheet" href="/css/main.css">
```

En el full d'estils /css/main.css s'especifiquen els marges i color de fons de la pàgina que contindrà el mapa i els atributs del mapa:

```
body {
  padding: 0;
  margin: 0;
```



```

    background: #333333;
}

#map {
    height: 100%;
    width: 100%;
    top: 300;
    position: absolute;
}

```

Importació de la biblioteca Javascript de Leaflet:

```

/* @preserve
 * Leaflet 1.7.1, a JS library for interactive maps. http://leafletjs.com
 * (c) 2010-2019 Vladimir Agafonkin, (c) 2010-2011 CloudMade
 */

<script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet/1.7.1/leaflet.js"></script>

```

Per visualitzar el mapa OSM es crea una instància de l'objecte L, de la biblioteca Leaflet, i se li assignen els atributs que determinen la font del mapa, el nivell de zoom i la posició a mostrar:

```

<!-- Recupera les dades de /routes/mostrarMapa.js -->
<%- dataJS %>

<div id="map"></div>

// Coordenades del cim del Puigmal
const puntPuigmal=[42.38326, 2.11678];

// S'estableix el zoom per defecte de 12 i el zoom màxim permès de 17
var map = L.map('map').setView(puntPuigmal,12);
map.options.maxZoom=17;

// Es determina la font del mapa
const tileURL = 'https://a.tile.opentopomap.org/{z}/{x}/{y}.png';
L.tileLayer(tileURL).addTo(map);
map.locate({enableHighAccuracy: true});

```

Track oficial de la cursa

Per representar el track oficial del cursa, s'utilitza la biblioteca de Javascript *leaflet-gpx*.

<part client browser>



Figura 19. Càrrega del track de la cursa amb Leaflet

S'ha descarregat la biblioteca gpx.js per modificar les rutes dels recursos gràfics de les icones, i poder-les deixar a la carpeta de recursos /scr/public/img del projecte:

```
<!--
Copyright (C) 2011-2012 Pavel Shramov
Copyright (C) 2013-2017 Maxime Petazzoni<maxime.petazzoni@bulix.org>
<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-gpx/1.7.0/gpx.min.js"><
/script>
-->
<script src="/js/gpx.js"></script>
```

Per carregar el fitxer del track en format .gpx s'utilitza la funció L.GPX incorporada a la biblioteca leaflet-gpx

```
var gpx = './tracks/npn.gpx';
var g = new L.GPX(gpx,
  { async: true,
    parseElements: ['track'],
    polyline_options: { color: 'red' }
  });
g.addTo(map);
```

E6.3 Registre del track dels participants

Els tracks dels corredors visualitzats sobre el mapa s'han de desar per tal de visualitzar-los i analitzar-los posteriorment i extreure'n càlculs al finalitzar la cursa.

Per tal de visualitzar posteriorment els tracks realitzats per cada participant i poder-ne fer anàlisi, és necessari comptar amb un sistema de persistència. Per aconseguir-ho s'utilitza una base de dades PostgreSQL que registrarà totes les posicions obtingudes a través de l'API de *Traccar*.

Per accedir a la base de dades, s'ha construït una API pròpia de l'aplicació *Traces* que s'ha anomenat *Traces API*.

Sincronització dels dispositius

Abans de poder rebre les posicions dels dispositius, cal sincronitzar els dispositius dels corredors amb l'aplicació Traccar Server. Els usuaris sincronitzats a partir de l'API de Traccar, es registren a la taula *users* de la bases de dades de Traces amb l'identificador de dispositiu associat.

Obtenció de posicions

Per tal d'iniciar la lectura dels dispositius i començar a registrar posicions, es realitza una iteració principal que es manté iterant mentre dura la cursa, i una segona iteració aniuada que llegeix les posicions de cada dispositiu sincronitzat.

Les lectures dels dispositius i posicions es realitzen mitjançant crides GET a l'API REST de Traccar Server.

La funció *getPosition()* obté les posicions de cada dispositiu, construeix una cadena GeoJSON amb la informació de la posició i el dispositiu i crida la funció *setPunt()* que registra la cadena GeoJSON a la base de dades, mitjançant una crida a l'API desenvolupada.

```
const hostname = "localhost";
const port = "8082";
const headers = {
  "cookie": "JSESSIONID=node01kpp1w0pwm3xb17yqbhyud6svt1.node0",
  "Content-Length": "0",
  "Authorization": "Basic YWRtaW46YWRtaW4="
}

function getPosition(n) {
  var options = {
    "method": "GET",
    "hostname": hostname,
    "port": port,
    "path": "/api/positions?deviceId="+n, // S'afeix l'ID del dispositiu
    "headers": headers
  };

  const req = http.request(options, function (res) {
    const chunks = [];
    var track = [];
    res.on("data", function (chunk) {
      chunks.push(chunk);
    });
    res.on("end", function () {
      const data = Buffer.concat(chunks);
    });
  });
}
```

```

var jsonParsed = JSON.parse(data);
var deviceId = jsonParsed[0].deviceId;
var batteryLevel = jsonParsed[0].attributes.batteryLevel;
var lat = jsonParsed[0].latitude;
var lng = jsonParsed[0].longitude;
var alt = jsonParsed[0].altitude;
var time = jsonParsed[0].fixTime;
posicio = GeoJSON.parse({runner_id:n, lat:lat, lng:lng, alt:alt,
time:time, batteryLevel:batteryLevel}, {Point: ['lat', 'lng', 'alt']});

punts.setPunt(deviceId, posicio);
});
});
req.end();
}

```

Retrospectiva de l'Sprint 2

En aquest sprint s'ha realitzat el disseny de la base de dades i s'ha construït l'API d'integració amb l'aplicació, que ha de donar servei a les funcionalitats d'aquest i de la resta dels sprints del projecte. (Figura 14).

Han sorgit alguns imprevistos causats per manca de coneixements i experiència en programació Node.js i característiques del format GeoJson que ha calgut assimilar.

La història d'usuari E6.3 prevista per completar al següent sprint s'ha pogut completar en aquest, reduint així la càrrega d'esforç en 8 punts d'història pel següent sprint.

L'increment de la pila del producte s'ha assolit incorporant com a completes les històries d'usuari E6.1, E.6.3.

Sprint 3

Història d'usuaris S3	Punts
E6.5 Informació dels tracks	15
E6.6 Visualització dels tracks desats	15
E6.2 Ubicació en directe dels participants (inici)	4
Total	34

E6.5 Informació dels tracks

Els tracks visualitzats seran clicables i oferiran un globus de text informatiu indicant les dades dels corredors (les dades mínimes a mostrar serà el nº de dorsal i el nom i cognoms) Addicionalment es considera interessant mostrar informació relacionada amb l'equip de cursa, indicant el nom i el dorsal de la parella i la distància.

Per mostrar informació dels tracks en un globus de text damunt del mapa, es fan servir les funcions `getLayers()` per obtenir la capa de visualització del mapa i la propietat `bindPopup()`, per mostrar el text informatiu en clicar damunt la capa.

En el cas dels tracks que es mostren damunt del mapa, cada track esdevé una capa més, de forma que s'hi pot accedir mitjançant l'índex a l'array de `getLayer()[0]`

Així en el cas del track oficial de la cursa es mostra informació del nom de track, la distància i el desnivell, fent ús de les funcions particulars de la biblioteca `leaflet-gpx`, com són `get_name()`, `get_distance()`, `get_elevation_gain()`,...

```
g.on('loaded', function(e) {
  var gpx = e.target,
      name = gpx.get_name(),
      distM = gpx.get_distance(),
      distKm = distM / 1000,
      distKmRnd = distKm.toFixed(1),
      eleGain = gpx.get_elevation_gain().toFixed(0),
      eleLoss = gpx.get_elevation_loss().toFixed(0);
  var info = "Track oficial: " + name + "</br>" +
    "Distància: " + distKmRnd + " km </br>" +
    "Desnivell: " + eleGain + " m </br>"
  gpx.getLayers()[0].bindPopup(info)
});
```

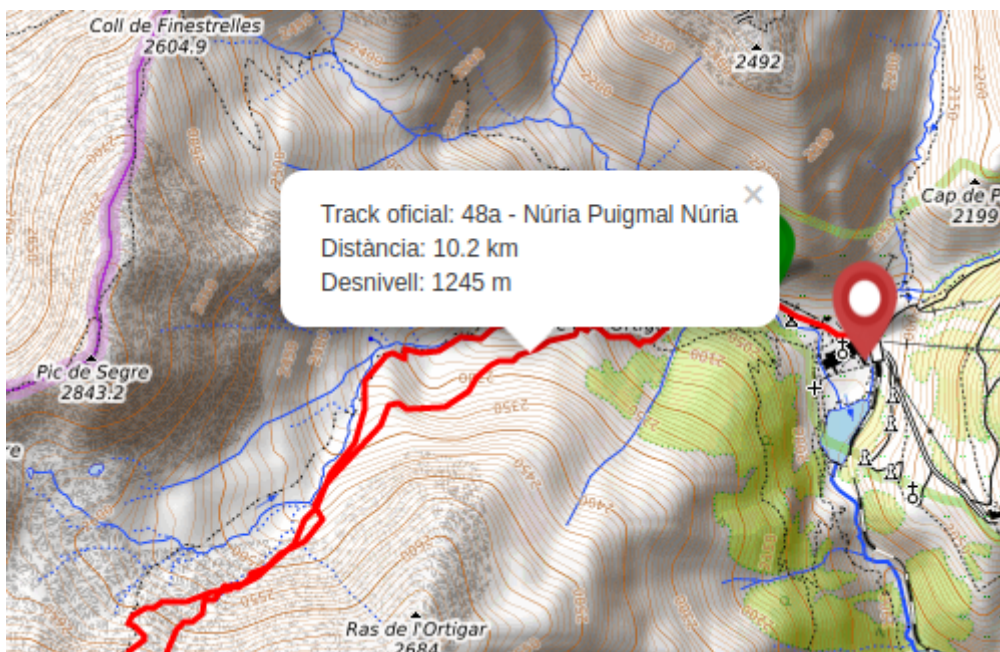


Figura 15. Visualització de la capa de text informatiu del track de la cursa.

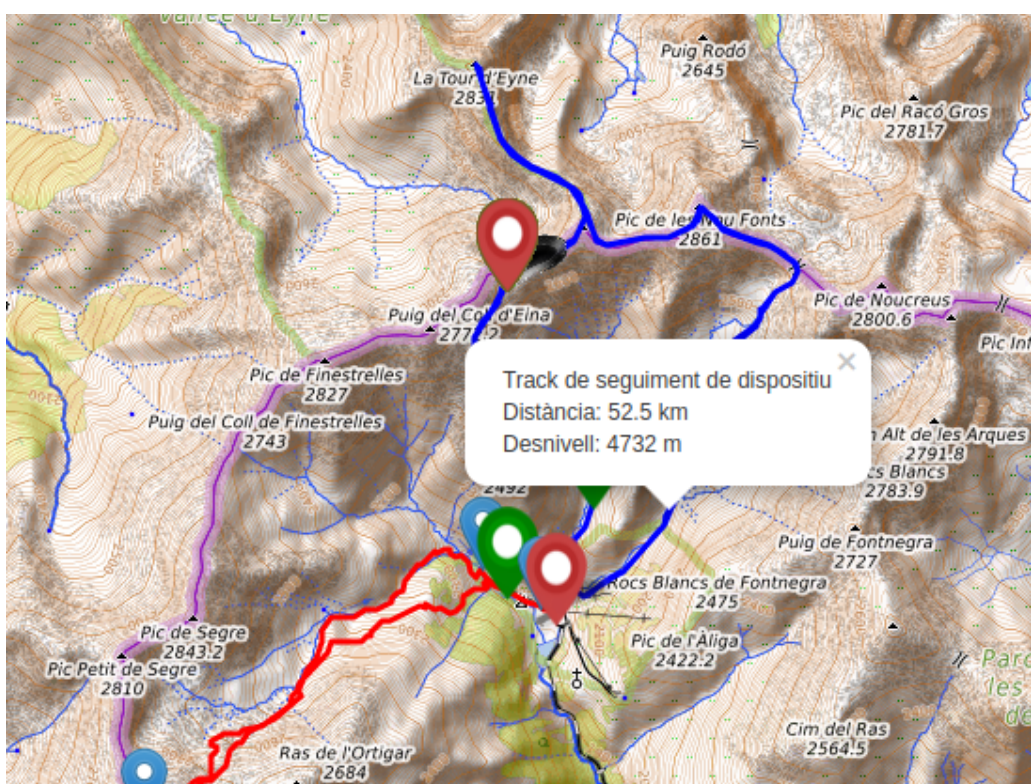


Figura 16. Visualització de la capa de text informatiu del track d'un dispositiu.

Queda pendent, com a refinament, incorporar informació dels tracks del corredors, per tal d'identificar el nom, dorsal i altres dades d'interès.

E6.6 Visualització dels tracks desats

En cas de refresc de la pàgina de seguiment, o càrrega en un altre dispositiu, s'han de reproduir els tracks de tots els corredors des del principi de la cursa.

Una possible solució, en carregar el mapa, podria consistir en recuperar tots els tracks emmagatzemats i enviar-los a través del motor de plantilles *ejs-mate*, opció que s'ha descartat per tractar-se d'un volum de dades excessivament elevat, si considerem que cada track pot arribar a tenir més de 40.000 punts, i poden haver-hi un màxim de 200 participants.

La solució escollida ha estat muntar una funció que al iniciar l'aplicació recupera els tracks i genera un fitxer en format *.gpx* on es guarda cada track identificat pel número de dorsal, a la carpeta de recursos públics de l'aplicació.

La funcionalitat d'injecció de codi a les plantilles *ejs-mate*, s'utilitza únicament per enviar el llistat dels dorsals dels que s'ha generat fitxer de track, de manera que en carregar la pàgina web del mapa, es recupera la llista de tracks i es dibuixa cadascun en pantalla de la mateixa forma que s'ha representat el track oficial de la cursa.

L'esquema de la figura 14 (sprint 2), mostra el mecanisme de generació dels fitxers dels tacks de cada corredor en format GPX i la posterior recuperació desde la part web.

Generació de fitxers GPX

Els fitxers en format **GPX** consisteixen en un Format d'Intercanvi per GPS (*GPS eXchange Format*) que permeten transferir dades GPS entre aplicacions i dispositius, gràcies a l'esquema XML estandarditzat.

A l'[Annex 7](#) s'especifica el format dels fitxers GPX amb exemples d'ús per l'aplicació.

A l'aplicació *Traces* s'utilitza per generar els tracks, a partir de les cadenes JSON emmagatzemades a la base de dades, en el moment de la càrrega del mapa, a partir de les llibreries JavaScript Leaflet per la gestió de mapes OpenStreetMap (OSM).

Per la creació dels fitxers s'han utilitzat les funcions *writeFile* de la biblioteca *fs*.


