

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



**Desarrollo de aplicación móvil para la organización de  
reforestaciones Plantemos.**

Trabajo de graduación presentado por Kristen Amanda Brandt Furlán  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en  
Bioinformática

Guatemala,

2023







UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



**Desarrollo de aplicación móvil para la organización de  
reforestaciones Plantemos.**

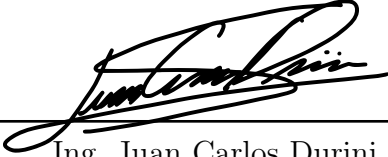
Trabajo de graduación presentado por Kristen Amanda Brandt Furlán  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en  
Bioinformática

Guatemala,

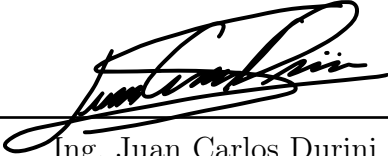
2023




Vo.Bo.:

(f)   
Ing. Juan Carlos Durini

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. Juan Carlos Durini

(f)   
Lic. Douglas Barrios

(f)   
Lic. Bacilio Bolaños

Fecha de aprobación: Guatemala, 23 de Mayo de 2023.





Este proyecto de graduación se enfoca en el desarrollo de aplicaciones móviles para el registro de voluntarios y la visualización de datos para la organización Plantemos. La finalidad de estas aplicaciones es optimizar los procesos de registro y recolección de información.

Este proyecto fue posible gracias al apoyo incondicional de mi familia y Oliver, quienes han sido mis principales pilares de motivación y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria. Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres y abuelo por su dedicación y paciencia al revisar el documento escrito en varias ocasiones. Su compromiso y constante apoyo fueron fundamentales para mi éxito académico.

También quisiera expresar mi agradecimiento a mi asesor, quien me guió y orientó durante todo el proceso de elaboración del proyecto. Su valiosa retroalimentación y consejos fueron esenciales para lograr el resultado final.

Finalmente, espero que este proyecto sea de utilidad para la organización Plantemos y pueda contribuir a cumplir sus objetivos de reforestación y conservación del medio ambiente.



<b>Prefacio</b>	v
<b>Lista de figuras</b>	xii
<b>Lista de cuadros</b>	xiii
<b>Resumen</b>	xv
<b>Abstract</b>	xvii
<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Objetivos</b>	3
2.1. Objetivo general . . . . .	3
2.2. Objetivos específicos . . . . .	3
<b>3. Justificación</b>	5
<b>4. Marco teórico</b>	7
4.1. La ONG Plantemos . . . . .	7
4.2. Voluntariado . . . . .	7
4.3. Reforestaciones . . . . .	9
4.3.1. Elección de sitio . . . . .	9
4.3.2. Producción de planta . . . . .	10
4.3.3. Reforestación . . . . .	10
4.3.4. Protección y mantenimiento . . . . .	10
4.4. Design thinking . . . . .	10
4.5. Metodología ágil . . . . .	11
4.6. Github . . . . .	13
4.7. Aplicaciones móviles . . . . .	13
4.8. Arquitectura de la aplicación . . . . .	14
4.9. Escalabilidad . . . . .	14
4.10. Pruebas para aplicaciones móviles . . . . .	15

4.11. Seguridad de los datos	15
4.12. Lenguajes de programación	16
4.13. Plataforma o ambiente de trabajo ('Frameworks')	16
4.14. Fuente abierta vs Fuente propietaria ('Open-Source' vs 'Closed-Source')	16
4.15. Sistemas frontales y traseros	17
4.16. Servicios en la nube	17
4.17. Bases de datos	18
4.18. Interfaz para la programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés)	18
<b>5. Metodología</b>	<b>21</b>
5.1. Diseño y prototipado	21
5.1.1. Estado del arte	21
5.1.2. Design thinking	21
5.2. Scrum/Sprints	23
5.2.1. Sprint 1	23
5.2.2. Sprint 2	23
5.2.3. Sprint 3	24
5.2.4. Sprint 4	24
5.2.5. Sprint 5	24
5.2.6. Sprint 6	25
5.2.7. Sprint 7	25
5.3. Plataforma y base de datos	25
5.4. Arquitectura del sistema	25
5.5. Pruebas	26
5.6. Manual de transferencia de capacidades	26
<b>6. Resultados y discusión</b>	<b>27</b>
6.1. Estado del arte	27
6.2. Design thinking	27
6.2.1. Entrevistas	28
6.2.2. Diagramas de flujo de las jornadas de reforestación	31
6.3. Creación de aplicación móvil	33
6.3.1. Aplicación de administradores y voluntarios	34
6.4. Plataforma y base de datos	34
6.4.1. Plataforma para aplicación móvil	34
6.4.2. Base de datos para la aplicación	37
6.4.3. Diseño de la base de datos	41
6.5. Arquitectura del sistema	45
6.6. Arquitectura de la aplicación	46
6.7. Creación de cuentas para voluntarios y administradores	46
6.7.1. Creación de cuenta para voluntarios	46
6.7.2. Ingreso de voluntarios a la aplicación correspondiente	47
6.7.3. Recuperación de contraseña	47
6.7.4. Ingreso de administradores a la aplicación correspondiente	47
6.7.5. Pantalla de ingreso	48
6.8. Herramienta para crear eventos y registro a los mismos	49
6.8.1. Creación de eventos de reforestación	49
6.8.2. Modificación o eliminación de eventos de reforestación	52

6.8.3. Inscripción de voluntarios en actividades de reforestación . . . . .	52
6.9. Asistencia a actividades de reforestación . . . . .	55
6.10. Constancia de asistencias a actividades de reforestación . . . . .	56
6.11. Visualización de áreas reforestadas . . . . .	57
6.12. Pruebas unitarias . . . . .	58
6.13. Transferencia de capacidades . . . . .	58
<b>7. Conclusiones</b>	<b>59</b>
<b>8. Recomendaciones</b>	<b>61</b>
<b>9. Bibliografía</b>	<b>63</b>
<b>10. Anexos</b>	<b>67</b>
10.1. Investigación de estado del arte . . . . .	67
10.1.1. Software existente de manejo de voluntarios . . . . .	67
10.2. Entrevistas . . . . .	70
10.2.1. Entrevistas a organizadores . . . . .	70
10.2.2. Entrevistas a voluntarios . . . . .	71
10.3. Identity Toolkit API de Google Cloud . . . . .	72
10.4. Places API . . . . .	73
10.5. Capturas de pantalla de la aplicación . . . . .	74
10.5.1. Creación de cuenta . . . . .	74
10.5.2. Ingreso de voluntarios a la aplicación correspondiente . . . . .	74
10.5.3. Recuperación de contraseña . . . . .	75
10.5.4. Ingreso de administradores a la aplicación correspondiente . . . . .	75
10.5.5. Creación de evento de reforestación . . . . .	76
10.5.6. Modificación o eliminación de eventos de reforestación . . . . .	76
10.5.7. Inscripción a eventos de reforestación . . . . .	77
10.5.8. Listado de voluntarios inscritos en actividades . . . . .	77
10.5.9. Asistencia a actividades . . . . .	78
10.5.10. Constancia de asistencias . . . . .	78
10.5.11. Visualización de áreas reforestadas . . . . .	79
10.5.12. Pantalla de tutoriales . . . . .	80
10.6. Manual técnico . . . . .	80



---

## Lista de figuras

---

1. Diagrama de pasos de una reforestación adaptado de <i>El manual básico de prácticas de reforestación</i> [13] . . . . .	9
2. Cinco fases del proceso de Design Thinking, imagen de Design Thinking en Español [15] . . . . .	11
3. Diagrama con las reuniones de un sprint, imagen de Atlassian [17] . . . . .	13
4. Diagrama de flujo de los pasos realizados por organizadores al planificar una reforestación. . . . .	32
5. Diagrama de flujo de los pasos realizador por los voluntarios para participar en una reforestación. . . . .	33
6. Diagrama con la colección de 'Users' y subcolecciones 'Asistencias' y 'Medallas'. . . . .	42
7. Diagrama con la colección de 'Reforestaciones' y subcolecciones 'Asignados' y 'Bases'. La subcolección 'Bases' tiene una subsubcolección 'UsuariosBus' . . . . .	43
8. Diagrama con la colección de 'Constancias' y subcolecciones 'Asistencias' . . . . .	44
9. Diagrama con la colección de 'ArbolesTotales' . . . . .	44
10. Diagrama con la colección de 'UserEvents' . . . . .	45
11. Diagrama de arquitectura del sistema. . . . .	45
12. Distintas versiones de pantallas de inicio . . . . .	49
13. Imagen de mapas creados por GiveGab, imagen extraída de . . . . .	67
14. Metas de voluntariado creadas en GiveGab, imagen extraída de: <a href="https://info.givegab.com/">https://info.givegab.com/</a> [13] . . . . .	68
15. Fotos de voluntariado de One Day, imagen extraída de: <a href="https://odsv.org/">https://odsv.org/</a> [58] . . . . .	68
16. Captura de pantalla de celular para crear una cuenta . . . . .	74
17. Captura de pantalla de celular del ingreso de voluntarios/administradores . . . . .	74
18. Captura de pantalla de la recuperación de contraseña . . . . .	75
19. Captura de pantalla de celular del ingreso a la aplicación de administradores. . . . .	75
20. Pantalla de creación de evento de reforestación . . . . .	76
21. Pantalla de modificar o eliminar un evento de reforestación . . . . .	76
22. Pantalla de inscripción a un evento de reforestación . . . . .	77

23. Pantalla de registro de inscripción de voluntarios . . . . .	77
24. Pantalla de asistencia de voluntarios a un evento de reforestación desde la aplicación de los administradores . . . . .	78
25. Pantalla de constancia de asistencia de voluntarios desde la aplicación de los voluntarios . . . . .	78
26. Pantalla de constancia de asistencia de voluntarios desde la aplicación de los administradores . . . . .	79
27. Pantallas de datos generales (lado izquierdo) y datos por reforestación (lado derecho) . . . . .	79
28. Pantalla de tutoriales para los voluntarios . . . . .	80



---

## Lista de cuadros

---

1. Recomendaciones de herramientas para llevar a las reforestaciones . . . . .	29
2. Datos recopilados en el 'feedback capture grid' . . . . .	30
3. Comparación de plataformas para aplicaciones móviles híbridas . . . . .	35
4. Cuadro de comparación de ventajas y desventajas de servicios de la nube y en sitio . . . . .	37
5. Cuadro de comparación entre servicios de la nube . . . . .	38
6. Cuadro de comparación entre las bases de datos Firestore y Real Time de Firestore . . . . .	40
7. Tiempo tomado por voluntarios para ingresar a la aplicación en la primera versión. . . . .	48
8. Tiempo tomado por voluntarios para ingresar a la aplicación en la segunda versión. . . . .	48
9. Campos de ingreso para crear eventos . . . . .	50
10. Resultados de la encuesta para crear eventos de reforestación . . . . .	51
11. Tiempo tomado por los voluntarios para inscribirse a una actividad . . . . .	53
12. Encuesta a voluntarios de la página de inscripción a actividades . . . . .	54
13. Entrevista con el organizador de Plantemos . . . . .	70
14. Entrevista a voluntario . . . . .	71
15. Entrevista a voluntaria . . . . .	71
16. Características de Identity Toolkit API . . . . .	72
17. Características de Google Places API . . . . .	73



Plantemos es una organización sin fines de lucro, cuya capacidad de funcionamiento depende de voluntarios. Esta organización comenzó en 2012 con la idea de plantar 1000 árboles en un año, pero al ver la gran participación de voluntarios la organización se ha vuelto más ambiciosa con el número de árboles a plantar. Actualmente, Plantemos utiliza distintas hojas de cálculo Excel y documentos de papel para llevar registro de los datos de las jornadas de reforestación, haciendo que el proceso de recolección y procesamiento de los datos sea extremadamente ineficiente. Este trabajo tiene como objetivo proveer a Plantemos una herramienta que ayude en la organización de las actividades de reforestación, lleve un registro centralizado de sus voluntarios y muestre de una manera lógica la cantidad de árboles plantados en las distintas jornadas de reforestación. Por medio de pruebas con los usuarios se concluyó que el sistema implementado favorece la eficiencia en la recolección y procesamiento de los datos de Plantemos.



Plantemos is a non-profit organization that relies on volunteers to operate. It was founded in 2012 with the goal of planting 1000 trees in a year, but the organization's ambition has grown as it has attracted more and more volunteers. Currently, Plantemos uses a combination of Excel spreadsheets and paper records to keep track of reforestation efforts, which has proven to be highly inefficient. To address this issue, this project aims to provide Plantemos with a tool that can streamline their reforestation activities, centralize volunteer records, and present clear data on the number of trees planted during each reforestation event. User testing has demonstrated that this new system greatly improves efficiency in data collection and processing for Plantemos.



Plantemos es una organización que se fundó con la meta de reforestar 1,000 árboles en un año, haciendo distintas jornadas de reforestación, durante la época lluviosa en Guatemala - mayo a septiembre. En el primer esfuerzo de reforestación organizado se logró la meta establecida para el año, lo que motivó al equipo a apuntar a metas aún más ambiciosas. Hasta el día de hoy, han logrado plantar más de 750 mil árboles durante los 10 años de funcionamiento de la ONG. Para este logro, han contado con el apoyo de aproximadamente 30 mil voluntarios.

Conforme crecen las metas, aumenta el número de voluntarios de la organización. Plantemos se ha encontrado con la dificultad de llevar registro de las personas que asisten a las actividades y de llevar control de la cantidad de árboles que lograron sembrar. Para la planificación de cada jornada de reforestación se debe tomar en cuenta el número de árboles que se desea plantar y cómo asegurarse que se le pueda dar una capacitación rápida a los voluntarios sobre cómo sembrar los árboles. Actualmente, Plantemos utiliza distintos documentos de cálculo Excel y hojas de papel para llevar registro de los voluntarios que asisten a las reforestaciones y de la cantidad de árboles reforestados. Esto hace que el proceso de recolección y procesamiento de los datos sea extremadamente ineficiente. Para capacitar a sus voluntarios, los organizadores de Plantemos tratan de reunir a todos los voluntarios al principio de la actividad y explicarles cómo es el proceso de siembra. Este método hace que solamente los voluntarios que asisten desde temprano a la jornada tengan esta información.

La aplicación desarrollada, en este trabajo, tuvo como objetivo proveer a Plantemos una herramienta móvil que ayude a que esta ONG pueda seguir poniéndose metas ambiciosas al facilitar la organización de las actividades de reforestación, llevar un registro centralizado de sus voluntarios y que muestre de una manera lógica la cantidad de árboles plantados en las distintas jornadas de reforestación. Se realizaron pruebas con los usuarios y se concluyó que el sistema implementado favorece la eficiencia en la recolección y procesamiento de los datos de voluntarios y árboles sembrados.





### 2.1. Objetivo general

Desarrollar una plataforma para la organización Plantemos con el fin de organizar actividades con voluntarios.

### 2.2. Objetivos específicos

- Lograr que la organización tenga un sistema automatizado de registro de voluntarios.
- Implementar una mejor herramienta para visualizar de manera lógica los datos de las áreas reforestadas.



Actualmente, hay muchas organizaciones que funcionan a través del voluntariado. Según el Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas, a nivel mundial hay aproximadamente 140 millones de personas que trabajan como voluntarios [1]. Desde que empezó la pandemia por COVID-19 se ha dado un incremento en la cantidad de personas que trabajan como voluntarios y se espera que ese número siga aumentando [2].

Según el manual para voluntarios de CAPLP, en las organizaciones que funcionan a través del voluntariado es extremadamente importante que las personas estén capacitadas y sepan lo que se espera de ellas para evitar accidentes y obtener los resultados esperados [3]. Debido a las herramientas tan manuales que usan para el registro de asistencia de los voluntarios a las actividades se dificulta encontrar los datos cuando los necesitan y existe una mayor probabilidad de error humano. Las charlas para los voluntarios acerca de seguridad y del proceso de siembra solo se dan una vez al principio de cada reforestación, por lo cual, si un voluntario llega tarde, no se le da esta información. La plataforma diseñada para Plantemos puede funcionar como una herramienta de organización, aprendizaje y colaboración entre los voluntarios y los directores.

Los objetivos propuestos son viables y aportan a la solución del problema, ya que:

- Conforme la organización Plantemos crece, cada vez se tienen más datos de los árboles reforestados. Actualmente, no cuentan con un documento con los datos consolidados y les cuesta encontrar los datos de actividades pasadas. Un sistema que tenga todos los datos en un solo lugar y sean rápidos de acceder ayudaría a la organización.
- Plantemos actualmente no cuenta con visualizaciones de los árboles reforestados ni de las áreas reforestadas. Un sistema donde existan estas visualizaciones ayudaría a incentivar a los voluntarios a unirse a esta organización y alcanzar sus objetivos en cuanto a árboles reforestados.

