

Sergi Sigró Barruz

**DESENVOLUPAMENT D'UNA APLICACIÓ MÒBIL
PER A LA GESTIÓ DE LA TORTUGA CARETA AL LITORAL CATALÀ**

TREBALL DE FI DE GRAU

Dirigit per Pere Millán Marco

Grau d'Enginyeria Informàtica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2023

Resum.

Aquest Treball de Fi de grau es centra en el desenvolupament d'una aplicació mòbil per a la conservació i vigilància de la tortuga babaua, una espècie amenaçada que ha començat a colonitzar les platges de Catalunya. El projecte forma part del programa Aprenentatge Servei (APS) de la URV, que permet realitzar un Treball de Fi de Grau amb implicació social sobre el territori.

Aquesta aplicació té com a objectiu principal proporcionar informació rellevant i facilitar les accions de protecció de les tortugues babaues. Per això, permet als voluntaris identificar els nius a les platges i obtenir orientació sobre com actuar en cas de trobar-los. A més, ofereix una eina de gestió per als membres del GEPEC-EdC, que són els encarregats de coordinar les activitats de conservació. L'aplicació permet als voluntaris reservar torns de vigilància, accedir a materials de formació i comunicar-se amb altres membres del GEPEC-EdC.

La metodologia del projecte ha consistit en l'anàlisi, disseny i desenvolupament de l'aplicació, així com la realització de proves i avaluacions. S'ha utilitzat el kit de desenvolupament Flutter, que permet crear aplicacions multi plataforma. Per emmagatzemar dades, s'ha utilitzat la plataforma Firebase, que té molta sinergia amb Flutter, facilitant el procés de desenvolupament i manteniment.

Mitjançant aquest projecte, s'ha adquirit coneixement profund sobre el desenvolupament d'aplicacions mòbils amb Flutter i la seva integració amb Firebase per a la gestió de dades en temps real. També s'han après a utilitzar funcionalitats per a l'autenticació d'usuaris, l'emmagatzematge de dades i la sincronització entre múltiples dispositius. A més, s'han adquirit habilitats per a la planificació i gestió de projectes, així com per a la col·laboració en equip i la resolució de problemes. Aquest treball ha consolidat la comprensió de les tecnologies de desenvolupament d'aplicacions mòbils i serveix com a preparació per a futures oportunitats professionals en aquest àmbit.

Resumen.

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en el desarrollo de una aplicación móvil para la conservación y vigilancia de la tortuga boba, una especie amenazada que ha comenzado a colonizar las playas de Cataluña. El proyecto forma parte del programa Aprendizaje-Servicio (APS) de la URV, que permite realizar un Trabajo de Fin de Grado con implicación social sobre el territorio.

Esta aplicación tiene como objetivo principal proporcionar información relevante y facilitar las acciones de protección de las tortugas bobas. Para ello, permite a los voluntarios identificar los nidos en las playas y obtener orientación sobre cómo actuar en caso de encontrarlos. Además, ofrece una herramienta de gestión para los miembros del GEPEC-EdC, encargados de coordinar las actividades de conservación. La aplicación permite a los voluntarios reservar turnos de vigilancia, acceder a materiales de formación y comunicarse con otros miembros del GEPEC-EdC.

La metodología del proyecto ha consistido en el análisis, diseño y desarrollo de la aplicación, así como la realización de pruebas y evaluaciones. Se ha utilizado el kit de desarrollo Flutter, que permite crear aplicaciones multiplataforma. Para almacenar datos, se ha utilizado la plataforma Firebase, que tiene mucha sinergia con Flutter, facilitando el proceso de desarrollo y mantenimiento.

Mediante este proyecto, se ha adquirido un conocimiento profundo sobre el desarrollo de aplicaciones móviles con Flutter y su integración con Firebase para la gestión de datos en tiempo real. También se han aprendido a utilizar funcionalidades para la autenticación de usuarios, el almacenamiento de datos y la sincronización entre múltiples dispositivos. Además, se han adquirido habilidades para la planificación y gestión de proyectos, así como para la colaboración en equipo y la resolución de problemas. Este trabajo ha consolidado la comprensión de las tecnologías de desarrollo de aplicaciones móviles y sirve como preparación para futuras oportunidades profesionales en este ámbito.

Abstract.

This Bachelor's Degree Final Project focuses on the development of a mobile application for the conservation and surveillance of the loggerhead turtle, a threatened specie that has begun to colonize the beaches of Catalonia. The project is part of the Service-Learning Program (APS) at URV, which allows for a socially involved Bachelor's Degree Final Project on the territory.

The main objective of this application is to provide relevant information and facilitate actions to protect loggerhead turtles. It enables volunteers to identify nests on the beaches and to obtain guidance on how to act if they come across them. Additionally, it offers a management tool for members of GEPEC-EdC, who are responsible for coordinating conservation activities. The application allows volunteers to book surveillance shifts, to access training materials, and to communicate with other GEPEC-EdC members.

The project methodology involved analysis, design, and development of the application, as well as conducting tests and evaluations. The Flutter development kit was used, enabling the creation of cross-platform applications. Firebase was utilized as the data storage platform, as it synergizes well with Flutter, facilitating the development and maintenance process.

Through this project, in-depth knowledge was acquired about mobile application development with Flutter and its integration with Firebase for real-time data management. Skills were also gained in user authentication, data storage, and synchronization across multiple devices. Furthermore, project planning, management, teamwork, and problem-solving abilities were enhanced. This work solidified understanding of mobile application development technologies and serves as preparation for future professional opportunities in this field.

Índex

1	INTRODUCCIÓ	6
2	DESCRIPCIÓ GENERAL	7
2.1	ENTORN DEL PROJECTE	7
2.2	DESCRIPCIÓ DE L'ÀREA DEL PROJECTE	7
2.3	NECESSITATS	8
2.3.1	<i>Identificació de les necessitats</i>	8
2.3.2	<i>Importància de les necessitats</i>	8
2.4	PREVISIONS D'ÚS	9
2.4.1	<i>Usuaris objectiu</i>	9
2.4.2	<i>Casos d'ús rellevants</i>	9
2.5	APLICACIONS SIMILARS	10
2.5.1	<i>Caretta</i>	10
2.5.2	<i>Invasive Alien Species Europe</i>	11
3	REQUISITS	12
3.1	GUIONS	12
3.1.1	<i>Guió de l'usuari no registrat</i>	12
3.1.2	<i>Guió de l'usuari voluntari</i>	13
3.1.3	<i>Guió de l'usuari administrador</i>	14
3.2	REQUISITS FUNCIONALS	15
3.2.1	<i>Diagrama de casos d'ús</i>	15
3.2.2	<i>Especificació textual dels casos d'ús</i>	16
3.3	REQUISITS NO FUNCIONALS	23
3.3.1	<i>Requisit de rendiment</i>	23
3.3.2	<i>Requisit de seguretat</i>	23
3.3.3	<i>Requisit d'usabilitat</i>	24
3.3.4	<i>Requisit d'estabilitat i fiabilitat</i>	24
3.3.5	<i>Requisit de localització i internacionalització</i>	25
4	ANÀLISI DELS REQUISITS FUNCIONALS	26
4.1	DIAGRAMA DE CLASSES	26
4.2	DIAGRAMES DE SEQÜENCIES DELS CASSOS D'ÚS	27
5	DISSENY	34
5.1	TECNOLOGIES MULTI PLATAFORMA	34
5.1.1	<i>Tendències actuals</i>	34
5.1.2	<i>Tecnologia escollida</i>	35
5.2	ARQUITECTURA DE L'APLICACIÓ	36
5.2.1	<i>Arquitectura BLoC</i>	36
5.2.2	<i>Arquitectura GetX</i>	36
5.2.3	<i>Arquitectura escollida</i>	38
5.3	ARQUITECTURA DE LA PERSISTÈNCIA DE DADES	38
5.3.1	<i>Persistència local</i>	38
5.3.2	<i>Persistència remota (Firebase)</i>	39
5.4	SISTEMA DE CONTROL DE VERSIONS	43
5.5	INTERFÍCIE GRÀFICA	44
5.5.1	<i>Pantalla principal</i>	44
5.5.2	<i>Pantalla Inici Sessió</i>	46
5.5.3	<i>Pantalla Formació</i>	50
5.5.4	<i>Pantalla Qüestionari</i>	51
5.5.5	<i>Pantalla "Com podem ajudar a les tortugues"</i>	53
5.5.6	<i>Pantalla Contacte</i>	54

5.5.7	<i>Pantalla llistat nius actius</i>	55
5.5.8	<i>Pantalla Reserva de torns</i>	57
5.5.9	<i>Pantalla firmar document compromís</i>	59
5.5.10	<i>Perfil Voluntari</i>	62
5.5.11	<i>Pantalla administrar nius</i>	63
6	IMPLEMENTACIÓ	66
6.1	TECNOLOGIES UTILITZADES.....	66
6.2	ESTRUCTURA DE CARPETES I ARXIUS.....	68
6.2.1	<i>Directori d'assets</i>	68
6.2.2	<i>Directori lib</i>	68
6.3	FUNCIONALITATS PRINCIPALS, ALGORISMES I LÒGICA ESPECÍFICS.....	76
6.3.1	<i>Procediment per iniciar sessió</i>	76
7	AVALUACIÓ	79
7.1	RELACIÓ DE PROVES REALITZADES.....	79
7.1.1	<i>Relació de proves</i>	79
8	CONCLUSIONS	83
9	REFERÈNCIES	85

Índex de taules

TAULA 1. REQUISIT 00. INICIAR SESSIÓ	16
TAULA 2. REQUISIT 01. RESERVAR TORN.....	16
TAULA 3. REQUISIT 02. FORMACIÓ	16
TAULA 4. REQUISIT 03. QÜESTIONARI.....	17
TAULA 5. REQUISIT 04. CONSULTAR COM AJUDAR A LES TORTUGUES.....	17
TAULA 6. REQUISIT 05. CONSULTAR DADES CONTACTE	17
TAULA 7. REQUISIT 06. CANVIAR L'IDIOMA.....	18
TAULA 8. REQUISIT 07. LLISTAT NIUS ACTIUS.....	18
TAULA 9. REQUISIT 08. ESCOLLIR NIU I DATA.....	18
TAULA 10. REQUISIT 09. LLISTAT TORNS DISPONIBLES	19
TAULA 11. REQUISIT 10. ESCOLLIR TORN.....	19
TAULA 12. REQUISIT 11. RESERVAR ESPAI DISPONIBLE	19
TAULA 13. REQUISIT 12. CONSULTAR PERFIL VOLUNTARI	20
TAULA 14. REQUISIT 13. FIRMAR DOCUMENT COMPROMÍS.....	20
TAULA 15. REQUISIT 14. ENVIAR DOCUMENT COMPROMÍS	20
TAULA 16. REQUISIT 15. CONSULTAR TORNS PROPIS.....	21
TAULA 17. REQUISIT 16. CANCEL·LAR RESERVA	21
TAULA 18. REQUISIT 17. TANCAR SESSIÓ.....	21
TAULA 19. REQUISIT 18. ADMINISTRAR NIUS	22
TAULA 20. REQUISIT 19. CREAR NOU NIU.....	22
TAULA 21. REQUISIT 20. ELIMINAR NIU	22

Índex de figures

FIGURA 1. PANTALLA PRINCIPAL CARETTA APP	10
FIGURA 2. PANTALLA PRINCIPAL <i>INVASIVE ALIEN SPECIES</i> APP	11
FIGURA 3. DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS	15
FIGURA 4. DIAGRAMA DE CLASSES	26
FIGURA 5. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 00: INICIAR SESSIÓ.....	27
FIGURA 6. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 02: FORMACIÓ	28
FIGURA 7. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 03: QÜESTIONARI	28
FIGURA 8. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 07: LLISTAT NIUS ACTIUS	29
FIGURA 9. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 09: LLISTAT TORNS DISPONIBLES	29
FIGURA 10. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 11: RESERVAR ESPAI DISPONIBLE	30
FIGURA 11. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 12: CONSULTAR PERFIL VOLUNTARI.....	30
FIGURA 12. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 13: SIGNAR DOCUMENT COMPROMÍS	31
FIGURA 13. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 19: CREAR NOU NIU	32
FIGURA 14. SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS 20: ELIMINAR NIU	33
FIGURA 4. DIAGRAMA DE L'ARQUITECTURA BLOC	36
FIGURA 5. DIAGRAMA ARQUITECTURA GETX	37
FIGURA 6. CALCULADORA PREU FIREBASE AUTH.....	40
FIGURA 7. CALCULADORA PREU CLOUD FIRESTORE	41
FIGURA 8. CALCULADORA PREU CLOUD STORAGE.....	42
FIGURA 9. PANTALLA PRINCIPAL.....	44
FIGURA 10. CAPTURA <i>SNACKBAR</i> PANTALLA PRINCIPAL	45
FIGURA 11. PANTALLA PRINCIPAL CANVIAR IDIOMA	45
FIGURA 12. PANTALLA INICIAR SESSIÓ.....	46
FIGURA 13. ERROR DE VALIDACIÓ EN INICIAR SESSIÓ	47
FIGURA 14. ERROR CORREU NO VÀLID	47
FIGURA 15. CORREU ELECTRÒNIC VÀLID	48
FIGURA 16. CORREU I MISSATGE DE SESSIÓ INICIADA.....	49
FIGURA 17. PANTALLA FORMACIÓ	50
FIGURA 18. PREGUNTES DE LA PANTALLA DEL QÜESTIONARI.....	51
FIGURA 19. QÜESTIONARI APROVAT	52
FIGURA 20. QÜESTIONARI SUSPÈS	52
FIGURA 21. CONSELLS PER AJUDAR A LES TORTUGUES.....	53
FIGURA 22. CAPTURA PANTALLA CONTACTE (EN CATALÀ I CASTELLÀ).....	54
FIGURA 23. ERROR DE CONNEXIÓ	54
FIGURA 24. PANTALLA LLISTAT DELS NIUS ACTIUS AMB PASSOS INCOMPLETS	55
FIGURA 25. LLISTAT DELS NIUS ACTIUS (AMB O SENSE NIUS)	56
FIGURA 26. SELECTOR DE DIES I TORN.....	57
FIGURA 27. RESERVA DE TORNS.....	58
FIGURA 28. DOCUMENT DE COMPROMÍS VOLUNTARIAT	59
FIGURA 29. PASSOS A SEGUIR PER EMPLENAR EL DOCUMENT DE COMPROMÍS	60
FIGURA 30. DOCUMENT FIRMAT I AMB LES DADES GENERADES	61
FIGURA 31. PERFIL DE VOLUNTARI.....	62
FIGURA 32. ADMINISTRACIÓ DE NIUS.....	63
FIGURA 33. FORMULARI CREACIÓ DE NIU	64
FIGURA 34. ELIMINAR NIU ACTIU.....	65
FIGURA 35. DIRECTORI D'ASSETS.....	68
FIGURA 36. DIRECTORI LIB DEL PROJECTE	68

Índex de codis

CODI 1. DETERMINAR ENTORN	69
CODI 2. ESTABLIR TEMA, RUTES I IDIOMA DE L'APP	70
CODI 3. STRINGS I TRADUCCIONS DE L'APP	71
CODI 4. MÈTODE ENCARREGAT D'ENVIAR L'ENLLAÇ D'AUTENTIFICACIÓ AL CORREU DE L'USUARI	72
CODI 5. ATRIBUTS D'UN NIU	73
CODI 6. ENUM AMB ELS DIFERENTS CODIS QUE POT CONTENIR EL MODEL <i>APPRESPONSE</i>	74
CODI 7. CONSTANTS QUE DEFINEIXEN ELS PRINCIPALS COLORS PER AL TEMA CLAR	75
CODI 8. MÈTODE PER CAPTAR L'ENLLAÇ DINÀMIC D'AUTENTIFICACIÓ	76
CODI 9. EXTREURE CORREU DE LES <i>SHARED PREFERENCES</i>	77
CODI 10. INICIAR SESSIÓ I AFEGIR USUARI	78

1 Introducció

Aquest Treball de Fi de Grau té com a objectiu principal el desenvolupament d'una aplicació mòbil per a la protecció i vigilància de la tortuga babaua a les platges de Catalunya. Aquesta espècie, que es troba en perill d'extinció, ha començat a colonitzar aquestes costes com a conseqüència del canvi climàtic. La seva presència és especialment rellevant durant els mesos d'estiu, quan realitza els seus nius i pon els ous.

La urbanització intensiva de les zones costaneres presenta un desafiament important per a la supervivència d'aquesta espècie. És necessària l'acció immediata i coordinada de grups i entitats voluntàries per a la protecció i vigilància dels nius una vegada són detectats. És en aquest context que el GEPEC-EdC ha proposat aquest projecte com a resposta a la demanda d'una aplicació mòbil per a abordar les necessitats i reptes relacionats amb la conservació de la tortuga babaua.

L'objectiu d'aquesta aplicació és proporcionar una plataforma accessible i intuïtiva que permeti a les persones involucrades conèixer i aplicar les mesures necessàries per ajudar a protegir les tortugues babaues. Mitjançant l'aplicació, els usuaris podran identificar els nius a les platges, obtenir informació sobre les mesures de conservació, reportar l'aparició de nous nius i coordinar-se amb altres voluntaris i membres del GEPEC-EdC per a la vigilància dels nius i la presa d'accions adequades.

A més de ser una eina per a la protecció de l'espècie, aquest projecte té un fort component formatiu i de conscienciació. S'espera que, mitjançant l'ús de l'aplicació, es pugui involucrar la comunitat en la preservació de la tortuga babaua i augmentar la seva sensibilització respecte a la importància de mantenir l'equilibri ecològic i protegir les espècies amenaçades.

2 Descripció General

2.1 Entorn del projecte

La tortuga babaua és una espècie amenaçada en perill d'extinció que sol fer niu i pondre ous a les costes durant els mesos d'estiu. En els últims anys, s'ha observat un fenomen sorprenent causat pel canvi climàtic: aquesta espècie de tortuga ha començat a colonitzar per primera vegada les platges de Catalunya. És important destacar que una sola tortuga pot fer diversos nius al llarg de la temporada d'estiu i posar entre 100 i 120 ous en cada niu [1].

No obstant això, a causa de l'alta urbanització de les costes catalanes, es fa necessària l'acció de grups o entitats voluntàries per preservar i vigilar aquests nius una vegada detectats. En aquest context, aquest Treball de Fi de Grau sorgeix com a resposta a una oferta publicada pel GEPEC-EdC¹ al catàleg de projectes disponibles de l'APS² de 2022-2023 [2]. Aquesta oferta proposava el desenvolupament d'una aplicació mòbil per abordar diferents aspectes i necessitats relacionats amb les activitats de voluntariat per a la vigilància i protecció de la tortuga babaua.

L'objectiu principal d'aquesta aplicació és crear una plataforma que permeti a les persones conèixer les mesures que es poden prendre per ajudar les tortugues, com identificar els nius a les platges i saber què fer en cas de trobar-los. A més, l'aplicació serveix com a eina de gestió per al GEPEC-EdC i els voluntaris, facilitant el registre de nous nius descoberts, l'organització de torns de vigilància per als diferents nius identificats i la formació necessària per dur a terme aquesta tasca de vigilància.

Aquest projecte té com a finalitat fomentar la conscienciació i la preservació de la tortuga babaua, així com involucrar la comunitat en la protecció d'aquesta espècie amenaçada. Mitjançant l'ús de la tecnologia i la participació activa dels voluntaris, es busca contribuir a la conservació d'aquesta espècie única i al manteniment de l'equilibri ecològic de les costes catalanes.

2.2 Descripció de l'àrea del projecte

L'àrea del projecte és l'enginyeria de la conservació de la natura i la biodiversitat. L'enginyeria de la conservació és una disciplina que integra principis i mètodes de l'enginyeria amb la conservació de la natura i la protecció de la biodiversitat. Aquesta àrea busca desenvolupar solucions tecnològiques per abordar els reptes de conservació i millorar la gestió dels recursos naturals [3].

La conservació de la natura i la biodiversitat s'han convertit en qüestions crítiques a nivell mundial. L'augment de l'activitat humana i els canvis ambientals han posat en perill la supervivència de moltes espècies i ecosistemes. L'enginyeria de la conservació és essencial per afrontar aquests reptes i preservar la riquesa natural del nostre planeta.

¹ Grup d'Estudi i Protecció dels Ecosistemes Catalans.

² Aprenentatge Servei és una proposta educativa que combina processos d'aprenentatge i de servei a la comunitat en un sol projecte.

Actualment, ens enfrontem a diversos reptes en l'àrea de la conservació de la natura. Aquests inclouen la degradació dels hàbitats, la disminució de la biodiversitat, l'efecte del canvi climàtic, la sobreexplotació de recursos i la interacció negativa entre les activitats humanes i els ecosistemes. És essencial desenvolupar solucions innovadores per abordar aquests reptes i protegir els nostres recursos naturals.

2.3 Necessitats

En aquesta secció, s'identifiquen les necessitats o problemes concrets que el projecte té com a objectiu abordar.

2.3.1 Identificació de les necessitats

Les principals necessitats que el projecte pretén abordar són:

- 1- Protecció de la tortuga babaua: amb l'increment de la presència de la tortuga babaua a les platges catalanes, és crucial prendre mesures per protegir aquesta espècie amenaçada. Les activitats de conservació i vigilància són essencials per garantir la seva supervivència i reproducció.
- 2- Detecció i monitoratge de nius: és necessari desenvolupar un sistema eficient per a la detecció i monitoratge dels nius de la tortuga babaua a les platges. Això permetrà recopilar informació rellevant sobre els nius i prendre les mesures adequades per protegir-los.
- 3- Gestió i coordinació del voluntariat: és important tenir una plataforma que faciliti la gestió i coordinació dels voluntaris que participen en les activitats de conservació de la tortuga babaua. Això inclou la programació de torns de vigilància, la comunicació eficient amb els voluntaris i el seguiment de les seves activitats.

2.3.2 Importància de les necessitats

Aquestes necessitats són importants per diverses raons:

- 1- Conservació de l'espècie: la tortuga babaua és una espècie en perill d'extinció. Protegir els seus nius i garantir la seva supervivència és fonamental per mantenir la biodiversitat marina i preservar aquesta espècie única.
- 2- Coneixement científic: la recopilació de dades sobre els nius i el comportament de la tortuga babaua proporciona informació valuosa per a la recerca científica. Això pot contribuir a millorar la comprensió de l'espècie i implementar estratègies més efectives de conservació.
- 3- Conscienciació i educació: el projecte ofereix l'oportunitat de conscienciar i educar tant els voluntaris com el públic en general sobre la importància de la conservació de la tortuga babaua i la preservació dels ecosistemes costaners.

2.4 Previsions d'ús

En aquesta secció, s'explica com s'espera que el projecte sigui utilitzat i implementat en la pràctica.

2.4.1 Usuaris objectiu

El projecte està destinat als següents usuaris:

- 1- Voluntaris: persones interessades en participar en les activitats de conservació de la tortuga babaua. Utilitzaran l'aplicació per a reservar torns de vigilància, realitzar la formació necessària, respondre qüestionaris i accedir a informació rellevant sobre com ajudar a les tortugues.
- 2- Membres del GEPEC-EdC: són els responsables de coordinar les activitats de conservació de la tortuga babaua. Utilitzaran l'aplicació per a gestionar la detecció de nius, organitzar els torns de vigilància i mantenir la comunicació amb els voluntaris.
- 3- Persones interessades en aprendre: l'aplicació també està oberta a persones que no desitgen fer voluntariat, però tenen interès a aprendre sobre la tortuga babaua i com ajudar en cas de trobar un niu. Podran accedir a la secció "Com podem ajudar a les tortugues" i trobar informació sobre les mesures de conservació, la detecció de nius i les accions recomanades en aquestes situacions.

2.4.2 Casos d'ús rellevants

A continuació, es presenten alguns casos d'ús rellevants que il·lustren com s'espera que el projecte sigui utilitzat i implementat en la pràctica:

- 1- Reserva de torns de vigilància: els voluntaris podran utilitzar l'aplicació per reservar torns de vigilància als nius de la tortuga babaua. Aquesta funcionalitat permetrà la participació activa en la protecció de les tortugues o l'aprenentatge de primera mà.
- 2- Accés a documents de formació: els tindran accés a materials de formació sobre la tortuga babaua i les seves necessitats de conservació. Aquest recurs els ajudarà a adquirir coneixements i entendre les mesures necessàries per protegir aquestes espècies.
- 3- Accés a informació sobre com ajudar a les tortugues: l'aplicació proporcionarà informació sobre com ajudar a les tortugues babaua i les mesures de conservació recomanades. Això permetrà que les persones interessades obtinguin coneixements i prenguin accions concretes per protegir aquestes espècies en cas de trobar-se amb elles.
- 4- Comunicació i coordinació entre membres del GEPEC-EdC: l'aplicació servirà com a plataforma perquè els membres del GEPEC-EdC puguin coordinar les activitats de conservació i comunicar-se amb els voluntaris. Això millorarà l'eficiència i la col·laboració en l'execució de les tasques relacionades amb la protecció de les tortugues.

2.5 Aplicacions similars

En el moment d'iniciar el projecte, es van destacar algunes aplicacions amb temàtica similar que van servir com a referència inicial

2.5.1 Caretta

Caretta és una aplicació oberta a la ciutadania que té com a objectiu informar sobre l'esdeveniment de nidificació de tortugues a Espanya i traslladar aquesta informació als responsables de la seva gestió. L'aplicació permet crear alertes, proporcionar informació sobre com actuar i oferir coneixements bàsics sobre les tortugues marines. Malgrat això, Caretta presenta algunes limitacions en les seves funcionalitats, amb problemes de funcionament i funcions que han deixat de ser operatives. Es pot considerar com una eina inicial per a obtenir una idea general.



Figura 1. Pantalla principal Caretta App

2.5.2 *Invasive Alien Species Europe*

Aquesta aplicació ha estat desenvolupada pel [Joint Research Centre, el servei científic intern de la Comissió Europea](#). L'objectiu d'aquesta aplicació és permetre al públic en general, tant aficionats com professionals, rebre i compartir informació sobre espècies exòtiques invasores a Europa. Respecte a l'anterior aplicació analitzada, presenta millores notables. Compta amb una pantalla principal que ofereix diverses opcions, un sistema d'inici de sessió i registre, així com un menú desplegable per a accedir a les configuracions d'idioma, notificacions, textos legals, entre altres. Tot i això, cal assenyalar que la interfície d'usuari i l'experiència d'usuari podrien ser millorades, ja que en algunes ocasions resulten menys intuïtives, i també hi ha algunes funcions que presenten problemes de funcionament.