```
function crearFitxer(file, data){
  const fs = require('fs');
  fs.writeFile(file, data,
    {
      encoding: "utf8",
      flag: "w",
      mode: 0o666
    },
    (err) => {
      if (err) console.log(err);
    });
}
```

Les opcions *encoding*, *flag* i *mode* són opcionals, ja que els valors especificats en aquesta funció són els valors que *writeFile* pren per defecte, a la funció utilitzada per afegir les línies de cada punt dels tracks i els tags de tancament s'utilitza el flag "a" que permet afegir línies al fitxer.

Un problema sorgit en l'escriptura asíncrona dels fitxers ha estat l'ordre dels fragments del fitxers, ja que primer cal generar la capçalera amb les metadades del track, a continuació generar una línia per cada posició i finalment cal afegir els tags de tancament de segment i de track.

Per assegurar l'ordre correcte, s'han utilitzat les promeses de Javascript que permeten llençar processos asíncrons i esperar el retorn de les crides abans de continuar amb altres processos.

S'ha afegit un temps d'espera de 500ms per assegurar que s'han creat les capçaleres abans d'iniciar l'escriptura dels punts. Al tancament del fitxers, també s'ha utilitzat una promesa per assegurar que no s'escriuen els tags de final de track abans d'escriure tots els punts.

```
function promesaTrack(msg) {
  console.log(msg)
  return new Promise((resolve, reject) => {
    setTimeout(() => { resolve(); }, 500); });
}

function crearGPX(device_id) {
  var tracks=[];
  var uri=path_tracks+'track-'+device_id+'.gpx'
  tracks.push(device_id)
  promesaTrack("Inici")
}
```

```

        .then(() => {
            crearGpxTrack(uri, device_id) // Crea la capçalera
            return promesaTrack('Iniciant track: ' + uri );
        })
        .then(() => {
            console.log(device_id)
            afegirPuntsTrack(uri, device_id) // Afegeix els punts
            return promesaTrack('Creant track: ' + uri );
        })
        .catch(() => { console.log('Error creant track'); } );
    return tracks;
}
...

promesa Track("Tancar track")
    .then(() => {
        tancarGpxTrack(uri) // Afegeix els tags de final de track
        return promesaTrack('Tancant track: ' + uri );
    })
    .catch(() => { console.log('Error tancant track'); } );
});
...

```

E6.2 Ubicació en directe dels participants

En iniciar la cursa es mostrarà el track de cada corredor dinàmicament sobre el mapa.

Per mostrar la ubicació en directe dels participants sobre el mapa, es realitza una iteració temporitzada que va obtenint les posicions de cada dispositiu cada x segons.

Les crides es fan directament amb operacions GET contra l'API de Traccar, a partir de la llista de dispositius rebuts a la banda del navegador.

Retrospectiva de l'Sprint 3

Amb aquest sprint s'ha completat la visualització en el mapa dels tracks desats en base de dades, i s'ha afegit informació contextual al tracks representats, quedant pendent com a possible refinament del darrer sprint, la incorporació de dades dels participants a la capa d'informació dels tracks.

El principal desenvolupament de l'sprint ha estat la generació dels fitxers dels tracks en format .GPX que permeten la recàrrega.

S'ha iniciat la visualització de la ubicació en directe dels participants, que cal continuar en el següent sprint.

Sprint 4

Història d'usuaris S4	Punts
E6.2 Ubicació en directe dels participants (continuació S3)	36
E6.7 Geolocalització del control de pas	6
Total	42

E6.2 Ubicació en directe dels participants (continuació)

En iniciar la cursa es mostrarà el track de cada corredor dinàmicament sobre el mapa.

En l'anterior sprint s'ha preparat la lectura de les posicions de cada dispositiu contra l'API de Traccar, i ara cal dibuixar la continuïtat del track sobre el mapa.

S'utilitza un array on es guarda la última posició de cada dispositiu, en rebre una nova posició es defineix una línia entre el punt actual i l'anterior.

Per traçar la línia s'utilitza la funció `L.polyline`, indicant les coordenades dels dos extrems del segment a dibuixar:

```
var polyline = L.polyline(coord, { weight: 4, color: 'darkred'
}).addTo(map);
```

A l'[Annex 4](#) es mostra l'ús del simulador d'Android que permet reproduir un track i sincronitzar l'aplicació Traccar Client amb Traccar Server.

A la figura 17 es mostra el track de la cursa en color vermell i el track de la simulació d'un corredor en color blau.

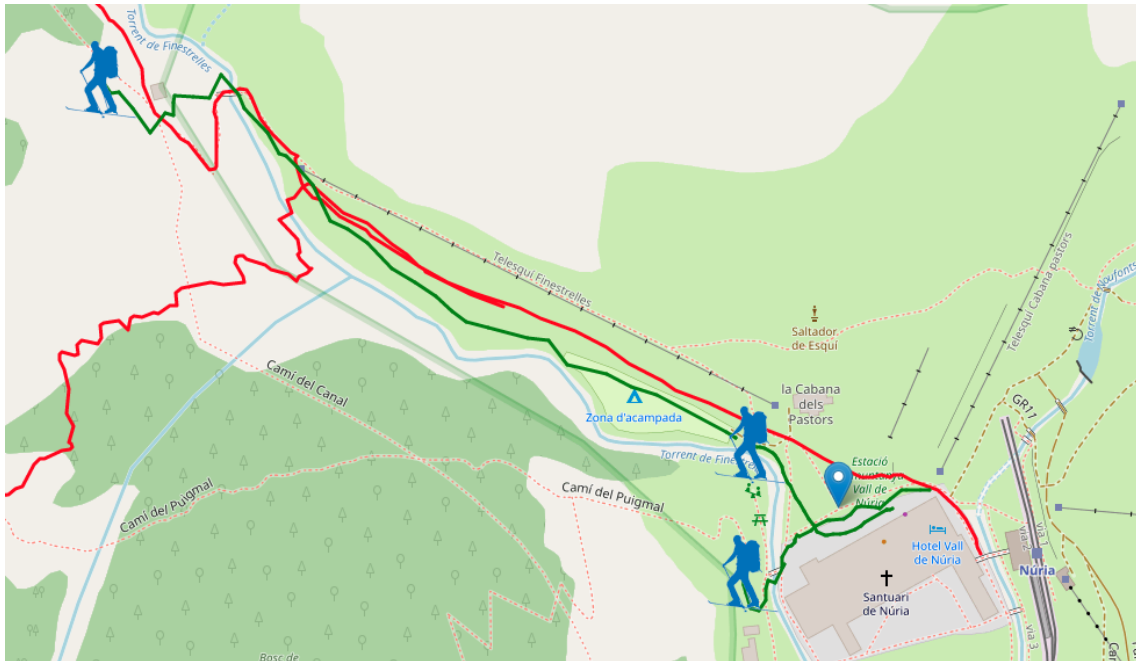


Figura 17. Visualització del track en directe dels corredors

E6.7 Geolocalització del control de pas

Es definirà un o diversos punts de control de pas, sortida, pas pel cim o punt intermig, i punt d'arribada, que el sistema haurà de registrar per assegurar que tots els participants han passat per aquests punts, amb una determinada tolerància de proximitat.

Per determinar els diferents punt de control de pas, s'ha creat una taula de controls on s'emmagatzema la informació textual i de geoposicionament de cada control.

La representació dels controls sobre el mapa es realitza des de la part front de l'aplicació web. Els controls es llegeixen a través del mètode implementat a l'API `Traces /controls` i es dibuixen sobre el mapa amb la funció `dibuixaControl(control)`

```
// Dibuixa el punt de control
function dibuixaControl(control) {
    var pos=[control.coords[1],control.coords[0]];
    var alt=control.coords[2];
    var marker = L.marker(pos)
```

```
.addTo (map)
  .bindPopup (`<b>${control.nom} ${alt} m.</b><br>${control.desc}` )
}
```

Retrospectiva de l'Sprint 4

En aquest sprint s'ha completat el desenvolupament de la història d'usuari per mostrar la ubicació en directe dels participants, i s'han iniciat les tasques d'anàlisi i desenvolupament de la segona història d'usuari inclosa per la geolocalització dels corredors en els controls de pas.

Sprint 5

Història d'usuaris S5	Punts
E6.7 Geolocalització del control de pas (continuació S4)	9
E6.8 Finalització de la cursa	15
E6.9 Registre de tracks i càlculs	10
E9.2 Càlcul de classificacions	8
Total	42

E6.7 Geolocalització del control de pas (continuació S4)

Es definirà un o diversos punts de control de pas, sortida, pas pel cim o punt intermig, i punt d'arribada, que el sistema haurà de registrar per assegurar que tots els participants han passat per aquests punts, amb una determinada tolerància de proximitat.

Per registrar el pas dels corredors per cadascun dels punts, s'ha creat una nova taula a la base de dades anomenada `runners_controls` que identifica el corredor i desa el punt en format geoJson. L'accés en aquesta taula es realitza a través d'un nou mètode implementat a l'API REST de Traces API.

A la part del servidor, on s'obtenen els punts de cada dispositiu i es registren a la bases de dades, es comprova si el corredor ha passat pel punt de control, i en aquest cas es crea un registre a la taula.

S'ha establert un paràmetre global per mesurar la proximitat entre el pas del corredor i el punt de control, establint una distància de tolerància en de proximitat.

E6.9 Registre de tracks

El sistema ha d'enregistrar els tracks de tots els participants juntament amb els càlculs de proximitat, de velocitat d'ascens de descens, etc..

El registre dels tracks, s'ha implementat a la part del servidor, on s'obtenen les lectures cada dispositiu sincronitzat, a través dels servei REST /positions de l'Api de Traccar, i es registren a la taula *points* a través de l'Api de Traces.

Cada punt es guarda en un registre a la taula *points*, amb l'identificador del dispositiu, i un camp geoJSON que conté informació del dispositiu i de la seva geolocalització:

```
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "Point",
    "coordinates": [
      2.1441652,
      42.3978313
    ]
  },
  "properties": {
    "alt": 2060.7,
    "time": "2022-01-04T23:23:09.000+00:00",
    "device_id": "627",
    "batteryLevel": 10
  }
}
```

E9.2 Càlcul de classificacions

Amb totes les dades registrades per cada corredor, cal calcular les classificacions segons les categories establertes per la cursa.

Per construir la taula de classificacions no és necessari realitzar cap càlcul complex, ja que n'hi ha prou en realitzar una consulta a la base de dades que retorni informació dels punts de controls registrats per cada dispositiu

La consulta o query SQL s'encapsula dins d'un d'un mètode de la capa API REST de Traces, i té en compte l'ordenació temporal del pas pels punts de control per tal d'aconseguir els resultats ordenats correctament.