Según el RGK Center for Philanthropy and Community Service los organizadores de cualquier actividad tienen que saber bien cómo trabajar y tratar a sus voluntarios. Dado

que las actividades de reforestación de Plantemos son jornadas de corta duración, muchas veces los voluntarios tienen una conexión fuerte con la causa o son parte de un grupo como colegio o empresa que requieren hacer servicio comunitario [4]. Una parte de los voluntarios de Plantemos van a las actividades de reforestación por parte del colegio o del trabajo. Actualmente, se lleva el registro de participación en las actividades en varios archivos Excel u hojas de papel y puede ser un proceso bastante tedioso encontrar los registros cuando los voluntarios piden cartas de constancia de participación. Según Stephen Ross, un PhD en filosofía es muy importante que las organizaciones puedan brindar a los voluntarios información de manera rápida para mantener su atención [5]). Para poder proporcionar esta información, la aplicación busca tener reportes de actividades donde los organizadores puedan encontrar la información que necesitan para las cartas de constancia de una manera más rápida y eficiente. Los voluntarios podrán ver en cuantas actividades han participado y solicitar a los organizadores una carta de constancia.

Los voluntarios hacen trabajo no remunerado, pero es importante que la organización invierta en capacitarlos para conseguir los resultados deseados y evitar accidentes. También es importante realizar actividades bien planeadas y asegurarse de tener todos los materiales necesarios para proteger la seguridad de los voluntarios y mantenerlos motivados [4]. Para esto, la aplicación tendrá áreas informativas donde los voluntarios podrán adquirir los conocimientos necesarios previo a las jornadas de reforestación. La aplicación también dará recomendaciones sobre qué tipo de ropa y comida llevar para el día del evento y mostrará rutas para llegar al área de reforestación. En caso de que exista un accidente, la aplicación poseerá información de contactos de emergencia.

Según el departamento de salud y servicios humanos de los Estados Unidos, es importante mostrarles a los voluntarios que su trabajo está ayudando a alcanzar los objetivos de la organización y darles reconocimiento por su apoyo [6]. Además, según Engage, una página para líderes de voluntariado, es importante darles las gracias a los voluntarios por su trabajo. Para esto es importante que a los organizadores y voluntarios se les den capacitaciones y exista un medio de comunicación positivo [7]. La plataforma será un medio donde los voluntarios pueden ir ganando puntos y medallas por el trabajo realizado. Las medallas son una forma para lograr incentivar a los voluntarios y agradecerles por su trabajo. Según el International Journal of Human-Computer Studies al diseñar aplicaciones con un tipo de recompensas es más probable que las personas utilicen con más frecuencia la aplicación [8]. Esta misma publicación investigó acerca de cómo el sistema de puntos y medallas debería de ser tratado como un juego, y que al abrir la aplicación el usuario sea presentado con las medallas que puede ganar y cuánto le falta para ganárselas. De esta manera, los usuarios están más incentivados a utilizar la aplicación y ganarse las medallas que les hacen falta.

Dado que en los años recientes los celulares son considerados por muchos una necesidad, se decidió hacer la plataforma para dispositivos móviles. Según el censo que realizó el INE, en el 2018, había un 28% (n=3541508) de la población con celular e internet y un 20% (n= 2495534) de la población con computadora e internet [9]. Utilizando estos datos es más probable que los voluntarios tengan un celular que tenga acceso a internet que una computadora. Por esto se cree más conveniente hacer la plataforma de Plantemos en una aplicación móvil.

### 4.1. La ONG Plantemos

Según la Encyclopedia Britannica, una Organización No Gubernamental (ONG) es una organización que funciona a través de trabajo voluntario de otras organizaciones o personas individuales. Estas organizaciones tienen como objetivo brindar un servicio para la mejora de algún tema público, social o político. Normalmente, las ONG son sin fines de lucro y, por lo tanto, dependen de distintas fuentes para su financiamiento. Estas fuentes pueden ser donaciones privadas, cuotas de membresía o patrocinadores [10]. Las ONG han existido por cientos de años. En Guatemala en el año 2012 se creó la ONG llamada Plantemos.

Plantemos busca mejorar Guatemala y el mundo a través de talleres de educación ambiental y reforestaciones. La organización alcanza sus objetivos con el apoyo de voluntarios y financiamiento de patrocinadores. Plantemos ha solicitado ayuda creando una herramienta que les permitiera tener sus datos de una manera centralizada y que los pudieran presentar de una manera lógica y visual.

### 4.2. Voluntariado

Una de las partes más importantes de una ONG, como Plantemos, son los voluntarios. Los voluntarios que apoyan en este tipo de ONG no reciben compensación monetaria por su trabajo. Muchas organizaciones creen que los voluntarios son gratis dado que no reciben compensación monetaria, pero es de gran importancia invertir en organizadores y personal de ayuda para poder guiar a los voluntarios, tener un plan de acción y poder brindarles reconocimiento por el tiempo y esfuerzo invertido [11].

Según el RGK Center for Philanthropy and Community Service existen distintos tipos de voluntarios. Estos se pueden clasificar por la conexión que tienen con el trabajo realizado en la ONG y el tiempo que tienen disponible para realizar el trabajo voluntario. En el manual

de Strategic Volunteer Engagement se agrupan cuatro distintos tipos de voluntarios 11:

- Voluntarios que tienen fuerte conexión con la misión del voluntariado y poco tiempo para realizar el voluntariado. Algunos de los rasgos que identifican a este grupo de voluntarios:
  - Tienen una fuerte conexión a la causa o a la organización.
  - Esperan un evento bien planificado donde las instrucciones de lo que tienen que hacer sean fáciles de seguir y se les den todos los materiales necesarios para la actividad.
  - Es posible que no tengan expectativas claras del impacto que ellos están teniendo con la organización.
  
- Voluntarios que tienen fuerte conexión con el objetivo del voluntariado y mucho tiempo para realizar el voluntariado.
  - Tienen una fuerte conexión con la organización o la misión de la organización.
  - Están dispuestos a hacer varios tipos de trabajo para ayudar a la causa.
  - Pueden llegar a necesitar capacitaciones para poder llegar a trabajar como voluntarios.
  - Pueden ser de cualquier grupo etario.
  - Aprecian el reconocimiento constante.
  
- Voluntarios que quieren prestar talentos específicos y tienen poco tiempo para voluntariado.
  - Buscar un voluntariado donde puedan utilizar sus talentos únicos.
  - Esperan reconocimiento específico en las áreas en las que invierten su tiempo.
  - Muchas veces no les gusta ser considerados voluntarios, prefieren ser llamados practicantes o consultores.
  
- Voluntarios que quieren prestar talentos específicos y tienen mucho tiempo para el voluntariado.
  - Prefieren trabajar en aspectos que tienen que ver con sus talentos.
  - Combinan dedicación con talento para aportar a la causa.
  - Esperan que los organizadores puedan proveer los materiales que necesitan.
  - Esperan que ser reconocidos por el trabajo realizado.

La mayoría de los voluntarios que participan en los eventos de Plantemos tienen una fuerte conexión con la causa de reforestar Guatemala y mejorar el medio ambiente, pero tienen tiempo limitado, solo pueden participar ciertos fines de semana. Dado que estos voluntarios no poseen tanto tiempo para dedicarse al voluntariado, esperan que el evento esté bien planificado y se les provea con las herramientas necesarias para las reforestaciones.

### 4.3. Reforestaciones

Las reforestaciones son actividades cuyo objetivo es la siembra de árboles en un lugar que ha sido destruido. Estas se pueden clasificar en dos grupos distintos: las rurales y urbanas.

- De acuerdo al Grupo Iberdrola, Las reforestaciones urbanas se dan en lugares como ciudades, y estas tienen como objetivos mejorar la calidad de aire, disminuir la cantidad de CO<sub>2</sub> y mantener la temperatura del área más fresca.
- Las reforestaciones rurales tienen el objetivo de reintroducir flora a los ecosistemas, conservación de fauna, absorber más CO<sub>2</sub> y producir más oxígeno [12].

La mayoría de las reforestaciones hechas por Plantemos son consideradas rurales, ya que estas se realizan en parques nacionales o áreas de tierra que los patrocinadores han proporcionado y no están localizadas en medio de una ciudad.

Las reforestaciones están compuestas por varios pasos para poder lograr sus objetivos. Los pasos a seguir para que una reforestación sea exitosa son: planificación, siembra y supervisión de árboles y mantenimiento del área.



Figura 1: Diagrama de pasos de una reforestación adaptado de *El manual básico de prácticas de reforestación* [13]

#### 4.3.1. Elección de sitio

En la selección de sitio, los organizadores de Plantemos se ponen en contacto con sus patrocinadores para conseguir un terreno en donde sembrar árboles. Algunas de las reforestaciones de Plantemos se han llevado a cabo en parques Nacionales e.g. (Parque Naciones Unidas, Cerro de Oro) y fincas privadas. Cuando los patrocinadores dan un terreno para reforestar, le indican a Plantemos cuántos árboles pueden sembrar en esa área. Ya conseguidas las áreas a ser reforestadas se escogen cinco fechas anuales para las reforestaciones. Estas normalmente se llevan a cabo el primer domingo del mes de mayo a septiembre [13].

### 4.3.2. Producción de planta

La calidad de los árboles que se siembran es uno de los factores determinantes para que una reforestación sea exitosa. Durante este paso se escogen qué especies de árboles son los que se van a sembrar. Plantemos recolecta las semillas de árboles nativos de Guatemala a utilizar. Ya teniendo las fechas de reforestaciones establecidas se siembran las semillas de los árboles para que en las reforestaciones los voluntarios puedan sembrar los árboles jóvenes [13](#).

### 4.3.3. Reforestación

A una semana de la reforestación los organizadores y trabajadores de la finca hacen la preparación del terreno. Se cavan hoyos en la tierra para que el día de la actividad los voluntarios solo tengan que sembrar el árbol. El día de la reforestación se llevan todos los árboles jóvenes al área a reforestar y se les da a todos los voluntarios una pequeña explicación de cómo sembrar los árboles. Cada voluntario puede decidir la cantidad de árboles que desea sembrar, tomando en cuenta que el voluntario es el que carga los árboles hasta los hoyos. Si los voluntarios llegan a tener una duda o a requerir asistencia, los organizadores y miembros del STAFF (voluntarios con más experiencia y capacitación) pueden llegar a apoyar. Luego de que cada voluntario haya terminado de plantar sus árboles, se puede retirar de la actividad. Si los voluntarios no logran terminar de sembrar todos los árboles, los trabajadores de la finca o el parque son los que terminan de sembrar.

### 4.3.4. Protección y mantenimiento

Esta etapa del proceso de reforestación tiene como objetivo evitar que los árboles recién sembrados sufran algún daño que ya no permita que lleguen a edad adulta. El mantenimiento del área reforestada es una de las partes más importantes de las reforestaciones. Si no se le da importancia al cuidado de los árboles, es muy probable que los arbolitos no sobrevivan y no se logren obtener los resultados esperados [13](#). En época seca, Plantemos riega los árboles más jóvenes para asegurarse que estos puedan crecer.

## 4.4. Design thinking

Es un proceso iterativo para resolver problemas que permite ver cómo responden las personas sin tener que invertir tanto tiempo y trabajo para obtener resultados. Las cinco distintas fases que componen el proceso son:

- Empatía: Sirve para entender los problemas, necesidades y deseos de los usuarios.
- Definición: Permite identificar los problemas a los cuales se busca tener una solución.
- Ideación: Busca generar nuevas ideas que puedan ser posibles soluciones a los problemas encontrados.



- Prototipado: Se implementan las ideas, permite poder visualizar las posibles soluciones.
- Pruebas: Se identifican puntos fuertes y débiles del prototipo [14].

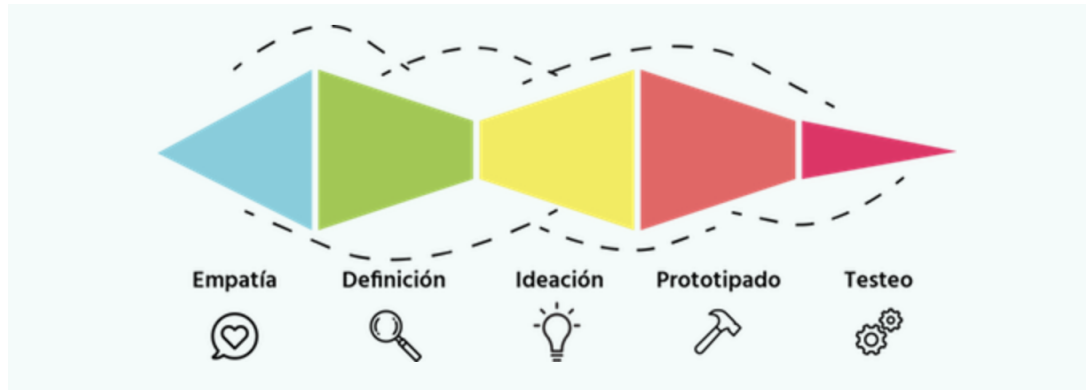


Figura 2: Cinco fases del proceso de Design Thinking, imagen de Design Thinking en Español [15]

## 4.5. Metodología ágil

Es un método para el manejo de proyectos que permite entregar una solución útil al cliente de manera rápida. En esta metodología se busca tener bastantes entregas cada vez con más avances. Una de las maneras más utilizadas es Scrum [16].

Scrum es una palabra que se utiliza en el juego de rugby cuando un equipo tiene que reiniciar el juego después de una infracción menor o cuando la pelota ha salido de los límites. Los delanteros del equipo se apiñan muy juntos con la cabeza y luego empujan hacia adelante contra los delanteros del equipo contrario, que están haciendo lo mismo. Luego, la pelota se coloca en el medio de este scrum y los jugadores intentan ganar la posesión de la pelota.

De manera similar, en la metodología Scrum, un equipo trabaja en conjunto para lograr un objetivo común. Los miembros del equipo colaboran entre sí, tal como lo hacen los delanteros en el rugby. El progreso del equipo se revisa con frecuencia y se hacen los ajustes necesarios, al igual que los jugadores de rugby ajustan su estrategia durante un scrum. El propietario del producto, que es responsable de priorizar el trabajo del equipo, se puede comparar con el entrenador de rugby que establece la estrategia del equipo. Este marco de trabajo se basa en el aprendizaje continuo y la habilidad de adaptarse a distintas condiciones y requerimientos de los usuarios. Scrum se puede separar en tres 'artefactos', 'product backlog', 'sprint backlog', y el incremento.

- Sprint: Es el tiempo en el que los miembros del equipo trabajan para alcanzar la meta propuesta en la planificación de un segmento del proyecto. Normalmente, los sprints son de dos semanas, pero depende del equipo y de sus metas.
- Product Backlog: Es la lista inicial de trabajo que se tiene que hacer. Esta puede contener funcionalidades, requisitos, correcciones. Se utiliza para saber cuál es el trabajo a realizar en los sprints.

- Sprint Backlog: Es una lista de historias de usuario, correcciones o avances que se han decidido realizar en el sprint que se está trabajando. Antes de empezar cada uno de los sprints se hace una reunión de planificación y se eligen qué elementos son los que se trabajarán.
- Incremento (meta de sprint): Es el producto final de cada uno de los sprints. La meta de cada sprint puede depender del producto y las metas del equipo, pero normalmente una meta de los sprints es enseñar avances a los clientes y usuarios para asegurar que se están cumpliendo los objetivos [17].

Para asegurar el éxito de Scrum es importante realizar ciertas reuniones con el equipo de trabajo. Según Atlassian, existen cinco distintas reuniones que se pueden dar [17]:

- Organización del backlog: Se optimiza la lista de retroalimentación proporcionada por los usuarios y del equipo de desarrolladores. Esto con el objetivo de que el equipo pueda trabajar en los puntos de la lista en cualquier momento del desarrollo.
- Planificación de los sprints: En esta reunión deben de estar todos los miembros del equipo de desarrollo de la aplicación. El objetivo es poder decidir la meta del siguiente sprint y qué pasos se tienen que hacer para poder cumplir con esa meta.
- Scrum diario: Es una reunión corta que se tiene todos los días o casi todos los días para asegurar que todos sigan teniendo en mente la meta del sprint y que cada quien tenga claro el trabajo que le fue asignado.
- Revisión del sprint: Es una reunión que se hace al final de cada sprint. Se busca que estén todos los miembros del equipo de desarrollo del producto y ver si se logró o no conseguir la meta establecida en la planificación del sprint.
- Retrospectiva del sprint: En la reunión de retrospectiva de los sprints, el grupo discute acerca de lo que funcionó bien y mal en el sprint. El objetivo es que el equipo de trabajo pueda mejorar en el siguiente sprint.

