

EBikeRecharge

Sviluppo di un'applicazione per smartphone
Android e iOS tramite il framework Flutter

Gianluca Viganò, Youssef Zraiba

2019
Aprile

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Obiettivi e origine del progetto	1
1.2	Scelta del framework	1
1.3	Organizzazione e sviluppo	2
1.3.1	Git e Bitbucket	2
1.3.2	Trello	2
1.3.3	Visual Studio Code	2
1.4	Struttura generale dell'applicazione	3
2	Flutter	4
2.1	Stateless e Statefull Widget	4
2.2	Principali Widget	6
2.3	Material Design	7
3	Gestione degli utenti	8
3.1	Firebase	8
3.2	Schermata di avvio, tipologia di Utente e pagina Profilo	8
3.3	Registrazione	10
3.4	Utente anonimo	10
3.5	Codifica	11
4	Gestione e struttura del database	12
4.1	Schema Concettuale	12
4.2	Schema Logico	13
4.3	Gestione dati in Firebase	13
5	Mappa e sue funzionalità	14

1 Introduzione

Nel 2017 in Italia la produzione di veicoli a due ruote a pedalata assistita è aumentata del 48% e il mercato dell'e-bike ha ottenuto un incremento del 19% per un totale di 148.000 unità vendute. [Lombardo(2018)]

1.1 Obiettivi e origine del progetto

Scopo del progetto è creare un'applicazione che mostri all'utilizzatore, in base alla propria posizione, le più vicine stazioni di ricarica per bici elettriche. Inoltre vengono forniti numerosi servizi aggiuntivi per facilitarne l'utilizzo e la personalizzazione. L'idea è nata da un incontro con il dott. Marco Aceti, biker per passione, nell'estate 2018. Durante il colloquio ha spiegato come il mercato delle bici elettriche sia in continua espansione, e che sempre più ciclisti decidono di passare dalla tradizionale bicicletta a quella con pedalata assistita. Dunque ha raccontato la sua idea: un'applicazione che mette a conoscenza dell'utente la posizione delle colonnine per ricaricare la propria bici.

1.2 Scelta del framework

Il committente dell'applicazione desiderava che il prodotto fosse usufruibile da quanti più utenti possibile, e dunque una delle richieste era che l'app fosse accessibile sia a dispositivi Apple, con il sistema operativo iOS, sia per dispositivi Android.

Per i sistemi Android non ci sarebbero stati problemi relativi al linguaggio da utilizzare in quanto si aveva già avuto esperienza di Java, dei suoi costrutti e della sua sintassi. Inoltre il programma Android Studio avrebbe ulteriormente semplificato le cose. Il problema nasceva nel momento in cui si era deciso di sviluppare un'app per iOS: la nostra conoscenza relativa ai linguaggi (Swift e C#) era pressochè nulla e si sarebbe dovuto investire diverso tempo per impararne in modo appropriato l'utilizzo. Inoltre per poter sviluppare un'applicazione che possa poi essere eseguita su un Iphone si deve essere in possesso di un calcolatore Apple (Macbook) in quanto è necessario il programma Xcode, funzionante solo su quest'ultimo; e questo strumento non faceva parte delle nostre risorse. Non sapendo come procedere, si è deciso di chiedere maggiori informazioni a diversi professori del corso di Ingegneria Informatica e anche al gruppo Unibg Seclab. Proprio questi ultimi ci hanno indicato come la soluzione al problema fosse un (al tempo) nascente framework di Google in grado di creare app native per entrambe le piattaforme di interesse: Flutter. Il prossimo capitolo è dedicato alla comprensione e all'utilizzo di concetti base per capire come sviluppare software mediante questo framework.

1.3 Organizzazione e sviluppo

Lavorando in un team è stato necessario impiegare del tempo per scegliere i tool relativi allo sviluppo in gruppo, in modo da organizzare il tutto nel miglior modo possibile.