```
const query=
`select c.*, rc1.temps as rc1_temps, rc2.temps as rc2_temps from
(select a.*, b.nom as nom_parella, b.cognoms as cognoms_parella
from runners as a right join runners as b on a.device_id=b.parella_id
order by a.device_id asc)
as c
left join
(select rc1.device_id, rc1.control_id, geodata ->'properties'->'time' as
temps from runners_controls rc1 where rc1.control_id=1 order by
rc1.device_id, rc1.control_id asc)
as rc1
on c.device_id =rc1.device_id
left join
(select rc2.device_id, rc2.control_id, geodata ->'properties'->'time' as
temps from runners_controls rc2 where rc2.control_id=2 order by
rc2.device_id, rc2.control_id asc)
as rc2
on c.device_id =rc2.device_id
order by
(CASE WHEN rc2.temps is not null THEN rc2.temps END,
CASE WHEN rc1.temps is not null THEN rc1.temps END )`;
```

En aquest cas, la propia select és capaç de controlar el camp d'ordenació, amb la clàusula CASE WHEN, segons el control on s'hagi registrat el control de pas.

Retrospectiva de l'Sprint 5

En aquest sprint s'ha completat la geolocalització del control de pas, i s'han muntat els mètodes d'accés a l'API de Traces per registrar i consultar el pas dels corredors.

Sprint 6

Història d'usuaris S6	Punts
E6.4 Cerca i filtre de tracks	20
E9.2 Càlcul de classificacions (continuació S4)	7
E9.3 Visualització de les classificacions	15
Total	42

E6.4 Cerca i filtre de tracks

Per evitar problemes de sobreimpressió dels tracks i posicions, s'oferirà la possibilitat d'establir un filtre per seleccionar la visualització dels dorsals i del equips, a partir d'un llistat o cercador, dins de la mateixa web del mapa.

Aquesta història d'usuari s'ha desprioritzat i s'ha tornat al *backlog* del projecte, per a posteriors prioritzacions.

E9.2 Càlcul de classificacions (continuació S4)

S'ha completat el servei REST de l'API de Traces, que permet obtenir la llista ordenada de corredors des de la pàgina que mostra el llistat de corredors.

E9.3 Visualització de les classificacions

El resultat es visualitzarà en una pàgina de l'aplicació o bé en una capa desplegable damunt del mapa de la cursa, una vegada finalitzada la cursa.

Per mostrar la taula de classificacions s'ha muntat una funció que realitza, de forma reiterada, la consulta al servei de l'API de Traces i dibuixa la taula de classificacions, ja amb els resultats ordenats.

S'ha habilitat un accés amb una capa desplegable sobre el mapa, utilitzant la biblioteca de funcions de LeafLet, i de forma alternativa s'ha proporcionat un accés en pàgina nova.

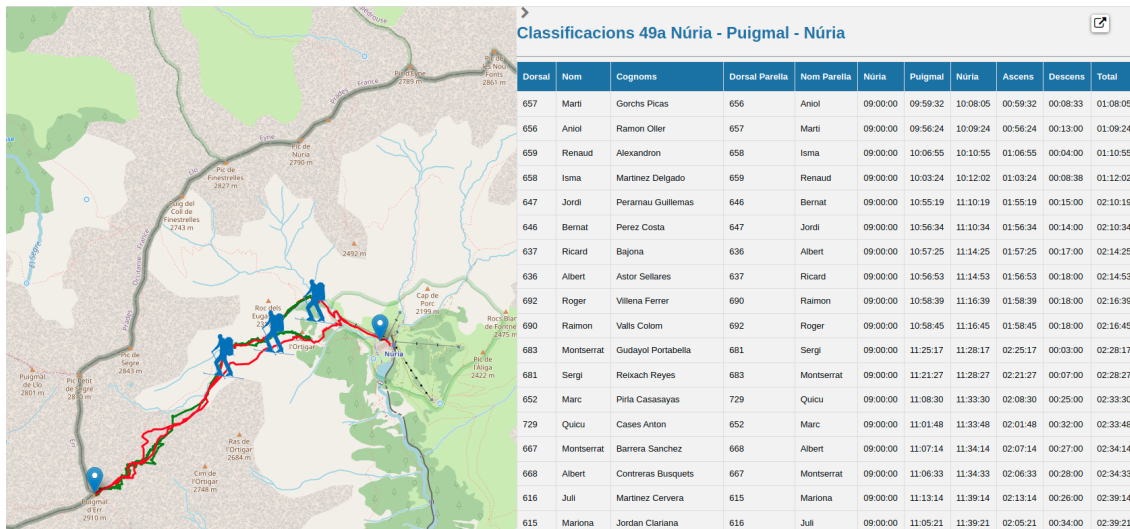


Figura 18. Taula de classificacions

Retrospectiva de l'sprint 6

En aquest sprint s'ha prioritzat la consulta de dades i visualització de la taula de classificacions, i s'ha desprioritzat la necessitat de Cerca i Filtre dels corredors.

Sprint 7

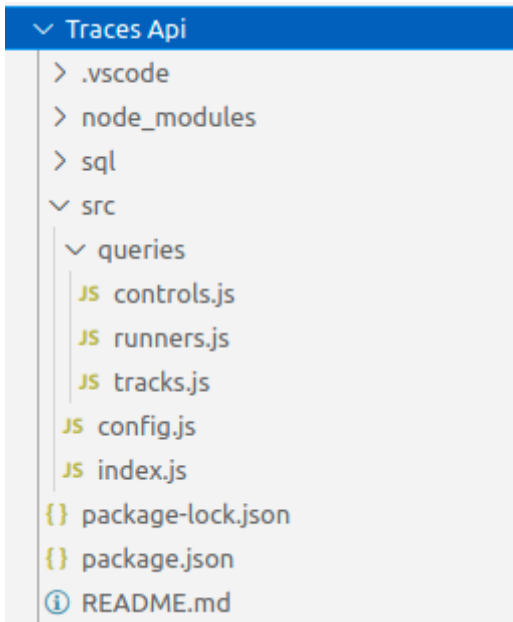
L'sprint 7, no conté històries d'usuari per desenvolupar sinó que s'havia previst com un sprint de revisió i refinament.

Així, l'sprint s'ha dedicat a realitzar proves i depurar errors, i completar alguns refinaments detectats durant el projecte.

Dins les proves, s'han preparat jocs de dades per fer càrregues a la base de dades per tal de validar les funcionalitats amb un volum d'informació al màxim de realista possible.

3.3 Estructura del codi

Traces API



L'aplicació **Traces API**, desenvolupada amb JavaScript sota l'entorn d'execució Node.js, conté una estructura molt senzilla.

A la carpeta `/node_modules`, s'hi descarreguen les llibreries pròpies de Node.js així com les llibreries externes importades a l'aplicació, com són *express* i *body-parser*.

El fitxer principal `index.js`, inclou la importació de les llibreries internes d'accés a la base de dades:

```
/queries/controls.js
/queries/runners.js
/queries/tracks.js
```

Figura 19. Carpets del codi de l'aplicació Traces Server

El fitxer de configuració `config.js` s'utilitza per definir els paràmetres de connexió a la base de dades.

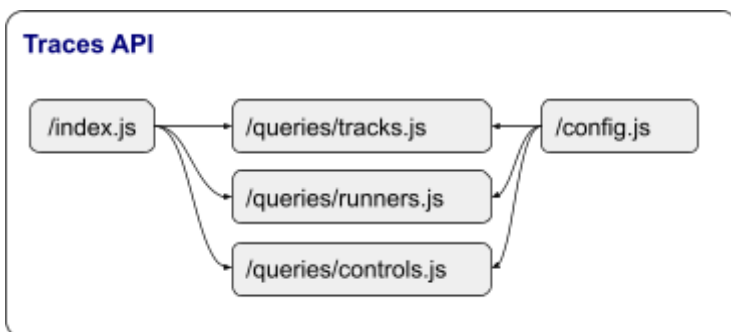
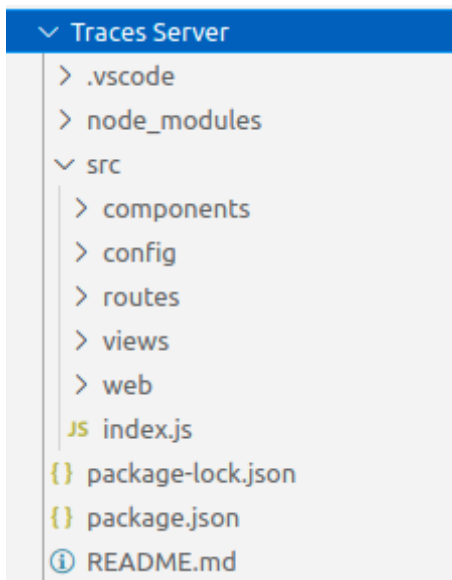


Figura 20. Estructura del codi de l'aplicació Traces API

Traces Server

L'aplicació **Traces Server**, també desenvolupada amb JavaScript i Node.js, té major complexitat ja que està composta per diferents mòduls i es distingeix la part servidora de la part web.



A la carpeta `/node_modules`, s'hi descarreguen les llibreries externes importades a l'aplicació, com `express`, `axios`, `ejs-mate`,...

A la carpeta `/src` hi resideix el codi de l'aplicació organitzat pels components de la banda del servidor: fitxers de configuració, enrutament de les urls, plantilles.

Mentre que a la carpeta `/src/web`, hi ha els recursos públics del costat del navegador, incloent el propi codi Javascript, llibreries externes, fulls d'estils, imatges, tracks.

Figura 21. Carpetes del codi de l'aplicació Traces Server

La capa del controlador s'ha desenvolupat amb l'entorn d'execució de JavaScript Node.js fent ús de diverses llibreries externes: `http`, `path`, `geojson`, `axios`, `express`, `fs`, `ejs-mate`.