Aquestes aplicacions similars van servir com a punt de partida i referència inicial per a comprendre el context i millorar el desenvolupament del nostre propi projecte.



Figura 2. Pantalla Principal *Invasive Alien Species* App

3 Requisits

En aquest capítol es documenten els requisits funcionals (guions, expressats i documentats com casos d'ús) i requisits no funcionals del projecte.

3.1 Guions

3.1.1 *Guió de l'usuari no registrat*

Aquest guió detalla les accions que un usuari no registrat pot realitzar a l'aplicació.

Flux d'execució:

- 1- L'usuari accedeix a la pantalla principal de l'aplicació.
- 2- A la primera meitat superior de la pantalla, l'usuari pot veure les opcions reservades exclusivament per als voluntaris, com "Iniciar sessió", "Reservar torn", "Accedir a la formació" i "Realitzar el qüestionari de formació".
- 3- Si l'usuari intenta accedir a alguna d'aquestes opcions sense haver iniciat sessió, l'aplicació el redirigirà a la pantalla d'inici de sessió.
- 4- A la segona meitat de la pantalla, es troben les opcions accessibles per a tots els usuaris, sense necessitat d'haver iniciat sessió.
 - a. "Consultar com poder ajudar a les tortugues": l'usuari té accés a aquesta opció, que mostra un carrousel amb diverses diapositives que contenen títols, textos i imatges relacionats amb consells per ajudar a les tortugues. L'usuari pot navegar entre les diferents diapositives per obtenir informació detallada.
 - b. "Consultar dades de contacte": l'usuari pot accedir a aquesta opció, que li permet consultar les dades de contacte en cas de trobar una tortuga, rastres o cries de tortuga. Les dades de contacte proporcionades seran útils per informar sobre la troballa i sol·licitar assistència o orientació.
- 5- A la part superior de l'*AppBar*, hi ha la barra de l'aplicació, on l'usuari pot canviar fàcilment l'idioma de l'aplicació a català, espanyol o anglès.
- 6- L'usuari pot navegar entre la pantalla principal, el llistat de nius actius, el perfil de voluntari i la pantalla de configuracions, utilitzant la barra de navegació inferior.
- 7- Si l'usuari no té la sessió iniciada i intenta accedir al llistat de nius actius o al perfil de voluntari, es mostrarà un missatge recordant-li que ha d'iniciar sessió com a voluntari per accedir-hi.

Post condició: L'usuari no registrat ha explorat les opcions disponibles per a ell a l'aplicació sense iniciar sessió.

3.1.2 *Guió de l'usuari voluntari*

Aquest guió detalla les accions que un usuari amb la sessió iniciada com a voluntari pot realitzar a l'aplicació.

- 1- Després d'iniciar sessió com a voluntari, l'usuari serà redirigit a la pantalla principal de l'aplicació.
- 2- Si l'usuari encara no ha signat el document de compromís, haurà de fer-ho abans d'accedir a les opcions reservades als voluntaris.
- 3- Si l'usuari no ha aprovat el qüestionari de formació, s'haurà de completar abans de poder accedir a la reserva de torns.
- 4- A la primera meitat superior de la pantalla, l'usuari tindrà accés a les següents opcions reservades als voluntaris:
 - a. Reservar un torn de vigilància: l'usuari podrà accedir a un llistat en temps real dels nius actius i seleccionar un niu específic. Després podrà escollir una data i una hora per reservar un espai dins d'un torn disponible per a aquesta franja.
 - b. Accedir a la formació: l'usuari podrà accedir al document de formació sobre la tortuga.
 - c. Realitzar el qüestionari de formació: per poder reservar torns de vigilància, l'usuari ha de superar el qüestionari de formació.
- 5- A la segona meitat de la pantalla, l'usuari tindrà accés a les següents opcions obertes a tots els usuaris de l'aplicació (també accessibles sense iniciar sessió):
 - a. Consultar com poder ajudar a les tortugues: l'usuari podrà accedir a un carrousel que mostra diferents consells sobre com ajudar a les tortugues babaues. Cada consell inclou un títol, un text explicatiu i una imatge relacionada. L'usuari podrà navegar entre aquests consells per obtenir informació útil.
 - b. Consultar dades de contacte: l'usuari podrà accedir a la informació de contacte rellevant en cas de trobar una tortuga, rastres o cries de tortuga. Això permetrà a l'usuari comunicar-se amb les persones adequades per informar sobre les troballes.
- 6- L'usuari podrà accedir al seu perfil de voluntari a través de la barra de navegació inferior. El perfil mostrarà el nom d'usuari, l'adreça de correu electrònic, l'estat de signatura del document de compromís i si ha aprovat el qüestionari de formació. També hi haurà tres botons disponibles: "Firmar document de compromís", "Consultar els meus torns" i "Tancar sessió".

3.1.3 *Guió de l'usuari administrador*

Aquest guió detalla les accions que un usuari amb la sessió iniciada com a administrador pot realitzar a l'aplicació.

- 1- Després d'iniciar sessió com a administrador, l'usuari serà redirigit a la pantalla principal de l'aplicació.
- 2- A la primera meitat superior de la pantalla, l'usuari administrador tindrà accés a les mateixes opcions reservades als voluntaris.
- 3- A la segona meitat de la pantalla, l'usuari administrador tindrà accés a les mateixes opcions obertes a tots els usuaris de l'aplicació.
- 4- L'usuari administrador podrà accedir al seu perfil a través de la barra de navegació inferior. El perfil mostrarà el nom d'usuari, l'adreça de correu electrònic, l'estat de signatura del document de compromís i si ha aprovat el qüestionari de formació. A més, hi haurà un quart botó disponible: "Administrar Nius".
- 5- En seleccionar el botó "Administrar Nius" al seu perfil, l'administrador podrà realitzar les següents accions:
 - a. Crear nous nius: l'administrador podrà crear nous nius indicant la demarcació, el municipi, la platja, el nom del niu i la data d'inici del niu. Aquesta funcionalitat permetrà afegir nous llocs de vigilància per a les tortugues.
 - b. Eliminar nius existents: l'administrador tindrà l'opció de eliminar nius que ja no siguin actius o necessaris per a la vigilància i conservació de les tortugues.

3.2 Requisits funcionals

3.2.1 Diagrama de casos d'ús

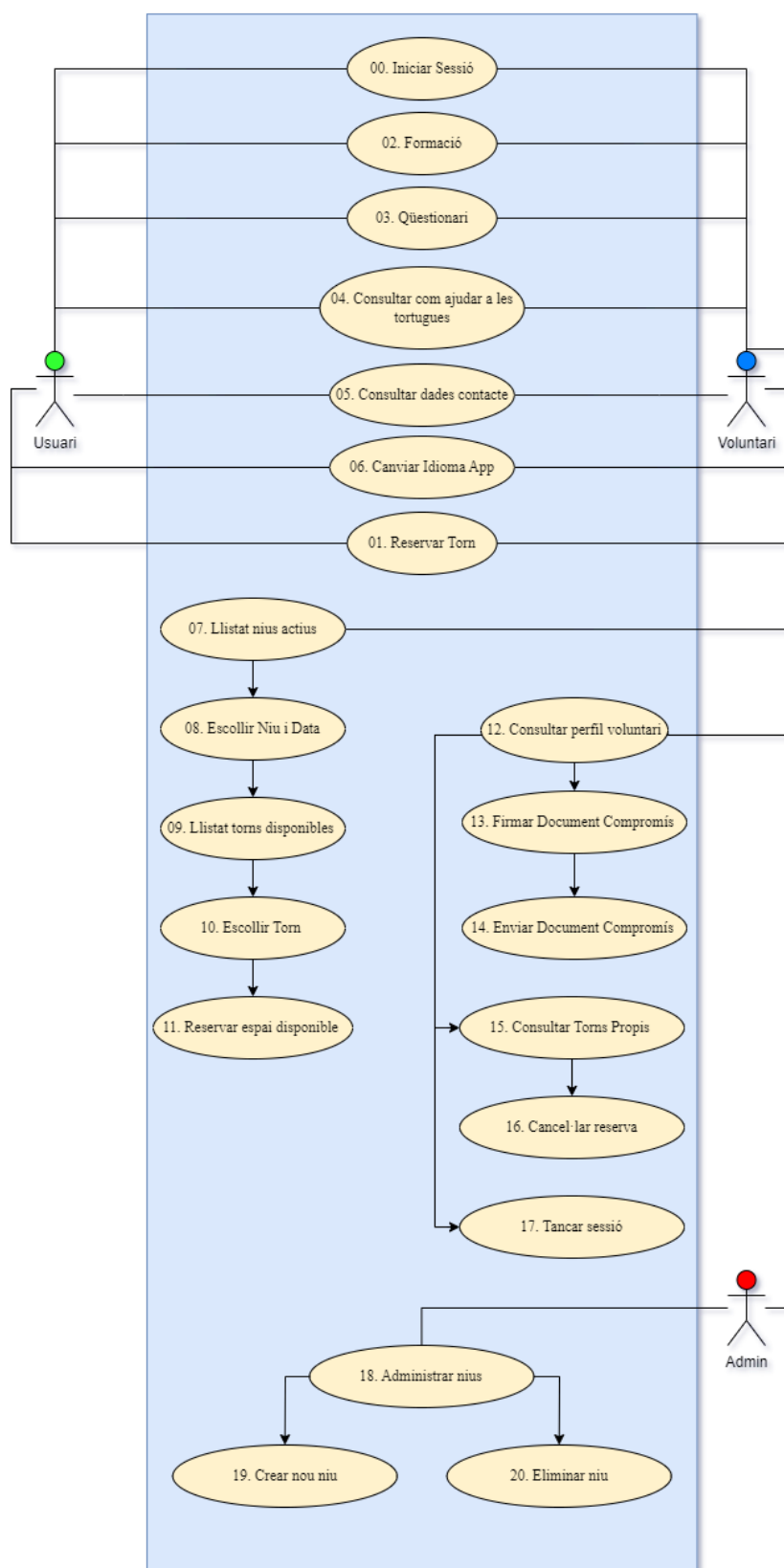


Figura 3. Diagrama de casos d'ús

3.2.2 Especificació textual dels casos d'ús

Títol	00. Iniciar sessió
Versió	1.0
Actor	Usuari
Prerequisit	L'usuari s'ha registrat prèviament a la pàgina web del GEPEC-EdC
Descripció	L'actor introdueix les seves credencials d'accés (correu electrònic) per iniciar sessió a l'aplicació. Si les credencials són correctes, se li envia un correu a l'usuari amb un enllaç dinàmic d'autenticació. En ser clicat, el sistema operatiu redirigeix l'usuari a l'aplicació amb la sessió iniciada.

Taula 1. Requisit 00. Iniciar Sessió

Títol	01. Reservar torn
Versió	1.0
Actor	Usuari, Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió
Descripció	L'actor navega, des de la pantalla d'inici o bé utilitzant la barra de navegació inferior, a la pantalla on es troba el llistat dels torns actius en temps real. Si l'actor es tracta d'un usuari sense la sessió iniciada, en comptes de veure la llista se li mostrarà un missatge informatiu de que ha d'iniciar sessió.

Taula 2. Requisit 01. Reservar Torn

Títol	02. Formació
Versió	1.0
Actor	Usuari, Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió
Descripció	El voluntari o administrador accedeix a la secció de formació de l'aplicació. Aquí té accés a contingut informatiu i recursos relacionats amb les tortugues marines i la seva protecció. Si l'actor es tracta d'un usuari sense la sessió iniciada, en comptes de veure el contingut informatiu veurà la pantalla d'inici de sessió.

Taula 3. Requisit 02. Formació

Títol	03. Qüestionari
Versió	1.0
Actor	Usuari, Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió
Descripció	<p>El voluntari o administrador pot accedir al qüestionari on haurà de contestar a diverses preguntes relacionades amb la informació que prèviament ha hagut d'estudiar-se a la secció de formació. Un cop respon a totes les preguntes, se li mostrarà una pantalla de resultat on podrà veure els encerts i els errors, veure si ha aprovat o no. En cas d'aprovar podrà accedir ja a reservar un torn.</p> <p>Si l'actor es tracta d'un usuari sense la sessió iniciada, en comptes de veure el contingut informatiu veurà la pantalla d'inici de sessió.</p>

Taula 4. Requisit 03. Qüestionari

Títol	04. Consultar com ajudar a les tortugues
Versió	1.0
Actor	Usuari, Voluntari, Administrador
Prerequisit	Cap
Descripció	L'usuari accedeix a la secció d'informació i consells sobre com ajudar a les tortugues marines.

Taula 5. Requisit 04. Consultar com ajudar a les tortugues

Títol	05. Consultar dades contacte
Versió	1.0
Actor	Usuari, Voluntari, Administrador
Prerequisit	Cap
Descripció	L'actor té accés a aquesta opció, que mostra un carrousel amb diverses diapositives que contenen títols, textos i imatges relacionats amb consells per ajudar a les tortugues. L'usuari pot navegar entre les diferents diapositives per obtenir informació detallada.

Taula 6. Requisit 05. Consultar dades contacte

Títol	06. Canviar l'idioma
Versió	1.0
Actor	Usuari, Voluntari, Administrador
Prerequisit	Cap
Descripció	L'actor té l'opció de canviar l'idioma de l'aplicació. A través de la barra de l'aplicació, pot seleccionar entre diferents opcions d'idioma disponibles, com ara català, espanyol o anglès. Un cop seleccionat l'idioma desitjat, l'aplicació s'actualitza per mostrar el contingut en l'idioma seleccionat.

Taula 7. Requisit 06. Canviar l'idioma

Títol	07. Llistat nius actius
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió i han aprovat el qüestionari
Descripció	L'usuari accedeix al llistat de nius actius, que són les àrees de vigilància i protecció de les tortugues marines. Aquest llistat mostra informació sobre els nius disponibles, com ara demarcació, municipi, platja, etc. L'usuari pot seleccionar un niu per realitzar una posterior reserva d'un torn.

Taula 8. Requisit 07. Llistat nius actius

Títol	08. Escollir niu i data
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió i han aprovat el qüestionari
Descripció	El voluntari selecciona un niu disponible del llistat de nius actius. A continuació, escull una data en la qual vol realitzar les tasques de vigilància i protecció en aquest niu. Aquesta selecció de niu i data serveix com a base per a la reserva posterior d'un espai en un torn disponible.

Taula 9. Requisit 08. Escollir niu i data

Títol	09. Llistat torns disponibles
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió i han aprovat el qüestionari
Descripció	Després de seleccionar un niu i una data, el voluntari accedeix al llistat de torns disponibles per a aquest niu i data concrets. Aquest llistat mostra les diferents franges horàries en les quals els voluntaris poden reservar un espai per realitzar les tasques de vigilància i protecció en aquest niu. Cada torn disponible té informació sobre l'hora d'inici i finalització, i el nombre de places disponibles.

Taula 10. Requisit 09. Llistat torns disponibles

Títol	10. Escollir torn
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió i han aprovat el qüestionari
Descripció	El voluntari selecciona del llistat de torns un torn disponible per al niu i la data seleccionats. Aquesta selecció es fa en base a l'hora d'inici i finalització del torn i el nombre de places disponibles. El voluntari escull el torn que millor s'ajusti a les seves preferències i disponibilitat per a realitzar les tasques de vigilància.

Taula 11. Requisit 10. Escollir torn

Títol	11. Reservar espai disponible
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Voluntari i Administrador han iniciat sessió i han aprovat el qüestionari
Descripció	Després d'haver seleccionat un torn disponible, el voluntari confirma la reserva de l'espai per realitzar les tasques de vigilància i protecció en aquest torn. L'aplicació registra la reserva i assigna l'espai disponible al voluntari en el torn seleccionat. A partir d'aquest moment, el voluntari té l'espai reservat per dur a terme les seves tasques.

Taula 12. Requisit 11. Reservar espai disponible

Títol	12. Consultar perfil voluntari
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió
Descripció	<p>El voluntari accedeix al seu perfil personal dins de l'aplicació. Aquí pot consultar informació com el seu nom d'usuari, correu electrònic, estat de signatura del document de compromís i aprovació del qüestionari. A més, hi ha botons per a realitzar accions com ara firmar el document de compromís, consultar els seus torns reservats i tancar la sessió.</p> <p>L'administrador també té disponible l'opció d'administrar nius.</p>

Taula 13. Requisit 12. Consultar perfil voluntari

Títol	13. Firmar document compromís
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió
Descripció	<p>El voluntari accedeix a una pantalla on pot veure una previsualització del document i llegir-lo. Quan ho consideri oportú, pot fer servir un botó per emplenar els camps necessaris del document amb un formulari, i posteriorment signar amb el dit.</p>

Taula 14. Requisit 13. Firmar document compromís

Títol	14. Enviar Document Compromís
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió, omplir les dades i firmar
Descripció	<p>Un cop l'actor hagi emplenat totes les dades demanades i hagi signat amb el dit, se li mostrarà una pantalla amb una previsualització del document en format PDF amb totes les dades que ha emplenat i la seva firma. Si confirma i pressiona el botó d'enviar, es generà un PDF que s'emmagatzemarà al núvol.</p>

Taula 15. Requisit 14. Enviar document compromís

Títol	15. Consultar torns propis
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	L'usuari ha iniciat sessió com a voluntari i ha reservat torns
Descripció	El voluntari accedeix al seu perfil personal i consulta els torns que ha reservat. Aquí es mostra informació detallada sobre els torns reservats, com ara el niu, la data, l'hora d'inici i finalització, i l'espai assignat. Això permet al voluntari tenir un registre dels torns que té assignats i preparar-se per a les tasques de vigilància.

Taula 16. Requisit 15. Consultar torns propis

Títol	16. Cancel·lar reserva
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	L'usuari ha iniciat sessió com a voluntari i ha reservat torns
Descripció	El voluntari accedeix al seu perfil personal i selecciona el torn que desitja cancel·lar. A continuació, fa clic en un botó per cancel·lar la reserva del torn. L'aplicació processa la cancel·lació i allibera l'espai reservat per a aquest torn. A partir d'aquest moment, el torn cancel·lat queda disponible per a altres voluntaris.

Taula 17. Requisit 16. Cancel·lar reserva

Títol	17. Tancar sessió
Versió	1.0
Actor	Voluntari, Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió
Descripció	L'usuari fa clic en el botó de tancar sessió per tancar sessió. L'aplicació finalitza la sessió de l'usuari i el redirigeix a la pàgina d'inici de sessió. A partir d'aquest moment, l'usuari ha de tornar a iniciar sessió per accedir al seu perfil de voluntari o realitzar altres accions relacionades amb l'aplicació.

Taula 18. Requisit 17. Tancar sessió

Títol	18. Administrar nius
Versió	1.0
Actor	Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió com a administrador
Descripció	L'usuari administrador accedeix a la secció d'administració de nius. Aquí té accés a les funcions especials de gestió de nius, com ara crear nous nius i eliminar nius existents. A més de les tasques bàsiques d'un voluntari, l'usuari administrador té el privilegi de gestionar i mantenir els nius disponibles per als voluntaris.

Taula 19. Requisit 18. Administrar nius

Títol	19. Crear nou niu
Versió	1.0
Actor	Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió com a administrador
Descripció	L'usuari administrador accedeix a la funció de creació de nous nius. Mitjançant aquesta funció, l'usuari administrador pot introduir les dades necessàries per crear un nou niu. Aquestes dades inclouen informació com ara la demarcació, el municipi, la platja, el nom del niu i la data d'inici del niu. Un cop s'han proporcionat aquestes dades, el niu es crea i queda registrat en el sistema.

Taula 20. Requisit 19. Crear nou niu

Títol	20. Eliminar niu
Versió	1.0
Actor	Administrador
Prerequisit	Iniciar sessió com a administrador
Descripció	L'usuari administrador accedeix a la funció d'eliminació de nius existents. Mitjançant aquesta funció, l'usuari administrador pot seleccionar i eliminar un niu existent del sistema. Aquesta acció implica l'eliminació permanent de les dades associades a aquest niu, incloent-hi la informació de demarcació, municipi, platja, nom del niu i data d'inici del niu.

Taula 21. Requisit 20. Eliminar niu

3.3 Requisits no funcionals

3.3.1 *Requisit de rendiment*

L'aplicació ha de carregar ràpidament i mostrar les dades als usuaris en un temps raonable. El temps de càrrega inicial de l'aplicació després de prémer la icona no ha de superar els 3 segons. Les transicions entre pantalles i la càrrega de contingut a cada pantalla han de ser fluides i responsives, sense retards perceptibles (si no es tracta de la descàrrega d'algun arxiu).

Les accions de l'usuari, com ara fer clic a un botó o navegar per les diferents pantalles, han de tenir una resposta immediata. El temps de resposta per a les accions de l'usuari ha de ser inferior a 0,5 segons. L'aplicació ha de gestionar de manera eficient les sol·licituds de dades al *backend* i processar-les en un temps raonable.

L'aplicació ha de gestionar els recursos del dispositiu de manera eficient per evitar un consum excessiu de bateria o de memòria. L'ús de la CPU³ i la memòria de l'aplicació ha de ser optimitzat per garantir un bon rendiment sense causar retards en altres aplicacions o processos en execució al dispositiu. L'aplicació ha de gestionar correctament la memòria cau per reduir les sol·licituds repetitives de dades i optimitzar la velocitat de càrrega.

L'aplicació ha de ser capaç de gestionar un augment del nombre d'usuaris i de la càrrega de treball sense afectar significativament el seu rendiment. L'arquitectura de l'aplicació i del *backend* ha de ser escalable per permetre l'augment de capacitat de manera eficient i sense interrupcions del servei.

Finalment, l'aplicació ha de funcionar correctament en diferents condicions de connexió de xarxa, incloent-hi connexions lentes o inestables. L'aplicació ha de proporcionar una experiència d'ús acceptable, fins i tot amb connexions de xarxa de baixa velocitat o amb interrupcions ocasionals. S'han d'utilitzar tècniques de gestió de connexió, com la càrrega progressiva de contingut o el cau local, per minimitzar l'impacte de la connectivitat de xarxa deficient.

3.3.2 *Requisit de seguretat*

L'aplicació ha d'oferir un sistema d'autenticació robust per garantir que només els usuaris autoritzats puguin accedir al sistema. S'han d'utilitzar mètodes segurs.

Totes les comunicacions entre l'aplicació mòbil i el servidor *backend* han de ser encriptades mitjançant protocols segurs com HTTPS⁴ per protegir la integritat i la confidencialitat de les dades transmeses.

S'ha d'implementar una gestió de sessions segura per controlar l'accés als recursos de l'aplicació i prevenir l'accés no autoritzat. Això pot incloure l'ús de *tokens* d'autenticació i la gestió adequada de les sessions actives.

³ *Central Processing Unit*

⁴ *HyperText Transfer Protocol Secure*

L'aplicació ha de complir amb les regulacions de protecció de dades personals, com ara el Reglament General de Protecció de Dades (GDPR⁵) [5]. S'han d'establir mesures de seguretat adequades per protegir les dades personals dels usuaris, emmagatzemades i processades per l'aplicació.

S'han d'implementar mesures de seguretat per prevenir i mitigar les vulnerabilitats conegudes, com ara l'ús de llibreries i *frameworks* actualitzats i la validació adequada de les dades d'entrada.

3.3.3 Requisit d'usabilitat

L'aplicació ha de ser intuïtiva i fàcil d'aprendre per a nous usuaris. S'han de proporcionar indicacions i guies per ajudar-los a familiaritzar-se amb les funcionalitats i les interaccions de l'aplicació.

S'ha de permetre als usuaris realitzar les seves tasques de manera eficient, sense requerir excessiva quantitat de temps o esforç. S'han de simplificar els fluxos de treball i minimitzar la quantitat d'interaccions necessàries per completar una tasca.

També, ha de mantenir una interfície consistent i coherent en tots els seus components i pantalles. S'han d'utilitzar patrons de disseny i estils visuals coherents, per facilitar la comprensió i la navegació de l'usuari.

L'aplicació ha de proporcionar una resposta clara i immediata a les accions de l'usuari. S'han de mostrar indicadors de càrrega, confirmacions d'acció i missatges d'error de manera adequada per mantenir als usuaris informats dels resultats de les seves accions.

Per últim, l'aplicació ha de ser compatible amb diferents dispositius mòbils i resolucions de pantalla. S'ha de provar i assegurar que l'aplicació funcioni correctament en diferents dispositius i sistemes operatius.

3.3.4 Requisit d'estabilitat i fiabilitat

Ha de ser capaç de funcionar de manera contínua sense interrupcions durant llargues sessions d'ús. Ha de ser estable i no experimentar fallades freqüents o talls inesperats. Ha de respondre de manera àgil a les interaccions de l'usuari. Els retards i els temps d'espera han de ser mínims, per proporcionar una experiència fluida i sense frustració.

Ha de gestionar adequadament els errors i les excepcions. S'han de proporcionar missatges d'error clars i significatius per als usuaris i prendre les mesures adequades per recuperar-se d'aquests errors de manera elegant. Ha de ser capaç de recuperar-se de manera adequada després d'un error o una fallada. S'han de realitzar proves per assegurar que pugui restablir-se correctament i continuar funcionant sense problemes després d'una fallada.

⁵ El Reglament General de Protecció de Dades és el conjunt de regulacions de la llei de la Unió Europea que tracten la protecció de dades i la privacitat.

3.3.5 Requisit de localització i internacionalització

L'aplicació ha de ser compatible amb múltiples idiomes, com ara català, espanyol i anglès. S'ha de proporcionar la capacitat d'afegir i gestionar nous idiomes a l'aplicació. S'ha de detectar automàticament l'idioma preferit del dispositiu de l'usuari i ajustar-se en conseqüència. Si l'idioma preferit no és compatible, s'ha de proporcionar una opció per canviar manualment l'idioma. Totes les etiquetes, missatges i contingut visible per a l'usuari han de ser traduïts als idiomes compatibles.

La presentació de les dates i hores ha de ser localitzada segons les preferències de l'idioma i la regió de l'usuari.