1.3.1 Git e Bitbucket

Bitbucket è uno strumento di gestione del codice Git. Un progetto sviluppato con questi due tool dunque non solo risiede fisicamente sulle macchine sulle quali si testa il software, ma anche sul cloud, in modo da avere maggiore affidabilità delle versioni (con una gestione efficace relativa alle modifiche) e potendo poi accedere con un qualunque calcolatore al progetto. Per aggiungere un nuovo file al progetto è necessario scrivere `git --add nomefile`, se invece occorre applicare delle modifiche inserendo anche un commento per meglio comprendere il lavoro appena concluso basta digitare `git commit -a -m "messaggio"` (dove il parametro `-a` sta a indicare che si vuole applicare a *tutte* le modifiche e il parametro `-m` che si desidera lasciare un commento). Volendo rendere dunque *effettive* le modifiche è necessario dare il comando `git push origin master` in modo tale da inserire nel branch *master* la nuova porzione di codice. Per ottenere le modifiche aggiunte da un altro membro del team bisogna scrivere `git pull`: dopo tale comando sul proprio calcolatore sono presenti tutti i file della repository aggiornati all'ultima versione.

1.3.2 Trello

Trello è un programma che permette in modo molto rapido e soprattutto in maniera intuitiva di organizzare le mansioni e i compiti di ogni membro del team. La pagina principale consiste in una grande bacheca sulla quale sono visibili delle *schede*, ognuna con un titolo e relativa a un particolare gruppo. Per ogni scheda è poi possibile indicare il membro del team al quale è riferito il lavoro indicato, indicare una lista di azioni (in modo da vedere la percentuale di avanzamento di quella particolare scheda) e settare dei promemoria importanti che non devono essere persi.

1.3.3 Visual Studio Code

Il progetto conteneva numerosi file di estensione diversa. Infatti erano presenti file dart (per l'applicazione vera e propria), xml (per lavori specifici lato Android), plist (file descrittivo lato iOS), immagini e altri ancora. Si è quindi deciso di utilizzare un editor testuale il più generale possibile e non legato allo sviluppo di un particolare linguaggio. La scelta è ricaduta su Visual Studio Code, di proprietà Microsoft. Oltre

a possedere "out of the box" funzionalità molto comode per lo sviluppo software, è estensibile con migliaia di pacchetti relativi a pressochè ogni linguaggio. Nello specifico l'estensione per Flutter non solo presenta autocompletamenti vari e molto dettagliati, ma anche una comoda funzione per fare il debugging del software gestendo il tutto con una barra che raccoglie i principali comandi.

1.4 Struttura generale dell'applicazione

Di seguito viene riportato un accenno alla struttura, alle pagine dell'intera applicazione in modo da dare un contesto e dare una visione d'insieme al lettore. A partire dal terzo capitolo ogni pagina verrà poi analizzata nel dettaglio in base ai propri componenti e alle sue funzionalità, mostrando anche immagini e codice.

Al primo accesso all'utente viene mostrata una pagina di login nella quale si può inserire la propria mail e password oppure creare un nuovo account. Se l'autenticazione o la creazione di un nuovo utente sono andate a buon fine, viene mostrata la pagina principale, la mappa, che indica tutte le stazioni di ricarica, noleggio e manutenzione di bici elettriche presenti nel database. Oltre a possedere numerose funzioni che verranno descritte nel proprio capitolo, da questa pagina è possibile accedere all'inserimento di una nuova stazione (che deve essere in ultimo confermata del gestore del database), e si può infine arrivare alla pagina profilo, dove si possono settare impostazioni personali come la tipologia di mappa che si vuole visualizzare e cambiare la password, si possono vedere le stazioni aggiunte dall'utente attuale ed effettuare il logout, per tornare così alla pagina iniziale di login.