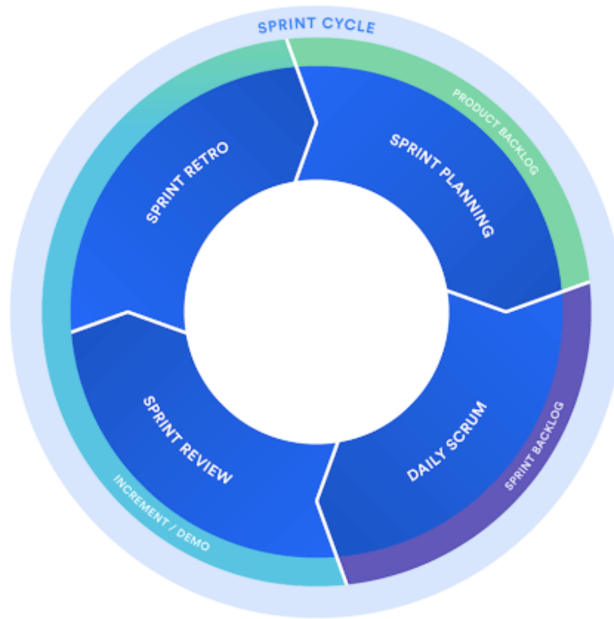


Figura 3: Diagrama con las reuniones de un sprint, imagen de Atlassian [17]

## 4.6. Github

Es una plataforma, de fuente abierta, utilizada para mantener un control de versiones de código de un proyecto; permite trabajar en equipo sobre el mismo código, desde cualquier lugar. Además, se utiliza para poder llevar un registro de los avances que se han hecho en el proyecto y poder recuperar el código en caso de ser necesario [18].

## 4.7. Aplicaciones móviles

Una aplicación móvil es un software que está hecho para utilizarse en dispositivos inalámbricos pequeños como celulares y tablets. Actualmente, hay más de 7 millones de usuarios con celulares inteligentes y el número sigue en aumento [19]. Los dos sistemas operativos que se encuentran en el mercado para aplicaciones móviles son Android y IOS. Android está hecho por Google y se puede tener en celulares hechos por distintas compañías como Samsung, Huawei y otros. El IOS está hecho por Apple exclusivamente para hardware creado por ellos. Según Statcounter, una página con estadísticas mundiales, en septiembre de 2022 el sistema operativo con más usuarios es Android con el 70% de los usuarios de celulares y en segundo lugar IOS con el 28% de los usuarios de celulares [20]. Para el otro 2% de los usuarios se desconoce qué sistema operativo utilizan.

Existen cuatro distintos tipos de aplicaciones:

- Nativas: son aquellas que se guardan y se ejecutan localmente en el dispositivo de las personas. Estas son hechas específicamente para un sistema operativo, por ejemplo

aplicaciones únicamente para Android requieren de Java o Kotlin.

- Híbridas: son aquellas que están hechas para funcionar en plataformas Android e IOS utilizando solo un código que se adapta a las plataformas. Estas utilizan código nativo o código web para hacer las aplicaciones. Normalmente, estas aplicaciones se desarrollan más rápidamente.
- Web: son aquellas que son accesibles a través de un navegador y una URL. A diferencia de las aplicaciones híbridas y nativas, estas aplicaciones no se instalan en el dispositivo [21].
- Sin código: son aquellas que están hechas con herramientas de arrastrar y soltar. Estas permiten que personas sin experiencia en codificación puedan crear una aplicación nativa, híbrida o web [22].

## 4.8. Arquitectura de la aplicación

En una aplicación móvil, la arquitectura se refiere a un conjunto de reglas o patrones que indican cómo se debe construir la aplicación para que esta esté bien estructurada y logre que sea probable, mantenible a largo plazo y fácil de entender [23]. La arquitectura de la aplicación no depende de la plataforma, sino de sus funcionalidades, el alcance, y la escalabilidad que se le quiere dar a la aplicación. Cada una de las aplicaciones móviles tiene distintas capas o niveles. Una de las más populares es la arquitectura de tres niveles. Los tres niveles son: presentación, empresarial y de datos. El nivel de presentación es el encargado de todo con lo que el usuario puede interactuar y ver. Esto incluye 'User Interface' (UI), 'User Experience' (UX). El nivel empresarial incluye cómo la aplicación va a procesar operaciones y hacer intercambio de datos. Dentro del nivel empresarial entran los procesos de registro de usuarios, validación de datos y almacenamiento en 'caché' de datos. El nivel de datos es el que se encarga del mantenimiento y seguridad de los datos de la aplicación [21].

## 4.9. Escalabilidad

Este aspecto de las aplicaciones móviles, y cualquier otro tipo de software, es vital. Se refiere a qué tan bien se adapta el software a cambios en la cantidad de usuarios (incremento o decremento) o cambios en la cantidad de datos a procesar con un cambio mínimo en el costo para poder adaptarse a las demandas del cliente [24].

Es importante que una aplicación sea escalable para que pueda mantener su rendimiento y la seguridad en los datos. Algunos temas claves a considerar en una aplicación para ser escalable son la selección de software e infraestructura, tener una arquitectura definida, almacenamiento de datos en la nube y poder tener la capacidad de integrar varias aplicaciones [25].

## 4.10. Pruebas para aplicaciones móviles

Las pruebas de aplicaciones móviles miden el rendimiento y funcionamiento de la aplicación en distintos dispositivos. Son importantes para poder verificar que las distintas partes de la aplicación estén funcionando como se espera. Las pruebas pueden ser realizadas de manera manual o automatizada [26]. Algunas de las pruebas para aplicaciones móviles son:

- Pruebas de integración: evalúa que las distintas partes del software funcionen correctamente al ser utilizadas juntas. Se prueban varios componentes al mismo tiempo para revisar si el resultado es el esperado.
- Pruebas unitarias: comprueba que los distintos componentes de la aplicación sirvan de manera individual.
- Pruebas de extremo a extremo: se simulan escenarios que los usuarios encontrarán, como por ejemplo ingresar a la aplicación o navegar por las distintas páginas. Asegura que la aplicación funcione como se espera a la hora de ser utilizada por los clientes.
- Pruebas de compatibilidad: utiliza la aplicación en distintos tipos de dispositivos, con el fin de confirmar que todas las funcionalidades y elementos visuales funcionen correctamente.
- Pruebas de usabilidad: garantiza que la aplicación sea intuitiva y fácil de utilizar.
- Pruebas de interfaz: comprueba que los menús, botones y la navegación dentro de la aplicación funcionan correctamente.
- Pruebas de instalación: se hace una validación instalando y desinstalando la aplicación para ratificar que funcione correctamente.
- Pruebas de seguridad: válida si se protege la información que se envía y recibe a la aplicación [27].

## 4.11. Seguridad de los datos

La seguridad de los datos se refiere a proteger la información digital del robo, acceso de parte de personas no autorizadas o el cambio no intencional de los datos. Se utilizan técnicas de autenticación en las cuentas de los usuarios, como: utilizar contraseñas, tener algún tipo de 'pin', usar datos biométricos, incluso doble factor de autenticación. Otro método para mejorar la seguridad de los datos es encriptar el código y los datos [28].

El cifrado o encriptación de los datos es el proceso de transformar datos de texto a un formato ilegible. Esta técnica se utiliza para proteger información confidencial y tener comunicaciones seguras entre dispositivos. Si los datos llegan a ser interceptados o robados, no se pueden leer sin la clave correcta. Existen dos métodos de encriptación:

- Simétrica: se emplea una única llave para poder encriptar y desencriptar los datos.

- Asimétrica: utiliza una llave distinta para encriptar (pública) y desencriptar (privada). [29].

## 4.12. Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es una notación utilizada para poder implementar algoritmos. La mayoría de los lenguajes de programación son basados en texto, pero también existen basados en gráficos y símbolos. Se pueden clasificar en dos grupos: de alto y bajo nivel [30].

- Alto nivel: Está diseñado para que los programadores puedan escribir y leer los programas de una manera más fácil y rápida que los programas escritos en un lenguaje de bajo nivel. Un beneficio de estos programas es que pueden ser utilizados en varias computadoras. Una desventaja es que no son tan eficientes como los lenguajes de bajo nivel porque cada instrucción dada en un lenguaje de alto nivel se traduce a muchas instrucciones para la computadora. Gran parte del software hecho en la actualidad utiliza un lenguaje de alto nivel [30]. Algunos de los lenguajes de alto nivel son: Python, JavaScript, R.
- Bajo nivel: Es aquel que está diseñado para ocupar menos memoria y ser ejecutado más rápidamente que un programa escrito en un lenguaje de programación de alto nivel. Una desventaja es que es más tardado tanto para aprender a utilizar estos lenguajes como escribir código. Aparte es más difícil encontrar y corregir errores [30]. El lenguaje único que entiende el computador es el binario, el cual es considerado un lenguaje de bajo nivel. Otro ejemplo de un lenguaje de bajo nivel es Assembler.

## 4.13. Plataforma o ambiente de trabajo ('Frameworks')

Un 'framework' : es un conjunto de herramientas que provee una forma estandarizada de implementar y crear aplicaciones [31]. Algunos de los 'frameworks' que se están utilizando para la producción de aplicaciones móviles son Flutter, React Native, Ionic, Xamarin y JQuery Mobile.

## 4.14. Fuente abierta vs Fuente propietaria ('Open-Source' vs 'Closed-Source')

Un 'software' o 'framework' de fuente abierta es de acceso público (OSS). Esto quiere decir que cualquier persona puede acceder al código y utilizarlo como desee. La mayoría se obtiene de forma gratuita, pero si existen OSS ('open source software') que son pagados [32]. Un ejemplo de una plataforma de fuente abierta es React Native, creado en el 2015 para poder desarrollar aplicaciones para Android y iOS.

Por el contrario, un 'software' o plataforma propietaria ('closed source software' o CSS ) es una que no es de acceso público. En un software propietario solo el individuo u organización que lo creó lo puede cambiar. Normalmente, para utilizar un 'software' de fuente propietaria se tiene que pagar y obtener una licencia para su uso [32].

## 4.15. Sistemas frontales y traseros

Mucho del 'software' desarrollado consta de dos partes:

- Sistema frontal ('Front End'): Hace referencia a la parte del código de una aplicación móvil o web que se encarga de la parte visual o interfaz con la que interactúan los usuarios. El objetivo es que sea estética, funcional e intuitiva. Como parte del front end algunos elementos son los colores utilizados, las fuentes de texto y las imágenes. Algunos lenguajes de front end son CSS, HTML y JavaScript [33].
- Sistema trasero ('Back End'): se encarga de la lógica de negocio, así como la conexión con el servidor y recibir datos de las bases de datos. Algunos lenguajes de backend son Java y JavaScript [33].

## 4.16. Servicios en la nube

Es un servicio informático, también conocido como computación en la nube. El objetivo es proveer servidores, almacenamiento, bases de datos, redes y 'software' para que el usuario no requiera de equipos ni licencias propias. La nube ofrece servicios donde solo se pagan los recursos que se utilizan, además ayuda a que las aplicaciones o otros proyectos computacionales puedan escalar según las necesidades.

Existen cuatro distintos tipos de servicios de nube:

- Infraestructura como un servicio (IaaS, por sus siglas en inglés): Servicio en que el proveedor ofrece aspectos físicos que se pueden utilizar para hacer software, pero el consumidor tiene que encargarse de los otros recursos como el sistema operativo, tiempo de ejecución, aplicaciones y datos.
- Plataforma como un servicio (PaaS, por sus siglas en inglés): En este tipo de servicio, el proveedor ofrece los aspectos físicos y los aspectos relacionados con hacer software (como sistema operativo y tiempo de ejecución). El consumidor maneja las aplicaciones y los datos.
- 'Software' como un servicio (SaaS, por sus siglas en inglés): En este servicio el proveedor ofrece los aspectos físicos y los aspectos relacionados con hacer software (como sistema operativo y tiempo de ejecución) además maneja las aplicaciones y los datos [34].
- 'Backend' como un servicio (BaaS, por sus siglas en inglés): Tipo de servicio donde el proveedor ofrece los aspectos físicos y los aspectos relacionados con hacer software

(como sistema operativo y tiempo de ejecución) además maneja las aplicaciones y los datos. Normalmente, los proveedores utilizan 'APIs' y 'SDK' (software development kit) para darle a los clientes la capacidad de que las aplicaciones siendo desarrolladas puedan conectarse con el almacenamiento de la nube. Además, proveen herramientas de administración de usuarios, e integración con redes sociales [35].

#### 4.17. Bases de datos

Una base de datos es una colección de datos estructurados y guardados de manera electrónica. Se pueden clasificar en dos distintos tipos:

- Relacionales: Las bases de datos están compuestas por tablas; muchas veces las tablas están relacionadas entre sí. La gran mayoría utilizan 'Structured Query Language' (SQL) un lenguaje para acceder a los datos. Algunos ejemplos de bases de datos relacionales son PostgreSQL, MySQL.
- No relacionales: Utilizan 'Non Structured Query Language' (noSQL) un lenguaje para acceder a los datos cuando no están en bases de datos relacionales. Normalmente, están compuestas por documentos. Estos documentos no necesariamente tienen una estructura definida. Para organizar datos en bases de datos no relacionales existen colecciones, cada colección está compuesta de documentos que poseen una estructura bastante similar o idéntica entre sí. Dependiendo de la complejidad de los datos, es posible crear subcolecciones para cada uno de los documentos. [36]. Algunos ejemplos de bases de datos no relacionales son MongoDB y Google Cloud Firestore.

A la hora de escoger una base de datos es importante tomar en cuenta el 'Service Level Agreement' (SLA) ya que con este dato se puede saber qué porcentaje del tiempo van a estar funcionando los servidores [37].

#### 4.18. Interfaz para la programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés)

Un 'Application Programming Interface' o más comúnmente conocido como API es un grupo de protocolos para construir e integrar aplicaciones. Las APIs funcionan permitiendo que un servicio o producto sea capaz de comunicarse con otros servicios y productos sin la necesidad de saber cómo se implementan. El objetivo de las APIs es simplificar el proceso de desarrollo de las aplicaciones móviles [38].

Hay cuatro diferentes tipos de APIs que se diferencian por el nivel de acceso y el alcance de uso que tienen.

- Open APIs (abiertos): también llamados External APIs, están disponibles para el uso de todos los desarrolladores. Una de las ventajas de este tipo de API es que



comparten datos abiertamente y esto hace que otros desarrolladores quieran integrar sus aplicaciones con este tipo de APIs.

- Partner APIs (en sociedad): están disponibles para personas que tienen algún tipo de relación de negocios con la compañía que provee la API. El acceso a estos APIs es más limitado y se requieren licencias oficiales para utilizarlos. Además, las medidas de seguridad de los datos tienden a ser más fuertes que en las Open APIs.
- Internal APIs (internos o privados): conocidos como Private APIs, son APIs hechos para ser usados dentro de una compañía con el objetivo de transferir datos entre equipo y sistemas. Estas API solo pueden ser utilizados por los desarrolladores de la compañía.
- Composite APIs (compuestos): son una combinación de múltiples APIs, estos tienen como objetivo facilitar a que los desarrolladores puedan recibir una respuesta unificada de varios servidores o fuentes de datos [39].

Existen tres distintos tipos de arquitecturas o reglas que guían cómo los APIs comparten información, esas son:

- SOAP: Simple Object Access Protocol, es un protocolo de transferencia de datos a través de distintas redes. SOAP define claramente cómo enviar los mensajes y que tienen que incluir al enviarlos a la API. Este tipo de arquitectura se utiliza en su mayoría cuando se quiere transferir datos de manera interna y que los datos requieren de mucha seguridad.
- RPC: Remote Procedure Call es un protocolo en el cual se ejecuta código en un servidor. Aunque es relativamente más fácil de utilizar que las otras dos arquitecturas, tiene más limitaciones en la seguridad de los datos. Este tipo de arquitectura se utiliza más que todo en Internal APIs.
- REST: Representational State Transfer, es un guía para APIs escalables y fáciles de usar. Esta guía incluye:
  - Client-Server separation: Todas las interacciones entre el cliente y servidor deben tener el orden de: primero se da la solicitud del cliente y luego una respuesta del servidor. El servidor no puede hacer solicitudes y el cliente no puede dar respuestas.
  - Uniform Interface: Todas las solicitudes y respuestas hechas por la API deben utilizar el protocolo HTTP para comunicarse.
  - Stateless: Cada una de las interacciones que existen entre el cliente y el servidor son independientes de las otras interacciones. El servidor no guarda ninguna de las solicitudes.
  - Layered system: Todas las solicitudes y respuestas que se hacen siempre deben tener el mismo formato.
  - Cacheable: Las respuestas que envía el servidor deben tener un indicador sobre si el cliente puede guardarlas en un 'caché' y, si se pueden guardar, por cuánto tiempo.

Esta arquitectura de API es considerada rápida y segura para la transferencia de datos, por lo que es utilizada por muchos desarrolladores [39].



## 5.1. Diseño y prototipado

### 5.1.1. Estado del arte

Antes de iniciar con el trabajo se realizó una investigación del Estado del Arte. Esta tenía el propósito de aprender sobre qué se estaba haciendo, en el mundo de los voluntarios, para poder maximizar la participación. También se exploró acerca de las aplicaciones de reforestación y voluntarios para poder obtener nuevas ideas que pudieran beneficiar a Plantemos.

### 5.1.2. Design thinking

Este método iterativo consiste en empatizar, definir, idear, prototipar y probar para realizar prototipos del proyecto rápidamente. Se utilizó este método para obtener retroalimentación de manera constante y reducir la cantidad de desperdicio. Si algo no iba conforme a los objetivos, se puede cambiar o modificar para asegurarse que la aplicación fuera lo más eficiente y útil para el usuario.

Como parte de Design Thinking se hizo un Feedback Capture Grid con los voluntarios. Se organizó la retroalimentación con respecto a elementos de Plantemos que les gusta, qué no les gustan o quieren cambiar, alguna pregunta que les haya surgido y qué ideas tienen.