4 Anàlisi dels requisits funcionals

4.1 Diagrama de classes

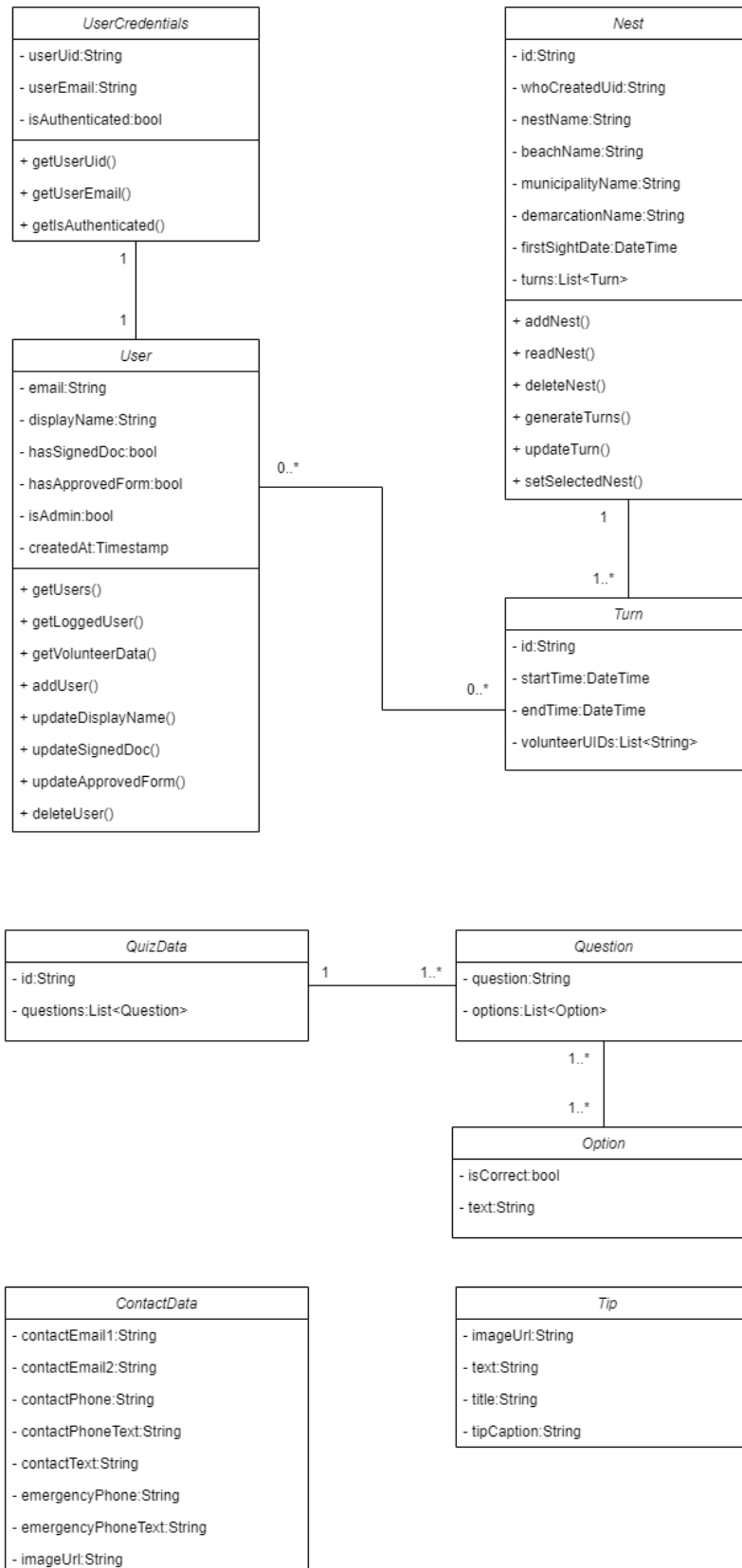


Figura 4. Diagrama de classes

4.2 Diagrames de seqüències dels casos d'ús

En aquest apartat es troben els diagrames de seqüència dels casos d'ús més rellevants.