2 Flutter

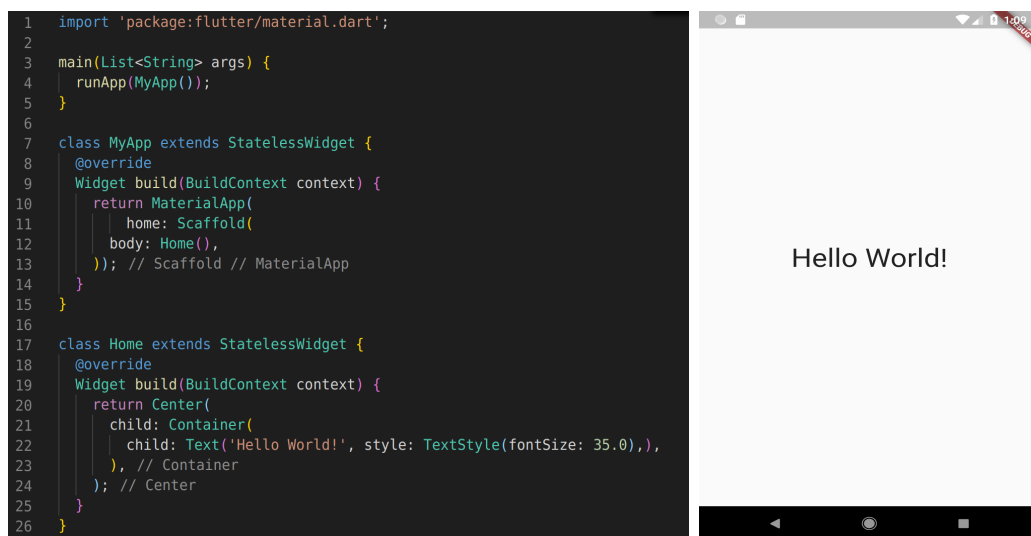
I pregi di Flutter sono numerosi e se ne vogliono citare alcuni.

Per primo si considera il linguaggio. Flutter viene sviluppato con il linguaggio (sempre appartenente alla famiglia Google) Dart. Esso è multifunzione, può essere impiegato per lo sviluppo web (tant'è che è nato per sostituire Javascript) e in tale linguaggio una variabile può sia presentare una tipazione statica a compile time, sia essere definita *dynamic* e cambiare tipo più volte nel corso dell'esecuzione. Con Flutter basta scrivere una volta sola il proprio codice in Dart, e il framework penserà poi a creare i file necessari per essere eseguiti sia su iOS che su Android. Da qui ne segue un enorme risparmio di tempo e risorse, in quanto si dimezza il lavoro totale. Un altro aspetto importante è che grazie ad esso è possibile sviluppare in modo rapido, e ciò è permesso dalla funzione *Hot Reload* che consente in qualche secondo di ricaricare la particolare sezione di codice che si sta testando senza dover ricaricare l'intera applicazione. In secondo luogo tale framework presenta facilitazioni notevoli relative al design degli elementi: con poche righe e senza essere esperti di grafica si può creare qualcosa dall'aspetto tutt'altro che banale. É doveroso accennare anche alle prestazioni: i *widget* (elementi) di Flutter gestiscono automaticamente l'implementazione di funzionalità comuni quali lo scrolling, la navigazione, le icone e i caratteri in modo da rendere le performance del software paragonabili a quelle di app native sia su iOS sia su Android.

2.1 Stateless e Statefull Widget

In Flutter esiste una prima importante distinzione fra widget diversi: quelli *senza stato* e quelli *con stato*. I primi possono anche essere chiamati widget statici, in quanto la loro forma non varia durante l'esecuzione. Nell'immagine 2.1 viene mostrato un esempio di widget stateless. Innanzitutto bisogna importare il pacchetto *flutter/material.dart* che contiene tutti i principali widget. Nel metodo *main* è presente solo una funzione, denominata *runApp*, che ottenuto in input un widget con particolari caratteristiche, esegue sul dispositivo di test tale widget. Nell'esempio esso è chiamato *MyApp* ed estende la classe *StatelessWidget*. Un oggetto di questo tipo deve sovrascrivere il metodo *build* che riceve in input il contesto nel quale l'app si trova (che consiste nel particolare valore delle variabili e di altri oggetti in quel preciso istante di esecuzione), e ritorna il widget vero e proprio che dovrà essere eseguito. Per ottenere una corretta struttura, anche in progetti più complessi di questo semplice esempio, è necessario introdurre la classe *MaterialApp*, e tramite il suo costruttore definire la sua *home*, cioè la pagina principale, con una *Scaffold*,

definibile come l'impalcatura del widget. È necessario introdurre nel parametro *body* la classe che si vuole eseguire, la quale a sua volta estende StatelessWidget e presenta ancora il metodo build. Qui viene ritornato un widget che avrà posizione centrale (Center), sarà contenuto in un contenitore (Container, utile per decorare e aggiungere funzionalità a specifiche sezioni di codice), e mostrerà un testo con il più classico dei messaggi d'avvio (Hello World!). Questo widget non è interattivo, non cambierà mai graficamente e perciò si dice che non ha stato. Da questo esempio si può già notare come la struttura del codice flutter assuma *graficamente* un'indentazione naturale, con una gerarchia ad albero in cui c'è un padre iniziale e da cui seguono numerosi figli, padri di successivi widget.