Además, se entrevistaron a distintos voluntarios de la organización para aprender acerca de su experiencia como voluntario. Se contactó telefónicamente a voluntarios y organizadores que asisten a las reforestaciones de manera constante y también de algunos que solo han llegado un par de veces. También se condujeron entrevistas a través de Zoom a voluntarios

con el fin de poder aprender más acerca de la organización y las actividades de reforestación.

Durante una actividad de reforestación se realizaron entrevistas presenciales. Se hicieron las siguientes preguntas:

A los voluntarios:

- ¿Cómo te enteraste de la organización Plantemos?
- ¿Cómo empezaste a ser voluntario?
- ¿Cómo llegaste al evento?
- ¿Qué llevas a un evento de reforestación?
- ¿Te hizo falta algo en el evento? (herramienta o conocimiento)
- ¿Qué dificultades encontraste al momento de ser voluntario?
- ¿Qué te gusta más de ser voluntario?
- ¿Qué te disgusta de ser voluntario?
- ¿Qué cosas que cambiaría acerca de ser voluntario?
- ¿Has tenido experiencias frustrantes al ser voluntario?

A los organizadores y staff se les preguntó:

- ¿Cómo te iniciaste en el staff?
- ¿Tuviste alguna capacitación para ser parte del staff? Si la respuesta es sí, ¿En qué consiste la capacitación?
- ¿Qué te gusta más de ser parte del staff?
- ¿Qué actividades son las que realizas como miembro del staff?
- ¿Qué necesitas cuando vas a un evento?
- ¿Cómo organizas un evento, cuáles son los pasos a seguir?
- ¿Cómo se administran los recursos?
- ¿Cómo se reclutan voluntarios?
- ¿Qué dificultades tienen al reclutar voluntarios?
- ¿Cómo asignan voluntarios a un evento?

## 5.2. Scrum/Sprints

Como parte de la etapa de planificación para el desarrollo se utilizó el ambiente de trabajo o plataforma Scrum, con el fin de tener iteraciones cortas de tiempo que ayuden a alcanzar metas específicas en cada Sprint. Utilizando el Software llamado Jira se planificaron los sprints asignando a cada uno un objetivo distinto [40]. Se crearon cronogramas y se estudiaron las estadísticas del desempeño en cada sprint. Los sprints planificados se ajustaron según los resultados obtenidos de cada iteración realizada. Se ajustaron para asegurar que la aplicación fuera lo más útil para el usuario. Para tener comunicación y retroalimentación constante del equipo de Plantemos, se realizaron reuniones por Zoom cada dos semanas.

Los objetivos y tareas de cada sprint fueron:

### 5.2.1. Sprint 1

Objetivo: Conocer más acerca de la organización Plantemos y entender cuáles son los procesos que llevan a cabo.

Tareas:

- Asistir a una actividad de capacitación para entender más acerca de los pasos a seguir antes y después de una reforestación.
- Determinar si Plantemos cuenta con una paleta de colores, logos y otros requisitos que ellos pudieran tener para el diseño.
- Determinar si se hará una aplicación móvil o web.

### 5.2.2. Sprint 2

Objetivo: Facilitar que los voluntarios y staff puedan crear una cuenta en la aplicación.

Tareas:

- Generar el registro para que los usuarios puedan crear una cuenta a la aplicación.
- Crear un método de identificación para que los usuarios puedan ingresar a la aplicación con sus credenciales.
- Generar un botón de recuperación de contraseña para que los usuarios puedan recuperar sus credenciales.
- Generar una pantalla debidamente estructurada para que sea de fácil uso.

### 5.2.3. Sprint 3

Objetivo: Implementar una herramienta para que los organizadores puedan crear eventos y los voluntarios puedan asignarse a eventos.

Tareas:

- Generar una pantalla de perfil de usuario para que cada uno pueda modificar sus datos y ver sus participaciones.
- Facilitar la creación y eliminación de eventos de reforestación por parte de los usuarios administrativos.
- Generar una pantalla para que el voluntario pueda asignarse a las actividades de reforestación.

### 5.2.4. Sprint 4

Objetivo: Creación de registro de asistencia y constancia de horas de voluntariado.

Tareas:

- Generar un reporte para que los usuarios administrativos puedan llevar control de la cantidad de voluntarios inscritos a cada evento.
- Facilitar el registro de asistencia de los voluntarios para los organizadores.
- Creación del sistema de medallas y puntos para incentivar a los voluntarios a asistir a las reforestaciones.
- Crear un reporte de actividades para que el administrador pueda llevar registro de los voluntarios.
- Crear un reporte de actividades para que el voluntario pueda llevar registro de las actividades en las que ha participado.

### 5.2.5. Sprint 5

Objetivo: Visualización de datos de rutas a las áreas de reforestación y datos de cada reforestación.

Tareas:

- Crear mapas para que los usuarios planifiquen su llegada a la reforestación.
- Crear mapas con áreas reforestadas para que los voluntarios puedan ver dónde se han hecho reforestaciones.
- Facilitar la visualización de datos por actividad y a nivel general.

### 5.2.6. Sprint 6

Objetivo: Darle a los usuarios un espacio en la aplicación para aprender sobre las reforestaciones a través de tutoriales.

Tareas:

- Crear el tab de tutoriales para que los usuarios puedan informarse y resolver dudas sobre lo que conlleva participar en las reforestaciones.

### 5.2.7. Sprint 7

Objetivo: Capacitar al equipo de Plantemos, para que puedan seguir utilizando y manteniendo la aplicación.

Tareas:

- Crear un manual técnico y uno de usuarios para que los administradores lo puedan consultar.
- Trabajar en la transferencia de capacidades (código y bases de datos) para que los usuarios de la organización puedan continuar con el uso y desarrollo de la aplicación.
- Hacer pruebas de aplicación con los usuarios para validar la aplicación

## 5.3. Plataforma y base de datos

Para este proyecto se utilizó la plataforma de aplicaciones móviles, React Native [41]. Se utilizó un servicio de computación en la nube, específicamente Firebase, un 'BaaS' [42]. La base de datos utilizada fue Firebase Firestore [43], una base de datos 'NoSQL'.

## 5.4. Arquitectura del sistema

Para desarrollar una aplicación escalable, fácil de testear y que se pueda mantener a largo plazo, se decidió utilizar una arquitectura de tres capas: presentación, empresarial y de datos.

## 5.5. Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias y se verificó el funcionamiento correcto de la aplicación utilizando Jest [44].

Se hicieron dos tipos de pruebas con usuarios. Una de las pruebas consistió en usar Google Forms, para recolectar datos de en línea por medio de cuestionarios personalizados [45]. El segundo tipo de pruebas fueron en formato presencial, otorgando un celular a los voluntarios y tomando tiempos mientras se realizaban distintas acciones de casos de la vida real en la aplicación.

## 5.6. Manual de transferencia de capacidades

Se creó un manual donde se explican las distintas funcionalidades que tiene el sistema. Este manual fue realizado utilizando Google Drive [46].



#### 6.1. Estado del arte

En la investigación del estado del arte se lograron encontrar varias aplicaciones web y móviles que se utilizan en otras organizaciones para motivar a sus voluntarios a participar en las actividades. Una de las áreas que presentan la mayoría de las aplicaciones es una página donde se muestran los logros de la organización.

En anexos se puede encontrar la información recopilada por la investigación del estado del arte.

#### 6.2. Design thinking

Con las entrevistas realizadas por medio de Zoom y la participación en la actividad de reforestación, se logró entender cómo Plantemos realizaba el proceso de organizar y llevar a cabo una reforestación.

- **Creación de eventos:** Para poder crear un evento de reforestación, Plantemos publica un 'post' en sus redes sociales indicando el lugar, la fecha y la hora del evento. En la página web existente se presenta información general de Plantemos, por ejemplo: cómo se pueden realizar donaciones o un estimado de los árboles plantados. En la página no se da información sobre cuando van a ser las actividades de reforestación ni cómo asignarse.
- **Inscripción de las personas a un evento:** Si las personas desean participar en a un evento de reforestación, tienen que llamar a uno de los organizadores y confirmar

su asistencia. También hay personas que no se inscriben, pero sí llegan a los eventos. La inscripción es un proceso que requiere al menos una persona atendiendo el teléfono, desde que se crea el evento hasta que se lleva a cabo la reforestación.

- **Día de la reforestación:** La mayoría de veces, el día del evento no se toma asistencia de los voluntarios. Las pocas veces que sí se toma se hace con un lápiz y papel o en la aplicación de notas del celular. Al retirarse los voluntarios, se realiza el cálculo de los árboles sembrados, restando los árboles sin sembrar de los árboles llevados al evento. Este dato es registrado en otra nota del celular o en otro papel. Posteriormente, los datos de la reforestación son trasladados a una hoja de Excel.
- **Datos de reforestaciones:** No poseen un solo documento Excel con los datos de todas las reforestaciones que han hecho. El dato de la cantidad de árboles sembrados que se presenta en su página web es solo una estimación, dado que no tienen consolidados los datos para saber el número exacto.

### 6.2.1. Entrevistas

Con el objetivo de profundizar más el conocimiento de la organización se entrevistaron a un organizador y a nueve voluntarios de Plantemos, de manera virtual.

A el organizador se le hicieron preguntas acerca de cómo le parecía el uso de redes sociales para llevar constancia de los voluntarios. También se consultó sobre las herramientas llevadas a las reforestaciones y la información dada a los voluntarios.

A los voluntarios se les hicieron preguntas sobre lo que llevan a una reforestación y la información dada por los organizadores. Las entrevistas se encuentran en anexos.

Según el organizador de Plantemos, Facebook [\[47\]](#) es la mayor plataforma para el reclutamiento de voluntarios, pero para poder llevar constancia de voluntarios y los datos no es útil. Además, considera que Facebook es una red social y como cualquier red social no dura para siempre. No quería depender de esa herramienta para poder manejar a sus voluntarios. También indicó que se les da a los voluntarios una pequeña plática informativa al principio de cada reforestación en la que se les explica cómo se siembran los árboles, y se reparten algunas palas y guantes que tiene la organización.

Los voluntarios indicaron que la información acerca de cómo sembrar árboles dada en la plática informativa inicial es útil. A pesar de que la plática les parece útil, mencionaron que les gustaría que esta información pudiera estar accesible en cualquier momento. También mencionaron que había veces que la dirección de la reforestación no era exacta, por lo que hacía el traslado más tardado. Para resolver estos problemas se decidió incorporar mapas y direcciones de Waze y Google Maps en la herramienta.

Los voluntarios también mencionaron que les gustaría poder saber, antes de ir a su primera reforestación, qué tienen que llevar. Se logró elaborar una lista de recursos recomendados para que los voluntarios tengan todo lo necesario a la hora de participar en una reforestación:

<b>Recomendaciones para llevar</b>
Gorra
Lentes
Bloqueador solar
Tenis o botas
Agua
Camisa de manga larga
Ropa que se pueda ensuciar
Guantes

Cuadro 1: Recomendaciones de herramientas para llevar a las reforestaciones

Las entrevistas fueron de gran utilidad para conocer el funcionamiento de Plantemos y cuáles son los desafíos con los que se enfrentan los organizadores y voluntarios.

### **Cuadrícula de captura de retroalimentación ('Feedback capture grid')**

Durante una de las actividades con voluntarios, se dedicó un tiempo para realizar la cuadrícula de captura de retroalimentación. Esta se realizó utilizando marcadores, notas adhesivas ('post-its') y una pizarra. Se entregaron las notas adhesivas y marcadores a los voluntarios, luego se les pidió escribir cosas que les gustan, críticas constructivas, preguntas e ideas que tuvieran para Plantemos.

Cosas que te gustan	Críticas constructivas	Preguntas	Ideas
<p>Orden en los pasos para ingresar a la reforestación.</p> <p>Hay veces que se hacen competencias para ver quienes siembran más árboles.</p>	<p>Pasar lista en el ingreso (es difícil con un Excel)</p> <p>Respetar las tareas a seguir</p> <p>Las reforestaciones nunca son iguales</p> <p>Los voluntarios no son guiados durante la reforestación, se dejan espacios vacíos (sin árboles).</p>	<p>¿Se puede incluir un mapa para colocar el lugar de la reforestación?</p> <p>¿Cómo se lleva cuenta exacta de los árboles plantados?</p> <p>¿Tendrá imágenes?</p> <p>¿Cómo podemos llegar a más gente?</p> <p>¿Cómo sería la convocatoria de los voluntarios a través de la herramienta?</p>	<p>Medallas por logros</p> <p>Especificar qué árboles son los que se plantaron</p> <p>Una lista de lo que hay que llevar a cada reforestación</p> <p>Registro de personas por número de teléfono</p> <p>Sección de qué hacer en caso de emergencia</p> <p>Disponibilidad de infografías e información</p> <p>Tener un mapa interactivo con delimitaciones de las áreas.</p> <p>Para las personas que se van en bus, que aparezca una ubicación con el lugar donde se encuentra el bus.</p> <p>Tener un instructivo para plantar árboles</p> <p>Tener horarios de cada actividad de reforestación.</p> <p>Tener las direcciones para llegar en Waze o Maps.</p>

Cuadro 2: Datos recopilados en el 'feedback capture grid'

Utilizando los resultados de la cuadrícula de captura se logró tener una idea más clara de las expectativas de los voluntarios respecto a la herramienta. Esto permitió identificar distintos puntos fuertes y débiles en el funcionamiento de Plantemos.

Algunos de los puntos que se querían trabajar por los organizadores de Plantemos y nosotros, los diseñadores de la aplicación fueron: la tarea de tomar asistencia durante una reforestación, la dificultad para obtener direcciones para llegar el lugar de reforestación, la falta de un mapa con los datos de las reforestaciones, y la ausencia de especificación en el tipo árboles a plantar en cada reforestación.

### **6.2.2. Diagramas de flujo de las jornadas de reforestación**

Se realizaron diagramas con los pasos a seguir antes y durante la reforestación para entender a fondo el proceso seguido por los organizadores y voluntarios de Plantemos. Estos diagramas se utilizaron como una guía para hacer la herramienta para Plantemos.

En ambos diagramas se encuentra una línea roja, los pasos que se encuentran por arriba de la línea son los que se hacen antes de una reforestación. Los pasos que se encuentran por debajo de la línea son los que se hacen durante y después de la reforestación.

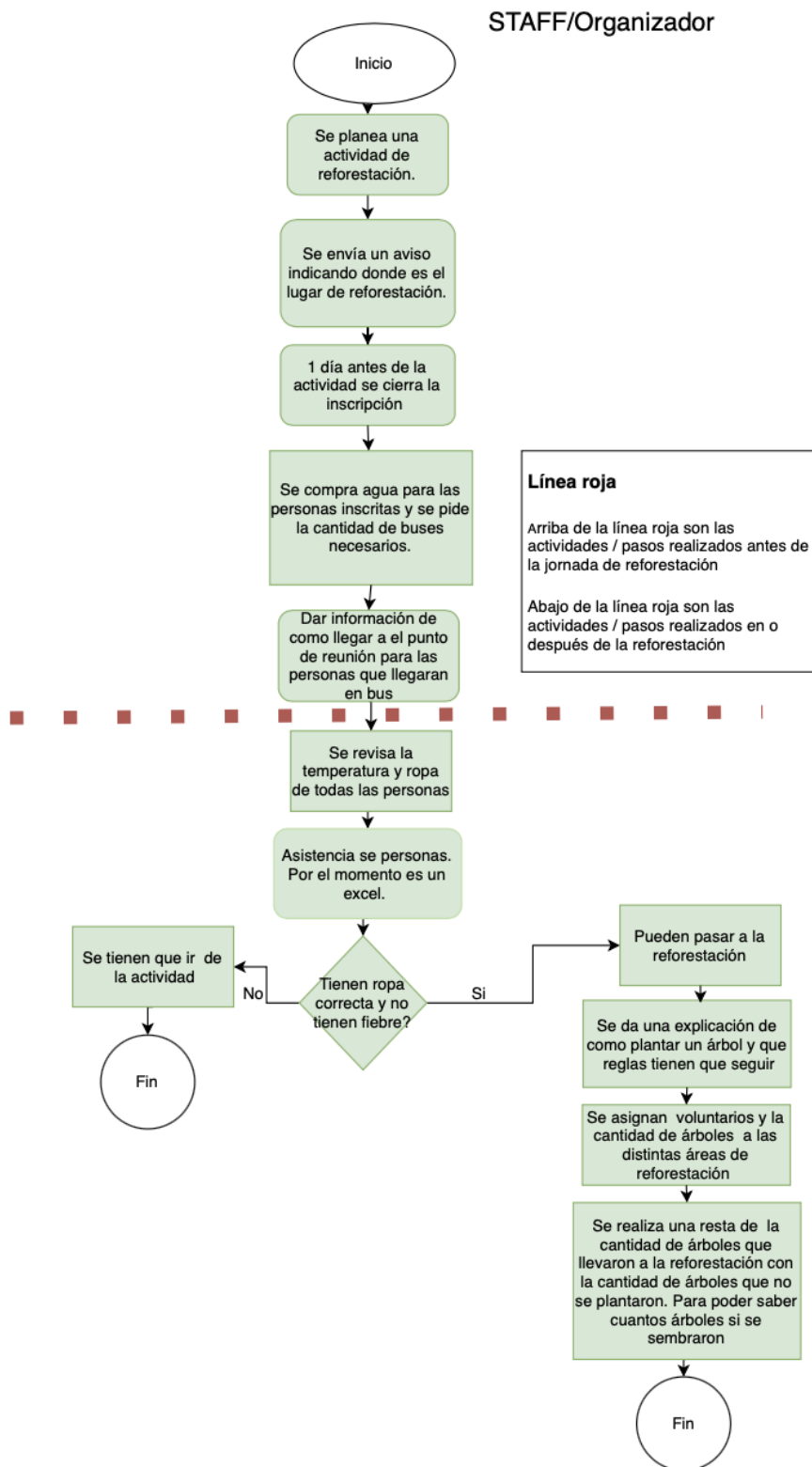


Figura 4: Diagrama de flujo de los pasos realizados por organizadores al planificar una reforestación.