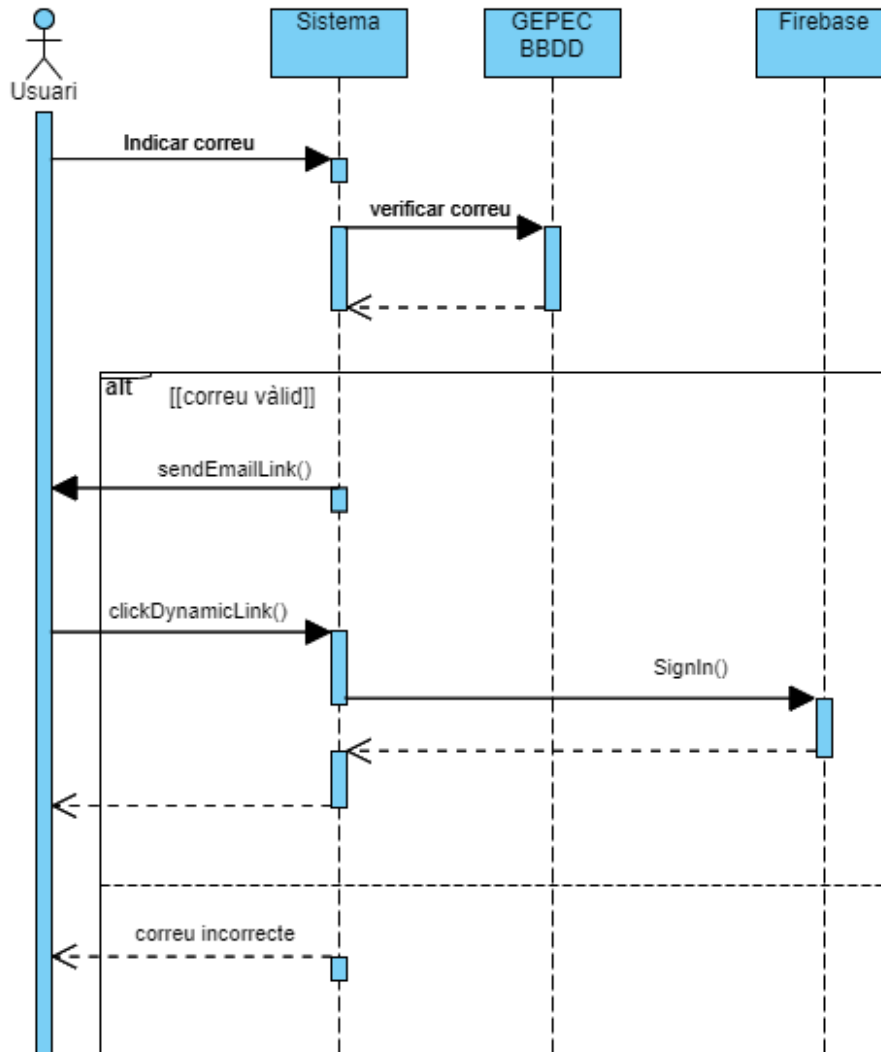


Figura 5. Seqüència del cas d'ús 00: Iniciar sessió

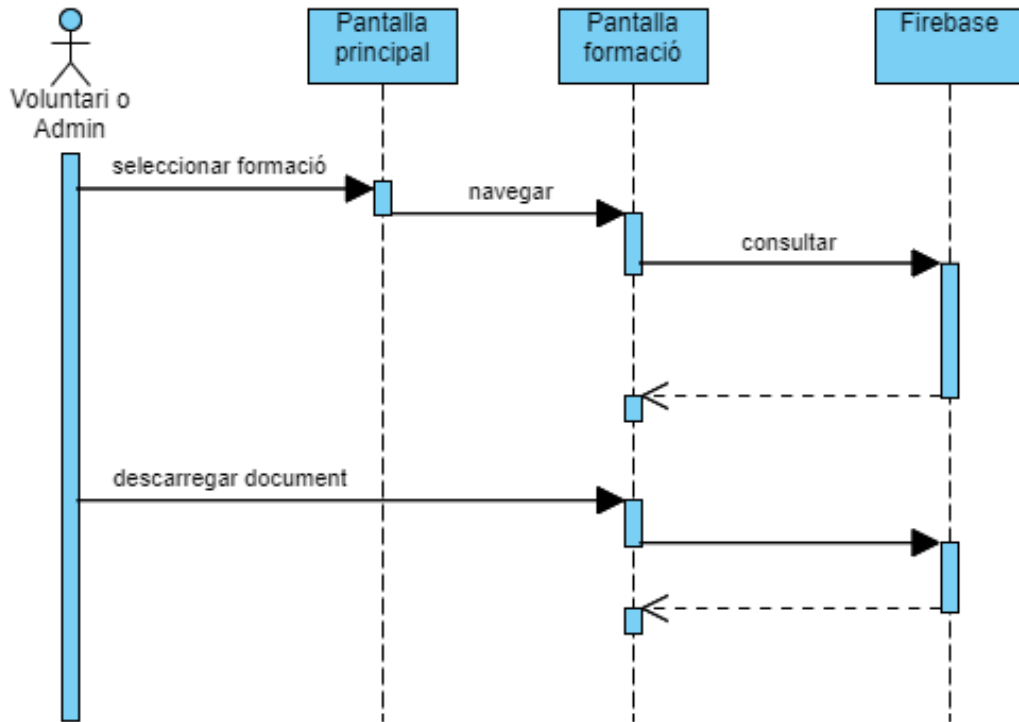


Figura 6. Seqüència del cas d'ús 02: Formació

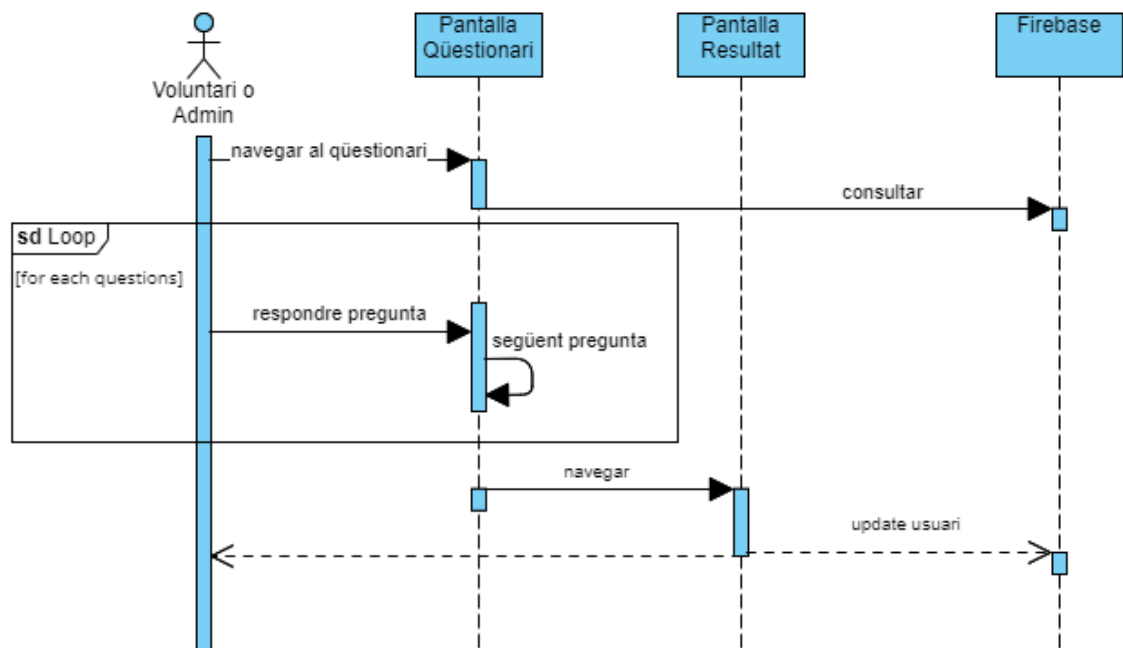


Figura 7. Seqüència del cas d'ús 03: Qüestionari

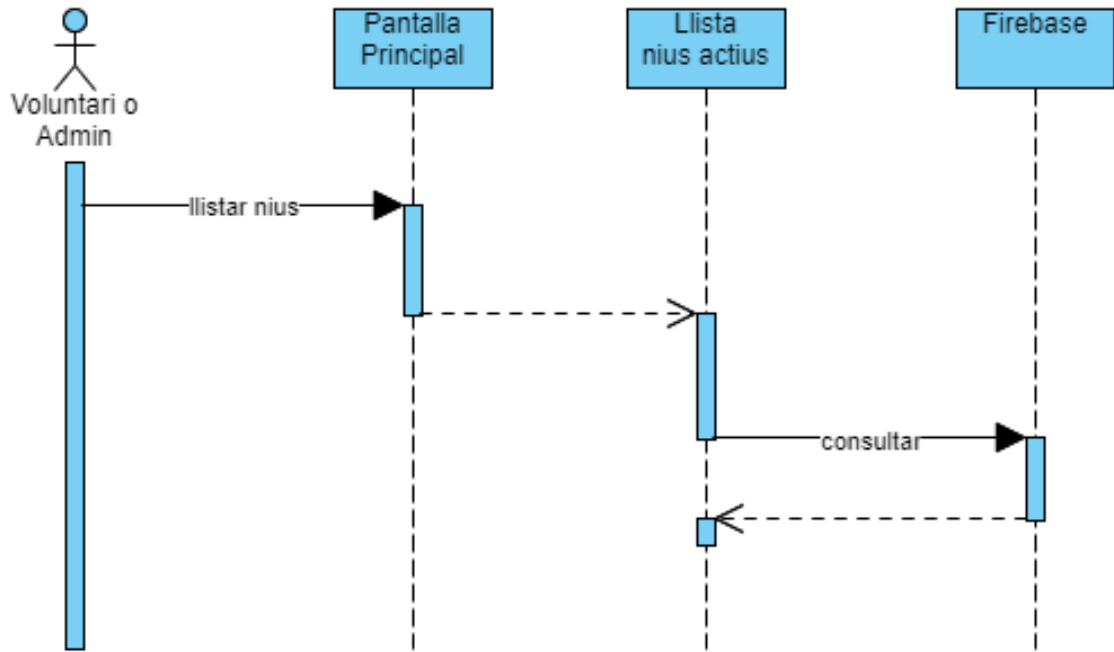


Figura 8. Seqüència del cas d'ús 07: Llistat nius actius

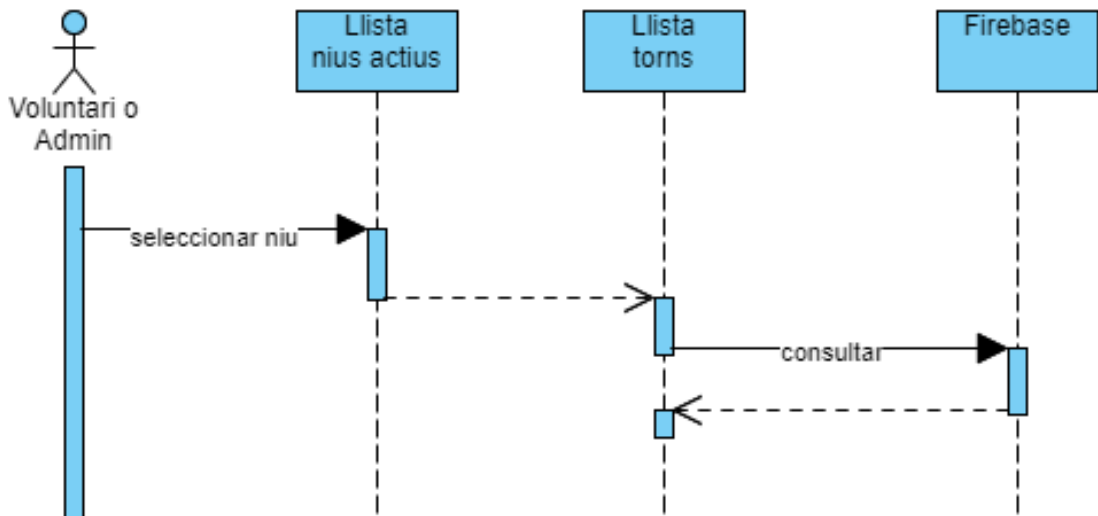


Figura 9. Seqüència del cas d'ús 09: Llistat tornos disponibles

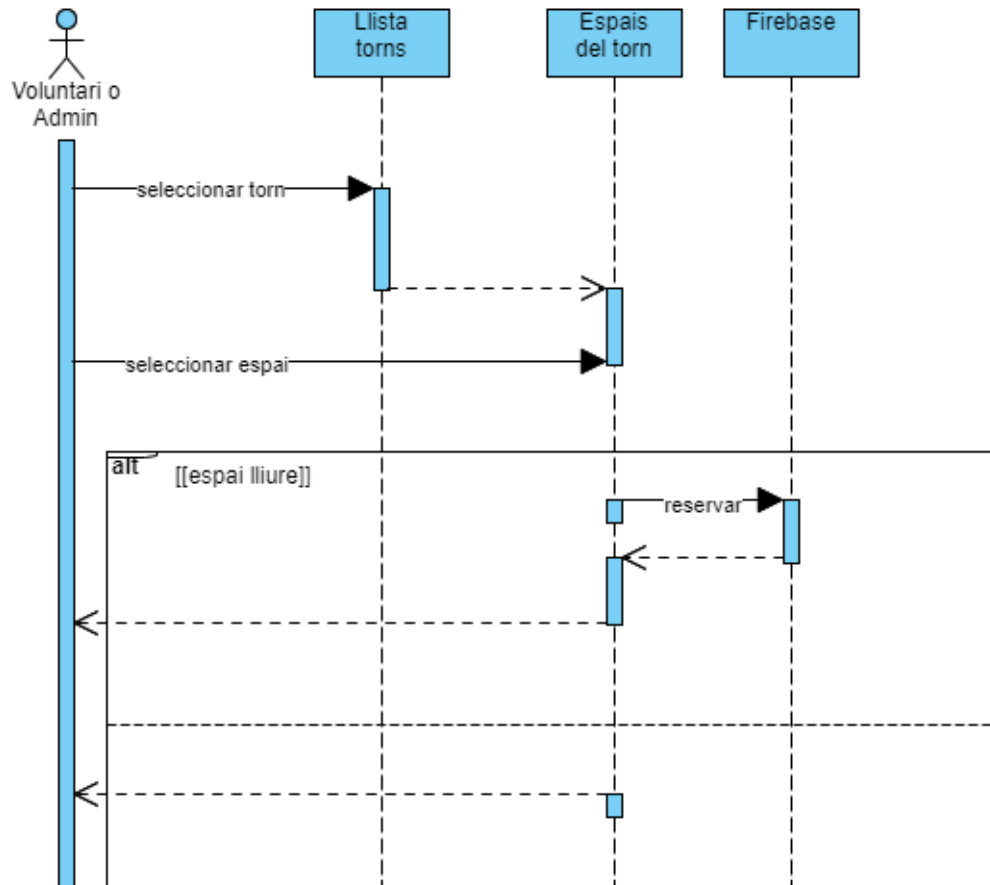


Figura 10. Seqüència del cas d'ús 11: Reservar espai disponible

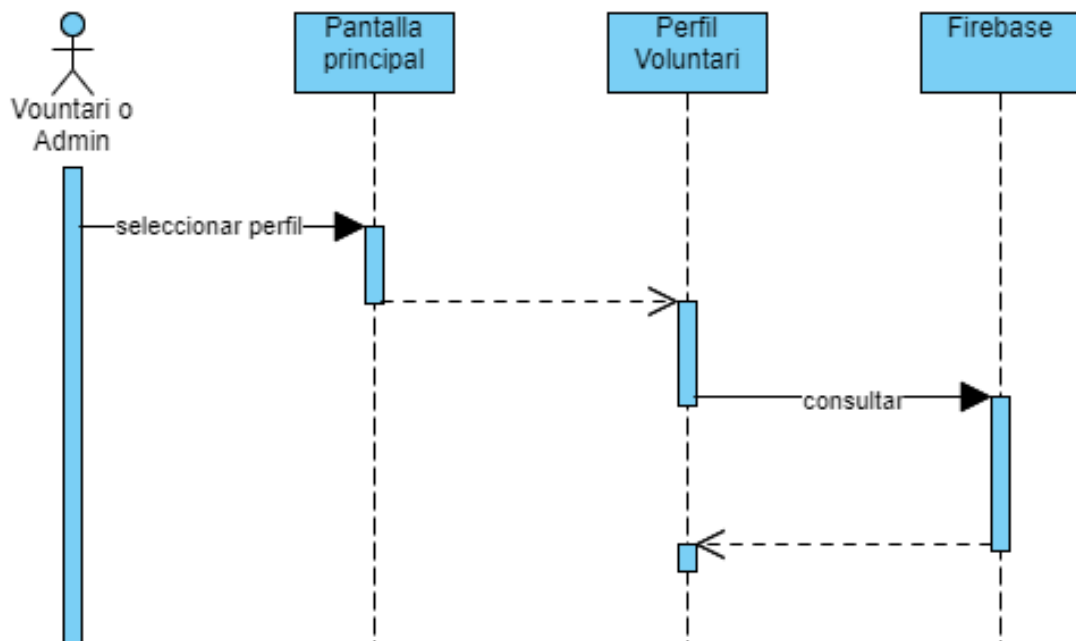


Figura 11. Seqüència del cas d'ús 12: Consultar perfil voluntari

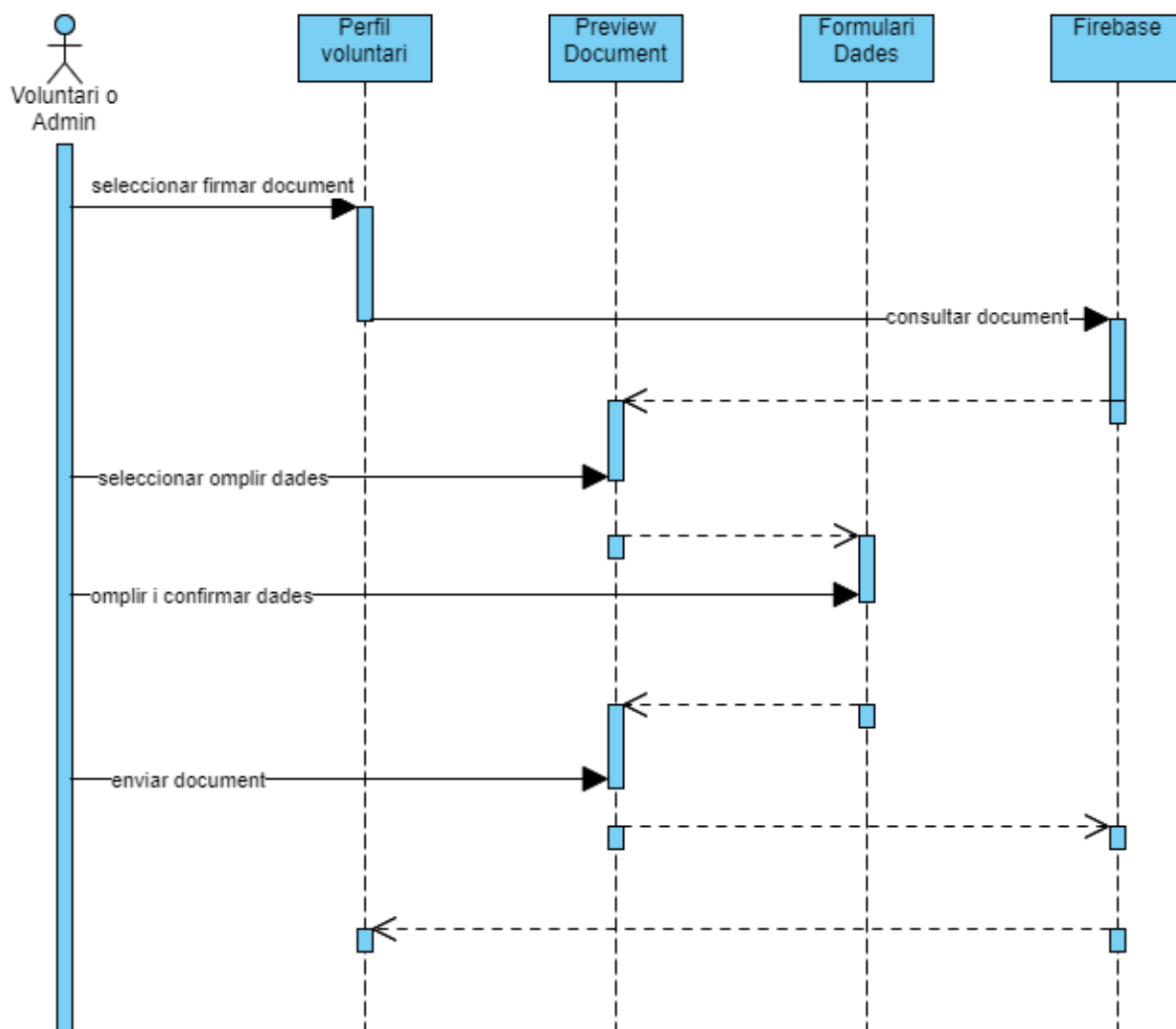


Figura 12. Seqüència del cas d'ús 13: Signar document compromís

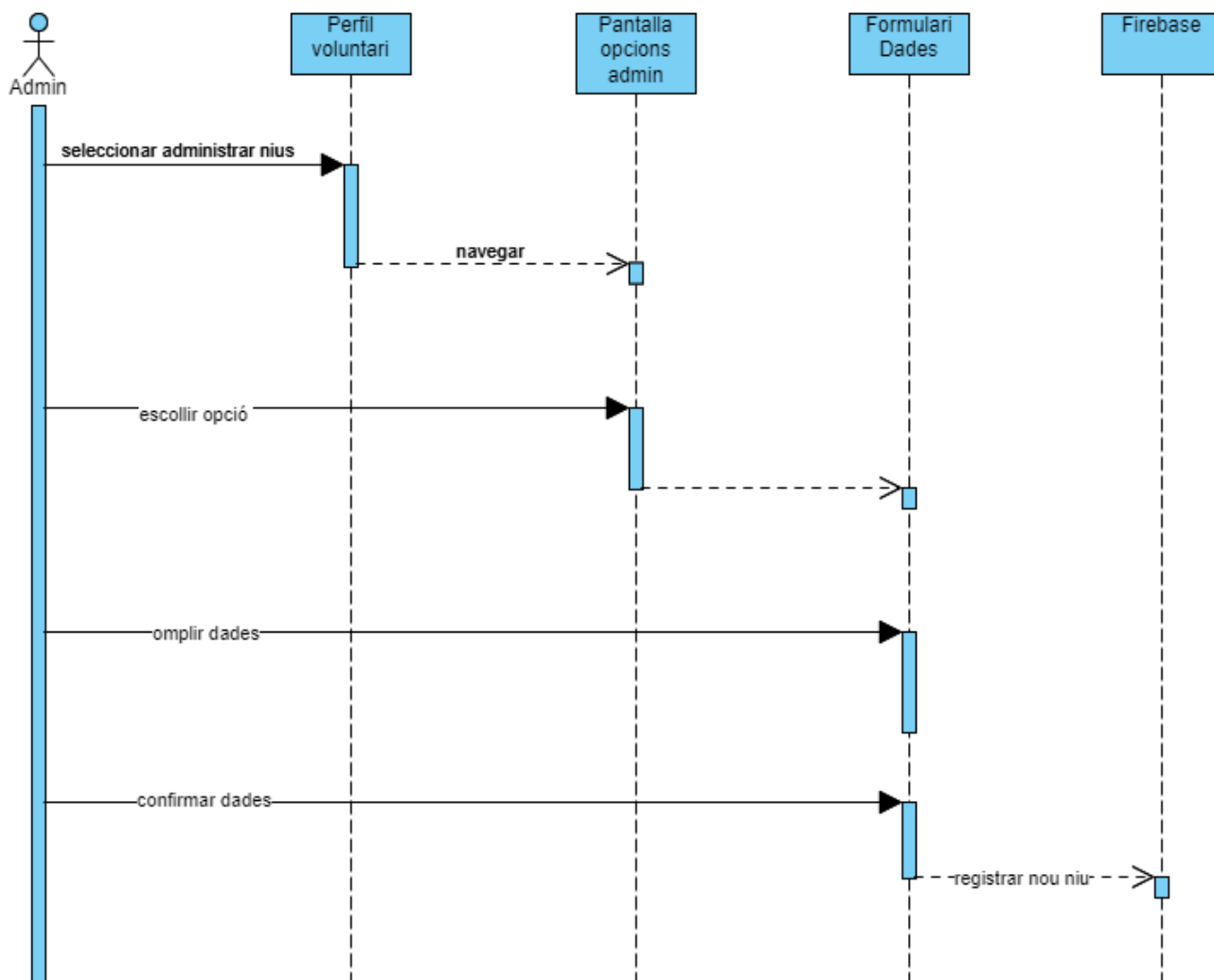


Figura 13. Seqüència del cas d'ús 19: Crear nou niu

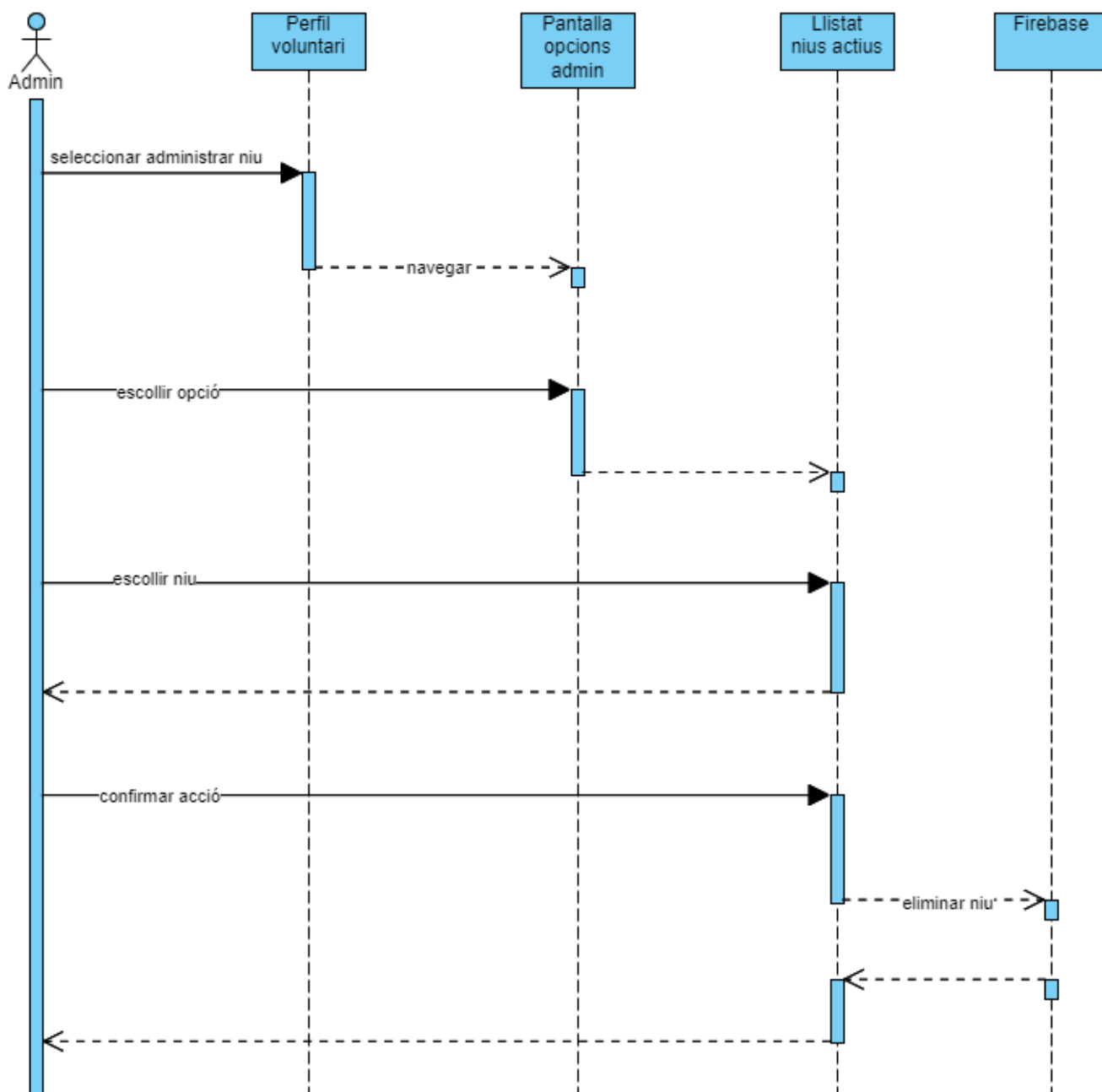


Figura 14. Seqüència del cas d'ús 20: Eliminar niu

5 Disseny

5.1 Tecnologies multi plataforma

En el desenvolupament d'aplicacions per a dispositius mòbils, l'elecció d'una tecnologia multiplataforma té diversos avantatges significatius.

Amb una tecnologia multiplataforma, podem crear una aplicació que s'executi en múltiples plataformes, com ara Android i iOS⁶, utilitzant un únic codi base. Això redueix significativament el temps i els esforços dedicats al desenvolupament de l'aplicació, ja que no cal escriure i mantenir codi separat per a cada plataforma.

L'ús d'una tecnologia multiplataforma permet reduir els costos associats al desenvolupament de l'aplicació. En lloc de contractar desenvolupadors dedicats per a cada plataforma, podem tenir un equip més petit de desenvolupadors que treballin en el mateix codi per a totes les plataformes, el que suposa una reducció en els costos de personal i recursos.

Amb una sola base de codi, el manteniment de l'aplicació se simplifica considerablement. Les actualitzacions i les correccions de errors només s'han de realitzar en un únic lloc, la qual cosa estalvia temps i redueix els riscos d'inconsistències entre les diferents versions de l'aplicació per a cada plataforma.

Podem agilitzar el procés de posada en marxa de l'aplicació en diverses plataformes. No cal esperar a desenvolupar l'aplicació per a cada plataforma per separat, ja que podem llançar-les simultàniament utilitzant el mateix codi base. Això ens permet arribar al mercat més ràpidament i captar abans l'atenció dels usuaris.

5.1.1 Tendències actuals

Actualment, hi ha diverses tecnologies multiplataforma populars per al desenvolupament d'aplicacions mòbils. Algunes de les principals són [6]:

- Flutter: Flutter és un *framework* de desenvolupament d'aplicacions mòbils creat per Google. Utilitza el llenguatge de programació Dart i permet crear aplicacions per a Android i iOS amb una sola base de codi. Flutter destaca per la seva velocitat i rendiment, així com per la seva interfície d'usuari atractiva i personalitzable [7].
- React Native: React Native és un *framework* desenvolupat per Facebook que utilitza JavaScript com a llenguatge de programació. Permet als desenvolupadors crear aplicacions per a Android i iOS compartint una gran part del codi. React Native s'ha popularitzat per la seva facilitat d'ús i la seva gran comunitat de desenvolupadors [8].
- Xamarin: Xamarin és una plataforma de desenvolupament d'aplicacions mòbils propietat de Microsoft. Utilitza el llenguatge de programació C# i permet als desenvolupadors crear aplicacions per a Android, iOS i altres plataformes amb una sola base de codi. Xamarin ofereix una integració estreta amb les API de les plataformes natives, el que permet un alt nivell de personalització [9].

⁶ Es tracta del sistema operatiu creat per Apple i utilitzat als seus telèfons.

- Ionic: Ionic és un *framework* basat en HTML⁷, CSS⁸ i JavaScript per al desenvolupament d'aplicacions mòbils. Utilitza tecnologies web estàndard com Angular o React per crear aplicacions multiplataforma per a Android, iOS i altres plataformes. Ionic destaca per la seva facilitat d'ús i la seva àmplia gamma de *plugins* i temes personalitzables [10].

5.1.2 Tecnologia escollida

Finalment, s'ha escollit Flutter com a *framework* per desenvolupar l'aplicació del projecte.

Flutter utilitza el seu propi motor de renderització, que permet una execució ràpida i eficient de l'aplicació. Aquest motor optimitzat aprofita al màxim els recursos del dispositiu i ofereix una experiència d'usuari fluida i àgil.

Amb Flutter, pots desenvolupar una sola aplicació que s'executi tant en dispositius Android com iOS. Utilitzant el mateix codi base per a totes dues plataformes, es redueix significativament el temps i els recursos necessaris per al desenvolupament, ja que no cal escriure i mantenir dues aplicacions separades.

Flutter ofereix un ampli ventall de *widgets* personalitzables i d'alta qualitat per a la creació d'interfícies d'usuari atractives. Aquests *widgets* permeten dissenyar aplicacions amb un aspecte professional i modern, amb suport per a animacions fluides, transicions elegants i efectes visuals atractius.

Un dels avantatges més destacats de Flutter és el "Hot Reload", una funcionalitat que permet veure els canvis realitzats en el codi, immediatament reflectits en l'aplicació, sense haver de compilar-la de nou. Això agilitza el procés de desenvolupament, ja que pots iterar ràpidament sobre el disseny i la funcionalitat de l'aplicació en temps real.

Flutter té una comunitat àmplia, activa i vibrant de desenvolupadors i col·laboradors. Això significa que tens accés a un gran nombre de recursos, tutorials, exemples de codi i suport a través de fòrums i xarxes socials. A més, la comunitat també contribueix al desenvolupament i millora contínua de Flutter, aportant noves funcionalitats i correccions d'errors. Flutter té un ecosistema ric i en expansió de paquets (*packages*) i llibreries que ofereixen una àmplia gamma de funcionalitats addicionals i integracions amb altres serveis. Això permet accelerar el desenvolupament de l'aplicació i aprofitar les funcionalitats avançades, com ara l'autenticació d'usuaris, notificacions push, accés a bases de dades, emmagatzematge en el núvol, entre d'altres.

Un dels principals motius de que Flutter sigui la tecnologia escollida és pel fet que Flutter i Firebase comparteixen un SDK⁹, el qual simplifica el desenvolupament de l'aplicació. Això permet integrar fàcilment les funcionalitats de Firebase, com l'autenticació d'usuaris, emmagatzematge al núvol, base de dades en temps real, notificacions push, entre d'altres, directament a l'aplicació Flutter.

⁷ Llenguatge de marcatge dissenyat per estructurar textos i relacionar-los en forma d'hipertext.

⁸ Llenguatge de fulls d'estil utilitzat per descriure la semàntica de presentació d'un document escrit en un llenguatge de marques.

⁹ *Software Development Kit*, col·lecció d'eines que faciliten el desenvolupament d'aplicacions

5.2 Arquitectura de l'aplicació

5.2.1 Arquitectura BLoC

L'arquitectura BLoC (Business Logic Component) és una opció popular per al desenvolupament d'aplicacions amb Flutter. Es tracta d'un patró de disseny que proporciona una forma estructurada de separar la lògica de negoci de la interfície d'usuari, facilitant el manteniment i la prova del codi.

A l'arquitectura BLoC, la lògica de negoci es divideix en tres components clau: esdeveniments (*events*), estats (*states*) i blocs (*blocks*). Els esdeveniments representen les accions que es produeixen a l'aplicació, com ara prémer un botó o fer una sol·licitud a la xarxa. Els estats defineixen el conjunt de dades que l'aplicació pot mostrar en un moment determinat. Els blocs són els encarregats de rebre els esdeveniments, processar-los i actualitzar l'estat de l'aplicació [12].

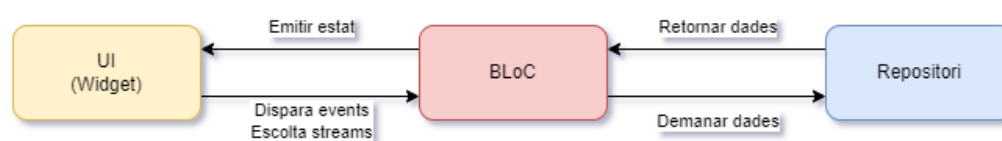


Figura 15. Diagrama de l'arquitectura BLoC

Un dels beneficis clau de l'arquitectura BLoC és la seva naturalesa unidireccional. Els esdeveniments flueixen a través del sistema i són processats pels blocs per a generar nous estats, que finalment són mostrats a la interfície d'usuari. Això proporciona una estructura clara i previsible, facilitant la comprensió i el manteniment del codi.

No obstant això, utilitzar l'arquitectura BLoC pot implicar una certa complexitat addicional. És necessari crear els diferents blocs, definir els esdeveniments i estats corresponents, i gestionar adequadament les connexions entre ells. Això pot requerir una corba d'aprenentatge inicial per als desenvolupadors nous en aquesta arquitectura.

Amb tot, l'arquitectura BLoC proporciona una forma robusta i eficient de desenvolupar aplicacions amb Flutter, especialment quan s'enfronta a requisits complexos de lògica de negoci i gestió de l'estat.

5.2.2 Arquitectura GetX

L'arquitectura GetX és una arquitectura de desenvolupament d'aplicacions Flutter que ofereix una manera eficient i organitzada de gestionar l'estat, la navegació i altres funcionalitats essencials en el desenvolupament d'aplicacions.

GetX utilitza el patró de disseny Model-Vista-Controlador (MVC) per organitzar l'aplicació en diferents capes. Aquest patró ajuda a mantenir el codi estructurat i mantenible.

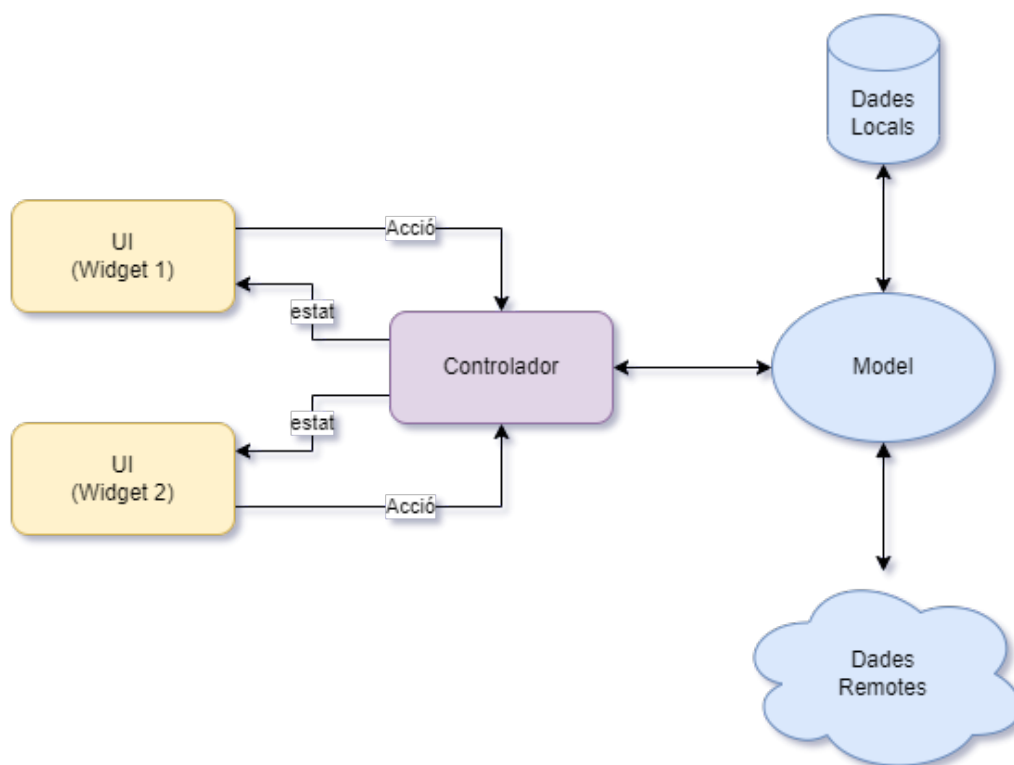


Figura 16. Diagrama Arquitectura GetX

- **Model:** El model representa les dades de l'aplicació i la lògica de negoci subjacent. Aquí es defineixen les classes de dades, els serveis d'accés a la base de dades i altres components relacionats amb la gestió de dades.
- **Vista (UI):** La vista és responsable de mostrar la interfície d'usuari i interactuar amb l'usuari. S'utilitzen *widgets* de Flutter per construir la interfície d'usuari i mostrar les dades als usuaris.
- **Controlador:** El controlador és el component que coordina les interaccions entre el model i la vista. Gestiona la lògica de negoci, com ara la manipulació de dades, la gestió d'estat i altres operacions relacionades amb la lògica de l'aplicació.

Un dels aspectes clau de GetX és la reactivitat. Això significa que quan es produeixen canvis en les dades o en l'estat de l'aplicació, les vistes afectades s'actualitzen automàticament per reflectir aquests canvis. Aquesta funcionalitat es basa en l'ús de controladors d'estat reactius que notifiquen els canvis a les vistes [11].

GetX facilita la gestió de dependències mitjançant el seu sistema d'injecció de dependències. Aquest sistema permet registrar i resoldre les dependències necessàries per als diferents components de l'aplicació. Amb això, es promou la modularitat i la reutilització del codi[11].

També, proporciona eines per gestionar les rutes i la navegació entre les diferents pantalles de l'aplicació. Amb això, es pot definir fàcilment l'estructura de navegació i realitzar transicions entre pantalles amb animacions personalitzades. També permet passar paràmetres entre les rutes i gestionar l'estat de la navegació [11].

Per últim, GetX ofereix suport integrat per a la internacionalització d'aplicacions. Això significa que pots gestionar els diferents idiomes de l'aplicació i proporcionar traduccions per a cada idioma. Aquesta funcionalitat és essencial perquè les aplicacions puguin ser utilitzades en diferents regions i idiomes.

5.2.3 *Arquitectura escollida*

El projecte s'ha desenvolupat finalment seguint el model d'arquitectura GetX, degut a que ofereix una arquitectura senzilla i intuïtiva. La seva sintaxi concisa i la facilitat per gestionar l'estat i la navegació, fan que sigui fàcil d'aprendre i implementar. Utilitza la reactivitat com a principi fonamental, la qual cosa permet actualitzar automàticament les vistes quan hi ha canvis en l'estat. Això simplifica la gestió de l'estat i redueix la quantitat de codi repetitiu.

Ofereix també un conjunt de funcionalitats integrades, com ara gestió de rutes, injecció de dependències i internacionalització. Això evita la necessitat d'integrar diverses llibreries i simplifica el desenvolupament. Compta amb una comunitat activa i un ecosistema en constant creixement.

Per tant, la simplicitat i les funcionalitats integrades de GetX permeten desenvolupar aplicacions de manera més ràpida i eficient. La seva sintaxi concisa i la reducció de codi *boilerplate*¹⁰ agilitzen el desenvolupament.

En conclusió, GetX ofereix una arquitectura eficient i productiva per gestionar l'estat, la navegació i altres funcionalitats de l'aplicació. La seva simplicitat, reactivitat i funcionalitats integrades ofereixen una experiència de desenvolupament més àgil i eficient.

5.3 **Arquitectura de la persistència de dades**

En aquesta secció, es descriu l'arquitectura utilitzada per gestionar la persistència de dades a la meua aplicació desenvolupada amb Flutter i Firebase. És essencial tenir una estructura eficient per emmagatzemar i gestionar les dades de manera local i remota.

5.3.1 *Persistència local*

Per tal de poder mantenir la sessió de l'usuari iniciada i per mantenir l'idioma de l'aplicació que l'usuari ha escollit prèviament, s'ha utilitzat una pràctica comú en el desenvolupament mòbil coneguda com *Shared Preferences*. Consisteix en guardar dades no molt complexes que es poden emmagatzemar amb una estructura clau-valor.

En utilitzar Flutter és farà servir un paquet que embolcalla l'emmagatzematge persistent específic de la plataforma per a dades senzilles. Aquest persisteix les dades al disc de manera asíncrona [13].

A l'aplicació hi ha certs punts on es mostren tant imatges com documents PDF. Així que s'ha fet ús de paquets que ajuden a implementar un sistema de memòria cau per emmagatzemar aquests fitxers en el directori `cache` de l'aplicació per tal de no haver d'estar

¹⁰ Seccions de codi que es repeteixen en diversos llocs amb poca o cap variació.

contínuament fent peticions remotes al servidor, millorar temps de càrregues o situacions en les que l'usuari té una connexió dolenta o no en té [14][15][16].

5.3.2 Persistència remota (Firebase)

Firebase és una plataforma de desenvolupament d'aplicacions mòbils i web, que ofereix una sèrie de serveis al núvol per ajudar els desenvolupadors a construir, millorar i fer créixer les seves aplicacions. Fins i tot, és compatible amb diverses plataformes com Flutter, Android, iOS i web [17].

Cal destacar que per a aquest projecte s'ha utilitzat el pla gratuït de Firebase, ja que analitzant els recursos i limitacions s'ha arribat a la conclusió de que amb el pla gratuït és més que suficient.

5.3.2.1 Firebase Auth

Firebase *Authentication* proporciona un sistema robust i segur per gestionar l'autenticació d'usuaris a l'aplicació.

Per a aquest projecte, el sistema d'autenticació és tracta d'un mètode "inusual". En aquest projecte s'aconsegueix autenticar un usuari mitjançant l'ús d'enllaços per correu electrònic, en comptes d'utilitzar l'autenticació per número de telèfon o l'autenticació clàssica amb correu electrònic i contrasenya.

Aquest tipus d'autenticació comporta certs beneficis respecte als mètodes tradicionals, com [18]:

- Poques restriccions per registrar-se i iniciar sessió.
- Menor risc de reutilització de contrasenyes entre aplicacions, cosa que pot comprometre fins i tot la seguretat de contrasenyes ben seleccionades.
- Es pot autenticar un usuari i, alhora, verificar que sigui l'amo legítim de l'adreça de correu electrònic.
- L'usuari només necessita un compte de correu electrònic per iniciar sessió o registrar-se. No cal tenir un número de telèfon ni un compte en xarxes socials.
- L'usuari pot accedir sense necessitat de proporcionar (o recordar) una contrasenya, cosa que resulta especialment pràctica si s'utilitza un dispositiu mòbil.

S'ha triat aquest mètode principalment perquè els voluntaris que han d'iniciar sessió a l'aplicació ja s'han registrat prèviament al lloc web del GEPEC-EdC. Quan l'usuari torna a l'aplicació per iniciar sessió, només ha de proporcionar l'adreça de correu electrònic amb la qual s'ha registrat al lloc web (el correu electrònic del voluntari). L'aplicació, internament, es comunica amb la base de dades del GEPEC-EdC per verificar l'existència d'aquest correu electrònic. A continuació, utilitzant el conjunt d'eines SDK de Firebase i Flutter, l'aplicació envia un correu electrònic al voluntari amb un enllaç dinàmic. En fer clic en aquest enllaç, l'usuari és redirigit a l'aplicació amb la sessió iniciada i un nou compte creat, en cas que no existeixi.

Respecte al cost d'ús d'aquest component, com podem observar a la següent imatge, les limitacions del pla gratuït són més que suficients:

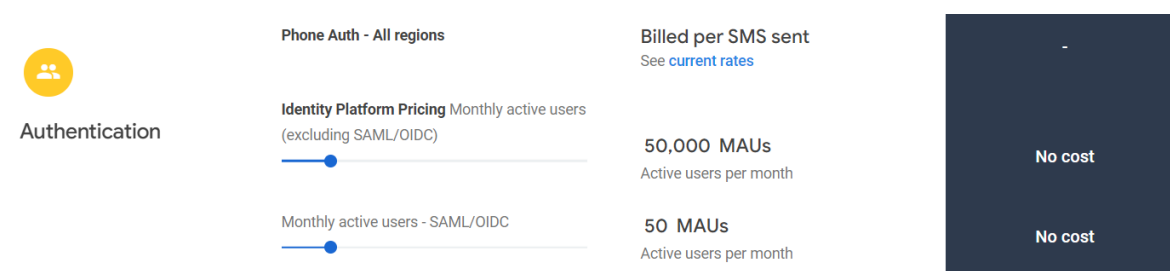


Figura 17. Calculadora preu Firebase Auth

5.3.2.2 Cloud Firestore

Cloud Firestore és una base de dades no relacional proporcionada per Firebase, que ofereix un emmagatzematge flexible i escalable per a les dades de l'aplicació. Utilitza un model de dades basat en documents, que permet organitzar i emmagatzemar les dades de manera jeràrquica i flexible [19].

A diferència de les bases de dades relacionals tradicionals, on les dades s'organitzen en taules i relacions, Cloud Firestore utilitza una estructura de col·leccions i documents. Una col·lecció és un grup de documents que s'assemblen conceptualment, mentre que un document és una unitat d'emmagatzematge que conté dades. Cada document és una col·lecció de parells clau-valor, on cada clau és un identificador únic i cada valor pot ser qualsevol tipus de dades, com ara text, nombres, llistes o fins i tot subcol·leccions [19].