(a) Esempio di codice di widget stateless

(b) Risultato

Figura 2.1

Nell'immagine 2.2 viene mostrato invece un widget di tipo Statefull. Si può notare come la prima parte del codice sia identica, con la classe `MyApp` che è ancora un widget senza stato. Ciò che cambia è la classe `Home` che ora è con stato e presenta un unico metodo sovrascritto chiamato *createState*. La freccia `=>` in dart è una notazione per scrivere in modo compatto un metodo che ritorna un unico oggetto, in questo caso una classe chiamata `_HomeState`, che estende `State<Home>`. Il trattino basso in dart sta a indicare un oggetto privato, a cui quindi non è possibile accedere se non in quella specifica classe. `_HomeState` possiede una variabile di tipo intero denominata *counter* (anch'essa privata grazie al trattino basso) e ha valore iniziale 0. Presenta poi un metodo denominato `buttonPressed` al cui interno risiede una funzione molto importante, la *setState*. Quando viene compiuta una sezione di codice che sta all'interno di tale funzione, viene richiamata la funzione `build` del widget in esecuzione ed è quindi grazie ad essa che l'app diventa interattiva, in

quanto tramite azioni dell'utente cambiano i valori delle variabili. Nell'esempio è presente un pulsante (FloatingActionButton) che aumenta il valore della variabile counter, che viene stampato a schermo. Da notare infine come si possa accedere al metodo toString di un oggetto in dart anteponendo al suo nome il carattere \$.

Figura 2.2: Esempio di codice di widget statefull



2.2 Principali Widget

Di seguito vengono riportati i widget di cui si è fatto maggiore uso all'interno dell'applicazione.

Text

Questo widget permette di mostrare a schermo le stringhe fornite come primo argomento al suo costruttore (`Text("Testo da mostrare")`). Il testo può svilupparsi su più righe o su una sola a seconda delle costanti di layout della particolare schermata nella quale risiede il widget. Nel costruttore possono essere indicati diversi argomenti opzionali, tra cui lo stile. Se si vuole indicare un particolare stile al proprio testo bisogna inserire un `TextStyle`, cioè un'ulteriore classe che gestisce il font, l'in-

serimento del grassetto o del corsivo e la formattazione dell'intero testo (giustificato, allineato a sinistra o a destra e centrale).

Row, Column

Questi widget vengono spesso utilizzati per ottenere schermate ordinate e gradevoli dal punto di vista estetico all'utilizzatore. Il parametro principale di entrambe è l'argomento `children` (e non `child` come spesso accade per altre classi), proprio perchè sono pensati per contenere diversi widget disposti rispettivamente in orizzontale o in verticale. La loro grandezza in pixel sarà formata dalla somma della dimensioni di ciò che contengono e si possono ancora una volta inserire diverse preferenze di stile come la posizione rispetto all'asse principale o secondario.

Stack

É simile ai due precedenti in quanto anch'esso contiene diversi widget figli. Se ne differenzia in quanto non privilegia un'unica direzione di posizionamento, ma si può indicare per ogni figlio la posizione esatta in pixel che dovrà avere sullo schermo. Questo passaggio viene effettuato racchiudendo il widget che si vuole inserire all'interno di un'istanza della classe `Positioned` (che sarà uno dei figli dello `Stack`) e indicando gli esatti pixel nel suo costruttore.

Container

Crea un elemento rettangolare che avrà come altezza e lunghezza le minime dimensioni per poter contenere il widget indicato come `child`. É molto utilizzato nel momento in cui si vuole migliorare graficamente una schermata in quanto tramite il parametro opzionale `decoration` si può introdurre una nuova classe chiamata `Box-Decoration` che gestisce un grande insieme di aspetti grafici come i contorni (angoli e ombre) o riempire con un colore o un'immagine il `Container`.