```
const http = require('http');
const GeoJSON = require('geojson');
const timeStamp = require('console');
const axios = require('axios')
const express = require('express');
const router = require('express').Router();
const fs = require('fs');
const engine = require('ejs-mate');
const path = require('path');
```

A la figura 22 es mostren les relacions entre els diferents fitxers de l'aplicació Traces Server, que inclou la part servidors i la part web.

L'aplicació s'inicia a partir del fitxer principal *index.js* que publica el servidor de l'aplicació web i enruta les possibles rutes per mostrar el mapa, o bé la llista de corredors.

Per renderitzar les pàgines web, s'utilitzen les vistes o plantilles de *mate-ejs*, que publicaran les pàgines amb el codi JavaScript de la carpeta de recursos públics.

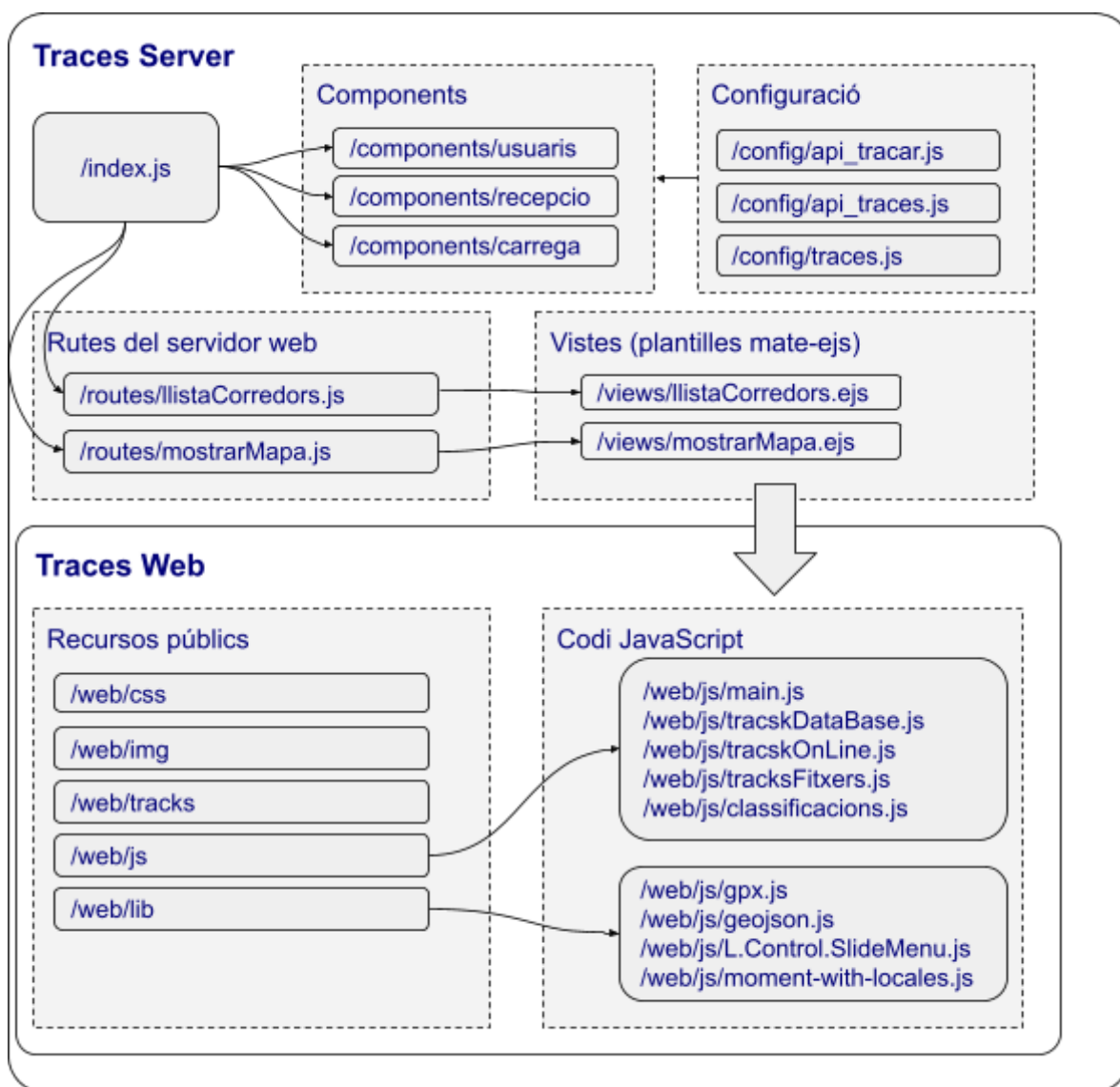
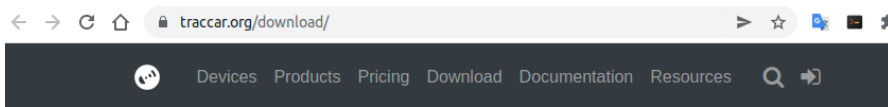


Figura 22. Estructura del codi de l'aplicació Traces Server

Aplicació Traccar

Per la utilització de l'aplicació Traccar Server, descrita a l'apartat 2.6 *Solució escollida*, s'ha instal·lat la versió ja compilada proporcionada per Traccar, ja que no es requereix de cap modificació, i n'hi ha prou en configurar les credencials de connexió de l'API que proporciona Traccar. Així mateix la solució pels dispositius mòbils, en aquesta versió del projecte, s'utilitzarà les aplicacions natives per Android i IOS, Traccar Client, també proporcionades per Traccar.





Totes les versions poden obtenir-se de la pàgina de descàrregues de Traccar:
<https://www.traccar.org/download/>



Download

Server Version 4.14 (15-Aug-2021)

Current official release of the Traccar GPS tracking system. All packages include a server and a web interface.

Operating System	File
 Windows x64	traccar-windows-64-4.14.zip
 Linux x64	traccar-linux-64-4.14.zip
 Linux ARM	traccar-linux-arm-4.14.zip
 Other (manual installation required)	traccar-other-4.14.zip

If you are looking for a specific older version, please check [older versions](#).

Traccar software is completely free and open source. No limitations for commercial or private use.

Mobile Applications

Name	Description
Traccar Client	Turns any smartphone into a GPS tracker
Traccar Manager	Native Traccar app for Android and iOS
Traccar SMS Gateway	Use your phone as an SMS API service

Figura 23. Descàrrega dels productes de Traccar.

3.4 Repositori de codi

El codi desenvolupat s'ha pujat al repositori GitHub, on s'han creat dos repositoris, un per l'aplicació API Traces, i l'altre per l'aplicació API Server.

Els dos repositoris estan disponibles al compte creat especialment pel desenvolupament del projecte: <https://github.com/traces-npn>

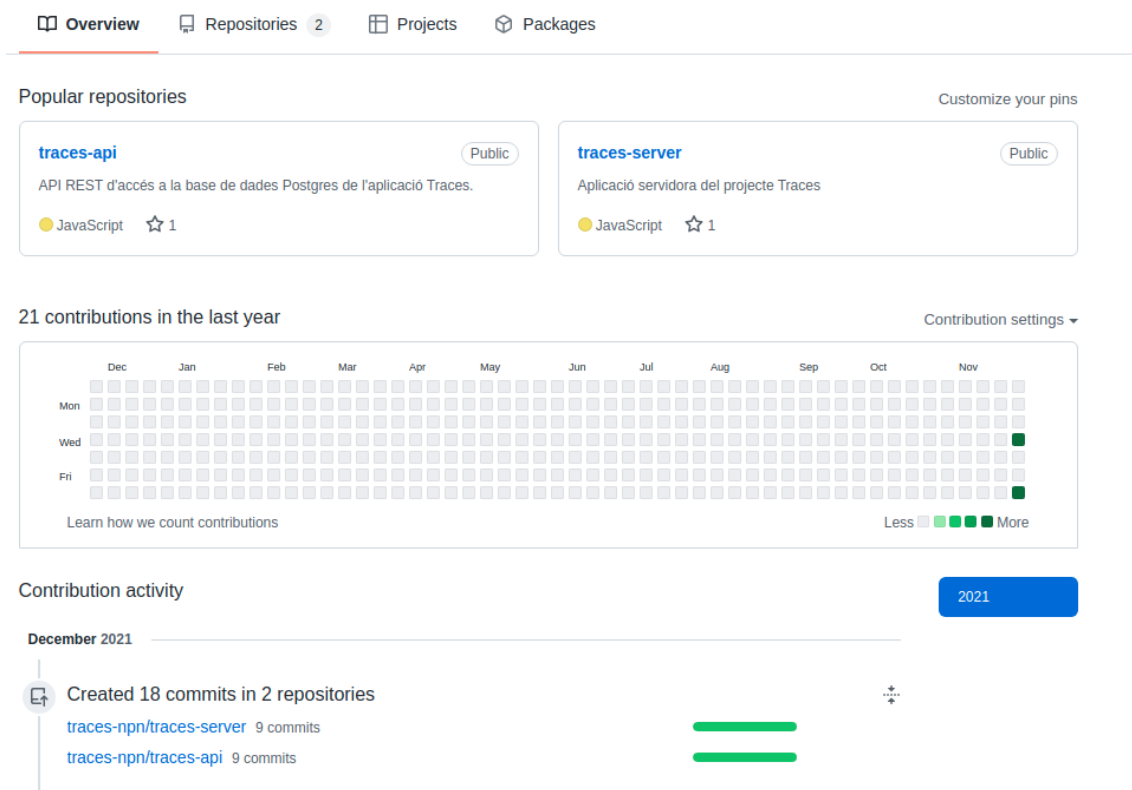


Figura 24. Repositoris GitHub de les aplicacions desenvolupades

Adicionalment, al lliurament de la PAC4 s'adjunta el codi dels dos repositoris en format .zip

A l'[Annex 9], s'inclouen els passos d'instal·lació i execució de l'aplicació.

4. Experiments, validació i resultats

A la finalització de cada sprint s'han realitzat proves de les funcionalitats desenvolupades, i especialment en el darrer sprint de refinaments s'han definit jocs de proves per completar la validació de l'aplicació, a partir del què s'ha realitzat la demostració inclosa en el vídeo de presentació de la memòria.

Les proves i l'experiment realitzat consisteix en els següents passos:

- Realitzar un insert massiu d'un 80 participants a la taula *runners*.
- Verificar que el llistat de corredors s'actualitza amb tots els participants
- Iniciar diversos dispositius virtuals creats amb l'AVD (Android Virtual Device)
- S'han configurat 3 dispositius amb la següent configuració:
 - Instal·lació de l'aplicació Traccar Client
 - Configuració del nº de dorsal corresponent a un corredor
 - Configuració de la IP local del servidor
 - Iniciar la simulació de localització carregant un track de la zona de Núria.
- Iniciar l'aplicació Traces Api i Traces Server
- Verificar que la url del servidor al port 3000 es visualitza el mapa d'OpenStreetMap, amb la zona de Núria, i el track oficial de la cursa Núria-Puimal-Núria en color vermell..
- Verificar que es mostra una icona per cada esquiador, posicionada segons la ubicació del simulador.
- Verificar el moviment geolocalitzat de cada corredor, marcant el track de color blau.
- Deixar que es completi el recorregut, verificant que es marquen els controls de pas del Puigmal i arribada a Núria.
- Comprovar que la taula de classificacions s'actualitza correctament i es calculen els temps d'ascens i descens.
- Executar un script d'actualització dels controls de pas per forçar l'actualització de tots els corredors i comprovar així l'actualització de la taula de classificacions.
- Aturar el simulador d'un corredor per comprovar que també s'atura el moviment de l'esquiador sobre el mapa.

A l'[Annex 6](#) s'inclou una mostra dels scripts de creació de les taules, i càrrega de dades per la realització de les proves i demostració de l'aplicació. Es proporcionen els scripts complets a la carpeta */sql* del codi font de l'aplicació Traces Api.

5. Conclusions

5.1 Lliçons apreses

En el procés de definició del projecte, es va detectar la necessitat d'adquirir coneixements relacionats amb els sistemes d'informació geogràfica i en concret de geolocalització de dispositius mòbils.

En la mateixa línia es va detectar que els coneixements de programació relacionats en les tecnologies a emprar no eren suficientment sòlids per dur a terme el desenvolupament del projecte.

Aquests dos factors han condicionat en gran mesura l'evolució del projecte, ja que han comportat una important dedicació.

Pel què fa a la definició de l'abast i els objectius, s'ha volgut donar una àmplia cobertura a la presa de necessitats, sabent ja d'un bon inici que no seria possible dur a terme el desenvolupament. Això, d'una banda ha permès establir línies de futur de l'aplicació molt interessants, però a nivell de resultats dels desenvolupaments a manllevat força temps i no ha ajudat a focalitzar-se amb la solució concreta a desenvolupar.

5.2 Assoliment d'objectius

Si bé, ha quedat per completar alguna funcionalitat descrita a les històries d'usuari prioritzades, els objectius generals del projecte es consideren assolits.

A continuació es fa una revisió dels objectius descrits al capítol *1.3 Objectius del Treball*:

Objectius de negoci

- 1. Permetre el seguiment en temps real del recorregut i itinerari de cada participant.**

L'aplicació mostra una el track en moviment dels dispositius sincronitzats.

- 2. Calcular automàticament els temps d'ascens i descens de cada participant, per construir la taula de classificacions dels participants**

Es mostra una taula de classificacions ordenada dinàmicament amb els temps d'ascens, descens i total.

- 3. Proporcionar una solució de baix cost sense pagament de llicències.**

S'utilitzen solucions de programari lliure sense costos associats.

- 4. Analitzar el potencial de funcionalitats per a futures versions del producte.**

S'han definit el conjunt de necessitats a nivell d'història d'usuari per a una solució completa del producte que permeti la gestió integral de la cursa.

Objectius tecnològics

- 5. Explorar i analitzar solucions de mercat existents que cobreixin les necessitats de geolocalització plantejades.**

S'han valorat diferents solucions existents.

- 6. Analitzar solucions de programari lliure que puguin ser utilitzades en el projecte.**

S'ha valorat i utilitzat una solució de geolocalització de dispositius basada en programari lliure.

- 7. Adquirir els coneixements necessaris dels sistemes d'informació geogràfica i geolocalització.**

S'ha après a utilitzar la biblioteca LeafLet per treballar amb mapes OpenStreetMaps.

- 8. Posar en pràctica el desenvolupament d'una aplicació client/servidor basada en geolocalització.**

S'ha experimentat i posat en pràctica el desenvolupament d'una aplicació client-servidor amb Node.js, seguint el patró Model-Vista-Controlador.

Taula 6. Revisió d'objectius.

5.3 Retrospectiva de la planificació i metodologia emprada

La planificació establerta en les quatre fases del projecte, coincidint amb el lliurament de cada PAC, (pla de treball, estat de l'art, disseny i implementació i lliurament final) ha permès mantenir el ritme. Per bé que la fase de disseny i implementació s'ha allargat solapant-se amb el lliurament final, i s'han ampliat el nombre d'sprints inicialment previstos.

L'ús de la metodologia AGILE amb la definició de les històries d'usuari i la seva prioritització en sprints, ha permès l'obtenció de resultats a mesura que avançaven els sprints, ja que s'han realitzat les tasques d'anàlisi i disseny tècnic de forma progressiva en comptes d'esperar a realitzar l'anàlisi complet.

Algunes històries d'usuari, o part d'elles, no s'han pogut completar dins la previsió de l'sprint, i s'han prioritzat juntament amb la resta de tasques pendents.

En general, la valoració de la metodologia emprada és positiva, encara que en relació al disseny general de l'arquitectura del sistema, a més de l'anàlisi previst a cada sprint hauria calgut fer un anàlisi previ més detallat.

Això ha impactat, per exemple, en el desenvolupament per registrar i recuperar els tracks dels corredors en format .gpx, que considerant el seu esforç s'hauria pogut prioritzar en els darrers sprints o posar-lo com a opcional, ja que addicionalment també s'ha prioritzat un altre desenvolupament per recuperar-los a través de l'API Traces, en comptes de llegir-los del fitxer .gpx.

5.4 Línies de treball futures

A curt termini es planteja un conjunt d'actuacions que permetin la posta en producció en fase pilot a la propera edició de la cursa, prevista pel 6 de març de 2022:

- Revisió i refinaments del sistema desenvolupat.
- Completar els desenvolupaments inclosos a l'abast que han quedat pendents, es especial la cerca i filtre de corredors que permetin identificar-los fàcilment en el mapa, càlcul de velocitats d'ascens, descens, mitjanes, etc..