Aquesta estructura jeràrquica i flexible permet un accés eficient a les dades i facilita l'escalabilitat de l'aplicació. Pots organitzar les dades en col·leccions i documents segons les necessitats de l'aplicació, establint relacions lògiques entre ells. A més, Cloud Firestore ofereix funcions avançades de consulta per filtrar, ordenar i limitar els resultats de les consultes.

Una característica destacada de Cloud Firestore és la seva sincronització en temps real. Això significa que qualsevol canvi que es realitzi en una col·lecció o document, es reflectirà automàticament en tots els clients connectats en temps real. Això permet actualitzar ràpidament la interfície d'usuari i mantenir les dades sempre actualitzades en tots els dispositius.

En resum, Cloud Firestore és una base de dades no relacional proporcionada per Firebase, que utilitza una estructura de documents per emmagatzemar les dades de l'aplicació. La seva flexibilitat i escalabilitat permeten organitzar les dades de manera eficient i establir relacions entre elles. A més, la seva sincronització en temps real facilita l'actualització ràpida de la interfície d'usuari i el manteniment de les dades actualitzades en tots els clients connectats.

Pel que fa al seu preu, com podem observar a la següent imatge, les limitacions del pla gratuït son més que suficients:

Cloud Firestore		
Stored data	1 GiB total	No-cost up to 1 GiB total Then Google Cloud pricing
Network egress	10 GiB/month	No-cost up to 10 GiB/month Then Google Cloud pricing
Document writes	20K writes/day	No-cost up to 20K writes/day Then Google Cloud pricing
Document reads	50K reads/day	No-cost up to 50K reads/day Then Google Cloud pricing
Document deletes	20K deletes/day	No-cost up to 20K deletes/day Then Google Cloud pricing

Figura 18. Calculadora preu Cloud Firestore

5.3.2.3 Firebase Cloud Storage

Firebase Storage és un servei de Firebase que ofereix emmagatzematge d'arxius en el núvol per a les aplicacions. És una solució ideal per emmagatzemar i gestionar arxius com imatges, vídeos, documents i altres recursos multimèdia [20].

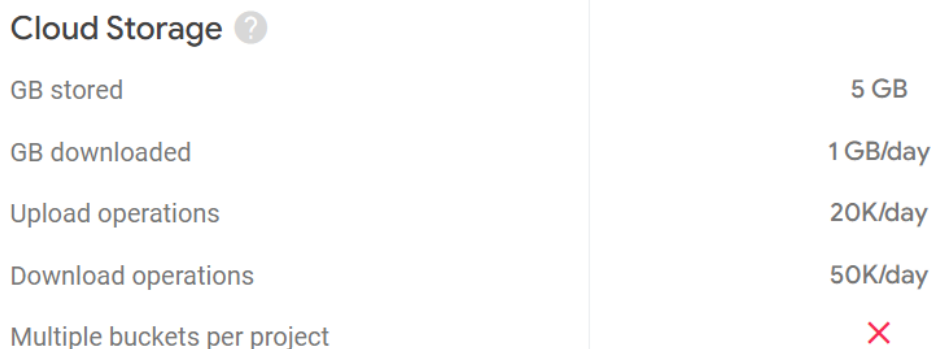
Firebase Storage proporciona un sistema segur i escalable per carregar, descarregar i emmagatzemar arxius. Els arxius es guarden al núvol de Firebase, el que permet accedir-hi des de qualsevol lloc i des de qualsevol dispositiu amb connexió a Internet. Això elimina la necessitat de gestionar servidors propis per emmagatzemar els arxius [20].

L'ús de Firebase Storage des de l'aplicació Flutter és senzill, ja que Firebase proporciona un SDK específic per a Flutter. Amb aquest SDK, pots carregar arxius des de l'aplicació i obtenir una URL de descàrrega per accedir-hi posteriorment. També pots gestionar permisos d'accés als arxius per controlar qui pot veure, descarregar o pujar nous arxius [20].

Un dels beneficis clau de Firebase Storage és la seva integració estreta amb altres serveis de Firebase. Per exemple, pots utilitzar Firebase Authentication per autenticar els usuaris i controlar l'accés als arxius. Això et permet oferir contingut personalitzat i restringit a usuaris autenticats.

En resum, Firebase Storage és un servei de Firebase que ofereix emmagatzematge en el núvol per a arxius de les aplicacions. Proporciona una manera senzilla i segura de carregar, descarregar i emmagatzemar arxius multimèdia. Amb la seva integració amb altres serveis de Firebase, com ara Firebase Authentication, pots gestionar l'accés als arxius i oferir contingut personalitzat als usuaris autenticats.

Respecte al seu cost, com podem observar a la següent imatge, les limitacions del pla gratuït son més que suficients:



Cloud Storage ?	
GB stored	5 GB
GB downloaded	1 GB/day
Upload operations	20K/day
Download operations	50K/day
Multiple buckets per project	×

Figura 19. Calculadora preu Cloud Storage

5.3.2.4 Futurs serveis

De cara a continuar el desenvolupament de l'aplicació en un futur, es poden tenir en consideració més serveis de Firebase, com Firebase Messaging per poder habilitar les notifiacions en la nostra aplicació. També es podrien utilitzar les funcions al núvol que ofereix el pla de pagament de Firebase, que permeten escriure i executar codi per controlar millor el nostre *backend* sense necessitat de tenir un servidor. Fins i tot es podria analitzar Firebase Hosting per ampliar l'aplicació mòbil amb una aplicació web.

5.4 Sistema de control de versions

Per al desenvolupament de l'aplicació, s'ha utilitzat GitHub com a sistema de control de versions. GitHub és una plataforma de desenvolupament de programari que proporciona funcionalitats de control de versions distribuïdes, col·laboració i gestió de projectes.

El sistema de control de versions és una eina essencial en el desenvolupament de software, ja que permet gestionar els canvis realitzats en els arxius i el codi font del projecte. Amb GitHub, es pot crear un repositori, que actua com a magatzem central de tots els arxius relacionats amb el projecte. A més, GitHub ofereix funcionalitats avançades com ara la gestió de branques (*branches*), que permeten treballar en paral·lel en diferents funcionalitats o correccions sense afectar la versió principal del projecte. També proporciona eines per seguir l'estat dels canvis realitzats en el temps, veure l'historial de revisions i gestionar les versions del software de manera efectiva [21].

L'ús de GitHub com a sistema de control de versions proporciona una traçabilitat completa de totes les modificacions realitzades en el codi font i els arxius de l'aplicació. Això permet retrocedir en el temps i restaurar versions anteriors en cas de necessitat, a més de proporcionar un registre clar dels canvis i les contribucions realitzades per cada membre de l'equip.

En resum, s'ha utilitzat GitHub com a sistema de control de versions per al desenvolupament de l'aplicació. Amb les seves funcionalitats de control de versions distribuïdes i col·laboració, GitHub permet una gestió eficient del codi i dels arxius relacionats amb el projecte, així com una col·laboració efectiva entre els membres de l'equip. Proporciona un seguiment detallat de les revisions i facilita la gestió de versions del software.

5.5 Interfície gràfica

En aquest apartat, es presentarà la interfície gràfica de l'aplicació i s'explicarà el flux de les diferents pantalles. A continuació es mostren les captures de pantalla de les principals pantalles de l'aplicació, juntament amb una descripció detallada de cada una.

5.5.1 Pantalla principal

A continuació s'observa la pantalla principal de l'aplicació, des de la que es pot iniciar la navegació cap a la majoria de funcionalitats que ofereix l'app.

Primer de tot observem una barra superior, amb un icona a l'esquerra que representa si tenim o no la sessió iniciada: el color verd indica sessió iniciada, el color vermell indica sessió no iniciada. Al centre de la barra trobem el nom del GEPEC-EdC i a la dreta un *dropdown button* [22]. Aquest botó té una icona que representa el símbol internacional d'idiomes. Si pressionem amb el dit s'obrirà un menú desplegable en el qual podrem escollir l'idioma de l'app. Aquesta barra es trobarà present en molts moments de l'app, i de vegades amb petites modificacions que es comentaran en el seu moment.

Tornant al contingut de la pantalla observem dues parts clarament diferenciades. A la superior trobem les opcions disponibles per als voluntaris amb la sessió iniciada. La segona es tracta de les opcions que qualsevol persona que descarregui l'app pot consultar.

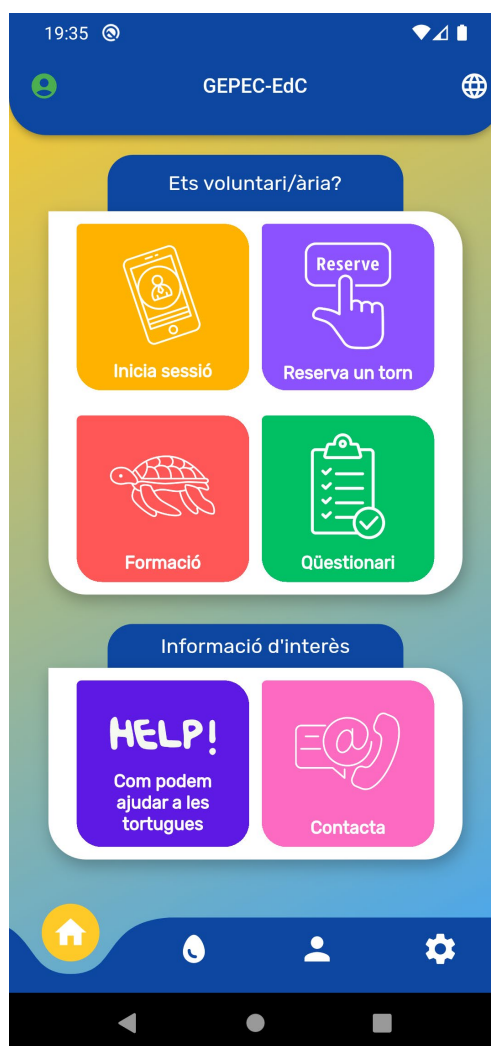


Figura 20. Pantalla principal

A la part inferior es pot observar una barra de navegació que permet a l'usuari navegar entre la pantalla principal, la pantalla dels nius actius, el perfil de voluntari i la pantalla de configuració.

Si tenim la sessió iniciada i intentem tornar a iniciar sessió, l'app mostrarà una *snackbar* informant a l'usuari que ja té la sessió iniciada

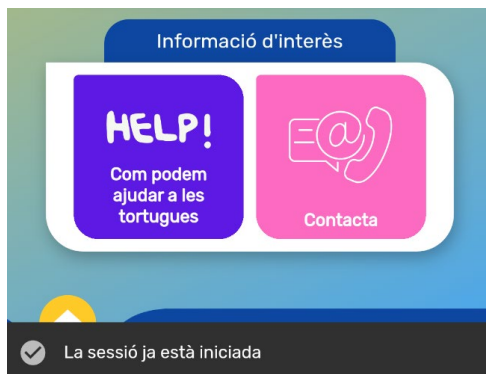


Figura 21. Captura *snackbar* pantalla principal

I per últim, com s'ha comentat en anteriors seccions, si fem ús de la barra superior per canviar l'idioma veurem com la pantalla s'actualitza de manera instantània (Espanyol).



Figura 22. Pantalla principal canviar idioma

5.5.2 Pantalla Inici Sessió

A continuació veurem la pantalla per iniciar sessió, juntament amb el procés complet d'inici de sessió.

En aquesta pantalla tenim un formulari amb un únic camp on ens demana el correu electrònic per iniciar sessió. A sota d'aquest camp tenim una *card* amb un text que recorda l'usuari que prèviament ha de registrar-se a la web del GEPEC-EdC per tal de poder iniciar sessió.



Figura 23. Pantalla Iniciar Sessió

Si intentem iniciar sessió sense indicar un correu electrònic ens saltarà la validació.

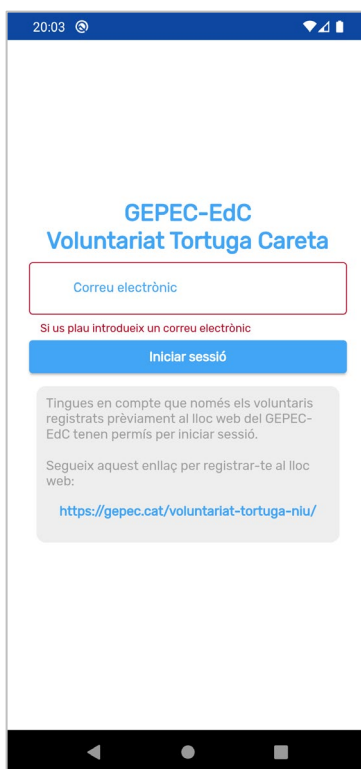


Figura 24. Error de validació en iniciar sessió

Si intentem iniciar sessió amb un correu electrònic que no es vàlid, l'app mostrarà un missatge d'error a l'usuari.

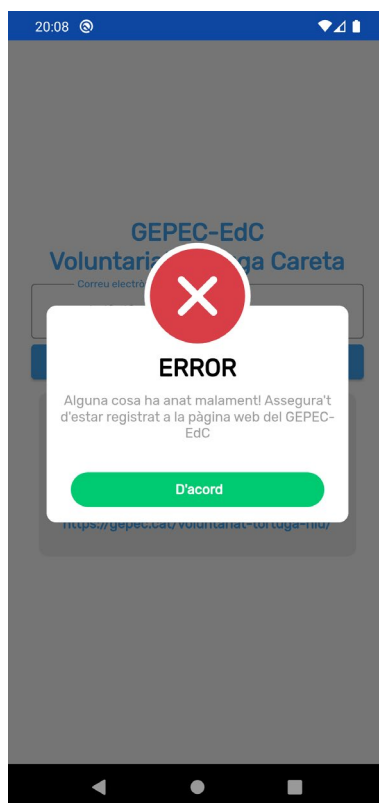


Figura 25. Error correu no vàlid

Si finalment introduïm un correu vàlid (l'app la verifica amb la BBDD¹¹ del GEPEC-EdC), mentre és realitza el procés de verificar el correu i enviar l'enllaç d'autenticació l'app mostra una animació de càrrega i, si finalment ha aconseguit enviar l'enllaç, mostrarà un missatge informant a l'usuari.

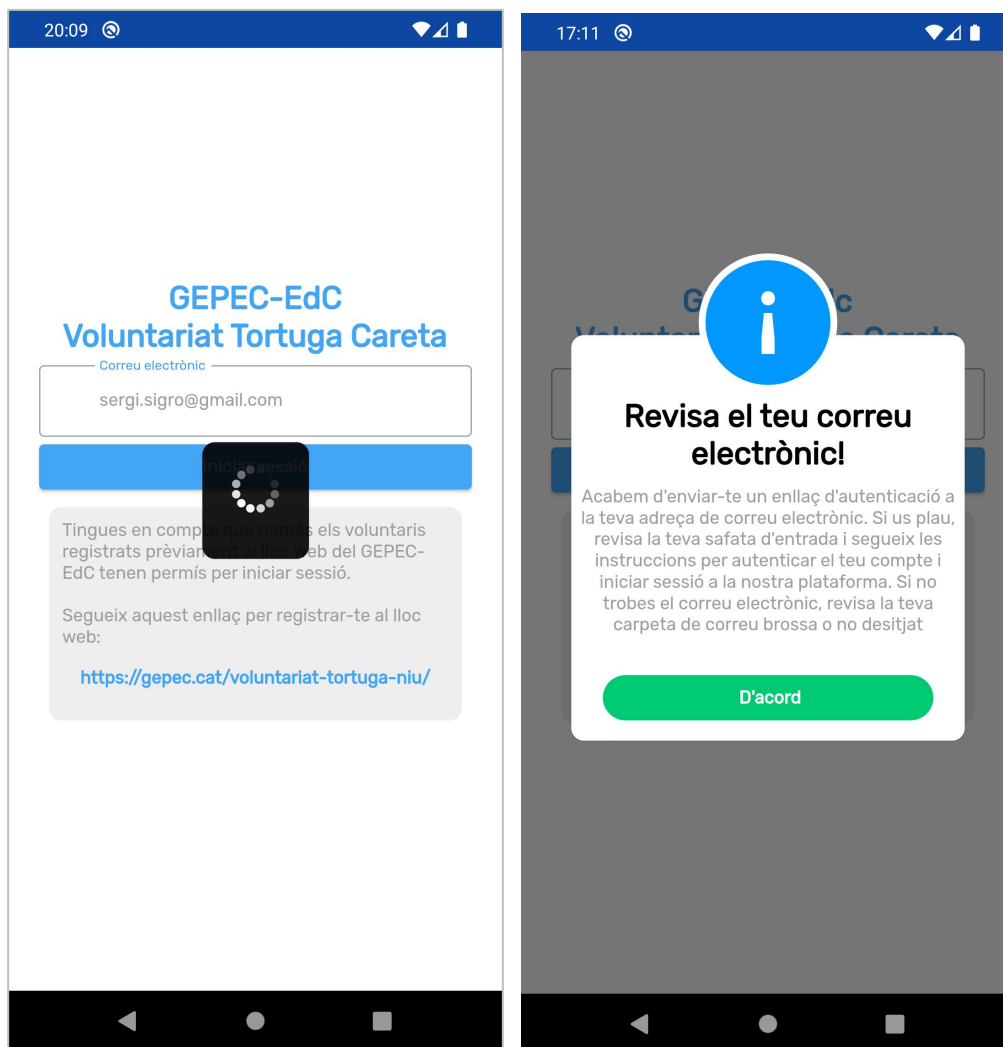


Figura 26. Correu electrònic vàlid

¹¹ Base de Dades

Un cop l'usuari entri al correu i pressioni sobre l'enllaç d'autenticació, aleshores aquest serà redirigit a l'app amb la sessió iniciada.

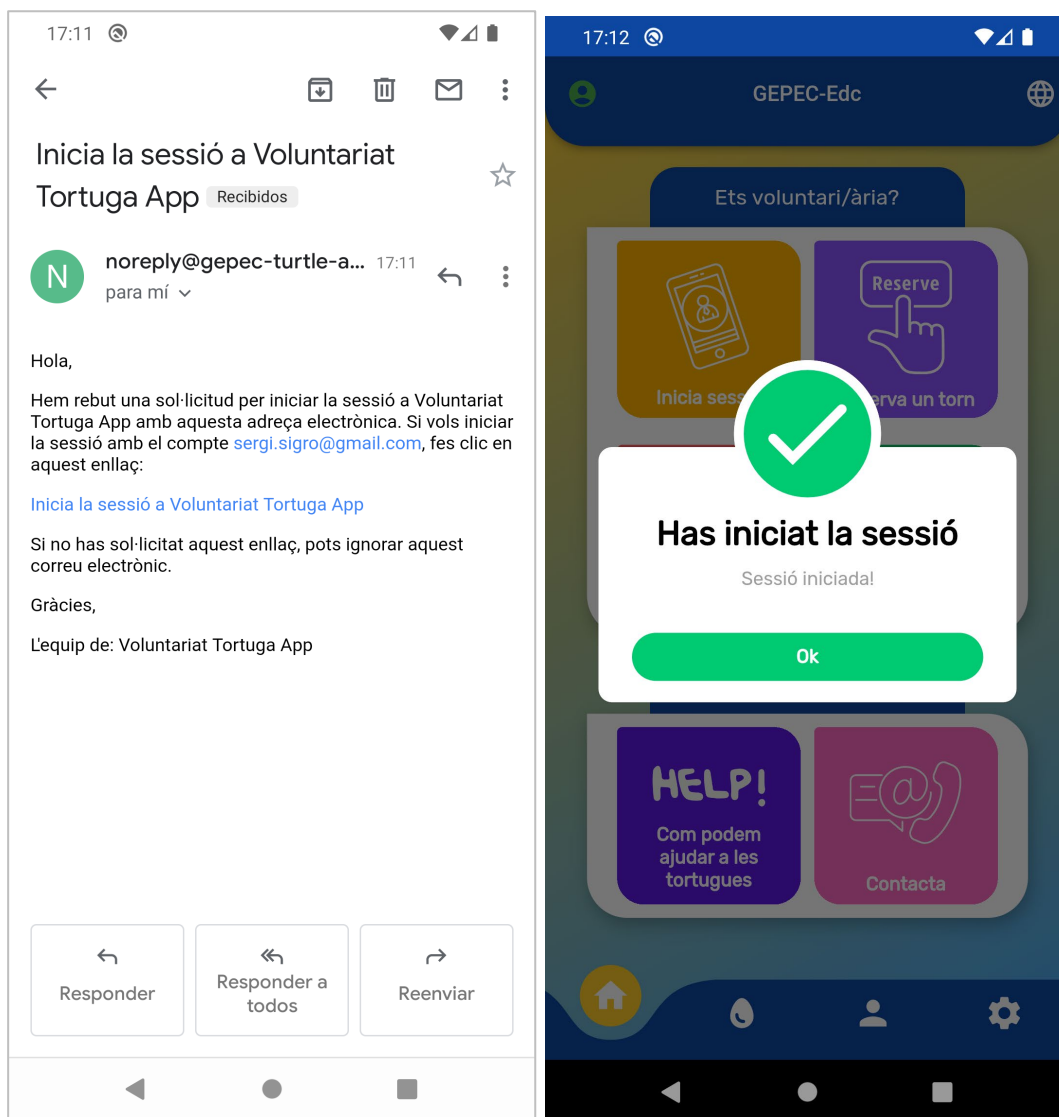


Figura 27. Correu i missatge de sessió iniciada

5.5.3 Pantalla Formació

Des de la pantalla principal també és pot navegar a la pantalla de formació. En aquesta pantalla és pot visualitzar un document PDF integrat en la nostra aplicació. L'usuari pot interaccionar amb les fletxes de la barra superior per canviar de pàgina o, si ho desitja, pot anar canviant de pàgina amb el dit o fins i tot fer dos nivells de zoom per veure millor el contingut. Per últim, l'usuari també té l'opció de descarregar el document.

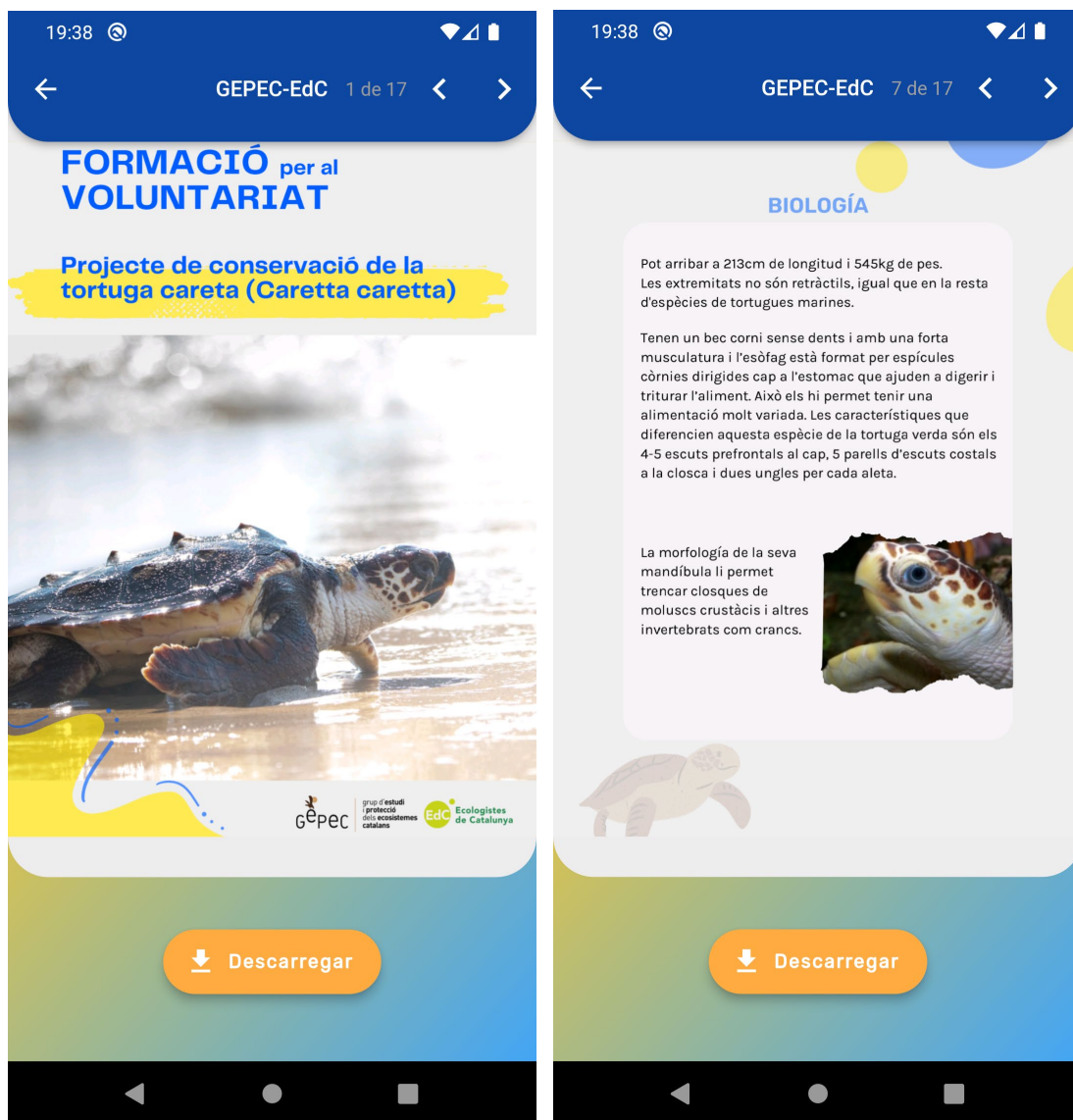


Figura 28. Pantalla formació

5.5.4 Pantalla Qüestionari

Aquí trobem el qüestionari necessari per poder aprovar la formació. Es tracta d'un seguit de preguntes¹² (10 preguntes) on el voluntari ha d'encertar el 70% de les preguntes per tal de poder aprovar el qüestionari.

Quan el voluntari pressiona en una de les respostes, continua a la següent pregunta i la barra de progrés ubicada al damunt de cada pregunta s'actualitza.