2.3 Material Design

Il Material Design è un linguaggio visuale che unisce i classici principi di un buon design con l'innovazione della tecnologia e della scienza. [material.io(2019)]

Tale design è interamente sviluppato da Google e fa uso di layout basati su una griglia, animazioni e transizioni. Sono

3 Gestione degli utenti

Per gestire al meglio la procedura di autenticazione dell'applicazione, la registrazione e le preferenze dei singoli utenti, si è scelto di utilizzare Firebase, servizio di database basato sul cloud appartenente a Google.

3.1 Firebase

Firebase è un ottimo servizio di backend che rende disponibili, tramite API, numerosi servizi tra cui lo storage dei dati, l'autenticazione, notifiche push e molto altro. Una delle caratteristiche più utili di questo servizio è la capacità di sincronizzazione dei dati oltre che di storage: le informazioni vengono infatti aggiornate pressochè all'istante, a patto che l'app web o mobile sia collegata alla rete. Inoltre sono disponibili numerose librerie client che rendono ancora più semplice l'integrazione con il proprio prodotto software. Anche la sicurezza ha un aspetto rilevante, in quanto i dati immagazzinati sono replicati e sottoposti continuamente a backup e la comunicazione con il client avviene in modalità crittografata tramite SSL con certificati a 2048 bit. Esistono tre piani tariffari per utilizzare Firebase. Il primo, gratuito, è chiamato Spark e comprende i servizi base, tra cui l'autenticazione, fino a 100 connessioni simultanee, 1 GB totale di spazio per i dati e 5 GB per lo storage di immagini e file. Il secondo è il Flame Plan nel quale aumentano i limiti (50 GB per lo storage e fino a 2,5 GB per i dati) al costo di 25\$ al mese. L'ultimo è il Blaze Plan nel quale ogni servizio possiede un costo unitario relativamente basso e funziona con una politica *pay as you go*. Per le nostre esigenze il primo piano (Spark) era più che sufficiente.

3.2 Schermata di avvio, tipologia di Utente e pagina Profilo

Nella schermata d'avvio (figura 3.1) l'utente può scegliere di accedere all'applicazione in tre modi diversi: tramite accesso standard (utente standard), tramite il pulsante *Accedi con Google* (utente Google) o tramite accesso anonimo. A seconda della tipologia, le pagine accessibili cambiano, così come i servizi disponibili. Se l'utente è già registrato in modo standard, può inserire la propria mail (usata come username) e la propria password. Se i dati forniti combaciano con quelli presenti nel database degli utenti si fa accesso alla pagina della mappa che verrà descritta in un prossimo capitolo. Se invece non c'è corrispondenza con un utente già registrato viene mostrato a video un messaggio di errore che spiega cosa è successo.

Si può anche fare accesso all'applicazione utilizzando i servizi Google che permettono di autenticarsi mediante gmail, con il proprio account Google. In questo caso