- Noves funcionalitats detectades durant el desenvolupament, com poden ser la mitjana de la distància entre parelles, informació de desviació de la ruta, etc...
- Afegir autenticació OAuth a la capa de serveis.
- Instal·lació de l'aplicació en un servei Cloud, amb domini propi, certificat de seguretat, https,...

A mig i llarg termini, també es planteja un seguit de millores que podrien donar pas a noves fases del projecte:

- Anàlisi de rendiment i escalabilitat de l'aplicació
- Integració amb el sistema actual de lectura d'etiquetes NFC
- Desenvolupament d'una app mòbil a mida: l'ús de dispositius mòbils amb una aplicació feta a mida comunicada amb un sistema central, ofereix un gran ventall de possibilitats:
 - Abans de la realització de la cursa: difusió, inscripció i pagament, reglament, informació d'anys anteriors, estat de la neu o novetats d'última hora, ...
 - Durant la realització de la cursa: permetre advertir del límit horari, d'allunyament de la ruta, o altres avisos... fins i permetre compartir fotografies o comunicar-se amb l'organització.
 - Una vegada finalitzada la cursa: proporcionar el resultat de les classificacions a través de la pròpia app o web, o bé altres utilitats com el clàssic sorteig de material, enquesta de satisfacció,...
 - Sistema parametrizable per a diferents curses, entitat, logotip, recorregut múltiple, modalitat, participació en equips o individual, etc...

6. Glossari

UTM: Sistema universal de coordenades (Universal Transverse Mercator)

GPS: Sistema de posicionament Global (*Global Positioning System*).

IDE: Entorn Integrat de desenvolupament (Integrated development environment).

API: Application Programming Interface

Mashup: Aplicació web híbrida que utilitza contingut d'altres aplicacions web per completar el contingut.

Startup: Empresa emergent que comercialitza productes i serveis basat en tecnologies de la informació i comunicació (TIC).

SSO: Acrònim de Single Sign-on. Es tracta d'un sistema unificat d'autenticació que permet als usuaris accedir a diversos serveis web amb una sola autenticació.

OSM: Acrònim de la plataforma de serveis de mapes OpenStreetMaps, basada en programari lliure.

RFID: Acrònim de Radio Frequency Identification. Tecnologia de radiofreqüència que permet la connexió entre dispositius sense contacte físic (30-60 cm.), entre un dispositiu lector equipat amb antena i un dispositiu emissor passiu en un xip incorporat en una tarja o etiqueta.

NFC: Acrònim de Near Field Communication. Tecnologia de radiofreqüència d'abast molt més reduït que RFID (fins a un màxim de 20 cm.) habitualment es tracta d'un lector amb antena incorporada en un dispositiu mòbil i un element passiu.

Xip groc: Es tracta d'un xip basat en tecnologia RFID estandaritzat per la participació en curses, esdevé l'identificador del corredor/a pel què és un element personal i intransferible. Hi ha altres tipus de xip, per a diferents tipologies de curses, com el xip blanc, BibTag o Proxip, que es subjecten al cos, ja sigui a les bames, dorsal, ... La instal·lació dels lectors acostuma a ser en arcs de pas, o catifes de detecció.

(Font: <http://www.championchip.cat/web/tecnologia/>)

FTE: Acrònim de Full Time Equivalent, consisteix en la consideració d'un recurs humà a temps complet. És freqüentment emprat com a indicador de rendiment dels equips de treball.

7. Bibliografia

- [1] Centre Excursionista de Terrassa (CET). Cursa popular d'esquí de muntanya Núria Puigmal Núria (NPN)
<https://ce-terrassa.cat/nuria-puigmal-nuria> (consultat set. 2021)
- [2] Casanovas Coma, J. (2010). sisCave: Sistema de Catalogació de Cavitats. Universitat Oberta de Catalunya. O2 Repositori UOC.
<http://hdl.handle.net/10609/379> (consultat set. 2021)
- [3] Secció d'investigacions Subterrànies (SIS) del Centre Excursionista de Terrassa. (2005) . XV premi Mossèn Font i Sagué, al treball de divulgació de l'Espeleologia "Catàleg Espeleològic de Sant Llorenç i l'Obac".
<https://www.espeleologia.cat/ca/font-i-sague/resum-de-treballs-presentats-2008-1988/> (consultat set. 2021)
- [4] Sistemes d'Informació Geogràfica. Wikipedia
https://ca.wikipedia.org/wiki/Sistema_d%27informaci%C3%B3_geogr%C3%A0fica (consultat oct. 2021)
- [5] Dr. Joan Nunes. Universitat Autònoma de Barcelona
Promotor: Institut Cartogràfic de Catalunya, 2013
<https://www.icgc.cat/Ciutada/Informa-t/Diccionaris/Geolocalitzacio>
(consultat oct. 2021)
- [6] Fernández Saumuel, @samfdz. Xatakamovil.
<https://www.xatakamovil.com/aplicaciones/nueve-alternativas-a-google-maps-para-ios-como-para-android> (consultat oct. 2021)
- [7] Edison Devadoss, May 30, 2020
<https://medium.com/codingtown/comparision-google-map-vs-openstreetmap-67e98c60aa0b> (consultat oct. 2021)
- [8] Saboya Borrás, J. (2013). Monitorització Trailwalker. Universitat Oberta de Catalunya. (consultat oct. 2021)
- [9] Informació del format GPX, Wikipedia. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Gpx>
(consultat nov. 2021)
- [10] Informació del format GPX, Topografix. <https://www.topografix.com>
(consultat nov. 2021)
- [11] Tutorial de publicació de mapes amb LeafLet, mappinGIS.

<https://mappinggis.com/2018/09/publicacion-web-de-datos-gps-con-leaflet/>
(consultat nov. 2021)

[12] Manual de desenvolupament amb Node.js, Desarrolloweb.
<https://desarrolloweb.com/manuales/manual-nodejs.html> (consultat nov. 2021)

[13] Tutorial d'instal·lació de PostgreSQL sobre Ubuntu. Digital Ocean.
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-and-use-postgresql-on-ubuntu-20-04-es> (consultat nov. 2021)

[14] Documentació de referència de la biblioteca JavaScript Leaflet. LeafLet.js.
<https://leafletjs.com/reference.html#geojson> (consultat nov. 2021)

[15] Exemples de consultes sql JeoJSON, Sqlfiddle.
<http://sqlfiddle.com/#!17/87157/19> (consultat nov. 2021)

[16] El Tutorial de JavaScript Moderno
<https://es.javascript.info/> (consultat des. 2021)

8. Annexos

[Annex 1] Itinerari de la cursa



<https://ca.wikiloc.com/rutes-esqui-de-muntanya/48a-edicio-nuria-puigmal-nuria-la-cursa-desqui-de-muntanya-per-parelles-del-centre-excursionista-de-47333164>

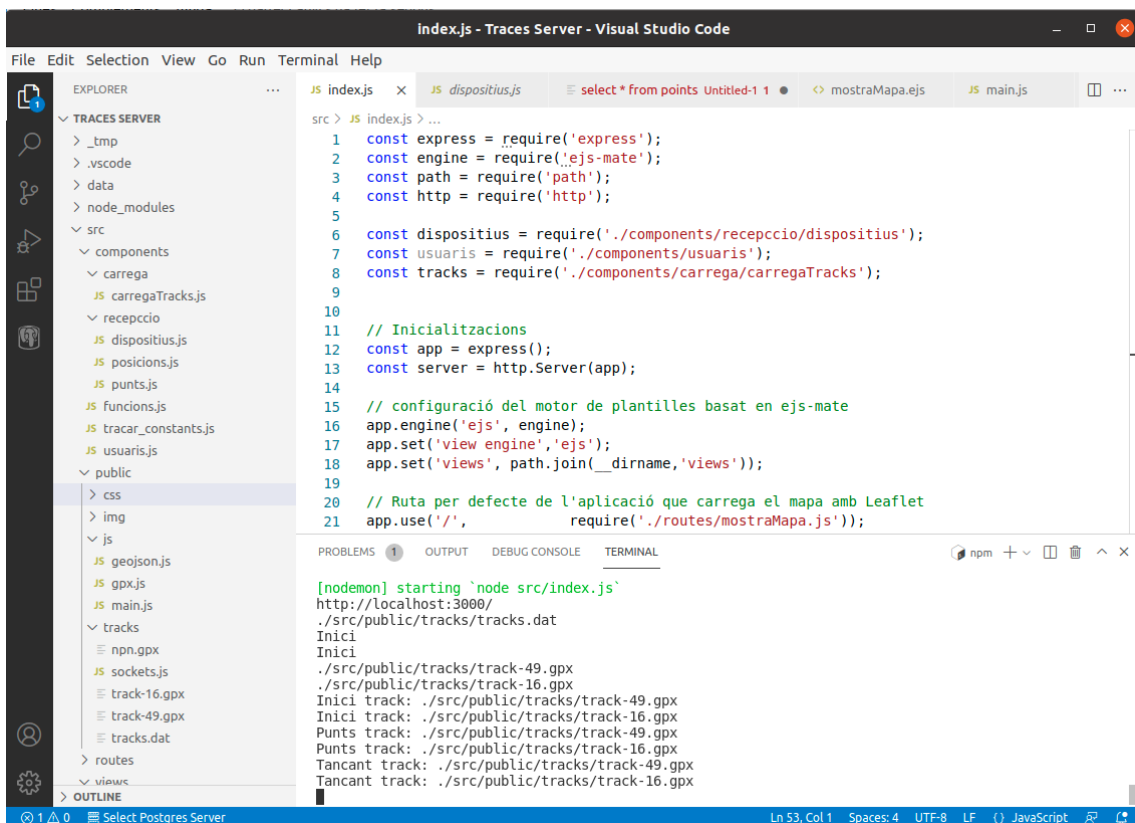
[Annex 2] Mostra del quadre de classificacions de la 48a cursa popular NPN

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Pòdium	Equip	Dorsal	Nom i cognoms	Edat	Gènere	Parella cursa	Núria	Puigmal	Núria	Pujada	Baixada	Total
	Individual Masculí	726	Albert Salas	44	Home		9:30	10:39	10:53	1:09	0:13	1:23
1	Equip Masculí	657	Albert Salas	20	Home	Albert Salas / Muri	9:30	10:45	10:59	1:15	0:13	1:29
		656	Albert Salas	25	Home	Muri / Albert Salas						
2	Equip Masculí	658	Anna Mariona Argandoña	36	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	10:45	11:02	1:15	0:17	1:32
		659	Albert Salas	39	Home	Anna Mariona Argandoña						
	Individual Masculí	721	Anna Mariona Argandoña	27	Home		9:30	10:47	11:08	1:17	0:20	1:38
3	Equip Masculí	646	Albert Salas	31	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	10:56	11:10	1:26	0:13	1:40
		647	Anna Mariona Argandoña	32	Home	Albert Salas						
	Equip Masculí	637	Albert Salas	26	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	10:57	11:14	1:27	0:17	1:44
	Equip Masculí	636	Albert Salas	24	Home	Anna Mariona Argandoña						
	Equip Masculí	690	Anna Mariona Argandoña	48	Home	Albert Salas	9:30	10:58	11:16	1:28	0:17	1:46
	Equip Masculí	692	Anna Mariona Argandoña	43	Home	Albert Salas						
	Individual Masculí	722	Anna Mariona Argandoña	35	Home		9:30	11:01	11:20	1:31	0:18	1:50
	Individual Masculí	718	Anna Mariona Argandoña	37	Home		9:30	11:03	11:22	1:33	0:19	1:52
1	Equip Mixt	683	Anna Mariona Argandoña	52	Dona	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:02	11:28	1:32	0:26	1:58
		681	Anna Mariona Argandoña	44	Home	Anna Mariona Argandoña						
	Equip Masculí	729	Anna Mariona Argandoña	45	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:08	11:33	1:38	0:24	2:03
	Equip Masculí	652	Anna Mariona Argandoña	33	Home	Anna Mariona Argandoña						
2	Equip Mixt	668	Anna Mariona Argandoña	55	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:07	11:34	1:37	0:26	2:04
		667	Anna Mariona Argandoña	44	Dona	Anna Mariona Argandoña						
1	Equip Femení	616	Anna Mariona Argandoña	19	Dona	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:13	11:39	1:43	0:26	2:09
		615	Anna Mariona Argandoña	24	Dona	Anna Mariona Argandoña						
	Equip Masculí	634	Anna Mariona Argandoña	46	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:13	11:41	1:43	0:27	2:11
	Equip Masculí	635	Anna Mariona Argandoña	35	Home	Anna Mariona Argandoña						
	Equip Masculí	716	Anna Mariona Argandoña	24	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:09	11:44	1:39	0:34	2:14
	Equip Masculí	725	Anna Mariona Argandoña	24	Home	Anna Mariona Argandoña						
3	Equip Mixt	660	Anna Mariona Argandoña	24	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:16	11:44	1:46	0:28	2:14
		661	Anna Mariona Argandoña	24	Dona	Anna Mariona Argandoña						
	Individual Masculí	714	Anna Mariona Argandoña	15	Home		9:30	11:13	11:46	1:43	0:33	2:16
	Individual Masculí	715	Anna Mariona Argandoña	34	Home		9:30	11:20	11:51	1:50	0:31	2:21
	Equip Masculí	724	Anna Mariona Argandoña	46	Home	Anna Mariona Argandoña	9:30	12:04	12:39	2:34	0:35	3:09
	Equip Masculí	644	Anna Mariona Argandoña	27	Home	Anna Mariona Argandoña						
2	Equip Femení	618	Anna Mariona Argandoña	49	Dona	Anna Mariona Argandoña	9:30	11:26	11:54	1:56	0:27	2:24
		619	Anna Mariona Argandoña	55	Dona	Anna Mariona Argandoña						

[Annex 3] Entorn de desenvolupament

Per als desenvolupaments, tant de la part servidor com la part de l'aplicació web, s'ha utilitzat Visual Studio Code de Microsoft, gratuït i desenvolupat amb programari lliure.

<https://code.visualstudio.com/>



The screenshot shows the Visual Studio Code interface. The Explorer sidebar on the left displays a project structure for 'TRACES SERVER' with folders like 'src', 'public', and 'routes'. The main editor window shows the file 'index.js' with the following JavaScript code:

```

src > JS index.js > ...
1  const express = require('express');
2  const engine = require('ejs-mate');
3  const path = require('path');
4  const http = require('http');
5
6  const dispositius = require('../components/recepcio/dispositius');
7  const usuarios = require('../components/usuarios');
8  const tracks = require('../components/carrega/carregaTracks');
9
10
11 // Inicialitzacions
12 const app = express();
13 const server = http.Server(app);
14
15 // configuració del motor de plantilles basat en ejs-mate
16 app.engine('ejs', engine);
17 app.set('view engine', 'ejs');
18 app.set('views', path.join(__dirname, 'views'));
19
20 // Ruta per defecte de l'aplicació que carrega el mapa amb Leaflet
21 app.use('/', require('../routes/mostraMapa.js'));

```

The terminal at the bottom shows the following output:

```

[nodemon] starting `node src/index.js`
http://localhost:3000/
./src/public/tracks/tracks.dat
Inici
Inici
./src/public/tracks/track-49.gpx
./src/public/tracks/track-16.gpx
Inici track: ./src/public/tracks/track-49.gpx
Inici track: ./src/public/tracks/track-16.gpx
Punts track: ./src/public/tracks/track-49.gpx
Punts track: ./src/public/tracks/track-16.gpx
Tancant track: ./src/public/tracks/track-49.gpx
Tancant track: ./src/public/tracks/track-16.gpx

```

Instal·lació de Node JS

El desenvolupament de la web del front-end està basat amb Node JS, que es tracta d'un entorn d'execució de JavaScript, per crear aplicacions web escalables al costat servidor.

<https://nodejs.org/en/>

sudo apt install nodejs

[Annex 4] Eines de suport

Insomnia

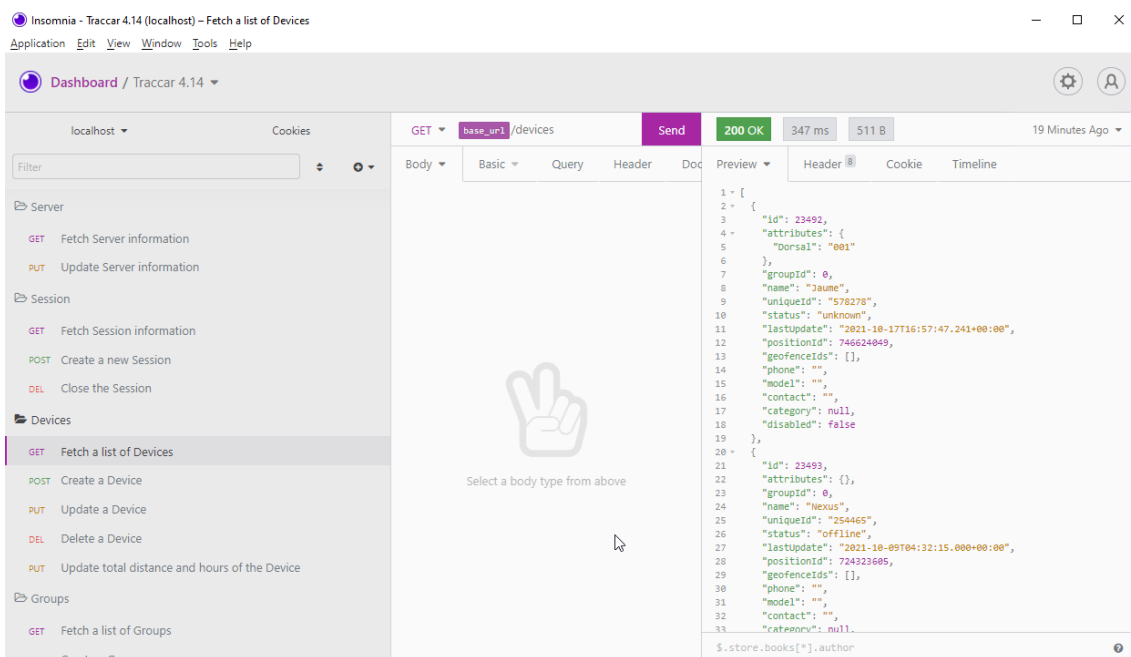
<https://insomnia.rest/>

Client API REST que permet realitzar crides parametritzades contra les llibreries d'integració API.

S'ofereix una versió gratuïta amb gran part de les funcionalitats que permeten crear crides, emmagatzemar credencials, organitzar col·leccions, així com importar fitxers swagger.json amb la definició de les operacions.

Swagger de Traccar:

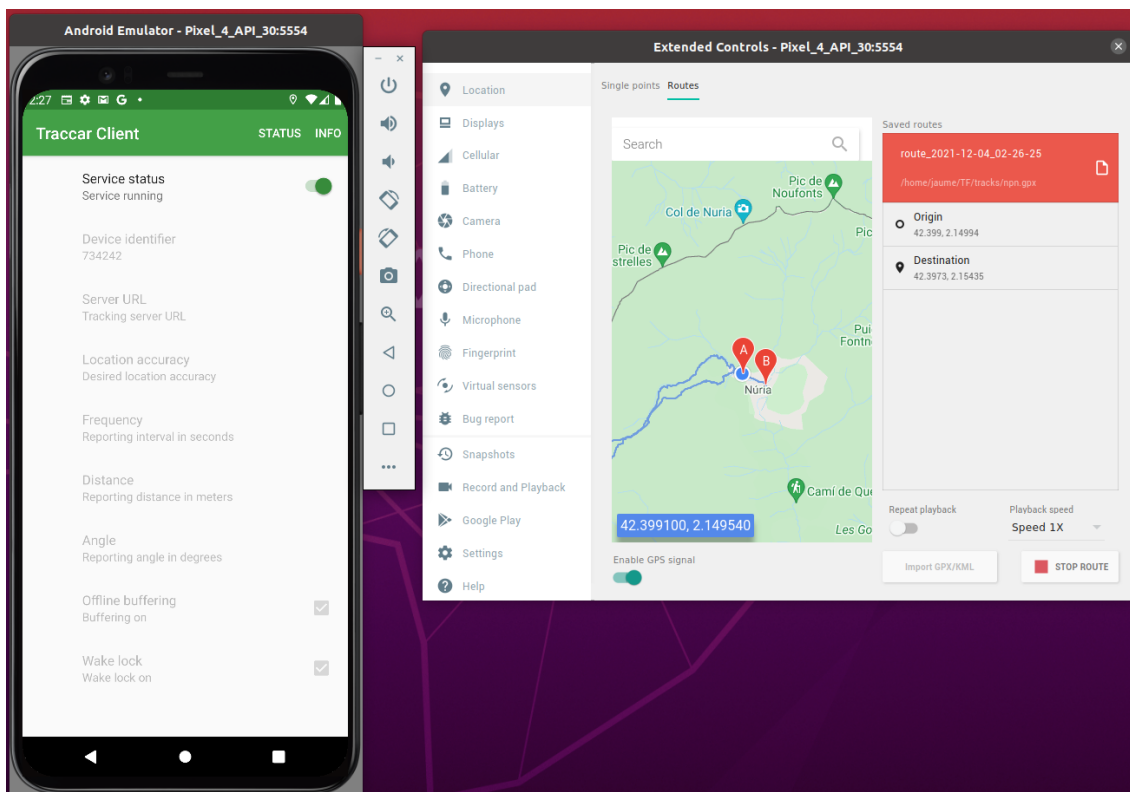
<https://raw.githubusercontent.com/traccar/traccar/master/swagger.json>



Android Virtual Device (AVD)

AVD és una eina proporcionada dins de l'entorn de desenvolupament Android Studio que permet crear dispositius virtuals, ja siguin mòbils, tablets, rellotges,... especificant la versió del sistema operatiu.

Es tracta d'una opció molt interessant alhora de provar diferents versions i dispositius, tant per la resolucions de pantalla.

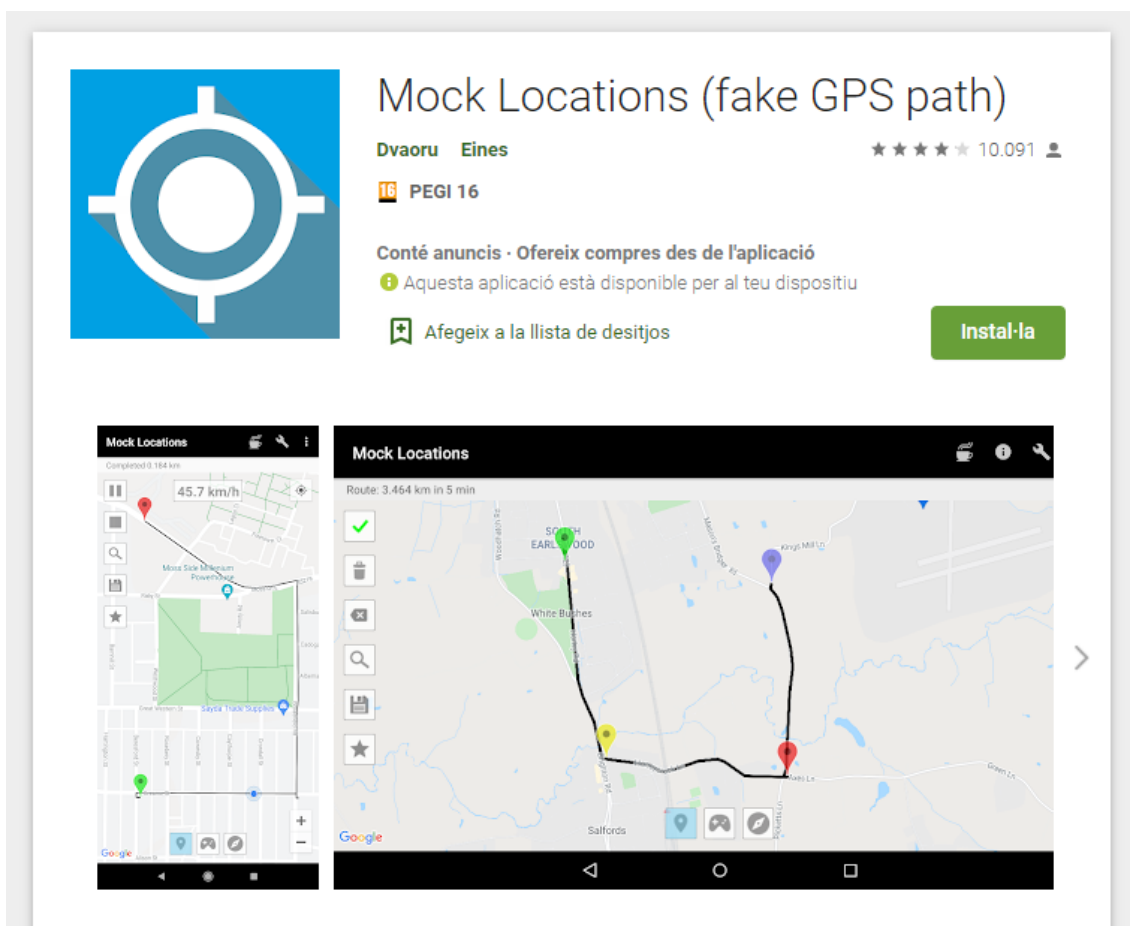


Mock Locations (fake GPS path)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.gavrikov.mocklocations>

Es tracta d'una aplicació que permet simular la ubicació del mòbil, per tal de poder fer proves i demostracions. Resulta especialment interessant la funcionalitat de carregar un track i iniciar la simulació d'una ruta.

Al instal·lar-la és necessari activar les opcions per a desenvolupadors i afegir l'aplicació a l'opció de permetre la simulació de la ubicació.

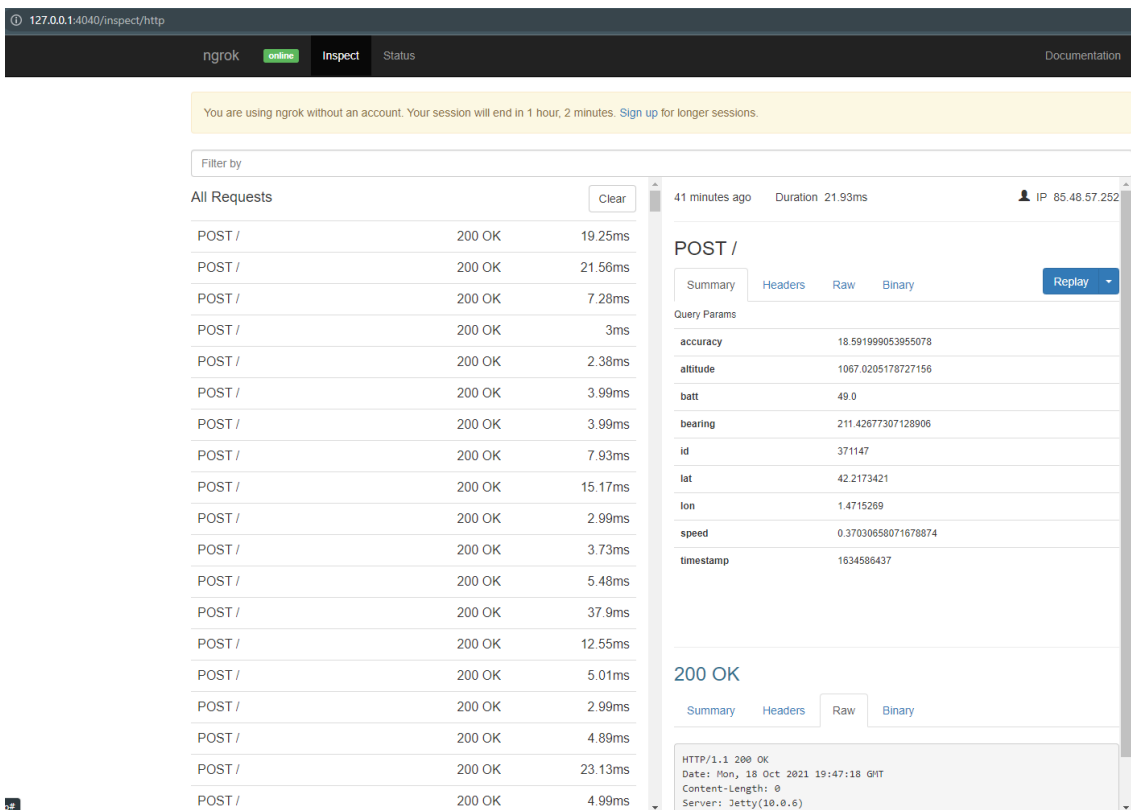


Ngrok

<https://ngrok.com/docs#getting-started>

Ngrok és una utilitat que exposa els servidors locals darrere de la xarxa NAT i el tallafocs a Internet de manera pública a través de túnels segurs.

Això és molt útil durant el desenvolupament i durant la fase de proves per tal de testejar i verificar el funcionament de l'aplicació servidor configurant la URL pública a l'aplicació client instal·lada en el dispositiu mòbil on s'executa la simulació del track.



The screenshot shows the Ngrok web interface. At the top, there's a navigation bar with 'ngrok', 'online', 'Inspect', 'Status', and 'Documentation'. A yellow warning banner states: 'You are using ngrok without an account. Your session will end in 1 hour, 2 minutes. Sign up for longer sessions.'

The main area is divided into two panels. The left panel, titled 'All Requests', contains a table of request logs:

Method	Status	Duration
POST /	200 OK	19.25ms
POST /	200 OK	21.56ms
POST /	200 OK	7.28ms
POST /	200 OK	3ms
POST /	200 OK	2.38ms
POST /	200 OK	3.99ms
POST /	200 OK	3.99ms
POST /	200 OK	7.93ms