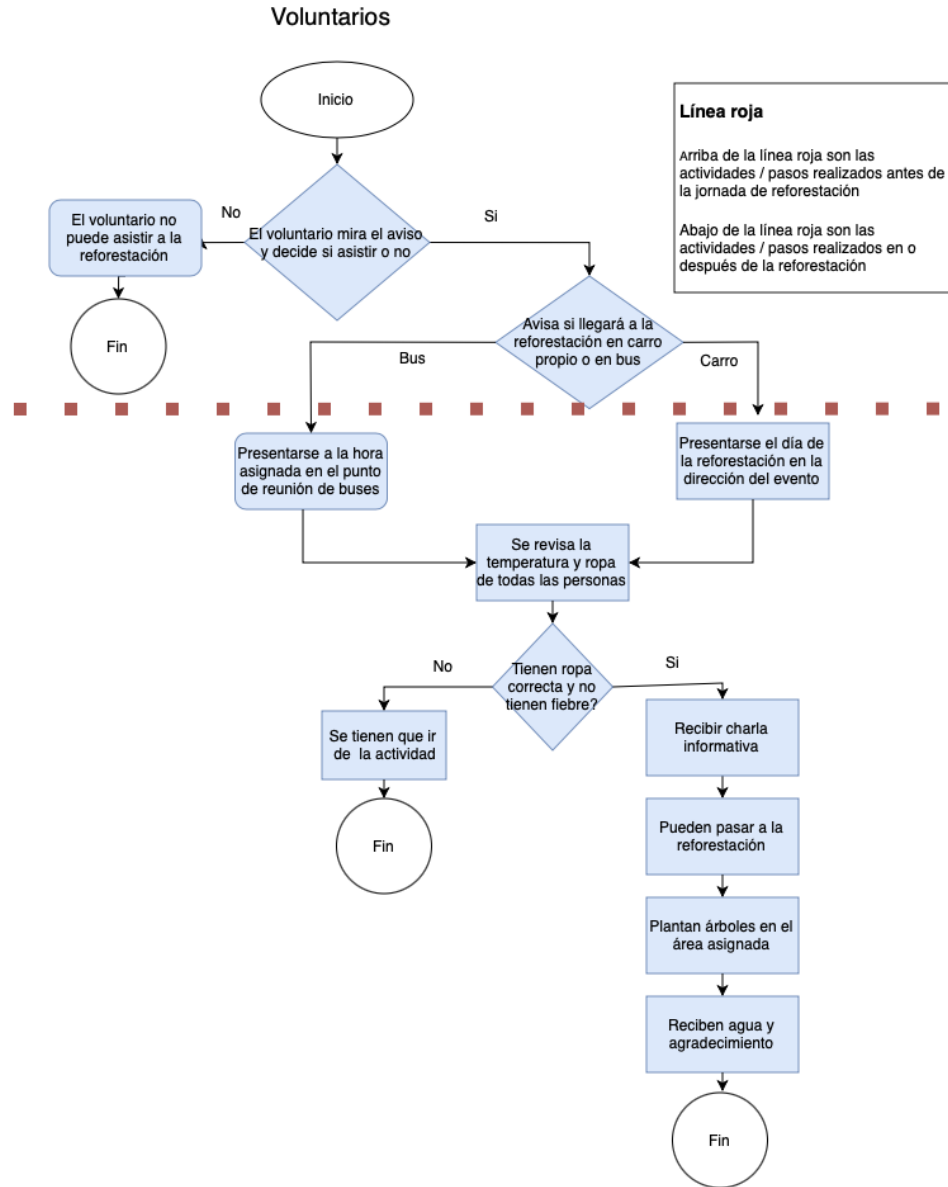


Figura 5: Diagrama de flujo de los pasos realizador por los voluntarios para participar en una reforestación.

### 6.3. Creación de aplicación móvil

Después de realizadas las entrevistas y diagramas para entender como funcionaba Plan-temos, se tuvo que decidir entre hacer una aplicación web o una móvil para ayudarlos. La decisión fue hacer una aplicación móvil.

Las razones por las cuales se optó por hacer una aplicación móvil en lugar de una aplicación web fueron varias. En primer lugar, Plantemos ya cuenta con una página web y no querían tener otra. Además, los patrocinadores de esta organización son los encargados

de gestionar la página web y los organizadores de Plantemos no cuentan con acceso al código para modificarla. Asimismo, consideraban que iba a existir confusión entre la herramienta nueva y la página existente. Sería confuso tener dos enlaces distintos de Plantemos. Otra de las razones por la cual se decidió hacer una aplicación móvil es porque no todos los voluntarios y organizadores tienen acceso a una computadora y es más probable que una mayor cantidad de voluntarios y organizadores tengan un celular. Aunque se consideró la opción de una aplicación web que se pudiera utilizar tanto en celulares y computadoras, esta opción fue descartada para que no existieran dos enlaces. Por otra parte, se consideró que en algunas de las ubicaciones podría no haber señal. Si se utilizaba una aplicación web, los datos no lograrían ser cargados y no se podría tener acceso a datos como el número de emergencia de voluntarios en caso fuera necesario. Utilizando una aplicación móvil existe la opción de guardar datos en el 'caché', por lo que aún podrían tener acceso a los datos pre cargados.

Aunque teniendo una herramienta web hubiera facilitado crear eventos y ver datos, no fueron suficientes ventajas para justificar el uso de esta opción. Además, existen ciertas plataformas para hacer aplicaciones móviles que permiten reusar el código para hacer una página web por si en el futuro los organizadores desearan hacer una. Es importante destacar que desde el inicio del proyecto, el cliente expresó su interés en el desarrollo de una aplicación móvil.

### **6.3.1. Aplicación de administradores y voluntarios**

Al haber decidido hacer una aplicación móvil se empezó a explorar la idea de tener dos aplicaciones distintas: una para organizadores y otra para voluntarios. El motivo principal fue porque los organizadores de Plantemos querían varias funciones administrativas que solo fueran accesible a ciertas personas.

Desarrollar solo una aplicación implicaría restringir el acceso de los usuarios voluntarios a ciertas funciones administrativas. Se hubiera necesitado una interfaz dinámica, la aplicación tendría que detectar si el usuario es administrador o voluntario y cambiar la presentación según el caso. Además, se consideró que sería más seguro y sencillo si fueran aplicaciones distintas. De esta manera, los voluntarios no tendrían acceso al código de funciones administrativas.

## **6.4. Plataforma y base de datos**

### **6.4.1. Plataforma para aplicación móvil**

Al saber que se iba a hacer una aplicación móvil se compararon distintas opciones de plataformas para aplicaciones móviles híbridas. Se compararon únicamente este tipo de plataformas, ya que estas permiten que un solo código corra en distintos sistemas operativos móviles como iOS y Android. Según Statista, una página web con estadísticas mundiales, en el 2022 el 71.8% de las personas con celulares inteligentes utilizan sistema operativo Android, mientras que el 27.6% utilizaban IOS [\[48\]](#). Haciendo uso de una plataforma para hacer



aplicaciones móviles híbridas estaríamos haciendo una herramienta para aproximadamente el 99% de los usuarios con teléfonos inteligentes. Esto fue importante para asegurar que se estaba haciendo una aplicación no solo para un grupo de voluntarios, por ejemplo los que usan iOS, sino que para la mayoría.

Las tres distintas plataformas que se compararon fueron React Native [41], Ionic [49] y Flutter [50]. A continuación se muestra una tabla que contrasta las características de estas plataformas.

Plataforma	React Native	Ionic	Flutter
Creadores	Facebook	Drifty Co.	Google
Lenguaje de programación	JavaScript, Swift, Objective-C, Java	HTML5, CSS, JavaScript, Typescript	Dart
Apoyo de parte de los desarrolladores y la comunidad	Tiene mucha documentación y tiene una comunidad grande y activa	Tiene bastante documentación, tiene una comunidad bastante grande (menor a la de React Native)	Hay bastante documentación, pero la comunidad no es tan grande.
Costos	Open-source (gratis)	Open source y versión pagada. La versión pagada tiene acceso a Ionic Marketplace, este incluye plantillas y plugins para poder usar a la hora de crear una aplicación.	Open-source (gratis)
Reusabilidad del código	90% del código es reusable	98% del código es reusable	50-90% del código es reusable
Popularidad	Usado por el 42% de desarrolladores de aplicaciones móviles. En github tiene: 89.7 K estrellas, 3.7 K watches, 19.9 K forks	Usado por el 18% de desarrolladores de aplicaciones móviles. En github tiene: 41.6 K estrellas, 1.8 K watches, 13.3 K forks	Usado por el 39% de desarrolladores de aplicaciones móviles. En github tiene: 99.2 K estrellas, 3 K watches, 13.7K forks
Apps Populares	Facebook, Instagram, Airbnb, UberEats	Just Watch, Pacifica, Nationwide	HamilTon

Cuadro 3: Comparación de plataformas para aplicaciones móviles híbridas

La plataforma que se decidió utilizar para hacer las aplicaciones fue React Native. Se decidió descartar la opción de utilizar Flutter por el lenguaje de programación que utiliza, 'Dart' [50]. Aunque existe bastante documentación, se hubiera tenido que invertir tiempo aprendiendo el lenguaje en vez de empezar con el desarrollo. La opción de Ionic se excluyó porque se considera que React Native tiene un mejor desempeño al utilizar componentes nativos en comparación de tecnología web [51]. Además, React Native tienen una comunidad

más grande lo cual hace que sea más fácil encontrar y resolver problemas a la hora del desarrollo. En la Tabla No. 3 que se encuentra la sección de popularidad, aquí se muestran las estadísticas de las plataformas de aplicaciones híbridas. Las estrellas ('stars') de Github indican la cantidad de veces que a las personas les ha gustado el código, mientras que las visualizaciones ('watches') muestran el interés que ha despertado el código en los usuarios. Por último, los 'forks' reflejan la cantidad de veces que el código ha sido utilizado para mejorarlo o para crear nuevas implementaciones basadas en él. React Native es el que tiene una mayor cantidad de estrellas y 'forks'. Otra de las razones por las que se decidió utilizar esta plataforma fue que una aplicación móvil fácilmente puede transformarse en código para hacer una aplicación web.

React Native utiliza Node.js 52 como entorno de tiempo de ejecución para ejecutar código escrito con el lenguaje JavaScript en el lado del servidor, así como para compilar y empaquetar código JavaScript para el lado del cliente. Node.js proporciona una serie de funciones útiles para el desarrollo de React Native, por ejemplo un administrador de paquetes (npm 53) y un marco de prueba (Jest 44), que facilitan la compilación e implementación de las aplicaciones.

Habiéndose decidido la plataforma a utilizar, se evaluó el uso de 'Expo' 54. Un servicio que ofrece herramientas para desarrollar, construir e implementar aplicaciones móviles. Con 'Expo', al desarrollar una aplicación con React Native, es posible probarla en dispositivos móviles. Además, si se cambia el código se actualiza la aplicación en el celular sin la necesidad de descargar la aplicación de nuevo. También, ofrece un servicio que facilita el proceso de preparación de la aplicación para publicarse en tiendas de aplicaciones ('app stores'). Se decidió que utilizar 'Expo' en conjunto con React Native sería una buena opción. De esta manera se podría utilizar la aplicación en distintos celulares sin la necesidad de descargar emuladores. También disminuiría el tiempo de desarrollo al hacer los cambios de código en la aplicación móvil instantáneamente. Por otra parte, se decidió utilizar 'Expo' para que en el momento que Plantemos deseara publicar su aplicación en tiendas de aplicaciones lo pudiera hacer de manera rápida y sencilla.

### 6.4.2. Base de datos para la aplicación

Para almacenar los datos de la organización se necesita una base de datos. Se compararon las opciones de bases de datos 'en el sitio' ('OnSite') y diferentes opciones de computación en la nube. La siguiente tabla muestra las características de las diferentes opciones:

	En sitio ('OnSite')	Servicios de la nube			
		Infraestructura como servicio (IaaS)	Plataforma como servicio (PaaS)	'Software' como servicio (SaaS)	'Backend' como servicio (BaaS)
Costos	Costo inicial elevado	Es barato y es escalable dependiendo de las necesidades			
Manejado por el proveedor	Nada	El proveedor del servicio maneja la: virtualización, servidores, almacenaje, redes	El proveedor de servicio maneja el: runtime, software intermedio, sistema operativo, virtualización, servidores, almacenaje, redes	El proveedor de servicio maneja las: aplicaciones, los datos, runtime, software intermedio, sistema operativo, virtualización, servidores, almacenaje, redes	El proveedor de servicio maneja las: aplicaciones, los datos, runtime, software intermedio, sistema operativo, virtualización, servidores, almacenaje, redes
Tiempo	Lento de estructurar y empezar a utilizar	Más rápido de estructurar y empezar a utilizar que onsite y más lento que Paas, SasS y BaaS	Más rápido de empezar a utilizar que en sitio y IaaS y más lento que SasS y BaaS	Más rápidos en empezar a utilizar	

Cuadro 4: Cuadro de comparación de ventajas y desventajas de servicios de la nube y en sitio

La opción de tener la base de datos 'en el sitio' implica que la misma organización debe tener sus propios recursos físicos y humanos para operarlo. Dado que el equipo de organizadores de Plantemos trabajan desde su casa, y no cuentan con los fondos para poder comprar hardware para tener su propia base de datos, la opción de 'en el sitio' se descartó.

Entre los cuatro servicios de la nube que se compararon se decidió utilizar un servicio de 'BaaS' (Backend como un servicio). Primero se descartaron 'IaaS' (infraestructura como un servicio) y 'PaaS' (plataforma como un servicio). Se eliminaron porque cuando Plantemos quisiera actualizar o modificar la aplicación móvil tendría que contratar a alguien que les manejara partes del 'Backend'. Esto haría que el proceso de producción fuera más lento y más caro. Luego se excluyó 'SaaS' ('software' como servicio). Aunque tiene un tiempo de

producción parecido a 'BaaS' se decidió que 'SaaS' es más adecuado para aplicaciones que requieren un paquete de software completo, como Microsoft Office. 'BaaS', por otro lado, se consideró que es ideal para aplicaciones móviles y web que requieren una infraestructura y servicios de 'Backend', como almacenamiento de datos, notificaciones automáticas o autenticación. A la hora del desarrollo 'BaaS' ahorra tiempo y recursos al proporcionar servicios de 'Backend' ya hechos. Esto permite a los desarrolladores concentrarse en construir la interfaz de la aplicación. Además, al ser un servicio escalable, se puede adaptar a las necesidades de almacenamiento de datos y usuarios de la plataforma.

Al haber decidido utilizar un servicio en la nube 'BaaS' se comparó entre algunos de los proveedores más utilizados, 'Amazon Web Services' (AWS) [55], Firebase [43] y Azure [56]. La siguiente tabla caracteriza estos servicios:

	<b>Amazon Web Services (AWS)</b>	<b>Firestore</b>	<b>Azure</b>
Costo de lectura de datos	Cobra por horas de uso	Límite gratuito de 50,000 documentos diarios, luego del límite se cobran 0.06\$ por cada 100,000 documentos que se pasan del límite.	Gratuito
Costo de escritura de datos	Se cobran 0.025\$ por GB al mes (Cobra por horas de uso)	Límite gratuito de 20,000 documentos diarios. Luego del límite se cobran 0.18\$ por cada 100,000 documentos que se pasan del límite.	Se cobran 0.018\$ por GB al mes (Cobra por horas de uso)
SLA	>99.95 %	>99.95 %	>99.9 %
Desventajas	El servicio puede depender del país. Tiene soporte técnico únicamente al pagar un plan de apoyo.	No fue diseñado con el propósito de manejar queries complejas de datos. Cuenta con más soporte para las aplicaciones Android que las aplicaciones IOS	La manutención de la base de datos es un proceso muy manual. Al tener tantas opciones puede llegar a ser confuso decidir qué opción utilizar.
Ventajas	Tiene servicios para utilizar inteligencia artificial. Variedad de SDK para lograr integrarse con muchos lenguajes	Posee una facilidad para integrarse con Google Ads y Google Analytics. Está hecha para poder tener una gran cantidad de datos sin disminuir el desempeño.	Solo se tienen que pagar los recursos que se utilizan. Tiene muchas distintas opciones de almacenamiento.