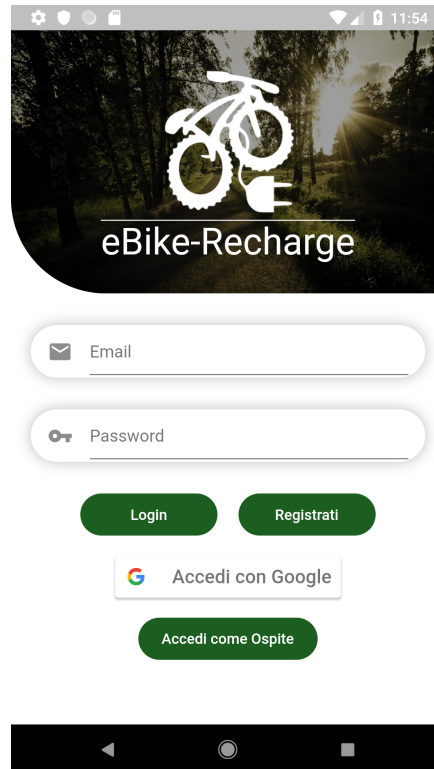


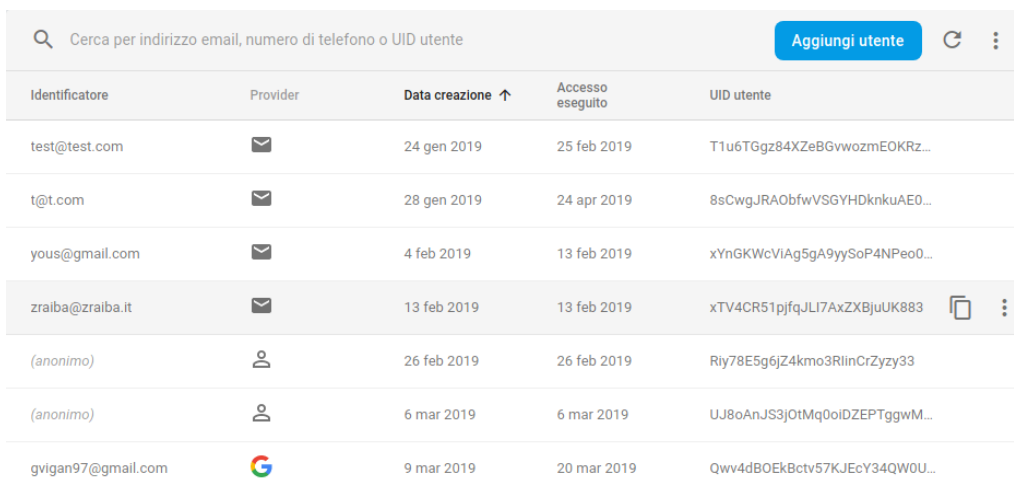
Figura 3.1: Schermata d'avvio

si apre una nuova finestra (codificata grazie ad una API) che mostra gli account gmail utilizzati sul proprio dispositivo e dopo aver inserito la password si fa accesso alla pagina della mappa. In particolare la grande differenza tra i due tipi di accesso appena citati consiste nella pagina profilo utente presente nell'applicazione. Questa è accessibile premendo l'icona *Profilo* presente nella TabBar in basso sullo schermo. In alto viene indicata la mail dell'utente (sia che essa faccia parte di gmail, sia che appartenga ad un altro dominio), e vengono poi mostrati diversi pulsanti ognuno con una specifica funzione. Quelli con scritto "Tipo Mappa", "Stazioni Aggiunte" e "Log Out" sono presenti in entrambe le versioni e permettono rispettivamente di cambiare il tipo mappa ed esaminare le stazioni aggiunte dall'utente che sta usando l'applicazione (entrambe queste funzionalità sono discusse nel capitolo riguardante la mappa), e di uscire dal particolare account in uso e tornare alla pagina di Login. Se l'utente è di tipo standard, è presente un ulteriore pulsante con scritto "Cambia Password": esso permette grazie a un'API di Firebase di cambiare la propria password nel caso in cui si sia dimenticata.

3.3 Registrazione

Nel caso in cui l'utente effettui il primo accesso oppure desideri creare un nuovo utente, deve solo premere il pulsante "Registrati", per andare nella pagina di registrazione. Essa mostra tre campi di testo dove bisogna inserire la propria mail, la password, e confermare quest'ultima reinserendo la stessa password. Vengono effettuati dei controlli di integrità dei dati (così come nella pagina di login): infatti tramite una *regular expression* si controlla che la mail inserita possa esistere, cioè presenti almeno una lettera seguita da una @, almeno due ulteriori lettere, un punto e almeno un'altra lettera. Inoltre la password deve possedere almeno sei caratteri e la sua conferma deve ovviamente combaciare con quella inserita prima. Se tutto è corretto l'utente può premere il tasto "Registrati", venendo quindi portato alla pagina della mappa e creando così un nuovo account standard.

Se l'utente non effettua il logout nella pagina Profilo, ogni volta che accede all'applicazione sarà subito portato alla pagina della mappa senza dover passare dalla pagina di login, questo accade perchè grazie a Firebase si tiene traccia dello stato della sessione del particolare account.