POST /	200 OK	15.17ms
POST /	200 OK	2.99ms
POST /	200 OK	3.73ms
POST /	200 OK	5.48ms
POST /	200 OK	37.9ms
POST /	200 OK	12.55ms
POST /	200 OK	5.01ms
POST /	200 OK	2.99ms
POST /	200 OK	4.89ms
POST /	200 OK	23.13ms
POST /	200 OK	4.99ms

The right panel shows a detailed view of a 'POST /' request. It includes tabs for 'Summary', 'Headers', 'Raw', and 'Binary', along with a 'Replay' button. The 'Query Params' section lists the following data:

- accuracy: 18.591999053955078
- altitude: 1067.0205178727156
- batt: 49.0
- bearing: 211.42677307128906
- id: 371147
- lat: 42.2173421
- lon: 1.4715269
- speed: 0.37030658071678874
- timestamp: 1634586437

Below the query params, the response status is '200 OK'. The 'Raw' tab shows the following HTTP response:

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Mon, 18 Oct 2021 19:47:18 GMT
Content-Length: 0
Server: Jetty(10.0.6)
```

[Annex 5] Instal·lació base de dades PostgreSQL

Instal·lació Postgres

```
sudo apt update
sudo apt install postgresql postgresql-contrib
```

Accés a postgres

```
sudo -i -u postgres    ⇒ Entrar amb l'usuari postgres
psql                  ⇒ Entrar a la línia de comandes (\q per sortir)
sudo -u postgres psql ⇒ Sense canviar de compte.
```

Comprovar la instal·lació

```
sudo -i -u postgres
psql --version
systemctl status postgresql.service
```

Creació de rols o usuaris

```
createuser --interactive
Enter name of role to add: traces
Shall the new role be a superuser? (y/n) y
```

Creació de la bdd

La base de dades per defecte que Postgres intenta connectar-se és amb el mateix nom de l'usuari (o rol) que s'ha creat, en aquest cas s'ha anomenat **traces**, i cal crear-la amb el mateix nom.

```
createdb traces
```

Per accedir a la bdd cal fer-ho amb l'usuari del sistema que tingui el mateix nom, per tant cal crear l'usuari traces des del root del sistema.

```
sudo adduser traces (pwd traces)
sudo -i -u traces
psql
```

Verificació de la connexió

```
traces=# \conninfo
You are connected to database "traces" as user "traces" via socket in
"/var/run/postgresql" at port "5432".
traces=#
```

Instal·lació visor de bdd Posgress pgadmin

<https://www.pgadmin.org/download/pgadmin-4-apt/>

```
## Setup the repository
# Install the public key for the repository (if not done previously):
sudo curl https://www.pgadmin.org/static/packages_pgadmin_org.pub |
sudo apt-key add

# instal·lar els ca-certificates
sudo apt install ca-certificates

# Create the repository configuration file:
sudo sh -c 'echo "deb
https://ftp.postgresql.org/pub/pgadmin/pgadmin4/apt/$(lsb_release -cs)
pgadmin4 main" > /etc/apt/sources.list.d/pgadmin4.list && apt update'

#
# Install pgAdmin
#

# Install for both desktop and web modes:
sudo apt install pgadmin4

# Install for desktop mode only:
sudo apt install pgadmin4-desktop

# Install for web mode only:
sudo apt install pgadmin4-web

# Configure the webserver, if you installed pgadmin4-web:
sudo /usr/pgadmin4/bin/setup-web.sh

http://127.0.0.1/pgadmin4/browser/#

user: admin
pwd: traces

traces=# ALTER USER traces PASSWORD 'traces';
ALTER ROLE
traces=#
```

[Annex 6] Scripts de creació de taules i càrrega de dades a la base de dades

Script de creació de les taules de l'aplicació Traces

```
-- elimina les taules
drop table points;
drop table runners;
drop table controls;
drop table runners_controls;

-- crea les taules
create table runners (
  runner_id serial PRIMARY KEY,
  device_id int NOT NULL UNIQUE,
  nom varchar(25) NOT NULL,
  cognoms varchar (50) NOT NULL,
  parella_id int UNIQUE
);

create table points (
  id bigserial NOT NULL,
  device_id int REFERENCES runners (device_id),
  geodata jsonb
);

create table controls (
  control_id int NOT NULL UNIQUE,
  geodata jsonb
);

create table runners_controls (
  device_id int REFERENCES runners (device_id),
  control_id int REFERENCES controls (control_id),
  geodata jsonb
);
```


Scripts de càrrega de dades de prova i demostració

A la carpeta `/sql/` del repositori del codi font de l'aplicació Api Traces, es proporcionen els scripts de càrrega de dades complets.