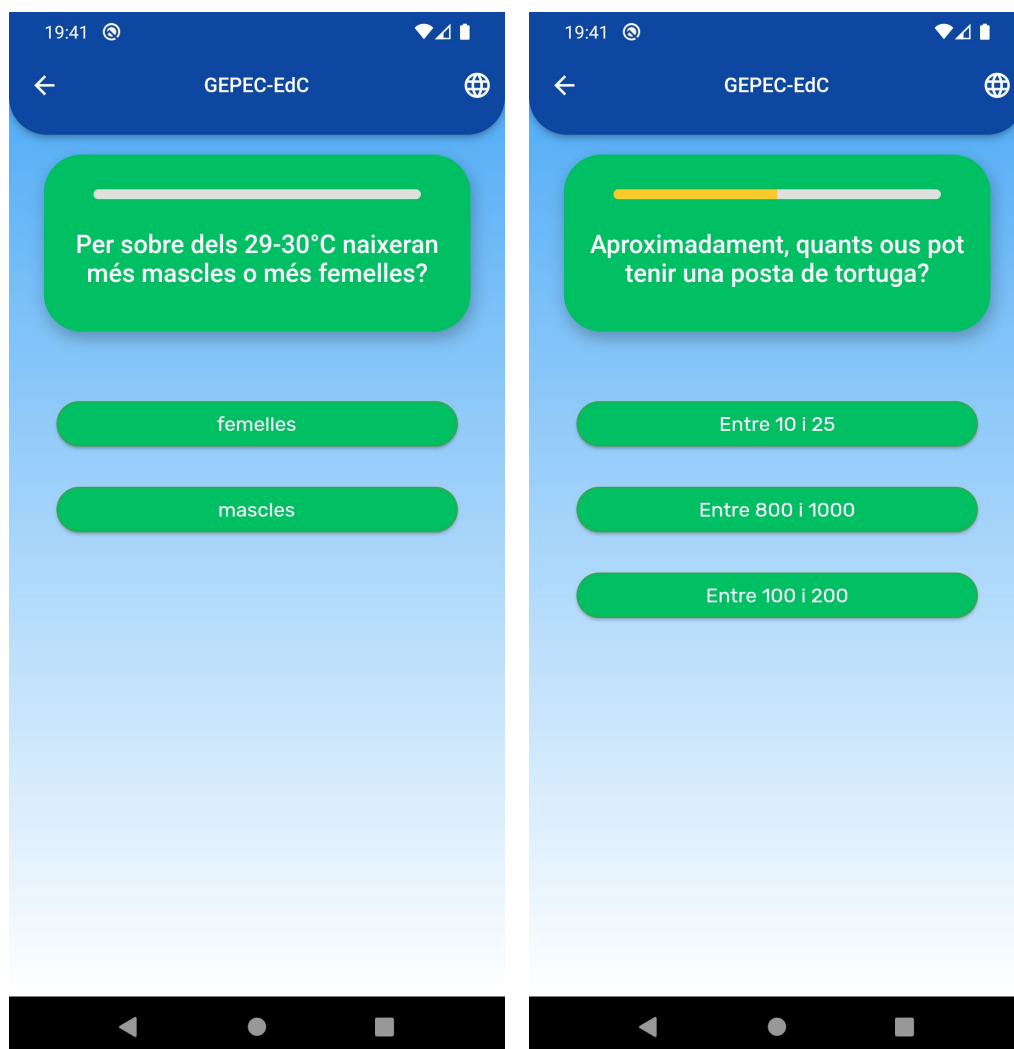


Figura 29. Preguntes de la pantalla del qüestionari

Un cop el voluntari ha respost a totes les preguntes, veurà una pantalla final que li mostrarà el seu resultat, així com el número de encerts i errors que ha tingut. També se li notificarà si ha aconseguit aprovar el qüestionari o l'ha suspès.

¹² En aquest document només es mostren 2 preguntes per agilitzar el procés de documentació del TFG

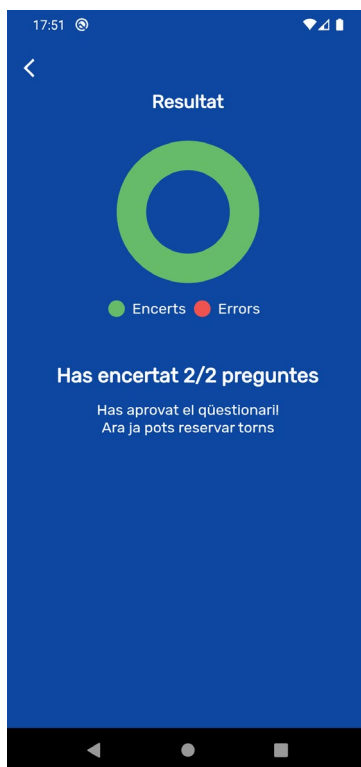


Figura 30. Qüestionari aprovat

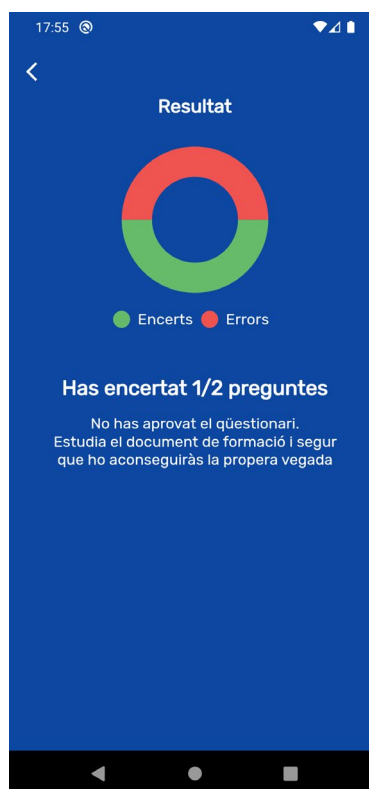


Figura 31. Qüestionari suspès

5.5.5 Pantalla “Com podem ajudar a les tortugues”

En aquesta pantalla que també accedim des de la pantalla principal trobem una espècie de carrusel on trobem un títol en un card, seguit d'un altre card amb un missatge i una imatge a continuació. A la part inferior dos botons que ens permeten navegar entre diferents pàgines del carrusel.

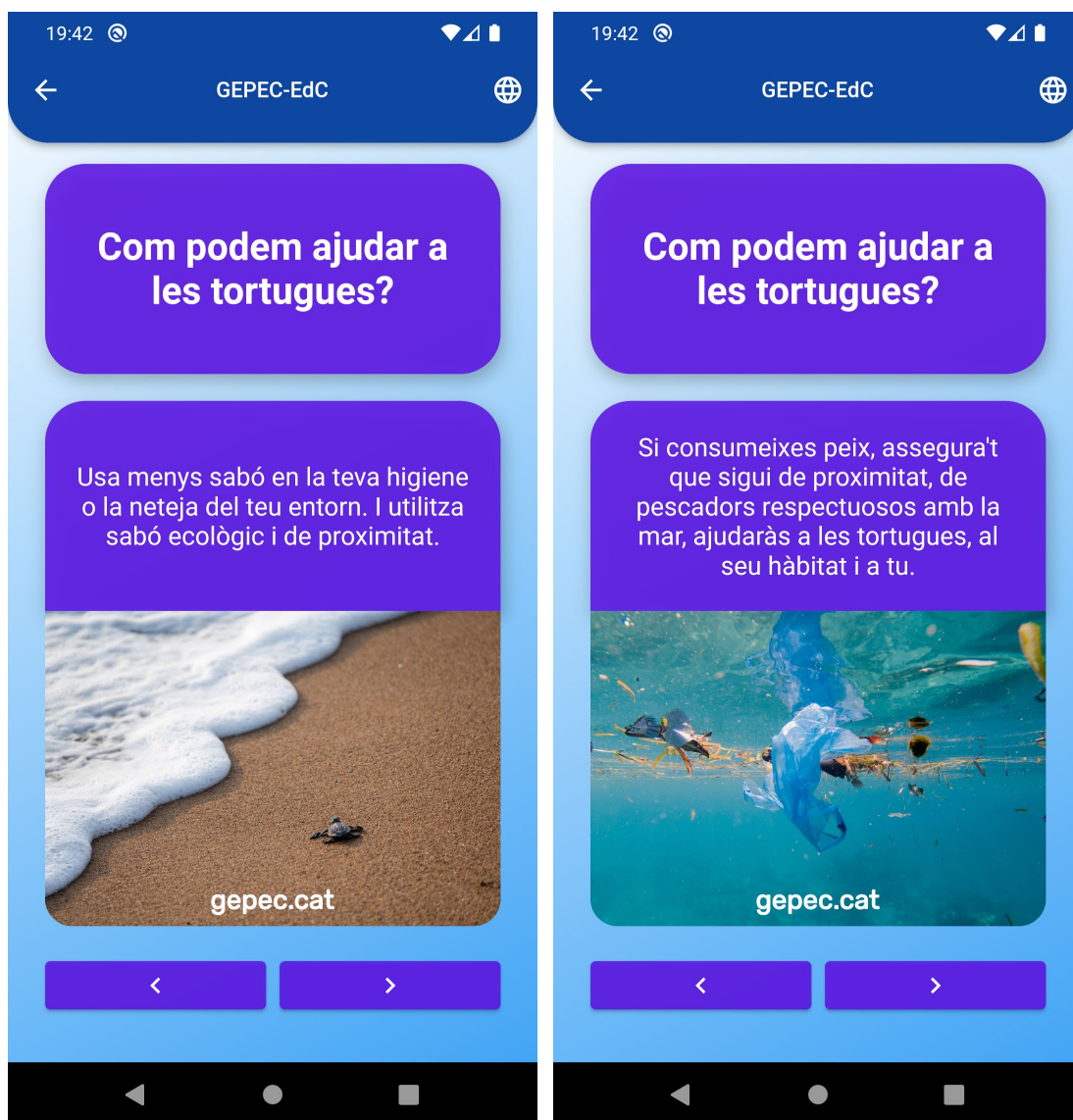


Figura 32. Consells per ajudar a les tortugues

5.5.6 Pantalla Contacte

A la pantalla de contacte l'usuari troba informació, telèfons i correus electrònics sobre a qui contactar en cas de trobar qualsevol incidència relacionada amb les tortugues.



Figura 33. Captura pantalla Contacte (en català i castellà)

Cal recordar que totes aquestes pantalles tenen suport multi llenguatge i gestió d'errors.

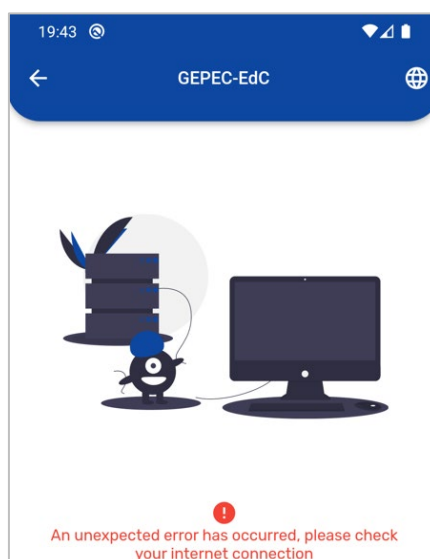


Figura 34. Error de connexió

5.5.7 Pantalla llistat nius actius

A aquesta pantalla es pot accedir de dues maneres diferents: o bé des de la pantalla principal pressionant sobre l'opció "Reserva un torn", o bé pressionant sobre la segona icona de la barra de navegació inferior. Aquesta és una secció important de l'aplicació i el motor sobre el que giren altres funcions de l'aplicació. És per això que s'ha cregut oportú afegir aquesta petita redundància per a que els voluntaris puguin navegar de manera ràpida i còmoda a aquesta part de l'app.

Primer de tot, si no tenim el document signat o si no hem aprovat el qüestionari, l'app no ens permetrà veure el llistat de nius actius i ens mostrarà un missatge dient el motiu.



Figura 35. Pantalla llistat dels nius actius amb passos incomplets

Veurem també un missatge semblant si tenim tots els passos complets però no hi ha nius actius. Si hi ha nius actius, el voluntari veurà una llista on cada element de la llista es tracta d'un niu actiu. Cada element de la llista, és a dir, cada niu, mostrarà la demarcació a la qual s'ha detectat el niu, el municipi, la platja i un nom assignat al niu. També disposarà d'un botó que pot pressionar el voluntari per tal de navegar a la secció per reservar un torn del niu pressionat.

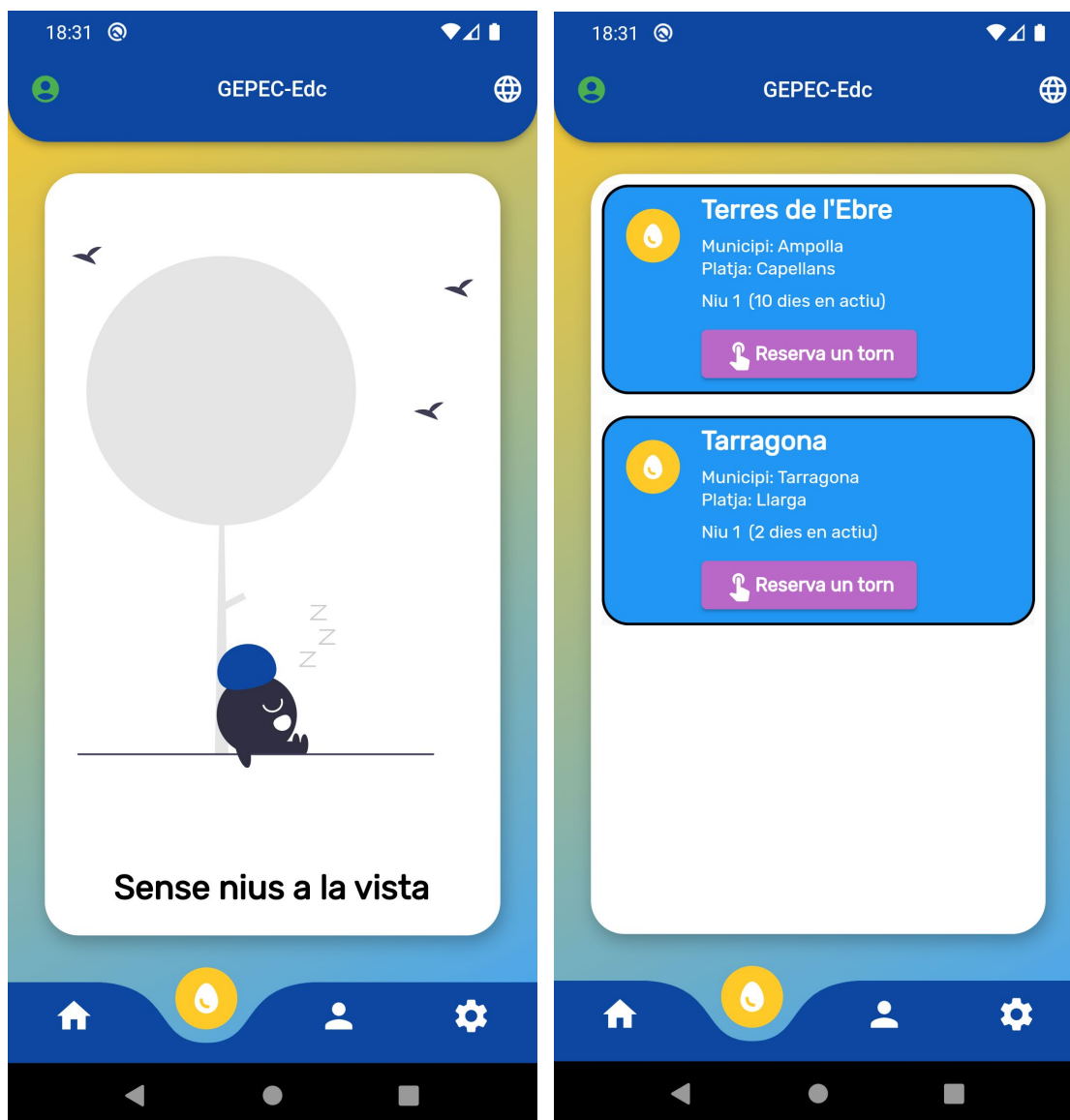


Figura 36. Llistat dels nius actius (amb o sense nius)

5.5.8 Pantalla Reserva de tornos

Si a la pantalla descrita anteriorment, el voluntari pressiona sobre el botó de reservar torn, serà redirigit a aquesta pantalla, on veurà els tornos de vigilància del niu seleccionat a dia d'avui.

A la part superior es troba implementat un selector de dates, que permet escollir des del dia actual cap a endavant qualsevol dia (dintre del període màxim de nidificació, que són 2 mesos i mig) per poder fer una reserva en un torn. En clicar en un altre dia, la interfície gràfica s'actualitza automàticament i mostra els tornos del dia seleccionat. El selector de dia també incorpora un parell de fletxes que permeten canviar de setmana ràpidament.

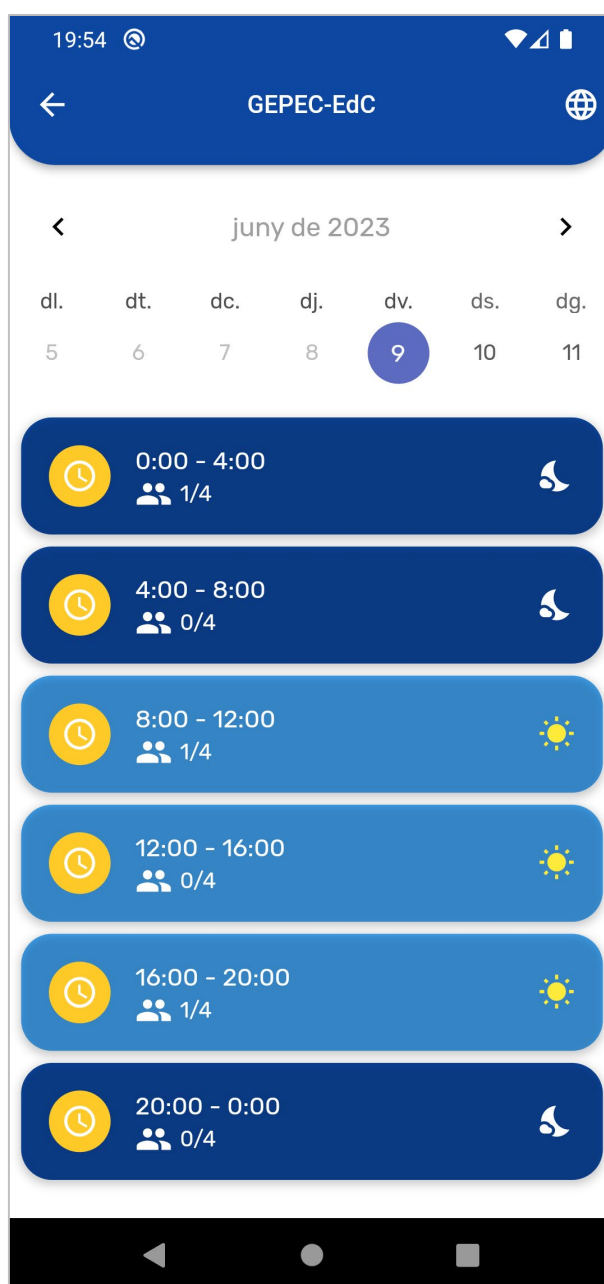


Figura 37. Selector de dies i torn

En pressionar sobre un torn, veurem amb una *bottom sheet* desplegada els detalls d'aquest torn, així com els espais disponibles i les persones que han reservat els corresponents espais ocupats.

Si el voluntari prem un espai lliure, se li demanarà que confirmi que vol reservar aquell torn. Si accepta, l'espai quedarà reservat, a no ser que el voluntari ja tingui un espai reservat en aquest torn.

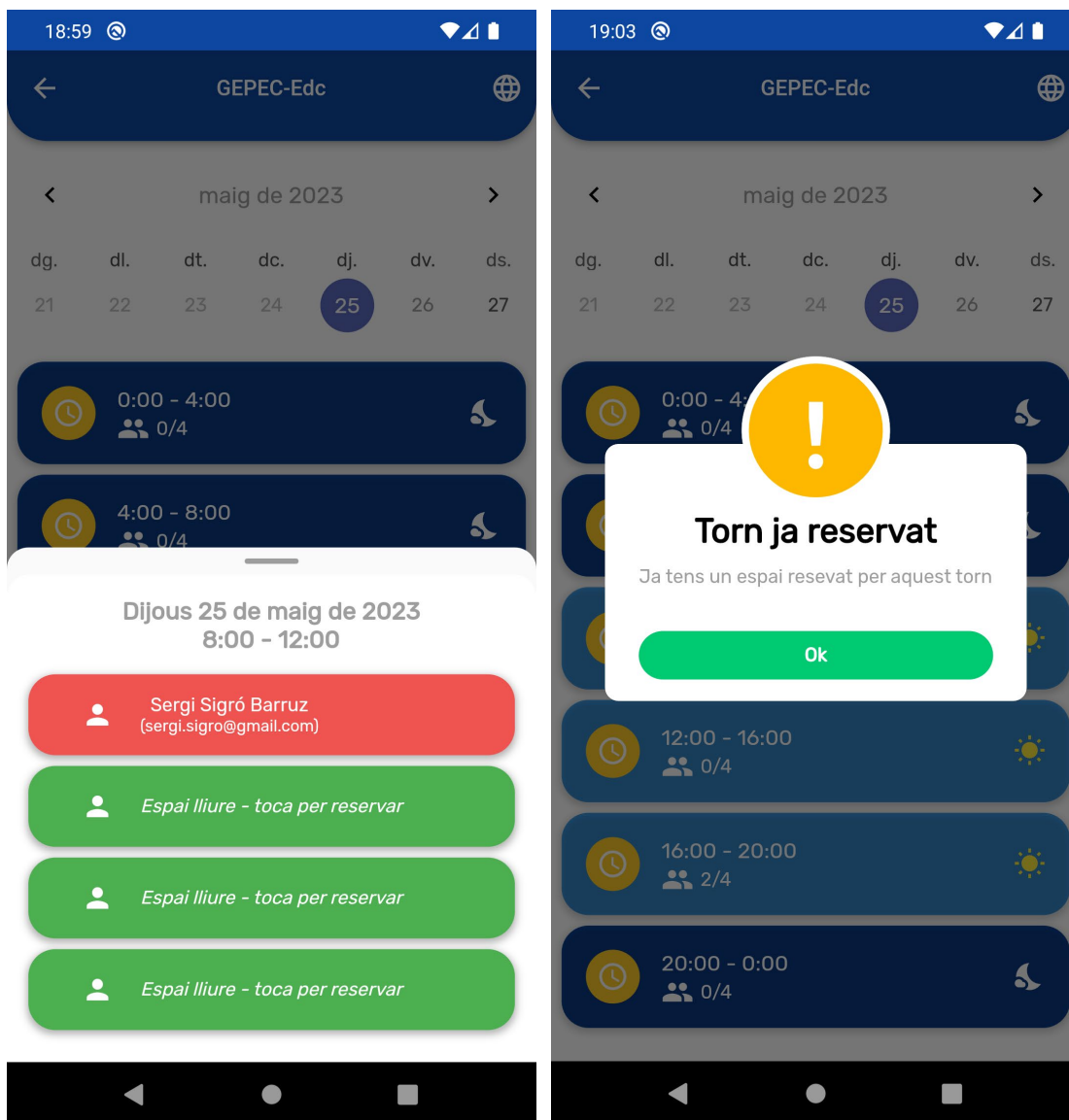


Figura 38. Reserva de torns

5.5.9 Pantalla firmar document compromís

En intentar pressionar sobre una opció de voluntari sense tenir el document de compromís aprovat o prement el botó de “firmar document de compromís” situat al perfil de voluntari, entrarem a la pantalla per firmar el document de compromís de voluntariat.

En aquesta pantalla veurem primerament una previsualització en PDF del document per poder llegir-lo i veure els camps que ens demana. Quan el voluntari ho cregui convenient, pot prémer el botó d’“Omplir i signar PDF”.

19:43

← GEPEC-Edc

Document de compromís entre l'entitat GEPEC-Edc i la persona voluntària

D'una banda, **Xavier Jiménez Llobera**, major d'edat, amb DNI 79290850Y, en la seva qualitat de President, i en representació de **GEPEC-Ecològistes de Catalunya (GEPEC-Edc)**, entitat sense afany de lucre, domiciliada a Reus, Prat de la Riba 18, 2n Ps, i registrada amb el número 1279 en el corresponent Registre d'associacions,

i de l'altra, **ella voluntària**:

NOM I COGNOMS
 ADREÇA POBLACIÓ
 CODI POSTAL DATA DE NAIXEMENT
 TELÈFON DNI

*en cas de ser menor d'edat, amb l'autorització del seu pare/mare/tutor:
 NOM I COGNOMS
 DNI

Manifesten que les dues parts estan interessades en subscriure el present conveni d'incorporació per a realitzar una activitat de voluntariat a l'entitat sense ànim de lucre, **GEPEC-Edc**, de conformitat amb allò que estableix l'article 1.º del vigent Estatut dels Treballadors i l'article 7 de la Llei 25/2015, de 30 de juliol, de voluntariat i de foment de l'associacionisme i tenint com a marc la Carta del Voluntariat de Catalunya, estableixen el següent:

I. En/Na (voluntari/a) s'ofereix a realitzar dins el marc de la Llei 25/2015, i en favor de l'entitat **GEPEC-Edc**, una prestació voluntària, lliure i altruista, sense cap mena de prestació econòmica, en benefici de tercers i per a la millora de llur qualitat de vida i de l'entorn medi ambient, sense que aquesta actuació pugui perjudicar les obligacions principals o privades del voluntari/a.

II. Constitueix l'objecte de l'acció següent:

.....