The screenshot shows the Firebase Authentication console interface. At the top, there is a search bar with the placeholder text "Cerca per indirizzo email, numero di telefono o UID utente" and a blue button labeled "Aggiungi utente". Below the search bar is a table with the following columns: "Identificatore", "Provider", "Data creazione", "Accesso eseguito", and "UID utente". The table contains several rows of user data, including email addresses like "test@test.com", "t@t.com", "yous@gmail.com", and "zraiba@zraiba.it", as well as anonymous users and a Google user "gvigan97@gmail.com". Each row includes the creation date, the last login date, and the user's UID. The "zraiba@zraiba.it" row is highlighted, and there are icons for copying and deleting the user.

Identificatore	Provider	Data creazione ↑	Accesso eseguito	UID utente
test@test.com	✉	24 gen 2019	25 feb 2019	T1u6TGgz84XZeBGvwozmEOKRz...
t@t.com	✉	28 gen 2019	24 apr 2019	8sCwgJRAObfwVSGYHDknkuAE0...
yous@gmail.com	✉	4 feb 2019	13 feb 2019	xYnGKWcViAg5gA9yySoP4NPeo...
zraiba@zraiba.it	✉	13 feb 2019	13 feb 2019	xTV4CR51pjfqJLI7AxZXBjuUK883
(anonimo)	👤	26 feb 2019	26 feb 2019	Riy78E5g6jZ4kmo3RlinCrZyzy33
(anonimo)	👤	6 mar 2019	6 mar 2019	UJ8oAnJS3jOtMq0oiDZEPTggwM...
gvigan97@gmail.com	🌐	9 mar 2019	20 mar 2019	Qww4dB0EkBctv57KJECy34QW0U...

Figura 3.2: La sezione Authentication di Firebase

3.4 Utente anonimo

Nella pagina di login è anche possibile premere il tasto "Accedi come Ospite" in fondo allo schermo, e questo pulsante permette di accedere all'applicazione senza dover registrare nessun account. La struttura dell'app cambia radicalmente se si esegue questo tipo di accesso. Innanzitutto sono presenti solo due pagine accessibili (e non più tre come nel caso standard e Google) e consistono in una pagina mappa con funzionalità estremamente ridotte e una pagina di Upgrade nella quale si mostra

all'utente i possibili privilegi raggiungibili al momento di un'autenticazione registrata. Nella sezione *Authentication* del servizio online di Firebase (figura 3.2) è possibile prendere visione di tutti gli utenti che hanno fatto accesso all'applicazione almeno una volta indicando la data di ultima visita, la data di creazione e l'id dell'utente. Inoltre ne viene indicato anche il tipo, sia esso standard, Google o un utente anonimo.

3.5 Codifica

4 Gestione e struttura del database

Una delle prime attività del progetto è stata la progettazione della base di dati, e fin dall'inizio era chiaro che non si sarebbe trattato di uno schema molto complesso. Infatti con sole tre tabelle si riesce a descrivere in modo appropriato l'ambiente nel quale risiede il progetto.

4.1 Schema Concettuale

La tabella principale e da cui si è partiti è quella delle stazioni, che presenta una chiave primaria (Key), un nome con cui è conosciuta, l'indirizzo cioè il nome della via nella quale risiede, la posizione, formata da due coordinate geografiche di latitudine e longitudine che sono realizzate mediante due variabili double, e può ma non è costretta a possedere una descrizione formata da un testo. La stazione possiede poi una Tipologia. Tramite colloquio con il committente dott. Marco Aceti si è appreso come le stazioni di ricarica possono essere raggruppate in diversi insiemi dovuti al servizio vero e proprio che viene fornito oltre a quello della ricarica. Esistono stazioni nelle quali è possibile noleggiare bici elettriche e altre dove si può portare la propria bici per effettuare della manutenzione. Dunque la tabella TipoStazione contiene per ogni riga una diversa tipologia di stazione, formata dalla combinazione dei diversi servizi appena descritti, in quanto ovviamente esistono negozi che propongono più servizi contemporaneamente. Ogni istanza di questa tabella oltre a possedere una chiave che la identifica, è caratterizzata dal nome (cioè la tipologia) e da un numero intero chiamato Colore che viene utilizzato all'interno dell'applicazione per fornire un colore diverso a ogni tipologia in modo da rendere più semplice agli utenti l'identificazione di ciò che può interessare loro. Nello schema deve poi essere presente una tabella che tenga traccia degli utenti. Si presti attenzione che questa tabella è diversa da quella gestita da Firebase relativa agli accessi e alle tipologie di utenti descritta nel precedente capitolo: qui vengono presi in considerazione il nome dell'utente e oltre alla chiave per identificarlo la propria preferenza sulla tipologia di mappa scelta. Non si esclude che in futuro si possano aggiungere ulteriori campi relativi a nuove preferenze che potrebbero essere scelte. Nella figura ?? è mostrato lo schema Entità-Relazione del progetto. Si noti come una stazione debba per forza appartenere alla relazione Inserimento in quanto deve essere stata inserita da qualcuno, ma un utente può non appartenere a tale relazione in quanto può tranquillamente utilizzare l'app per conoscere la posizioni di stazioni senza mai inserirne nessuna.