Cuadro 5: Cuadro de comparación entre servicios de la nube

Al comparar entre los tres proveedores de 'BaaS' se decidió utilizar Firebase por tener una interfaz intuitiva, costo asequible, escalabilidad y soporte para el lenguaje de programación JavaScript.

Una de las razones por las que se escogió Firebase fue que en comparación de AWS y Azure es la única que posee una interfaz intuitiva. AWS y Azure tienen una curva de aprendizaje grande, lo cual hace que tome más tiempo saber como utilizarlos. Los modelos de precios tampoco son intuitivos, por lo que existen veces que se incurren gastos no anticipados. Además, a la hora de que Plantemos tenga que modificar la aplicación es más fácil que puedan conseguir a alguien que sepa utilizar Firebase que los otros proveedores.

Una de las desventajas de escoger Firebase fue que les da a los desarrolladores un control limitado sobre la infraestructura y servicios de 'backend', haciendo que algunos componentes sean poco personalizables. Ambos AWS y Azure ofrecen un amplio rango de servicios 'backend' que pueden ser personalizados para los requerimientos específicos de la aplicación. Otra desventaja de utilizar Firebase fue que AWS y Azure proveen un amplio rango de servicios y herramientas de seguridad, mientras que Firebase tiene opciones limitadas. Por otro lado, de los tres proveedores, Firebase es el que más limitada de lenguajes de programación que admite. Pero entre los que admite esta Javascript el cual se utiliza para React Native. A pesar de las limitaciones mencionadas, Firebase cuenta con encriptación de datos, servicio de autenticación de usuarios y controles de acceso para restringir partes de la base de datos a ciertos usuarios, por lo que satisface las necesidades principales.

Firestore posee dos distintas bases de datos, Firestore y Real Time, estas se compararon (ver cuadro a continuación) y se tomaron en cuenta los criterios de las estructuras de datos utilizadas y la escalabilidad para escoger una base de datos.

<b>Base de datos</b>	<b>Firestore</b>	<b>Real Time</b>
Tipo de base de datos	NoSQL	NoSQL
Estructura de datos	Se utilizan documentos dentro de colecciones para guardar los datos. Datos jerárquicos y complejos son más fáciles de organizar al escalar utilizando subcolecciones.	Se utilizan JSONs para guardar los datos. Datos jerárquicos y complejos son más difíciles de organizar al momento de escalar.
Cantidad de instancias de base de datos	Se puede agregar una base de datos por proyecto de Firebase.	Se pueden agregar múltiples bases de datos a un proyecto de Firebase.
Fiabilidad y rendimiento	Está disponible para configuraciones regionales y multiregionales. En esta base de datos se guardan los datos en distintas regiones. Esto hace que la aplicación pueda tener una escalabilidad global y mejor confiabilidad.	Está disponible para configuraciones regionales. La base de datos se limita dependiendo de la disponibilidad en una región.
SLA	99.99 %	99.95 %
Escalabilidad	Escala automáticamente. Los límites actuales son de aproximadamente 1 millón de conexiones simultáneas y 10,000 escrituras por segundo.	Puede escalar bien hasta aproximadamente tener 200,000 conexiones simultáneas y 1,000 escrituras por segundo. Si se quiere seguir escalando la base de datos, es necesario fragmentar los datos y utilizar varias bases de datos.
Costos	Cobra por las operaciones hechas en la base de datos (read, write, delete). Además, cobra por el almacenamiento y ancho de banda. De manera gratuita se pueden tener 20,000 writes, 50,000 reads, 20,000 deletes al día y 1 GB de datos guardados. De manera pagada se cobra 0.06\$ por cada lectura sobre los 50,000 diarios, para los writes se cobra 0.18\$ por cada una pasada de los 20,000 diarios. Para eliminaciones se cobra 0.02\$ por cada uno que se pase de los 20,000 diarios. Se puede guardar más de 1 GB de datos por 0.18\$ por cada GB utilizado al mes.	Cobra únicamente por el almacenamiento y ancho de banda. De manera gratuita se puede tener 1 GB de datos guardados. No pueden tener múltiples bases de datos. De manera pagada se pueden guardar más GB de datos por 5\$ el GB. En esta versión se pueden crear varias bases de datos.

Cuadro 6: Cuadro de comparación entre las bases de datos Firestore y Real Time de Firebase

De las dos bases de datos que tiene Firebase se decidió utilizar Firestore. Una de las razones por las cuales se escogió fue que los datos se pueden guardar en colecciones y subcolecciones. Esto permite una facilidad a la hora de hacer búsquedas complejas. Además, se tomó en cuenta el Service Level Agreement (SLA), este es un contrato que describe el nivel de servicio que un cliente espera del proveedor del servicio. Para las bases de datos el SLA indica cuánto tiempo estará funcionando el servidor, un número más cercano al 100 % es lo mejor. Firebase Firestore tiene un SLA mensual del  $\geq 99.99\%$  a comparación de Real Time que tiene uno de  $\geq 99.95\%$ . Aunque la diferencia entre los dos es muy poca, se quería minimizar el tiempo en el cual el usuario no podrá utilizar la aplicación de Plantemos. Al comparar la escalabilidad de las bases de datos, ambas bases de datos, Firestore y Realtime, tienen escalabilidad automática, esto nos pareció una gran ventaja para que la aplicación pueda crecer dependiendo de las necesidades de la organización.

Firestore es una base de datos NoSQL, esto tiene ventajas y desventajas. Algunas de las ventajas fueron la escalabilidad, la actuación y el costo. Estas bases de datos están diseñadas para tener una gran cantidad de datos y no disminuir en su desempeño. Además, durante los meses de desarrollo y pruebas de la aplicación no se incurrió ningún costo en la base de datos. Algunas de las desventajas de utilizar una base de datos NoSQL fueron las consultas ('queries') limitadas y la duplicación de datos. Las consultas se consideran limitadas en comparación con una base de datos SQL porque en una NoSQL no se permiten hacer consultas o uniones complejas. En vez de poder hacer uniones para realizar consultas complejas como se haría en una base de datos SQL fue necesario compensar teniendo algunos datos duplicados en distintas colecciones y escribiendo código extra para así obtener el mismo resultado.

### **6.4.3. Diseño de la base de datos**

Se diseñó la base de datos utilizando diagramas de entidad relación antes de empezar a desarrollar la aplicación móvil. Esto con el fin de asegurar que se pudiera tener acceso a todos los datos que fueran a necesitarse al hacer consultas. Esto ahorró tiempo y problemas, ya que no fue necesario hacer un rediseño.

La base de datos Firestore trabaja con colecciones, subcolecciones y documentos para guardar los datos. Para el caso de Plantemos se estableció el siguiente diseño:

Para llevar control de los usuarios que ingresan al sistema se hizo una colección llamada 'users'. Dentro de esta colección se guarda un documento por usuario con los datos de correo electrónico, nombre, fecha de nacimiento, una variable booleana indicando si es un administrador o no, número de teléfono de emergencia, número de teléfono personal y sexo. Dentro de esta colección existen dos subcolecciones, una llamada 'Asistencias' y la otra llamada 'Medallas'. Cada usuario puede tener varios documentos de 'Asistencias', ya que se crea un nuevo documento por cada reforestación a la que asiste. Dentro de 'Asistencias' se guarda la fecha, lugar y código de identificación de cada una de las reforestaciones a las que asiste. Para cada uno de los usuarios existe únicamente un documento de 'Medallas', este documento contiene una lista de todas las medallas que el usuario puede obtener.

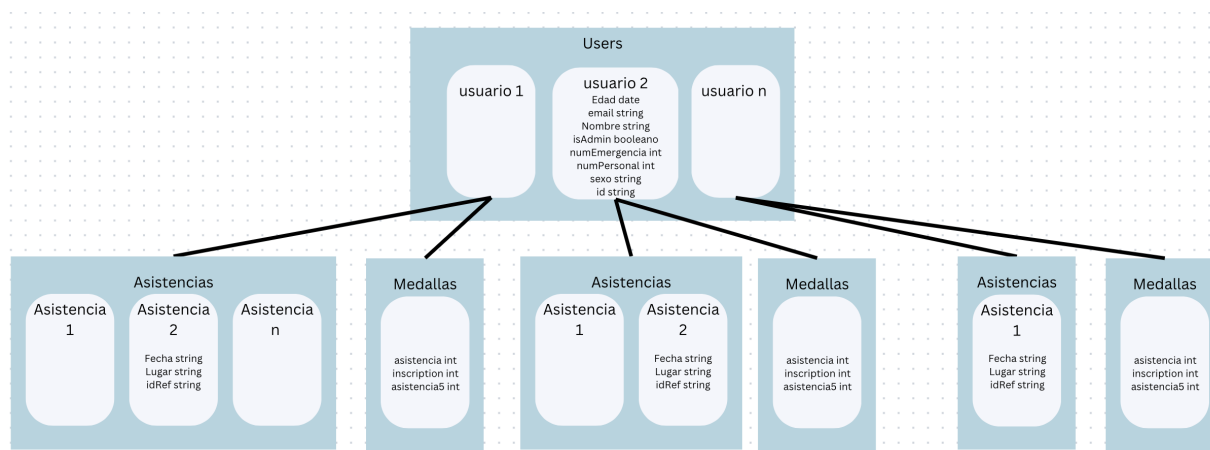


Figura 6: Diagrama con la colección de 'Users' y subcolecciones 'Asistencias' y 'Medallas'.

Para llevar un registro de todas las actividades que tiene Plantemos se creó una colección llamada 'Reforestaciones', esta contiene un documento por cada una de las reforestaciones que ya fueron realizadas o están planificadas. Este documento incluye la cantidad de árboles que se lograron sembrar, el número de personas que se inscribieron, un código numeral que se utiliza para confirmar asistencia de los voluntarios, el nombre del lugar de la actividad, el departamento donde se realizó la reforestación, hora de inicio, un punto geográfico con la latitud y longitud del lugar de la reforestación, enlaces de Google Maps y Waze para la dirección del lugar, el tipo de árboles que se plantaron y un identificador único que está compuesto por el lugar, departamento y fecha (en el formato lugar-departamento-fecha).

Dentro de los documentos existen dos subcolecciones llamadas 'Bases' y 'Asignados'. 'Asignados' tiene un documento por cada uno de los voluntarios que confirman su asistencia en el evento. La colección de 'Bases' tiene un documento por cada uno de los puntos de reunión de buses que hay disponibles en la reforestación. Dentro de cada documento se guardan los datos de hora de salida del bus, nombre del punto de reunión, punto geográfico con la latitud y longitud del punto de reunión y el nombre del lugar dado por el punto geográfico. Para llevar registro de cuántas personas van a utilizar un bus se creó la 'subsubcolección' 'UsuariosBus'. En esta se guarda un registro de los voluntarios que optan por utilizar el servicio de bus. Además, contiene la información de qué punto de reunión de buses esperarán el bus.



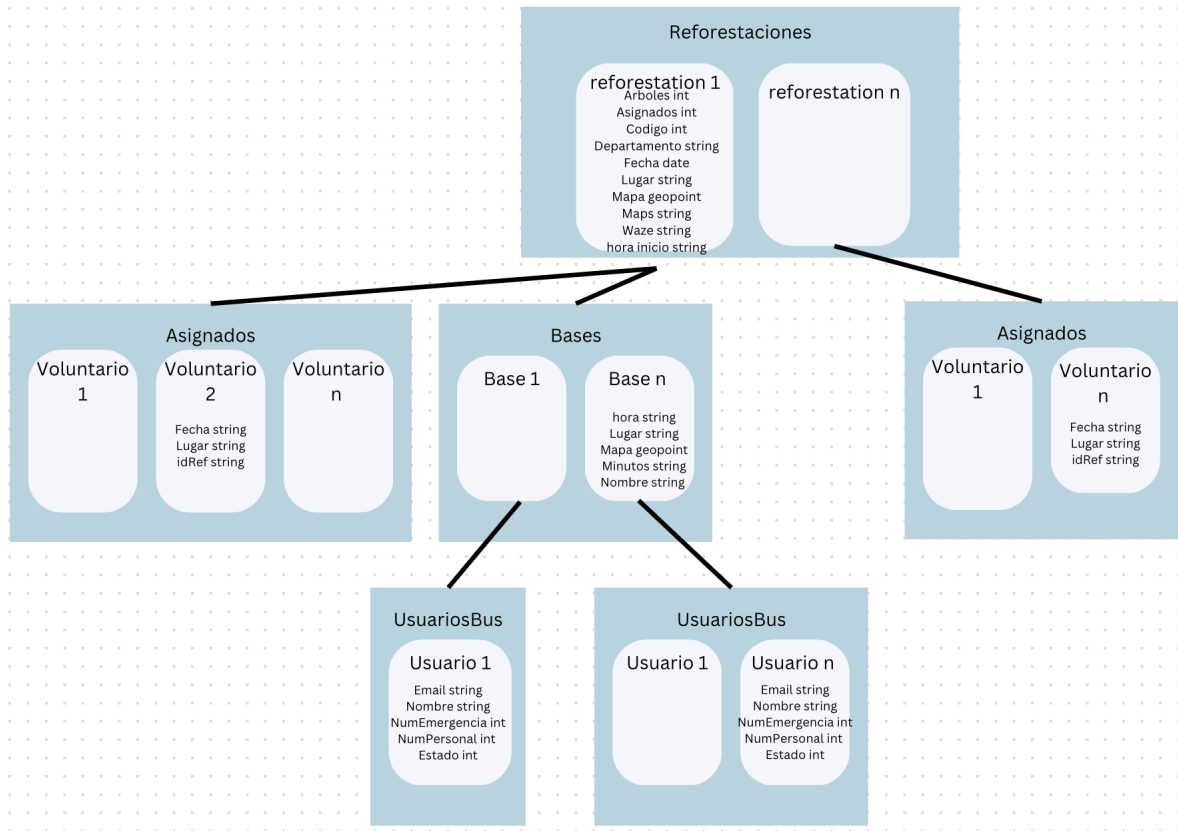


Figura 7: Diagrama con la colección de 'Reforestaciones' y subcolecciones 'Asignados' y 'Bases'. La subcolección 'Bases' tiene una subsubcolección 'UsuariosBus'

Para llevar registro de qué personas han pedido constancia de horas de voluntariado se creó una colección llamada 'Constancias'. Dentro de esta colección existe un documento por cada uno de los voluntarios que han pedido su constancia. Dentro de los documentos se encuentran los datos de: correo electrónico del voluntario, un estado que indica si ya se realizó la carta por parte del organizador o no y el código de identificación del usuario. Dentro de cada uno de los documentos existe una subcolección llamada 'Asistencias'. Esta contiene un documento por cada reforestación a la que ha asistido el voluntario. Estos documentos contienen la fecha, lugar y código único de la reforestación.

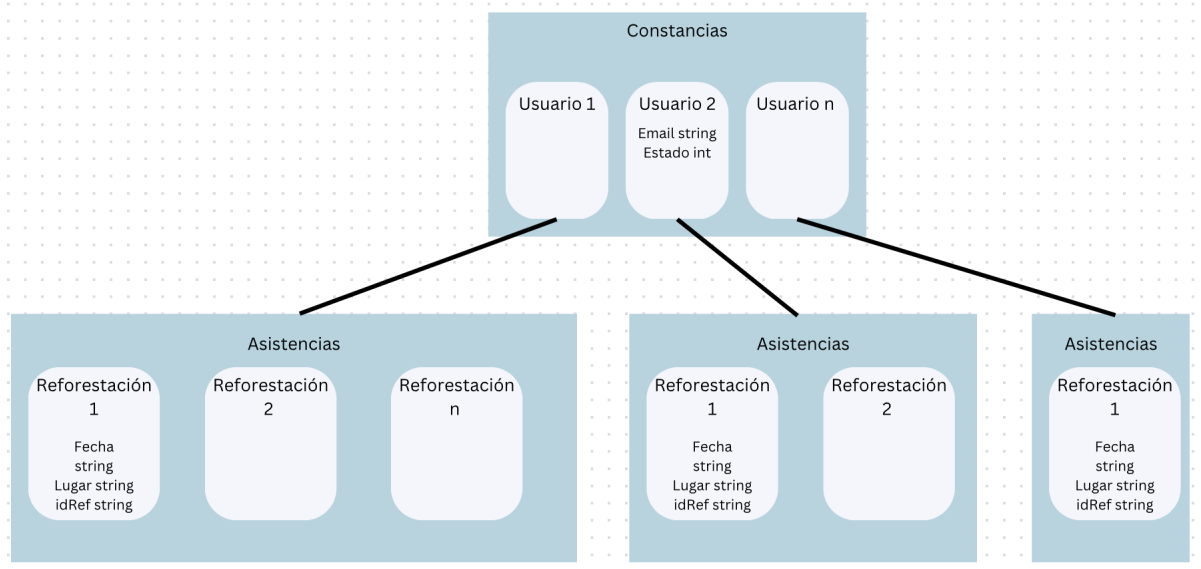


Figura 8: Diagrama con la colección de 'Constancias' y subcolecciones 'Asistencias'

Para llevar un control conciso de la cantidad de árboles que se han sembrado se creó una colección llamada 'ArbolesTotales'. Dentro de esta colección existe un documento por cada año que ha existido la organización (2012-2023) y un documento llamado 'Arbolestotales'. El documento de 'Arbolestotales' contiene la suma de todos los árboles sembrados a través de los años. En todos los documentos de la colección 'ArbolesTotales' se encuentran la cantidad de árboles sembrados en los 22 departamentos de Guatemala y también la cantidad de datos sembrados a nivel nacional.