III. La durada d'aquest compromís s'estableix des de l'inici fins a la finalització de l'activitat en qüestió.

Protecció de dades de caràcter personal i autorització de l'ús de la imatge: En compliment de l'establert al Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell i la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, li informem que les dades personals facilitades per Vostre seran tractades pel GRUP DESTUDI I PROTECCIÓ DELS ECOSISTEMES CATALANS - ECOLOGISTES DE CATALUNYA (GEPEC-Edc), amb CIF G4330498, situat a l'Avinguda Prat de la Riba, 18 2n. 43201 Reus (Tarragona), telèfon 977.331.142 i e-mail secretaria@gepec.cat, amb la finalitat de poder gestionar de forma adient la seva participació a les activitats organitzades per la nostra Entitat i els tràmits administratius que se'n derivin, així com per a l'enviament d'informació, per a qualsevol mitjà, sobre notícies, serveis i/o activitats del GEPEC-Edc, que puguin ser del seu interès, sempre i quan així ho autoritzi marcant la casella habilitada al darrers d'aquest document, consentint que podrà revocar en qualsevol moment. Les seves dades seran conservades mentre es mantingui la present relació i el temps necessari per a donar compliment a les obligacions legals i contractuals segons la normativa vigent. La base legal pel tractament de les seves dades es fonamentarà en el seu consentiment expressat facilitat amb la signatura d'aquest document i en l'exercici de la relació contractual suscrita entre ambdues parts i no seran comunicades a tercers, menys en aquells casos previstos per la legislació vigent. Pot exercir els drets d'accés, rectificació, supressió, limitació, portabilitat i oposició de forma escrita al domicili social abans esmentat o via e-mail a secretaria@gepec.cat, adjuntant fotocòpia de document oficial que l'identifiqui. Pot obtenir més informació sobre els seus drets a la pàgina web de l'Agència Espanyola de Protecció de Dades, així com presentar una reclamació a aquest organisme de considerar-ho oportú. Igualment, en atenció al que disposa el dret a la pròpia imatge, reconegut a l'article 18.1 de la Constitució Espanyola i regulat per la Llei Orgànica 1/1982 de 5 de maig, sobre el dret a l'honor, a la intimitat personal i familiar i a la pròpia imatge, li informem que el GEPEC-Edc pot donar tractament a l'ús de la seva imatge en relació a les activitats en les que participi de la nostra Entitat, per a la seva inclusió al web www.gepec.cat, en fullatons informatius i/o xarxes socials gestionades per l'Entitat i/o en qualsevol altre acció divulgativa que pugui iniciar-se des del GEPEC-Edc, sempre i quan Vostre així ho autoritzi marcant la casella habilitada al darrers d'aquest document, consentint que també podrà revocar en qualsevol moment.

AUTORIZO l'enviament d'informació al GEPEC - Edc.

AUTORIZO la captació i tractament de la meua imatge (o la del/de la menor al meu càrrec) al GEPEC-Edc per les finalitats esmentades anteriorment.

Signatura de la persona voluntària o representat legal:

..... a a de del 20.....

Omplir i signar PDF

Figura 39. Document de compromís voluntariat

A continuació el voluntari observa un formulari per omplir les dades del document. Aquest formulari es troba embolcallat per un *Stepper* que divideix el procés en 3 passos. El primer és tracta de dades personals del voluntari, el segon son autoritzacions i preguntes i el tercer es la signatura del voluntari amb el dit.

The figure displays four sequential screenshots of a mobile application interface for filling out a document of commitment. The app is titled 'GEPEC-Edc' and features a three-step stepper at the top of each screen.

- Step 1 (Top Left):** A form for personal data with fields for 'Nom i cognoms', 'Adreça', 'Codi postal', 'Població', 'Telèfon', 'Data de naixement', and 'DNI'. A blue 'Següent' button is at the bottom.
- Step 2 (Top Right):** The same form with the following data entered: 'Sergi Sigró Barruz', 'La meva casa', '11111', 'Tarragona', '123123123', '25-05-2023', and '12345678A'. A blue 'Següent' button is at the bottom.
- Step 3 (Bottom Left):** A form for authorizations and questions. It includes a checkbox for 'Ets menor d'edat?', two checked checkboxes for 'Autoritzo l'enviament d'informació a GEPEC-EdC' and 'Autoritzo la captació i el tractament de la meua imatge', and a text field for 'Objecte de l'acció' containing 'Projecte de conservació de la tortu'. Buttons for 'Enrere' and 'Següent' are at the bottom.
- Step 3 (Bottom Right):** A form for a digital signature. It contains the text 'Signatura de la persona voluntària o representat legal (dibuixa una signatura amb el dit):' and a large white box with a black signature. Buttons for 'Enrere' and 'Confirmar' are at the bottom.

Figura 40. Passos a seguir per emplenar el document de compromís

Un cop el voluntari ha emplenat totes els camps i ha confirmat les dades, pot tornar a visualitzar el document PDF, però ara amb les dades que ha indicat a l'anterior formulari.

Si el voluntari ho desitja, pot prémer el botó d'“Enviar document”, confirmar novament i, si tot ha anat bé, l'app mostrarà un missatge de que el document ha estat enviat.

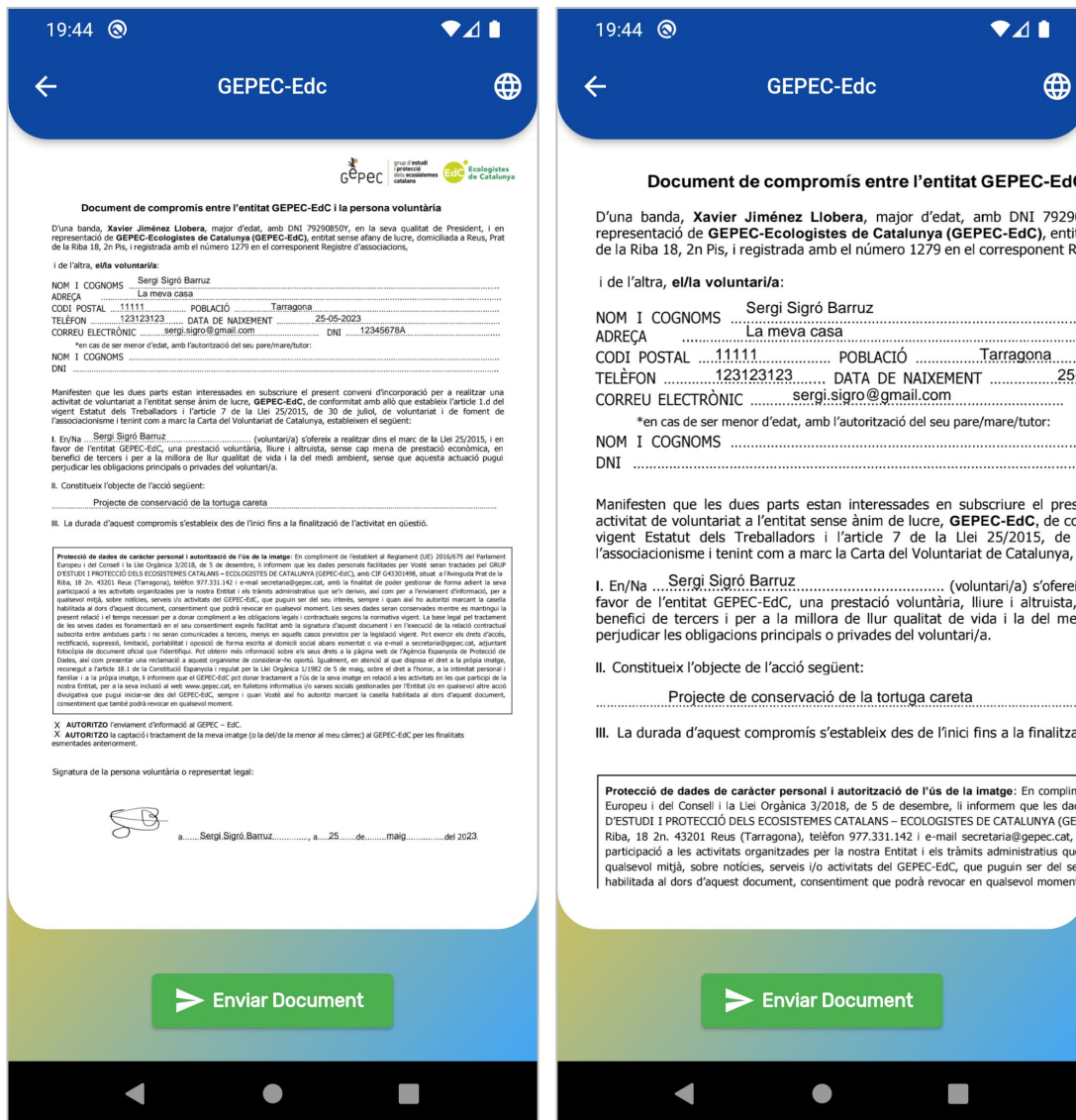


Figura 41. Document firmat i amb les dades generades

5.5.10 Perfil Voluntari

Si el voluntari accedeix a la tercera opció de la barra inferior de navegació, podrà veure el seu perfil de voluntari. En aquesta secció podrà veure el nom del seu compte, correu electrònic, si ha firmat el document i si ha aprovat la formació. També disposarà de tres botons per firmar el document, consultar els seus tornos i tancar sessió. En cas de ser administrador, també podrà veure un botó per administrar tornos.



Figura 42. Perfil de voluntari

5.5.11 Pantalla administrar nius

Finalment, tenim la secció d'administració només disponible per als administradors. Aquí podran veure les opcions disponibles per administrar els nius (actualment només poden crear o eliminar nius, però en un futur també es pot tenir en compte afegir l'opció d'editar nius).

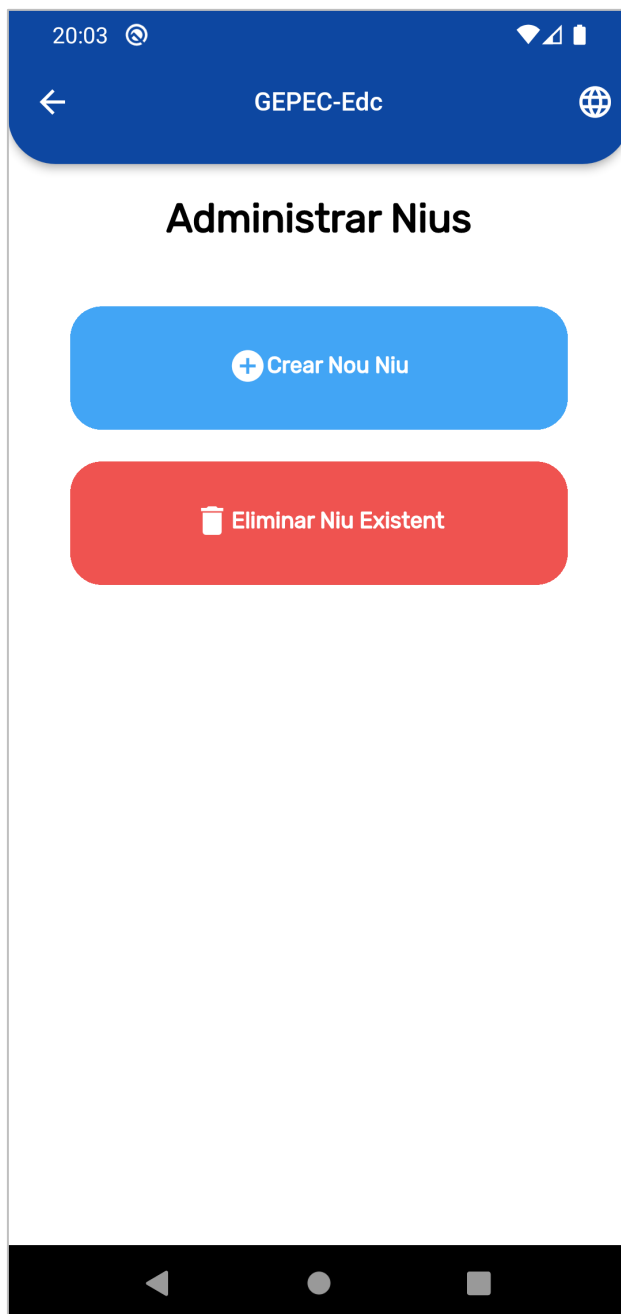
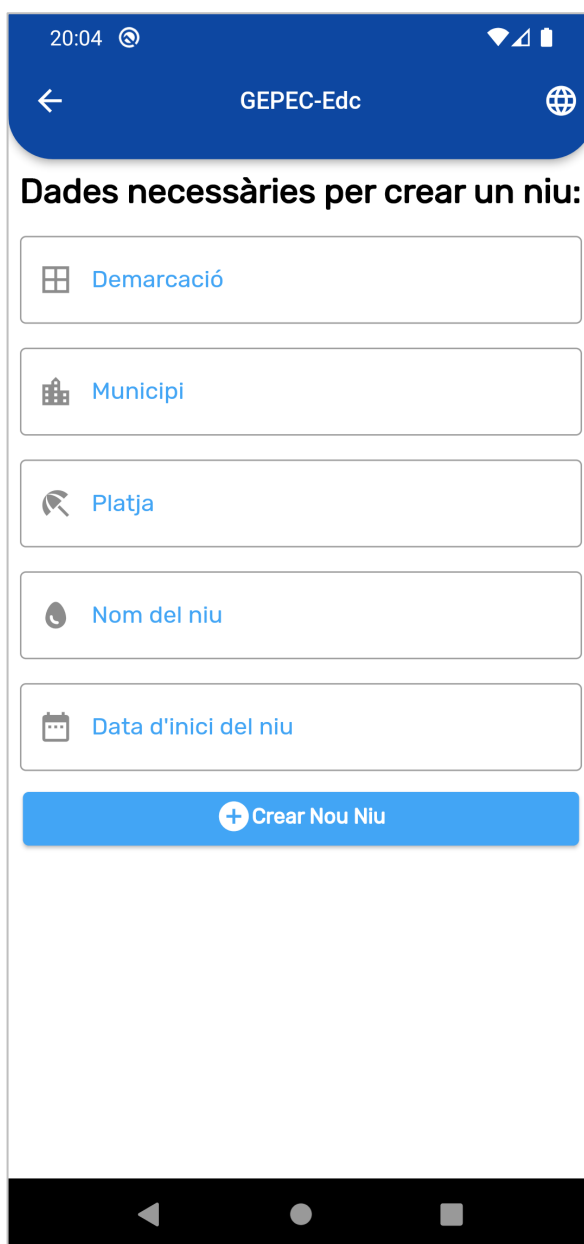


Figura 43. Administració de nius

Si l'administrador escull l'opció de crear un nou niu, veurà un formulari amb les dades necessàries a introduir per tal de crear el niu (tots el camps són obligatoris).



The image shows a mobile application interface for creating a new 'niu'. At the top, there is a blue header bar with a back arrow, the text 'GEPEC-Edc', and a globe icon. Below the header, the title 'Dades necessàries per crear un niu:' is displayed. The form consists of five input fields, each with a specific icon and label: 'Demarcació' (grid icon), 'Municipi' (building icon), 'Platja' (umbrella icon), 'Nom del niu' (egg icon), and 'Data d'inici del niu' (calendar icon). At the bottom of the form is a blue button with a plus sign and the text 'Crear Nou Niu'. The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar.

Figura 44. Formulari creació de niu

Per últim, tenim l'opció d'eliminar un torn existent. L'administrador veurà un llistat dels nius actius, molt semblant al llistat de nius per reservar, però amb la diferència que aquí hi ha una icona de brossa que si la prem tindrà l'opció d'eliminar per sempre el niu.

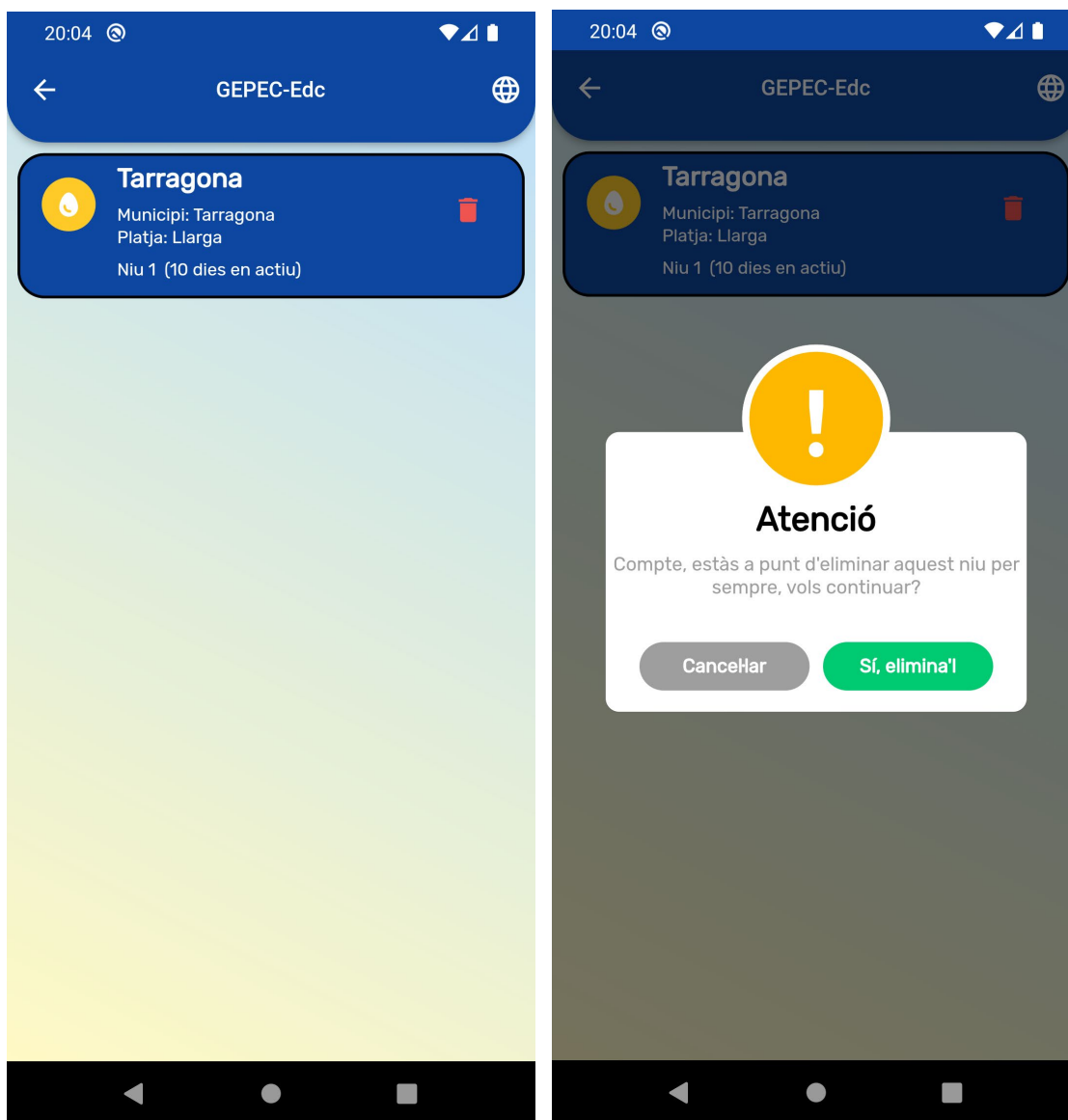


Figura 45. Eliminar niu actiu

6 Implementació

En aquesta secció, es proporcionarà una visió detallada de la implementació de l'aplicació. Aquí es descriuran els aspectes tècnics rellevants, incloent detalls sobre les tecnologies utilitzades, l'estructura del codi, els algorismes implementats i les integracions amb altres serveis o API externes.

El propòsit d'aquesta secció és donar una comprensió profunda de com s'ha desenvolupat l'aplicació, des de les seves funcionalitats principals, fins als detalls de codi més tècnics. Es proporcionaran explicacions clares i exemples concrets per il·lustrar la implementació en acció.

6.1 Tecnologies utilitzades

Durant la implementació de l'aplicació, s'han utilitzat diverses tecnologies clau que han contribuït al seu desenvolupament eficient i efectiu. A continuació, es detallen amb més precisió algunes d'aquestes tecnologies:

- **Flutter SDK:** Flutter SDK és el conjunt d'eines i biblioteques proporcionades per Google per desenvolupar aplicacions multi plataforma. Aquesta tecnologia ha estat fonamental en el desenvolupament de l'aplicació, ja que permet escriure un únic codi base que s'executa tant a Android com a iOS. Flutter proporciona un rendiment elevat i una interfície d'usuari atractiva, gràcies al seu motor de renderització propi i a la gran quantitat de *widjets* personalitzables disponibles.
- **Dart:** Dart és el llenguatge de programació utilitzat per desenvolupar aplicacions amb Flutter. És un llenguatge modern i eficient que ofereix una sintaxi clara i concisa. Dart és conegut per la seva velocitat d'execució, facilitant un rendiment òptim per a l'aplicació. També ofereix funcionalitats avançades com la tipificació estàtica, el suport per a programes asíncrons i l'ús de paquets (*packages*) per afegir funcionalitats addicionals a l'aplicació.
- **Firestore SDK:** Firestore SDK és el conjunt d'eines proporcionades per Firebase, una plataforma de desenvolupament d'aplicacions de Google. Aquesta tecnologia ha estat utilitzada per a diverses funcionalitats clau de l'aplicació, com ara l'autenticació d'usuaris, l'emmagatzematge de dades, les notificacions en temps real i l'anàlisi d'ús. Firestore proporciona una interfície senzilla per interactuar amb els serveis al núvol, permetent un desenvolupament més ràpid i eficient.
- **SDK conjunt de Firestore i Flutter:** Firestore ofereix un SDK específic per a Flutter que permet una integració estreta entre ambdues tecnologies. Aquest SDK simplifica la connexió de l'aplicació amb els serveis de Firestore, proporcionant funcionalitats específiques per a Flutter i facilitant el desenvolupament de funcionalitats com l'emmagatzematge de fitxers, les bases de dades en temps real i l'autenticació d'usuaris.

- **Emulador de Firebase:** Per facilitar el desenvolupament i les proves locals, s'ha utilitzat l'emulador de Firebase. Aquesta eina permet simular les funcionalitats de Firebase en un entorn local, sense la necessitat de connectar-se als serveis en el núvol. L'emulador de Firebase permet realitzar proves exhaustives i depurar l'aplicació de manera eficient abans de la seva implementació final.
- **IDE:** L'IDE¹³ escollit per al desenvolupament de l'aplicació ha estat Visual Studio Code. Aquest IDE és àmpliament utilitzat en el desenvolupament de Flutter, ja que ofereix una gran varietat de funcionalitats i extensions específiques per a Flutter. Visual Studio Code proporciona eines de depuració, suggeriments de codi, control de versions i integració amb altres eines de desenvolupament, facilitant un flux de treball eficient i productiu.
- **Emulador d'Android:** S'ha utilitzat l'emulador d'Android per a simular dispositius Android i provar l'aplicació en diverses versions d'Android, resolucions de pantalla i configuracions de dispositiu. Això permet assegurar-se que l'aplicació funcioni correctament en una àmplia gamma de dispositius Android sense necessitat de tenir-los físicament.

També mencionar l'ús de diferents paquets, tant oficials com desenvolupats per la comunitat, que es veuran en més detall en els propers apartats.

S'ha fet ús durant l'etapa de desenvolupament de SVGs¹⁴ de codi obert, sobretot per a les parts on s'havien de mostrar missatges d'error o d'atenció. Aquests SVGs s'han extret tots d'*unDraw* [23].

S'ha utilitzat principalment la font Rubik a tota l'aplicació. Rubik és una font de Google que ofereix una estètica moderna i llegible. La seva elecció s'ha realitzat per proporcionar una aparença coherent i agradable en tots els elements de text de l'aplicació. També s'han utilitzat altres fonts de Google i fonts que venien per defecte a Flutter a menor escala.

Per últim, totes les imatges utilitzades a l'aplicació han estat proporcionades pel GEPEC-EdC.

¹³ *Integrated Development Environment*,

¹⁴ Gràfics Vectorials eScalables

6.2 Estructura de carpetes i arxius

6.2.1 Directori d'assets

Tal i com indica el nom, aquest directori conté els *assets* de l'aplicació. Aquests *assets* corresponen a les diferents fonts que utilitza l'aplicació, les imatges que són essencials per a l'app (com les banderes per identificar cada idioma) o les il·lustracions que es veuen a la pantalla principal. Finalment, al subdirector "svg", tenim els SVGs d'unDraw que, com s'ha comentat amb anterioritat, s'utilitzen en alguns dels missatges d'error o d'avís de l'aplicació.

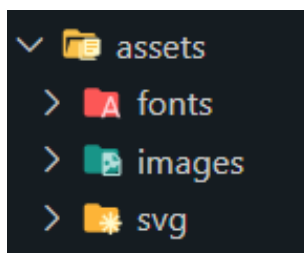


Figura 46. Directori d'assets

6.2.2 Directori lib

El directori "lib" és una part essencial de l'estructura de carpetes de l'aplicació. Aquest directori conté tot el codi font de l'aplicació, és a dir, els fitxers de programació que defineixen les funcionalitats, les pantalles, els components i les lògiques de l'app.

Dins del directori "lib", es poden trobar diversos subdirectoris i fitxers, que organitzen i segmenten el codi font de l'aplicació de manera lògica i estructurada. A continuació, es descriuen alguns dels subdirectoris i fitxers més comuns que es poden trobar dins del directori "lib".

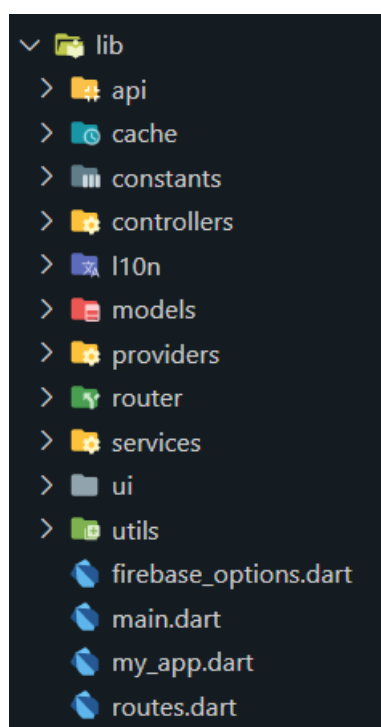


Figura 47. Directori lib del projecte

6.2.2.1 Arxiu main.dart

L'arxiu "main.dart" és un dels arxius principals de l'aplicació i és responsable de la inicialització i la configuració bàsica inicial de l'app.

Aquí es consulta l'entorn per determinar si estem en mode debug/dev o en producció.

```
if (kDebugMode) {  
  try {  
    FirebaseFirestore.useFirestoreEmulator('localhost', 8080);  
    FirebaseStorage.instance.useStorageEmulator('localhost', 9199);  
    await FirebaseAuth.instance.useAuthEmulator('localhost', 9099);  
  } catch (e) {  
    print(e);  
  }  
}
```

Codi 1. Determinar Entorn

També es realitzen en aquest arxiu altres inicialitzacions de serveis clau.