Inserts dels punts de control a la taula *controls*

```
-- insert_controls.sql
-- Puigmal
INSERT INTO controls (control_id, geodata) VALUES (1,
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "Point", "coordinates": [2.11678, 42.38326, 2900]},

  "properties": {
    "nom": "Puigmal",
    "desc": "Control de cim"
  }
});

-- Núria
INSERT INTO controls (control_id, geodata) VALUES (2,
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "Point", "coordinates": [2.15303, 42.39758, 2000]},
  "properties": {
    "nom": "Núria",
    "desc": "Control de sortida i arribada"
  }
});
```

Inserts dels participants a la taula *runners*

```
-- insert_runners.sql
insert into runners(runner_id, device_id, nom, cognoms, parella_id)
values (default, 657, 'Martí', 'Gorchs Picas', 656);

insert into runners(runner_id, device_id, nom, cognoms, parella_id)
values (default, 656, 'Aniol', 'Ferrer Oller', 657);

insert into runners(runner_id, device_id, nom, cognoms, parella_id)
values (default, 658, 'Joan', 'Martinez Prim', 659);
....
```

Inserts del control de pas a la taula *runners_control*

```
-- Insert runners_controls

INSERT INTO runners_controls (device_id, control_id, geodata) VALUES (657, 2,
'{"type":"Feature","geometry":{"type":"Point","coordinates":[2.15303,42.39758,2000]
},"properties":{"alt":2000,"time":"2021-12-30T10:08:05.000","device_id":657,"batteryLevel":10
0}
}');
INSERT INTO runners_controls (device_id, control_id, geodata) VALUES (656, 2,
'{"type":"Feature","geometry":{"type":"Point","coordinates":[2.15303,42.39758,2000]
},"properties":{"alt":2000,"time":"2021-12-30T10:09:24.000","device_id":656,"batteryLevel":10
0}
}');

....
```

[Annex 7] Format fitxers GPX

El format XML dels fitxers .gpx és el següent:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<gpx ...>
Metadades
<metadata> ... </metadata>
Dades
Exemples: Track Waypoint
<trk> <wpt lat="#" lon="#">
<trkseg> <ele>#</ele>
<trkpt lat="#" lon="#"> <name>...</name>
<ele>#</ele> ...
</trkpt> </wpt>
<trkpt ...> <wpt ...>
... ..
</trkpt> </wpt>
</trkseg>
<trkseg>
<trkpt ...>
...
</trkpt>
</trkseg>
...
</trk>
Fi del fitxer
</gpx>
```

Exemple de generació d'un track des de l'aplicació Traces:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx creator="Traces NPN - https://ce-terrassa.org/npn" version="1.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/1
  http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd">

<metadata>
  <name>Track dispositiu xxx</name>
  <author>
    <name>Nom del corredor/a</name>
    <link href="https://ce-terrassa.org/npn">
      <text>Traça de la 49a cursa Núria - Puigmal - Núria</text>
```

```

</link>
</author>

<link href="/npr-dorsal-001">
  <text>48a Núria Puigmal Núria on Wikiloc</text>
</link>
<time>2021-11-29T17:33:23Z</time>
</metadata>
<trk>
  <name>npr-dorsal-001 - 49a Núria Puigmal Núria</name>
  <trkpt lat="42.398957" lon="2.149937">
    <ele>2003.166</ele>
    <time>2005-05-16T11:49:06Z</time>

    <trkpt lat="42.398962" lon="2.149942">
      <ele>2003.166</ele>
      <time>2020-02-29T11:38:53Z</time>
    </trkpt>
  </trk>
</gpx>

```

[Annex 8] Material gràfic de la cursa

Malgrat que aquest annex surt de la línia tècnica del projecte, és interessant oferir una petita mostra del material gràfic que es renova a cada edició, gràcies a la col·laboració desinteressada de l'estudi de disseny *Doctor Magenta*, també dissenyadors del logotip de la cursa.

**NÚRIA
PUIGMAL
NÚRIA**

49A. EDICIÓ

NPÑ
NÚRIA
PUIGMAL
NÚRIA

**CURSA POPULAR
D'ESQUÍ DE
MUNTANYA
[PER PARELLES]**

DIUMENGE 6/3/2022	RECORREGUT 10 KM +/- 1.000 M.	PREU 30€	INCLOU: <ul style="list-style-type: none"> • Cremallera • Esmorzar i dinar • 50% de descompte en el forfet de pistes Vall de Núria • Premis i sorteig de material
INSCRIPCIONS: CE-TERRASSA.CAT/NPN			

Disseny del cartell de la 49a edició (Doctor Magenta)

48 A. EDICIÓ

CURSA POPULAR D'ESQUÍ DE MUNTANYA, PER PARELLES

NÚRIA PUIGMAL NÚRIA

DIUMENGE 1/3/2020

RECORREGUT 10 KM +/- 1.000 M.

PREU 25€

INCLOU:

- Cremallera
- Esmorzar i dinar
- 50% forfet de Vall de Núria (opcional)
- Premis i sorteig de material

INSCRIPCIONS: CE-TERRASSA.CAT/NPN

Disseny del cartell de la 48a edició (Doctor Magenta)



INSCRIPCIÓ

Inscripcions anticipades fins
l'**11 de març** a www.ce-terrasa.cat/npn

Es podrà fer la inscripció el mateix dia de la cursa al punt de recepció a les instal·lacions de Núria. Les inscripcions realitzades al mateix dia tenen el mateix preu encara que no s'inclou el desplaçament amb el cremallera, ni s'ofereixen descomptes en el forfet.

Pels acompanyants, esmorzar i dinar al preu de 10€ i 50% de descompte en el cremallera.

Les instal·lacions de Núria ofereixen un espai polivalent per dormir la nit de dissabte, però caldrà dur malfega i sac de dormir.

HORARI

08.00	Recepció i lliurament de dorsals a les instal·lacions de Núria
08.15	Esmorzar lleuger
08.30	Reunió informativa
09.15	Control del material de seguretat
09.30	Sortida de la cursa
12.30	Retirada del control del Puigmal
14.00	Dinar de cloenda, classificacions i sorteig de material

REGLAMENT

1 La cursa serà per equips de dues persones, organitzades en les següents categories:

- Equips femenins
- Equips masculins
- Equips mixtes

S'admetrà la participació a nivell individual, tot i que els participants en aquesta modalitat no seran inclosos a les classificacions de la cursa.

2 L'ordre de classificació es farà donant com a guanyador l'equip de cada categoria que faci el recorregut complet (pujada i baixada) en menys temps i a continuació els altres equips que acabin la prova. En tractar-se d'una cursa popular, les classificacions per categories seran simbòliques. Tot i això, es lliurarà un reconeixement als 3 primers equips classificats de cada categoria, així com a les corredores i corredors més joves i més grans.

3 Els participants hauran de tenir com a mínim 15 anys d'edat. Els que no tinguin 18 anys en el moment de celebrar-se la cursa, hauran de presentar un permís degudament signat pel pare, mare o tutor.

4 L'equip de seguretat obligatori ha d'estar compost, com a mínim, per: motilla, DVA (Detector de Victimes d'Allaus), en posició d'emissió i adossat al cos durant tota la cursa), pala i sonda, grampons, ganivetes, casc, manta tèrmica, ulleres de sol i equip d'abrigar hivernal. Es recomana addicionalment portar piolet i xiulet.

5 Tots els participants hauran d'estar en possessió de la tarja federativa de la FECC, amb la modalitat "D". En cas de no disposar d'assegurança, es podrà adquirir una assegurança temporal en el moment de fer la inscripció.

6 En cas de manca de neu per la pràctica de l'esquí de muntanya, la cursa es celebrarà a peu, amb la utilització dels grampons en els trams que sigui necessari.

7 Hi haurà un control de pas al cim del Puigmal, o allà on l'organització designi en cas de mal temps, motiu pel qual també podrà suspendre la cursa.

8 Es celebrarà un sorteig de material amb el número de dorsal per a tots els corredors.

9 El Centre Excursionista de Terrassa no es fa responsable de cap accident que pugui afectar qualsevol dels participants, malgrat vetllarà per evitar-los, ni dels danys que aquests puguin ocasionar als altres.

10 Malgrat que és una cursa, entenem que ha de prevaler, en cas d'incident o accident, l'ajut i la solidaritat entre els participants, siguin de l'equip que siguin. Així mateix, s'espera dels participants el respecte a la resta de persones que es trobin a la muntanya, siguin participants o no, especialment a la zona de les pistes d'esquí balisades.

11 Queda ben entès que els participants, pel fet de participar en la prova, accepten aquest reglament i les disposicions d'emergència que durant la mateixa pugui determinar l'organització.

Disseny interior del díptic de la 46a edició. (Doctor Magenta)

[Annex 9] Instal·lació i execució de l'aplicació

En el repositori del codi de les dues aplicacions desenvolupades s'inclou el fitxer README.md amb les instruccions d'instal·lació i execució.

Traces API

Aplicació API REST del projecte Traces API amb operacions CRUD a la base de dades PostgreSQL

Condicions prèvies:

Abans d'executar el codi de Traces Api, cal seguir els passos d'instal·lació de la base de dades PostgreSQL i creació de les taules indicats als annexos 5 i 6 de la memòria del projecte fent ús dels scripts de la carpeta /sql

Instal·lar les llibreries utilitzades:

Des de la carpeta arrel de l'aplicació, executar:

```
npm install
```

Execució

Executar amb la comanda:

```
node src/index.js
```

O bé amb:

```
npm start
```

Accés a l'API

```
http://localhost:3001/users/  
http://localhost:3001/users/[id usuari]  
http://localhost:3001/users/1  
...
```

```
http://localhost:3001/tracks/  
http://localhost:3001/tracks/[id track]  
http://localhost:3001/tracks/1  
...
```


Traces Server

Aplicació servidora i aplicació web del projecte Traces.

Condicions prèvies:

Abans d'executar el projecte Traces Server i Traces Web, cal instal·lar la base de dades i executar el projecte Traces API

Instal·lar les llibreries utilitzades:

Des de la carpeta arrel de l'aplicació, executar:

```
npm install
```

Execució de l'aplicació Traces Server

```
node src/index.js
```

O bé:

```
npm start
```

En mode desenvolupador:

Aquesta opció permet executar l'aplicació per realitzar canvis en calent, sense haver de tornar a iniciar l'aplicació a cada modificació.

```
npm install nodemon -D  
npm run dev
```

Execució de l'aplicació Traces Web:

Carregar la següent URL al navegador

```
http://localhost:3000/
```