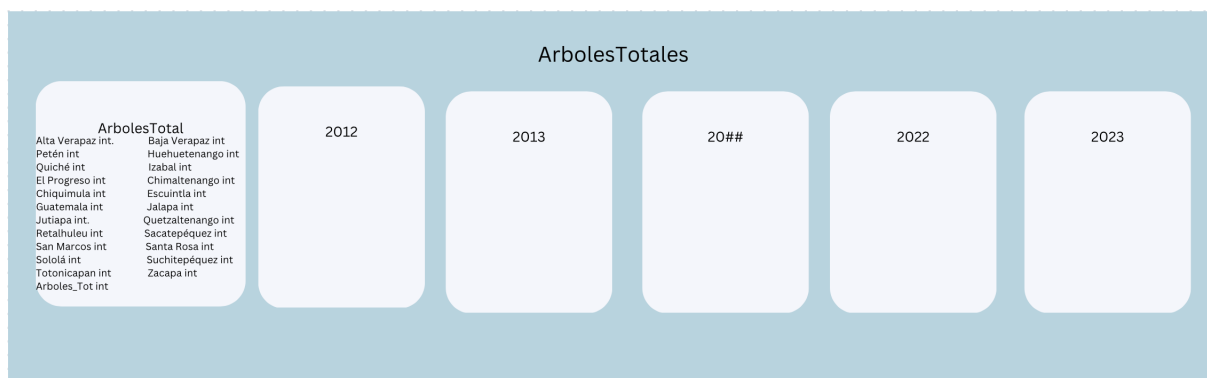


Figura 9: Diagrama con la colección de 'ArbolesTotales'

La colección 'UserEvents' lleva un control de los usuarios que están inscritos a una actividad. Dentro de esta colección existe un documento por cada usuario que se ha inscrito a una actividad. Solo se permite un documento por usuarios, haciendo que los voluntarios estén inscritos a un evento a la vez. Este documento contiene los datos de: correo electrónico del usuario, la fecha de la reforestación y el código único de la reforestación.

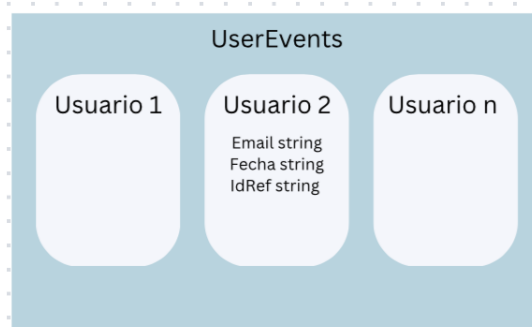


Figura 10: Diagrama con la colección de 'UserEvents'

## 6.5. Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema son todos los componentes que interactúan entre si en las aplicaciones móviles de Plantemos.

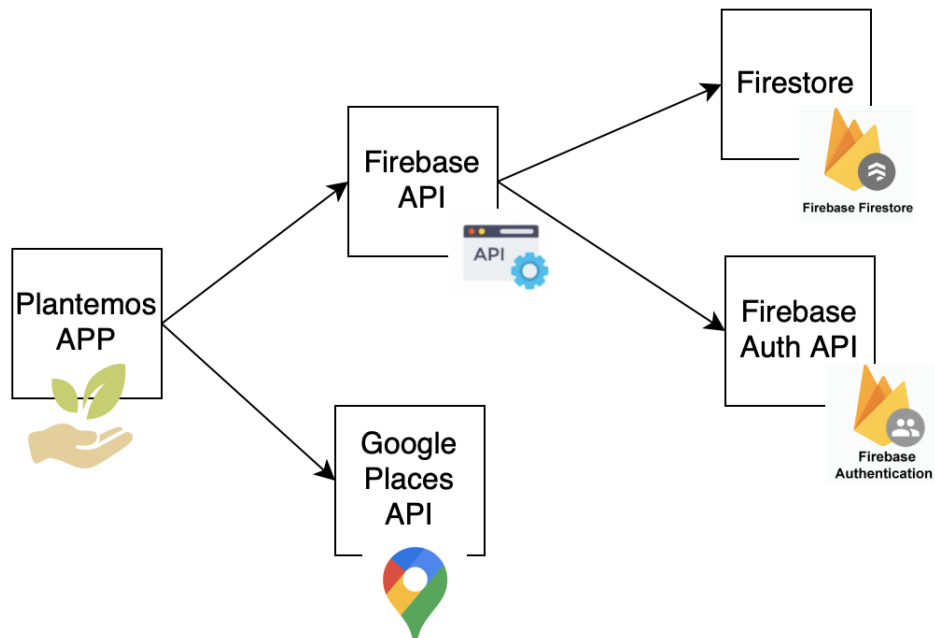


Figura 11: Diagrama de arquitectura del sistema

Las aplicaciones móviles de Plantemos se conectan por medio de una API a Firebase. De Firebase se consultan los servicios de Firestore que se utiliza como una base de datos, y Firebase Authentication que se utiliza para verificar los usuarios de la aplicación. Además, la aplicación móvil se conecta con la API de Google Places para poder presentar mapas y hacer consultas para obtener las coordenadas de distintos lugares.

La arquitectura podría variar con el tiempo si el equipo de Plantemos desea agregar nuevas funciones o se actualizan las tecnologías utilizadas.

## 6.6. Arquitectura de la aplicación

La arquitectura de la aplicación se refiere a la estructura y organización de los componentes que conforman una aplicación de software. Si una arquitectura es bien diseñada, permite que la aplicación sea escalable, mantenible y fácilmente modificable a medida que cambian las necesidades del cliente y usuario. Para esto se decidió utilizar una arquitectura de tres capas.

La capa de presentación de la aplicación incluye pantallas de registro, inicio de sesión, recuperación de contraseña y distintos formularios para que los administradores de Plantemos puedan recopilar datos sobre las reforestaciones. En esta capa también se incluyen pantallas para poder mostrar los datos de las reforestaciones pasadas de una manera atractiva y fácil de entender.

En la capa empresarial se implementó la funcionalidad y la lógica. Esta parte de la aplicación es la que valida la entrada de los voluntarios a la aplicación y gestiona el envío y la lectura de los datos.

La capa de datos es la que administra el almacenamiento y recuperación de los datos. Para esta aplicación, Firebase Firestore es la que almacena los datos de los usuarios y toda la información de las reforestaciones. En esta capa se incluyen las funciones de lectura y escritura. Dentro de esta capa también se utiliza Firebase Authentication para poder brindar un acceso seguro de los usuarios a la aplicación.

Al utilizar React Native en conjunto con Firebase, se pudo crear una aplicación móvil escalable y eficiente para el registro de voluntarios y la administración de todos los datos de las reforestaciones. La combinación de estas tecnologías permitió una fácil integración y sincronización de los datos, aumentando significativamente la eficiencia de la aplicación. Además, Firebase proporciona una amplia variedad de herramientas y servicios para la gestión de la base de datos y la autenticación de usuarios.

## 6.7. Creación de cuentas para voluntarios y administradores

Para utilizar las aplicaciones se crearon dos tipos de usuarios: administradores y voluntarios.

### 6.7.1. Creación de cuenta para voluntarios

Para crear la cuenta de un voluntario se diseñó una página en la que se le pide al voluntario su nombre, correo electrónico, contraseña y confirmación de su contraseña. Se utilizó la verificación de correo y contraseña (`'signInWithEmailAndPassword'`) de Firebase

Authentication. Se decidió utilizar este servicio, ya que se puede integrar fácilmente con otros servicios de Firebase, como Firestore. Además Firebase Authentication viene integrado con el Identity Toolkit API de Google Cloud. Se pueden encontrar las especificaciones de esta API en anexos.

Para la creación de administradores también se utilizó Firebase Authentication. La diferencia de un administrador y voluntarios es una variable booleana llamada `isAdmin` con el valor `'true'`.

### **6.7.2. Ingreso de voluntarios a la aplicación correspondiente**

Se creó una página de ingreso para los voluntarios y administradores. Para ingresar pide al usuario su correo electrónico y contraseña. Para la autenticación de los usuarios se utiliza la API de Firebase Authentication. Está integrado con la inteligencia de Google para la protección de cuentas. Con Firebase Authentication también existe la opción de utilizar otros métodos para la creación de usuarios como Google, Facebook y Github lo cual permite que en el futuro se puedan agregar estos otros métodos de autenticación a las aplicaciones para volverlas más amigables con los usuarios. Además, este servicio puede llegar a ofrecer más seguridad a las cuentas si se decidiera en un futuro utilizar autenticación multifactor.

### **6.7.3. Recuperación de contraseña**

Se creó una página de recuperación de contraseña. Los usuarios pueden solicitar una contraseña nueva si en dado caso no logren acceder a la aplicación. En esta página se le pide al usuario su correo electrónico y por medio de Firebase Authentication se les envía un correo con instrucciones para reiniciar su contraseña. El método de recuperación de contraseña es propio de Firebase y lo que se puede modificar son los contenidos del correo que reciben los usuarios.

### **6.7.4. Ingreso de administradores a la aplicación correspondiente**

Se creó una página de ingreso para los usuarios que tienen un rol de administrador en la base de datos. Para saber quienes son administradores en la base de datos hay una variable booleana que se llama `isAdmin` y tiene un valor de 0 o 1. Si el usuario tiene asignado un número uno (1) es administrador. En esta aplicación solo los administradores pueden ingresar. Para realizar la autenticación de los administradores se utilizó Firebase Authentication. Al igual que la aplicación de voluntarios, se tiene una página de recuperación de contraseña que funciona exactamente igual.

### 6.7.5. Pantalla de ingreso

Para asegurar que las pantallas para crear e iniciar una sesión fueran de uso intuitivo, se realizaron pruebas con los usuarios.

En la primera prueba con usuarios, Cuadro 7, se evaluó qué tan rápido podían los usuarios crear una cuenta en la aplicación e inscribirse a una actividad. Para esta prueba tuvimos 7 voluntarios, 4 (57%) mujeres y 3 (43%) hombres. Se encontró que el promedio de tiempo para las mujeres fue de 1 minuto con 16 segundos (76 segundos) mientras que el promedio de tiempo para los hombres fue de 1 minuto con 4 segundos (64 segundos).

Cantidad de personas	Sexo	App	Edad promedio	Tiempo promedio para crear usuario (segundos)
2	Femenino	Voluntario	26	76
2	Masculino	Voluntario	23	64
2	Femenino	Administrador	29	20
1	Masculino	Administrador	32	29

Cuadro 7: Tiempo tomado por voluntarios para ingresar a la aplicación en la primera versión.

Para la segunda prueba con usuarios se cambió el orden de los botones de iniciar sesión y crear sesión, Cuadro 8, esta decisión fue tomada, ya que el 71 por ciento (5 participantes) de voluntarios de la primera prueba presionaron el primer botón (iniciar sesión) en vez de primero crear su sesión. Con la segunda prueba se vio un decremento en el tiempo promedio para poder crear una sesión de parte del usuario. Al invertir el orden de los botones, el 100% (n=5) de los voluntarios crearon una cuenta antes de intentar iniciar sesión, disminuyendo el tiempo promedio de las mujeres a 55 segundos, dando una disminución de tiempo promedio de 21 segundos. Para los hombres se disminuyó el tiempo promedio a 59 segundos, dando una disminución de 5 segundos. Cabe notar que aunque se vio una disminución en el tiempo promedio, no es estadísticamente significativo por los pocos casos.

Cantidad de personas	Sexo	App	Edad promedio	Tiempo promedio para crear usuario (segundos)
2	Femenino	Voluntario	24	55
1	Masculino	Voluntario	28	59
1	Femenino	Administrador	26	20
1	Masculino	Administrador	32	27

Cuadro 8: Tiempo tomado por voluntarios para ingresar a la aplicación en la segunda versión.

A continuación se encuentra la figura comparando los dos diseños distintos utilizados:

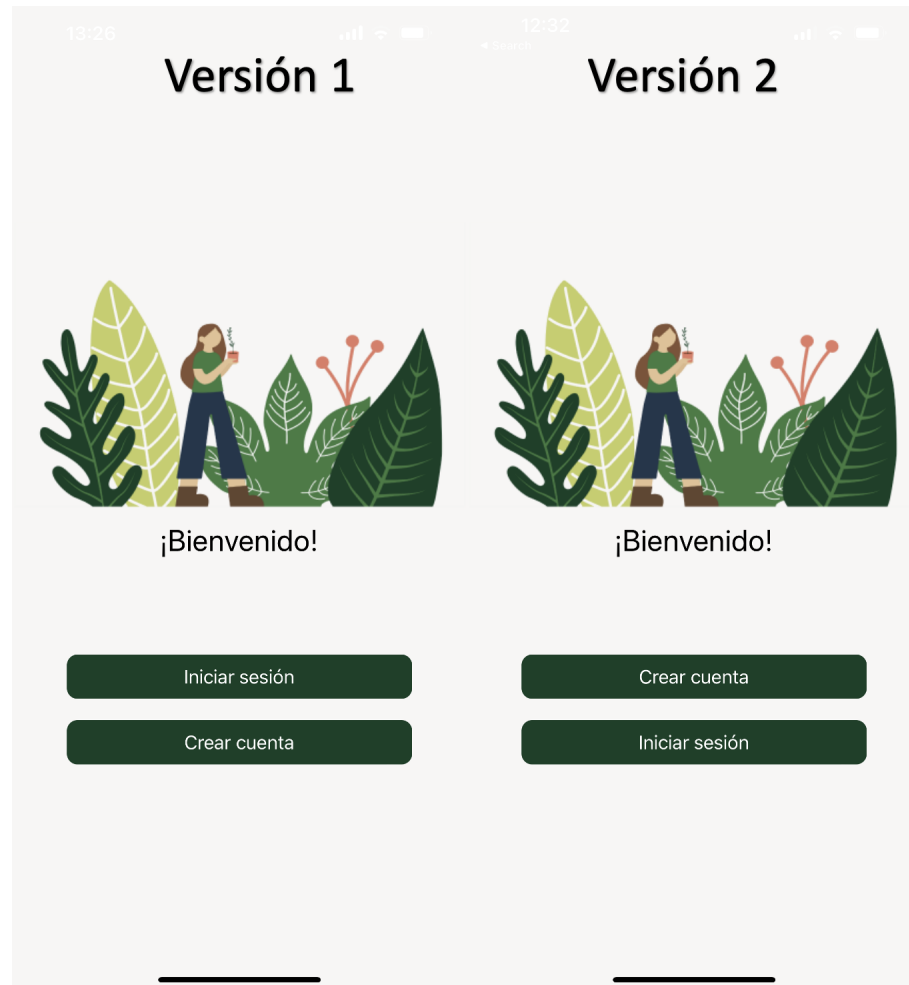


Figura 12: Distintas versiones de pantallas de inicio

## 6.8. Herramienta para crear eventos y registro a los mismos

### 6.8.1. Creación de eventos de reforestación

Una parte crucial de la aplicación es la creación de eventos de reforestación. Al crear eventos, los voluntarios tienen la información necesaria para decidir si quieren y pueden participar en el evento.

Para crear un evento se ingresa a aplicación de los administradores y se oprime el botón de 'crear evento'. Esto dará ingreso a la pantalla de creación de eventos donde el administrador debe ingresar los siguientes campos:

Nombre	Tipo de dato	Descripción
Lugar	String	Dónde será el evento
Departamento	String	Uno de los 22 departamentos de Guatemala
Dirección del lugar	Link de Waze o Maps: String Mapa: Geopoint	Lugar exacto donde será la reforestación.
Fecha	Timestamp	Día, mes y año donde se llevará a cabo el evento
Hora de inicio	String	Hora a la que empezará el evento.
Disponibilidad de buses	Variable booleana	Variable booleana indicando si hay transporte por parte de la organización para llegar al evento. En caso de haber transporte disponible, se pueden agregar puntos de reunión, también conocidos como bases. Al seleccionar una base de las previamente ingresadas por el organizador se le pide indicar una hora de salida para los buses del punto de reunión en camino al lugar del evento. Se puede agregar más de un punto de reunión por evento.

Cuadro 9: Campos de ingreso para crear eventos

Al confirmar que se desea crear un evento de reforestación se hace una revisión de todos los campos para ver si alguno hizo falta. Si hay omisiones, aparece un mensaje de error. Si todos los campos están llenos, se crea un documento para la reforestación en la colección 'Reforestaciones'.