6.2.2.2 Arxiu my_app.dart

Aquest arxiu es caracteritza per venir després del main.dart. De manera resumida, aquest arxiu inicialitza el tema global de l'aplicació. Defineix les rutes internes i també s'encarrega d'establir l'idioma de l'aplicació.

```

translations: Messages(),

  locale: SPService.instance.containsKey('languageCode')
    ? Locale(SPService.instance.getString('languageCode'))!
    : Get.deviceLocale,
  fallbackLocale: const Locale('ca', 'ES'),
  localizationsDelegates: const [
    GlobalMaterialLocalizations.delegate,
    GlobalWidgetsLocalizations.delegate,
    GlobalCupertinoLocalizations.delegate,
  ],
  supportedLocales: const [
    Locale('en'), // English
    Locale('es'), // Spanish
    Locale('ca'), // Catalan
  ],
  title: 'GEPEC-turtle',
  routes: Routes.routes,
  theme: AppThemes.lightTheme,
  darkTheme: AppThemes.darkTheme,
  themeMode:
    themeProviderRef.isDarkModeOn ? ThemeMode.dark :
ThemeMode.light,

```

Codi 2. Establir tema, rutes i idioma de l'app

6.2.2.3 Directori utils

Conté fitxers i classes de suport utilitzades a diferents parts de l'aplicació.

L'arxiu més destacable és `internationalization.dart` que conté totes les traduccions que GetX aplica a tots els llocs de l'app on es mostren textos que es necessitin traduir.

```
class Messages extends Translations {
  @override
  Map<String, Map<String, String>> get keys => {
    'en_US': {
      "appAuthor": "GEPEC-Edc",
      "homeTitle": "Loggerhead Turtle Volunteering",
      "volunteerActions": "Are you a volunteer?",
      "loginHomeButtonText": "Log in",
      "bookingTurn": "Book a turn",
      "trainingHomeButtonText": "Volunteer training",
      "quizHomeButtonText": "Quiz",
      "generalActions": "Information of interest",
      "helpHomeButtonText": "How we can help turtles",
      "contactHomeButtonText": "Contact",
      ...
    }
  }
}
```

Codi 3. Strings i traduccions de l'app

6.2.2.4 Directori UI

En aquest directori trobem tot lo relacionat amb la interfície d'usuari. Trobem el subdirector *screens* que conté més de 18 *widgets* que conformen totes les pantalles de l'aplicació.

Aquí també està ubicat el subdirector *widgets* que compta amb 15 *widgets* que s'han implementat de manera personalitzada. Aquest *widgets* s'utilitzen a través de tota l'aplicació per renderitzar diferents elements.

Per últim, trobem el subdirector utils de la UI. Aquí es troben elements com *loaders* o *dialogs* personalitzats.

6.2.2.5 Directori *services*

Director vital de l'aplicació i l'arquitecturaGetX. Aquí trobem els fitxers que implementen els serveis necessaris per dur a terme la lògica necessària per extreure o persistir dades de la nostra aplicació.

El primer es tracta de l'*auth_service.dart*. Aquest arxiu gestiona tota la lògica relacionada amb l'autenticació, i és l'encarregat de comunicar-se amb el servidor d'autenticació de Firebase.

```
Future<AppResponse> sendEmailLink(String emailAuth) async {
  try {
    developer.log('actionCodeSettings[${acs.asMap()}]');
    await _firebaseAuth.sendSignInLinkToEmail(
      email: emailAuth,
      actionCodeSettings: acs,
    );

    FirebaseDynamicLinks.instance.onLink.listen((dynamicLinkData) {
      developer.log('onLink[${dynamicLinkData.link}]');
    }).onError((error) {
      developer.log('onLink.onError[$error]');
    });

    SPService.instance.setString('passwordLessEmail', emailAuth);
    return AppResponse.success(
      id: 'sendEmailLink',
    );
  } catch (e, s) {
    if (kDebugMode) {
      print("Error on the sign in = $e");
    }

    return AppResponse.error(
      id: 'sendEmailLink',
      error: e,
      stackTrace: s,
    );
  }
}
```

Codi 4. Mètode encarregat d'enviar l'enllaç d'autenticació al correu de l'usuari

Trobem també el *firestore_service.dart* que, a l'igual que l'*auth_service.dart*, s'encarrega de crear, extreure, modificar i eliminar dades de les diferents col·leccions i documents de la base de dades Firestore de Firebase.

A continuació, tenim el *sp_service.dart*, servei encarregat de gestionar les *Shared Preferences*.

6.2.2.6 Directori *providers*

Directorí amb les classes que s'encarreguen de proveir el *theme* de l'aplicació i la localització.

6.2.2.7 Directori *models*

Aquest es tracta d'un altre directorí important. Inclou els models de dades de l'app.

El primer es tracta del model dels nius *nest_model.dart*.

```
class NestModel {
  String? documentId;
  String? whoCreatedUid;
  String? nestName;
  String? beachName;
  String? municipalityName;
  String? demarcationName;
  DateTime? firstSightDate;
  List<TurnModel>? turns;
```

Codi 5. Atributs d'un niu

A continuació trobem el *turn_model.dart* i *user_model.dart*.

Dins d'aquest directori trobem també un fitxer anomenat *app_response.dart*. Aquest arxiu es tracta de la combinació d'un enum més un model que serveixen per crear respostes internes de l'aplicació.

```
enum AppStatusCode {  
    success,  
    error,  
    serverError,  
    clientError,  
    unauthorized,  
    notFound,  
    forbidden,  
    badRequest,  
    conflict,  
    internalServerError,  
    unknown,  
}
```

Codi 6. Enum amb els diferents codis que pot contenir el model *AppResponse*

6.2.2.8 Directori *controllers*

Es troben les classes que representen diferents funcionalitats o aspectes de l'aplicació. Aquests controladors contenen mètodes i funcions que s'encarreguen de processar les dades, realitzar càlculs, interactuar amb la capa de dades i respondre a les interaccions de l'usuari.

Els controladors són una part clau de l'arquitectura de l'aplicació, ja que ajuden a mantenir una separació clara entre la lògica de negoci i la interfície d'usuari. A més, permeten reutilitzar i gestionar de manera centralitzada la lògica compartida entre diferents components de l'aplicació.

6.2.2.9 Directori *constants*

Directorio que s'utilitza per emmagatzemar constants o valors fixos que es fan servir a diverses parts de l'aplicació. Aquestes constants són valors que no canviaran durant l'execució de l'aplicació i que s'utilitzen per establir configuracions, definir noms de rutes, especificar claus d'accés, entre altres finalitats.

Un dels arxius més destacats d'aquest directori es l'*app_themes.dart* que defineix el tema general de l'app.

```
class AppThemes {  
  AppThemes._();  
  
  //constants color range for light theme  
  static final Color _lightPrimaryColor = Colors.blue.shade400;  
  static const Color _lightPrimaryVariantColor = Colors.white;  
  static final Color _lightSecondaryColor = Colors.amber.shade400;  
  static const Color _lightOnPrimaryColor = Colors.white;  
  static const Color _lightOnPrimaryVariantColor = Colors.black;  
  static const Color _lightButtonPrimaryColor = Colors.orangeAccent;  
  static final Color _lightAppBarColor = Colors.blue.shade900;  
  static const Color _lightIconColor = Colors.white;  
  static const Color _lightSnackBarBackgroundErrorColor =  
  Colors.redAccent;  
}
```

Codi 7. Constants que defineixen els principals colors per al tema clar

6.3 Funcionalitats principals, algorismes i lògica específics

És el moment de parlar de les funcionalitats principals de l'aplicació, així com dels algorismes i la lògica específica que s'han implementat per aconseguir aquestes funcionalitats. Aquesta secció proporcionarà una visió detallada de les característiques clau de l'aplicació i explicarà com s'ha abordat la seva implementació des del punt de vista tècnic.

6.3.1 Procediment per iniciar sessió

Un dels principals reptes d'aquesta aplicació ha estat la implementació del sistema per aconseguir que un usuari inici sessió a l'aplicació.

A continuació es pot observar com l'app, cada vegada que s'obre o retorna d'un estat de pausa, executa les següents funcions que comproven si l'usuari està o no està autenticat. En cas d'estar autenticat, es redirigeix a l'usuari a la pàgina principal directament. Si no està autenticat, l'app intenta veure si l'usuari ha obert l'app fent clic a l'enllaç dinàmic d'autenticació.

```
Future<void> retrieveDynamicLinkAndSignIn({
    required bool fromColdState,
}) async {
    developer.log('retrieveDynamicLinkAndSignIn SPLASH');
    AppResponse appResponse = await auth.retrieveDynamicLinkAndSignIn(
        fromColdState: fromColdState,
    );
    if (appResponse.isNotFound) {
        developer.log('retrieveDynamicLinkAndSignIn: not found IN
SPLASH');
    } else if (appResponse.isSuccess) {
        Get.offAll(() => const TabsScreen());
        successDialog('signedInTitle'.tr, 'signedInMsg'.tr,
'Ok').show();
    } else {
        errorDialog(appResponse.message, 'ok').show();
    }
}
```

Codi 8. Mètode per captar l'enllaç dinàmic d'autenticació

Si s'accedeix al mètode *auth.retrieveDynamicLinkAndSignIn* que implementa el servei que s'encarrega de l'autenticació de Firebase, s'observa com primer de tot es comprova si existeix un correu emmagatzemat a les *Shared Preferences*, ja que aquest és el correu electrònic que l'usuari ha indicat prèviament al formulari per iniciar sessió.

```
String email = SPService.instance.getString('passwordLessEmail') ??
'';

developer.log('retrieveDynamicLinkAndSignIn[$email]');
if (email.isEmpty) {
  developer.log('retrieveDynamicLinkAndSignIn email is empty');
  return AppResponse.notFound(
    id: 'retrieveDynamicLinkAndSignIn',
    message: noCredentialsWereFound,
  );
}
```

Codi 9. Extreure correu de les *Shared Preferences*

Un cop s'ha agafat el correu electrònic, a continuació s'agafa l'enllaç dinàmic que s'ha detectat. Això s'aconsegueix gràcies a l'API que ofereix el SDK de Firebase. Un cop tenim aquest enllaç dinàmic, es comprova si és un enllaç vàlid. Aquesta comprovació, una vegada més, es fa gràcies al SDK que ofereix Firebase.

Superada la validació de l'enllaç dinàmic, l'aplicació intenta iniciar la sessió de l'usuari fent servir el correu, l'enllaç dinàmic i el SDK de Firebase *Auth*. Aquest procediment retorna una instància de la classe *UserCredential*. Si no existia registre d'aquest usuari a Firebase, el SDK s'encarrega de crear-lo i, si l'usuari ja estava registrat, s'inicia la sessió.

En cas que l'objecte d'*UserCredentials* no sigui *null*, és a dir, en el cas que l'inici de sessió no hagi fallat, es crida al mètode *addUser* del servei *firestore_service.dart*. Aquest mètode és l'encarregat de crear-nos i mapejar una instància del nou model d'usuari a la col·lecció d'usuaris de la nostra base de dades de Firebase Firestore.

Finalment, si tot el procés ha anat bé, es disparen els *dialogs* amb els missatges corresponents per indicar a l'usuari que ha iniciat sessió i tot ha anat bé, i es procedeix a la redirecció d'aquest.

Si, pel contrari, s'ha produït cap error o s'ha detectat alguna excepció, també es dispararan els *dialogs* d'error amb els missatges necessaris per indicar també a l'usuari què ha passat.

```

if (validLink) {
    developer.log('SIGNING IN...');
    final firebase_auth.UserCredential userCredential =
        await _firebaseAuth.signInWithEmailLink(
            email: email,
            emailLink: deepLink.toString(),
        );
    developer.log('SIGNED IN...
    ${userCredential.user.toString()}');
    if (userCredential.user != null) {
        await firestore.addUser(
            UserModel(
                email: userCredential.user!.email,
            ),
        );
        developer.log('ADDING NEW USER');
        return AppResponse.success(
            id: 'retrieveDynamicLinkAndSignIn',
        );
    } else {
        developer.log('userCredential.user is
        [${userCredential.user}]');
    }
} else {
    developer.log('Link is not valid');
    return AppResponse.error(
        id: 'retrieveDynamicLinkAndSignIn',
        message: noCredentialsWereFound,
    );
}

```

Codi 10. Iniciar sessió i afegir usuari

7 Avaluació

En aquesta secció, es descriu el procés d'avaluació realitzat per verificar el compliment dels requisits i els resultats obtinguts en el desenvolupament del projecte. Per a això, s'ha dissenyat un conjunt de casos de prova que cobreixen els diferents aspectes i funcionalitats del sistema implementat.

7.1 Relació de proves realitzades

A continuació, s'exposa la relació de les proves realitzades per avaluar cada part del sistema.

7.1.1 Relació de proves

Cas	Descripció	Requisit associat	Acció	OK
1	Iniciar sessió per primer cop al sistema.	00. Iniciar sessió	L'app dona d'alta un nou usuari.	✓
2	Intentar iniciar sessió sense tenir connexió.	00. Iniciar sessió	Salta un missatge personalitzat d'error.	✓
3	Intentar iniciar sessió amb el camp del formulari buit.	00. Iniciar sessió	Salta la validació del formulari amb un missatge d'error.	✓
4	Intentar iniciar sessió amb un correu electrònic no registrar a la BBDD del Gepec-EdC	00. Iniciar sessió	Mostra un missatge personalitzat d'error.	✓
5	Intentar iniciar sessió massa vegades.	00. Iniciar sessió	Firestore bloqueja temporalment les peticions del dispositiu i l'app mostra un missatge d'error.	✓
6	Error inesperat.	00. Iniciar sessió	Salta un missatge personalitzat indicant l'error.	✓
7	L'usuari intenta navegar sense tenir la sessió iniciada.	01. Reservar torn	Mostra missatge informatiu sobre la necessitat d'iniciar sessió.	✓
8	Voluntari o admin intenta navegar al llistat de torns	01. Reservar torn	Navega correctament	✓
9	Navegar a la pantalla de formació.	02. Formació	Navega correctament	✓
10	Navegar a la pantalla de formació sense connexió.	02. Formació	Permet navegació i mostra <i>spinner</i>	✓

11	Intentar descarregar fitxer sense connexió.	02. Formació	L'app no permet descarregar sense connexió.	✓
12	Accedir al qüestionari sense connexió. (Per primera vegada)	03. Qüestionari	Sense dades a la <i>caché</i> . Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
13	Accedir al qüestionari sense connexió.	03. Qüestionari	Amb dades a la <i>caché</i> Mostra les dades de la <i>caché</i> .	✓
14	Canviar l'idioma i que no existeixin preguntes a Firebase.	03. Qüestionari	Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
15	Aprovar el qüestionari sense connexió.	03. Qüestionari	Es guarda a la <i>caché</i> i quan tingui connexió s'actualitza a Firebase.	✓
16	Accedir sense connexió. (Per primera vegada)	04. Com ajudar a les tortugues	Sense dades a la <i>caché</i> . Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
17	Accedir sense connexió.	04. Com ajudar a les tortugues	Amb dades a la <i>caché</i> Mostra les dades de la <i>caché</i> .	✓
18	Canviar l'idioma i que no existeixin dades a Firebase.	04. Com ajudar a les tortugues	Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
19	Accedir sense connexió. (Per primera vegada)	05. Consultar dades contacte	Sense dades a la <i>caché</i> . Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
20	Accedir sense connexió.	05. Consultar dades contacte	Amb dades a la <i>caché</i> Mostra les dades de la <i>caché</i> .	✓
21	Canviar l'idioma i que no existeixin dades a Firebase.	05. Consultar dades contacte	Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
23	Accedir sense connexió. (Per primera vegada)	07. Llistat nius actius	Sense dades a la <i>caché</i> . Mostra pantalla d'error personalitzada.	✓
24	Accedir sense connexió.	07. Llistat nius actius	Amb dades a la <i>caché</i> Mostra les dades de la <i>caché</i> .	✓

25	Accedir al llistat sense document signat.	07. Llistat nius actius	Mostra pantalla informativa personalitzada.	✓
26	Accedir al llistat sense qüestionari aprovat.	07. Llistat nius actius	Mostra pantalla informativa personalitzada.	✓
27	Accedir al llistat sense nius actius.	07. Llistat nius actius	Mostra pantalla informativa personalitzada.	✓
28	Voluntari intenta reservar un espai en un torn on ja té un espai reservat.	11. Reservar espai disponible	Salta missatge d'error personalitzat.	✓
29	Consultar perfil sense la sessió iniciada.	12. Consultar perfil voluntari	Mostra pantalla informativa personalitzada.	✓
30	Consultar perfil sense document firmat.	12. Consultar perfil voluntari	Mostra el perfil de voluntari indicant que falta signar el document.	✓
31	Consultar perfil sense qüestionari aprovat.	12. Consultar perfil voluntari	Mostra el perfil de voluntari indicant que falta aprovar el qüestionari.	✓
32	Consultar perfil sent administrador.	12. Consultar perfil voluntari	Mostra opció "Administrar nius"	✓
33	Intentar firmar document amb el document ja firmat.	12. Consultar perfil voluntari	Salta <i>snackbar</i> informant a l'usuari de que ja té el document signat.	✓
34	Intentar deixa camps buits al primer pas.	13. Firmar doc compromís	Salta la validació del formulari.	✓
35	Indicar ser menor d'edat i no omplir els camps del representant legal.	13. Firmar doc compromís	Salta la validació del formulari.	✓
36	Intentar passar el segon pas sense acceptar com a mínim l'enviament d'informació al GEPEC-EdC.	13. Firmar doc compromís	Salta la validació del formulari.	✓
37	Confirmar i enviar document sense connexió.	14. Enviar document de compromís	Es crea una sol·licitud que es manté en caché i quan l'usuari torna a tenir connexió s'envia a Firebase.	✓

38	Intentar crear nou niu sense omplir totes les dades necessàries.	19. Crear nou niu	Salta la validació del formulari.	✓
39	Intentar crear nou niu sense connexió.	19. Crear nou niu	Mostra <i>spinner</i> fins que torna a tenir connexió.	✓
40	Intentar eliminar un niu sense connexió.	20. Eliminar niu	Encara que no hi hagi connexió es guarda la petició i al tornar a tenir connexió s'elimina el niu.	✓

8 Conclusions

Desenvolupar aquest Treball de Fi de Grau ha estat una oportunitat única per posar en pràctica els coneixements adquirits durant la meva carrera d'Enginyeria Informàtica. Ha estat un treball particularment gratificant, ja que implica un projecte de voluntariat destinat a la preservació d'una espècie amenaçada com és la tortuga babaua.

Mitjançant aquest treball, he pogut aplicar les habilitats tècniques i la comprensió del desenvolupament d'aplicacions mòbils utilitzant tecnologies com Flutter i Firebase. A més, he après a gestionar dades en temps real, utilitzar funcionalitats d'autenticació d'usuaris i garantir la sincronització entre múltiples dispositius.

Aquest Treball de Fi de Grau m'ha brindat una oportunitat única per a la posada en pràctica dels coneixements adquirits en un context real. He après a enfrontar els reptes reals que es presenten en el desenvolupament d'una aplicació, com ara la resolució d'errors, l'optimització del rendiment i l'adaptació a les necessitats dels usuaris.

La importància d'aquest projecte radica en el seu impacte social i ambiental. Amb l'aplicació desenvolupada, s'ha facilitat la tasca dels voluntaris en la identificació i protecció dels nius de la tortuga babaua a les platges del sud de Catalunya. A més, s'ha proporcionat una eina de gestió per als membres del GEPEC-EdC, que coordinen les activitats de conservació.

El treball en aquest projecte de voluntariat ha generat un gran sentiment de satisfacció personal. Saber que estic contribuint a la conservació d'una espècie en perill d'extinció em fa sentir part d'un propòsit més gran. A més, he après a treballar en equip, col·laborar amb altres membres del GEPEC-EdC i resoldre problemes de manera eficient.

De cara al futur, tinc un fort desig de continuar amb aquest projecte al qual he agafat un gran afecte, com ja s'ha esmentat anteriorment. Veig un gran potencial per a futures millores i implementacions que podrien fer que l'aplicació sigui encara més completa i útil per a la conservació de les tortugues babaua i altres espècies amenaçades.

Una de les futures millores que m'agradaria realitzar és la implementació de registres d'activitats de transectes a les platges. Això permetria als voluntaris recopilar dades més detallades sobre les tortugues i el seu hàbitat, cosa que ajudaria en la presa de decisions per a la seva protecció.

Un altre aspecte important seria la incorporació d'un sistema de xat entre els voluntaris. Això facilitaria la comunicació i l'intercanvi d'informació en temps real, permetent una millor coordinació i col·laboració entre tots els membres del projecte.

Una altra millora significativa seria tenir accés als calendaris de formacions organitzades pel GEPEC-EdC. Això permetria als voluntaris estar al dia amb les últimes capacitacions i recursos disponibles per a una millor tasca de conservació.

Pel que fa a la seguretat de les dades emmagatzemades a Firebase, considero important millorar les regles de seguretat per assegurar que només les persones autoritzades puguin accedir-hi i modificar-les. Això garantiria la confidencialitat i integritat de la informació recopilada.

Un aspecte essencial seria la implementació d'un sistema de proves i validacions exhaustives per assegurar que l'aplicació funcioni de manera perfecta en tot moment. Això ajudaria a evitar errors i fallades que puguin afectar la seva utilitat i eficàcia.

A més, seria interessant explorar la possibilitat d'automatitzar tasques repetitives o realitzar validacions mitjançant l'ús de Firebase amb *Cloud Functions*. Això podria optimitzar els processos i millorar l'experiència d'ús dels voluntaris.

Finalment, la capacitat d'enviar avisos de noves observacions o generar informes al finalitzar un torn seria una funcionalitat valuosa per mantenir als voluntaris informats i promoure la col·laboració i el seguiment continu de les activitats de conservació.

En resum, aquest projecte té un gran potencial per a futures millores i ampliacions. Em motiva la idea de continuar treballant-hi perquè puc veure el seu impacte positiu en la conservació de les tortugues babaua i altres espècies amenaçades. Amb les millores i les noves implementacions que he esmentat, estic segur que l'aplicació podria arribar a ser una eina encara més eficaç i completa en la tasca de protegir aquestes espècies vulnerables.

9 Referències

- [1] Gepec: <https://gepec.cat/>.
- [2] URV-APS: <https://www.urv.cat/ca/universitat/estructura/gestio/suport-activitat/compromis-social/aprenentatge-servei/>
- [3] Tesis: Francisco Guil Celada, Enginyeria de la conservació: Investigació aplicada per a la conservació de la fauna mediterrània amenaçada, UPM, 2013 <https://oa.upm.es/21985/>
- [4] EASIN¹⁵ : <https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin/CitizenScience/BecomeACitizen>
- [5] GDPR: <https://gdpr-info.eu/>
- [6] Appinventiv, Best cross-platform app development frameworks: <https://appinventiv.com/blog/cross-platform-app-frameworks/>
- [7] Flutter: <https://flutter.dev/>
- [8] React native: <https://reactnative.dev/>
- [9] Xamarin: <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>
- [10] Ionic: <https://ionicframework.com/>
- [11] GetX doc: <https://github.com/jonataslaw/getx/tree/master/documentation>
- [12] BLoC Architecture: <https://betterprogramming.pub/a-comprehensive-guide-to-flutters-bloc-architecture-d2d16022b0b9>
- [13] Shared Prefs: https://pub.dev/packages/shared_preferences
- [14] Cache Manager: https://pub.dev/packages/flutter_cache_manager
- [15] Cache Imatges: https://pub.dev/packages/cached_network_image
- [16] Cache PDF: https://pub.dev/packages/flutter_cached_pdfview
- [17] Firebase: <https://firebase.google.com/>
- [18] Firebase Auth amb enllaç per correu: <https://firebase.google.com/docs/auth/flutter/email-link-auth>
- [19] Cloud Firestore: <https://firebase.google.com/products/firestore>
- [20] Firebase Cloud Storage: <https://firebase.google.com/products/storage>
- [21] Github: <https://github.com/>
- [22] Dropdown Flutter: <https://api.flutter.dev/flutter/material/DropdownButton-class.html>
- [23] unDraw: <https://undraw.co/>
- [24] Curs Flutter: <https://www.udemy.com/course/learn-flutter-dart-to-build-ios-android-apps/>
- [25] Flutter Localization Tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=WrqH5fF2ZuY&t=408s>
- [26] Nomenclature of mobile app visual elements — Android vs iOS: <https://uxdesign.cc/nomenclature-of-mobile-app-visual-elements-android-vs-ios-93685e8ef085>
- [27] Google Fonts: <https://fonts.google.com/>
- [28] Animated curved navigation bar tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=TX2x41h47fE>
- [29] Curved navigation bar package: https://pub.dev/packages/curved_navigation_bar
- [30] Autosize text package: https://pub.dev/packages/auto_size_text/install
- [31] Flutter PDF viewer tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=uiZbJWziEg>
- [32] Understand Firebase project: <https://firebase.google.com/docs/projects/learn-more?authuser=0>
- [33] Cloud Firestore data model: <https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model>
- [34] Flutter navigation and Routing: <https://flutterservice.com/flutter-navigation-and-routing-example/>
- [35] Download files with cloud storage on Flutter: https://firebase.google.com/docs/storage/flutter/download-files#download_files
- [36] Flutter cache manager Package: https://pub.dev/packages/flutter_cache_manager/install

¹⁵ *European Alien Species Information Network*

- [37] Cache network image Package: https://pub.dev/packages/cached_network_image
- [38] Url launcher Package: https://pub.dev/packages/url_launcher
- [39] Flutter cached pdfview Package: https://pub.dev/packages/flutter_cached_pdfview
- [40] Flutter Provider Architecture with Firebase full guide: <https://medium.com/flutter-community/flutter-provider-architecture-with-firebase-full-guide-by-building-a-working-crud-app-4824cec04e59>
- [41] Firebase email link auth: <https://firebase.google.com/docs/auth/flutter/email-link-auth>
- [42] Passwordless auth tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=JHTSgF18VH0&t=184s>
- [43] Dart developer API: <https://api.flutter.dev/flutter/dart-developer/dart-developer-library.html>
- [44] Flutter BLoC vs GetX: <https://www.youtube.com/watch?v=N08E9Yc1UUY>
- [45] MySQL client Package: https://pub.dev/packages/mysql_client
- [46] Firebase emulator: <https://firebase.google.com/docs/emulator-suite?hl=es-419>
- [47] Firebase connect app: https://firebase.google.com/docs/emulator-suite/connect_and_prototype?hl=es-419
- [48] Cloud Firestore CRUD operation with GetX: <https://medium.com/@CodingWithImran/cloud-firestore-crud-operation-with-getx-in-flutter-2b429359c37>
- [49] Table Calendar Package: https://pub.dev/packages/table_calendar
- [50] TIOBE index: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>