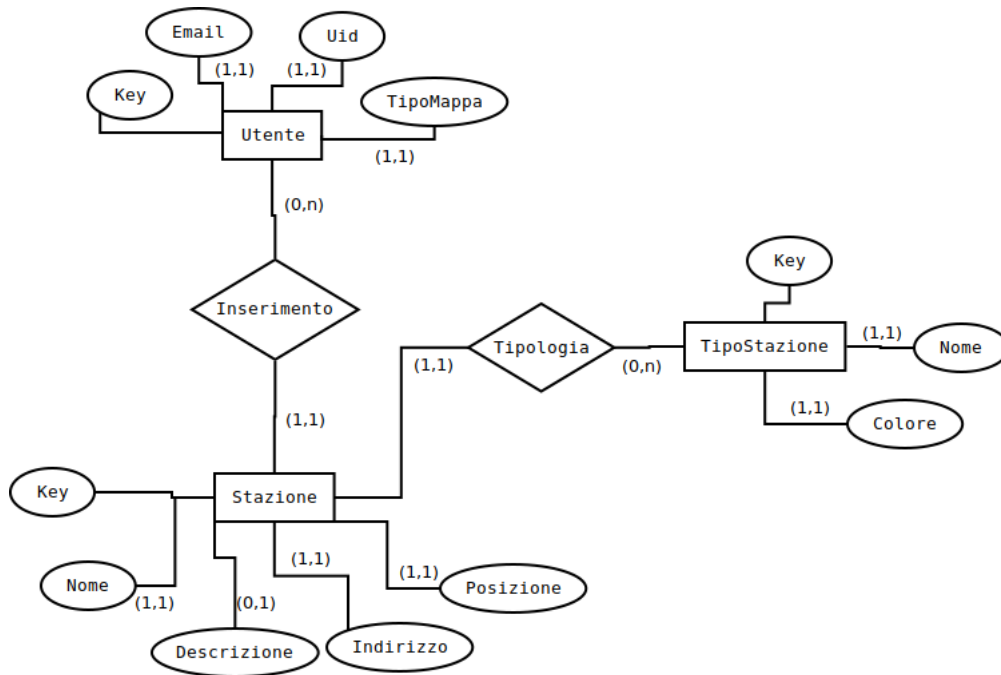


Figura 4.1: Schema Concettuale del progetto

4.2 Schema Logico

Data la semplicità dello schema Entità-Relazione la fase di progettazione logica è stata anch'essa priva di ostacoli. Si è posta particolare attenzione alle relazioni "Inserimento" e "Tipologia" perchè sarebbero potute diventare delle tabelle ma dato che entrambe sono del tipo (1,1) verso (0,n) si è scelto di renderle degli attributi della tabella Stazione, diventando quindi chiavi esterne.

STAZIONE(Key, Nome, Descrizione, Indirizzo, Posizione, TipologiaStazione, Utente)

UTENTE(Key, Uid, Email, TipoMappa)

TIPOSTAZIONE(Key, Nome, Colore)

Figura 4.2: Schema Logico del progetto

4.3 Gestione dati in Firebase

5 Mappa e sue funzionalità

Riferimenti bibliografici

- [Lombardo(2018)] Gianni Lombardo. Ecco i dati ufficiali ancma 2017: l'e-bike vola anche in italia e segna un ulteriore +19%, 2018. URL <https://www.bicitech.it>.
- [material.io(2019)] material.io. Material design, 2019. URL <https://material.io/design/introduction>.