Para mejorar la página y recibir retroalimentación se realizó una encuesta con los organizadores. Los resultados de la encuesta fueron:



En una escala del 1 al 5, ¿qué tan fácil fue crear un evento de reforestación usando la página de la aplicación?	¿Qué características o funcionalidades te gustaría ver agregadas a la página de la aplicación para facilitar la creación de eventos?	¿Encontraste algún problema al crear un evento en la página de la aplicación? Si es así, por favor describe el problema en detalle.	¿Qué tan satisfecho estás con la experiencia de usuario general de la página de la aplicación para crear eventos de reforestación?	¿Hay algo más que te gustaría compartir sobre tu experiencia con la página de la aplicación para crear eventos de reforestación?
4	Agregar opción de ingresar la dirección por medio de mapas o links. Hay veces que los lugares no se encuentran en el search bar.	No pude encontrar ciertos lugares en la barra de búsqueda del lugar	Bastante satisfecho	Me pareció excelente que se haga verificación de campos vacíos antes de generar la reforestación
5	Opción de mapa o links	Falta de lugares en la barra de búsqueda	Mucho	Fácil crear eventos nuevos. Incluye toda la información necesaria para los voluntarios
5		No encontré	Esta bastante cómodo	Me pareció rápido y comprensible
5	Todo está allí	No se encontró ningún problema con la aplicación.	Estoy bastante satisfecho, ya que está muy fácil de usar	Mi experiencia fue buena

Cuadro 10: Resultados de la encuesta para crear eventos de reforestación

Con los resultados de la encuesta se decidió dar la opción de ingresar la dirección por medio de un mapa o enlaces de Waze y Google Maps. En la encuesta, Cuadro 10, dos de los cuatro participantes (50%) mencionó que les gustaría poder decidir como ingresar la información de dirección. Comentaron que aunque el mapa es una manera vistosa y rápida de ver la información, hay lugares que no aparecen al buscarlos en la barra de búsqueda. El mapa utiliza la API Places de Google Cloud para obtener información acerca de lugares, como ciudades y puntos de interés. Además, devuelve las coordenadas de los lugares. Esta API tiene un servicio llamado Google Places Autocomplete, que se utilizó para poder incluir una barra de búsqueda de lugares y que luego aparezcan en el mapa. Dado que hay lugares que no aparecen en Google Places no aparecen en la barra de búsqueda. Las características de esta API se encuentran en el anexo.

De los organizadores encuestados, todos mencionaron que les había parecido fácil encontrar y utilizar la página de crear eventos. Además, mencionaron que les había gustado que al confirmar que se desea crear un evento se hace una verificación de que todos los datos estén completos.

### **6.8.2. Modificación o eliminación de eventos de reforestación**

Se creó una página de modificación o eliminación de eventos por si los organizadores se confundieran llenando un campo en la creación de eventos o se cancelara una reforestación. Esta se puede acceder dentro de la página principal de la aplicación para administradores en un botón llamado 'Modificar o eliminar evento'. Al presionar el botón se muestra una lista de todos los eventos creados y cuya fecha de realización sea en el futuro. El organizador puede seleccionar el que desee modificar o eliminar. Una vez seleccionado, aparece una página muy parecida a la de crear eventos pero ya con todos los campos llenos con los datos previamente ingresados y un botón hasta arriba de eliminar. Si el administrador desea eliminar el evento se hace una verificación para asegurar que es lo que desea realizar. Si es así, se borran los datos de la reforestación de Firestore.

Al confirmar que se desea modificar un evento se hace una verificación de que todos los datos estén completos, se eliminan los datos pasados y se ingresan los nuevos a Firestore. Si el administrador modifica la dirección del lugar por medio del mapa, se utiliza la API Places de Google Cloud para obtener información acerca del nuevo lugar.

### **6.8.3. Inscripción de voluntarios en actividades de reforestación**

Al haber eventos creados por el organizador, los voluntarios se pueden inscribir. Tienen la opción de ver todos los eventos con fecha mayor o igual a la actual. Al ver una actividad que les llame la atención pueden ingresar a la página de la reforestación. Ahí se les muestra a los voluntarios los campos de:

- Lugar: dónde será el evento
- Hora de inicio de la actividad
- El enlace de Maps y Waze o la dirección en un mapa.
- Método de transporte: Carro o bus. Si el voluntario selecciona bus se muestran distintos puntos de reunión disponibles.

Los voluntarios se pueden inscribir a una actividad a la vez. Si ya se encuentran inscritos a una actividad y se inscriben a otra, dejan de estar inscritos en la actividad original. Cuando un voluntario está inscrito en un evento, se mostrará en la pantalla principal de la aplicación.

Para probar la pantalla de inscripción se hicieron pruebas con los voluntarios y una encuesta. En la prueba se les dio a los voluntarios la aplicación con una sesión abierta y se les pidió inscribirse a cualquier actividad que quisieran.

<b>Cantidad de voluntarios</b>	<b>Sexo</b>	<b>Tiempo promedio para inscribirse (en segundos)</b>
4	Femenino	32
5	Masculino	31

Cuadro 11: Tiempo tomado por los voluntarios para inscribirse a una actividad

Los nueve voluntarios (100%) lograron inscribirse en menos de un minuto a las reforestaciones. Esto nos demuestra la eficacia del proceso de inscripción y la facilidad de uso de la página utilizada para la inscripción.

En una escala del 1 al 5, ¿qué tan fácil fue inscribirse a un evento de reforestación usando la página de la aplicación?	¿Qué características o funcionalidades te gustaría ver agregadas a la página de la aplicación para facilitar la inscripción de eventos?	¿Encontraste algún problema al inscribirte en la página de la aplicación? Si es así, por favor describe el problema en detalle.	¿Qué tan satisfecho estás con la experiencia de usuario general de la página de la aplicación para crear eventos de reforestación?	¿Hay algo más que te gustaría compartir sobre tu experiencia con la página de la aplicación para crear eventos de reforestación?
5	Ninguna	No	Muy satisfecho	Me gustó que al abrir las direcciones salían las aplicaciones que tengo instaladas en mi celular
5	Todo está funcional y muy bien hecho	No encontré ningún problema ni dificultad para inscribirme	Estoy muy satisfecho ya que es fácil de usar y fácil de entender.	Me gusta como desde la aplicación se puede abrir directamente Waze para ver mejor la ubicación
5	Nose que otra funcionalidad se le podría agregar	No tuve problemas	Me gustó la página.	Es muy intuitiva la página
4	Me gustaría que me agregue el evento a mi calendario	No	Está bien	Qué moderno
5	Creo que sería bueno implementar la función de poner el evento a mi google calendar	No	Bastante satisfecho	Tengo Waze y Maps en mi celular y me dejaba abrir la dirección en las dos aplicaciones

Cuadro 12: Encuesta a voluntarios de la página de inscripción a actividades

De los cinco voluntarios encuestados, el 100 % indicaron que la página de inscripción era fácil de utilizar, dándole una puntuación de 4 o más, indicando claramente que la aplicación es fácil de usar. En las encuestas algo que fue considerado como un punto fuerte fue la incorporación de la dirección del evento en aplicaciones de navegación como Waze y Google Maps. Sin embargo, se señaló como sugerencia la posibilidad de agregar el evento a la aplicación de calendario del celular para una mejor gestión de las actividades. Aunque la funcionalidad

de añadir el evento al celular no pudo ser incorporada en ese momento, Plantemos podría considerar agregarla en el futuro para mejorar la experiencia de los voluntarios. En general, la encuesta muestra que la plataforma de inscripción fue bien recibida por los voluntarios y que hay espacio para mejoras futuras.

Al realizar la inscripción de actividades por medio de la aplicación en vez de llamada telefónica, se elimina la necesidad de que uno de los organizadores reciba llamadas de parte de los voluntarios. Esto es un claro beneficio para los organizadores y los voluntarios porque ahorran tiempo y no tienen que estar todo el tiempo pendientes de su celular. Con la aplicación, los organizadores pueden ver cuantos voluntarios hay asignados dentro del área de 'listado de voluntarios inscritos'. Además, pueden tener un conteo de los voluntarios inscritos, tener el nombre, número de teléfono y correo de cada voluntario.

## 6.9. Asistencia a actividades de reforestación

Se creó una página para que los voluntarios registren marcar su asistencia en las actividades de reforestación. Al estar inscritos a una actividad les aparece en su página principal. Si presionan sobre ella pueden ver:

- Lugar: dónde será el evento
- Hora de inicio de la actividad
- El enlace de Maps y Waze o la dirección en un mapa.
- Método de transporte: carro o bus. Si el voluntario seleccionó la opción de bus, se muestran los distintos puntos.
- Campo para el ingreso del código de la reforestación. Este cambia a un texto indicando que está asignado cuando ingresa el código correspondiente (ver párrafo siguiente).

Cuando se crea la reforestación se genera un código único que únicamente pueden ver los administradores. Al llegar a la reforestación, ellos escriben el código en un papel y se lo dicen a los voluntarios para que ellos lo puedan ingresar a la aplicación. Al ingresar el código correcto en la aplicación se les cuenta la reforestación con una asistencia.

Para voluntarios que no tienen la aplicación el proceso de asistencia es un poco más tardado pero de igual manera se puede. Los voluntarios tienen que ir con un organizador y pedirle que los ingrese en la lista de asistencia. Los datos que se le piden al voluntario son: nombre, correo electrónico, número de celular, y número de emergencia. Se le piden estos datos al voluntario en caso suceda una emergencia o se tenga que contactar durante la reforestación para dar instrucciones.

Desde la aplicación de los administradores tienen una lista con los datos de todas las personas que tienen asistencia en la reforestación. Además, se muestran con distintos colores los voluntarios que se asignaron utilizando su aplicación y los que se marcaron como asistentes desde la aplicación de los voluntarios.

Para probar la asignación en una reforestación se realizó una simulación de evento con voluntarios. Se les prestó unos celulares con la aplicación de voluntarios. Los voluntarios se asignaban a la reforestación y los que no tenían celular acudían a un organizador para asignarse. Los voluntarios que tenían la aplicación se lograron inscribir en menos de un minuto, mientras que los que no tenían la aplicación tuvieron que esperar su turno con el organizador. Al ver que esto era un punto débil en el proceso de asistencia se hicieron pruebas con tres personas utilizando la aplicación de administradores poniendo asistencia a personas al mismo tiempo y la aplicación funcionó de manera correcta.

El proceso de asistencia de Plantemos mejoró utilizando la aplicación; con esto ya cuentan con una lista de voluntarios que asistieron a todas las reforestaciones. Anteriormente, se tomaba asistencia en hojas, o simplemente no se hacía. Uno de los organizadores de Plantemos mencionó que en varias ocasiones se le perdían esas hojas y se quedaba sin esos datos. Además, tener los números de celular y de emergencia de los voluntarios permite tener un canal de comunicación en caso fuera necesario.

El proceso de asistencias todavía puede mejorar si después de la reforestación el organizador tuviera la opción de quedarse con la lista de voluntarios y sus datos para utilizar posteriormente. Aunque los datos no se borran, el administrador solamente los puede acceder desde Firebase. Estos datos también podrían utilizarse para identificar patrones y mejorar la gestión de los eventos.

## 6.10. Constancia de asistencias a actividades de reforestación

Muchos de los voluntarios de Plantemos son parte de alguna organización o comunidad estudiantil que les pide presentar constancias del trabajo que hacen como voluntarios. Para esto se creó un área en la aplicación de los voluntarios donde ellos pueden solicitar que se les redacte una carta de constancia para cada actividad en la que han participado.

Cuando el voluntario ingresa una solicitud de constancia los organizadores pueden ver en su aplicación quién la pidió y el estado de la constancia. Además, al recibir la solicitud de constancia los organizadores pueden enviarse un correo electrónico con la información de todas las reforestaciones a las que ha asistido esa persona para que ellos puedan crear una carta.

El organizador puede cambiar el estado de la solicitud. Este cambio de estado también se puede ver desde la aplicación de los voluntarios para que ellos sepan que sí se está trabajando en la solicitud y que puedan saber cuando la carta se encuentra en su correo.

La aplicación no solo ha mejorado el proceso de asistencia en las reforestaciones, sino que también ha simplificado la tarea de crear constancias de voluntariado. Antes de la aplicación, los organizadores tenían que confiar en su memoria o en la honestidad de los voluntarios para crear estas constancias, lo que a menudo resultaba en datos inexactos.

Con la aplicación, los organizadores pueden acceder a una lista precisa de las reforestaciones a las que asistió el voluntario y utilizar esta información para crear constancias con datos exactos. Esto facilita la tarea de los organizadores, aumenta la credibilidad de las constancias y ayuda a los voluntarios a demostrar su compromiso con el medio ambiente y

la comunidad.

## 6.11. Visualización de áreas reforestadas

En la página de datos en ambas aplicaciones se pueden visualizar los datos generales y de eventos específicos de Plantemos. Esto tiene como objetivo que todos los involucrados con la organización puedan rápidamente ver qué es lo que ha logrado la organización a través de los años por departamentos y a nivel nacional. La página de datos consiste en dos distintas pestañas. Una tiene los datos generales y la otra tiene datos por reforestaciones.

Página de datos generales:

- Se muestra la cantidad de árboles plantados desde el inicio de Plantemos hasta la fecha actual.
- Se muestra un filtro con años desde el 2012 al año actual.
- Se muestra una gráfica de barras a nivel nacional de la cantidad de árboles sembrados por año.
- Se encuentra un mapa de Guatemala, a nivel departamental, con la cantidad de árboles sembrados. Para realizar las separaciones por departamentos en los mapas se realizaron polígonos para cada departamento utilizando la herramienta de Google Maps para ver los puntos geográficos de colindancia de los departamentos.
- Al presionar uno de los departamentos se presenta un mensaje con la cantidad de árboles que se han plantado dentro del intervalo de fechas seleccionado previamente.
- Por último, se encuentra una gráfica de barras a nivel departamental con la cantidad de árboles sembrados.

Página de datos individuales:

- Se muestra un filtro de búsqueda para que se pueda buscar por año y departamento todas las reforestaciones que han tenido lugar y que el organizador haya ingresado el dato de árboles sembrados.
- Al seleccionar alguna de las reforestaciones se mueve a una nueva pantalla específica de la reforestación y se muestra la cantidad de árboles que se sembraron y cuantos voluntarios apoyaron, las especies de árboles sembradas y un mapa de Guatemala con el punto de la reforestación.

Realizando entrevistas, todos reportaron que habían encontrado la página de visualización de datos con facilidad. Y todos reportaron que los datos les habían parecido 'algo atractivos' o 'atractivos'. Una sugerencia que se nos dio y se logró implementar fue incluir la cantidad de voluntarios en las reforestaciones individuales. La inclusión de la cantidad de voluntarios en las reforestaciones individuales es una mejora valiosa que puede ayudar a los voluntarios a

entender mejor la magnitud de cada evento y el impacto de su participación. Una sugerencia que no se pudo incluir fue corregir el que no se moviera entre pantallas al mover el dedo. No se logró corregir porque la librería utilizada presentaba problemas para dispositivos Android.

Con la visualización de datos se logró que estos estén centralizados y fácilmente accesibles para todos. Antes se tenían los datos de árboles sembrados en distintos archivos Excel. Cuando se pidieron los datos se tardaron más de tres meses para juntar datos del 2012 al 2017 y quedaron pendientes de datos entre el 2018 y el 2022 por falta de tiempo. El método que utilizaban no era eficaz ni rápido. Ahora con la aplicación se ahorran tiempo y le da credibilidad a sus datos.

## 6.12. Pruebas unitarias

Se decidió utilizar Jest [\[44\]](#) para realizar pruebas unitarias y verificar el correcto funcionamiento de la aplicación. Si bien Jest es una herramienta útil para hacer pruebas, no se utilizó en todo el proyecto debido a un error con las dependencias de la aplicación y Jest, al agregar la funcionalidad de los mapas. Resultó complicado instalar y desinstalar Jest cada vez que se necesitaban hacer pruebas, por lo que se optó por realizar pruebas manuales en algunos componentes de la aplicación. Esto se hizo presionando botones en diferente orden y consultando la base de datos para verificar si el resultado era el esperado. A pesar de que no se utilizaron pruebas automatizadas en toda la aplicación, se hizo un esfuerzo consciente para asegurar la calidad y el correcto funcionamiento de la misma.

## 6.13. Transferencia de capacidades

Para asegurar que la aplicación y el código sigan siendo funcionales se creó un manual técnico que explica las distintas funcionalidades que tiene el sistema. Dentro del manual se explica dónde se encuentra el código que modifica cada una de las pantallas, qué base de datos y qué APIs se están utilizando. El código está comentado para facilitar modificaciones y/o actualizaciones necesarias al programa. El manual se puede encontrar en el anexo.



Se logró el objetivo de implementar un sistema automatizado de registro de voluntarios que permite a la organización tener un control eficiente de las personas interesadas en participar en las actividades de reforestación. Esto agiliza la organización de las jornadas al poder llevar un registro detallado de las personas que participan en las diferentes actividades.

La aplicación para la organización Plantemos ha permitido alcanzar el objetivo de desarrollar una herramienta efectiva para visualizar de manera lógica los datos de las áreas reforestadas. La integración de mapas interactivos y gráficos ha mejorado la capacidad para visualizar y comprender los datos de reforestación. Estos permiten ver dónde se están plantando árboles y dónde se necesitan más esfuerzos. Además, las herramientas interactivas de visualización de datos hacen que los datos sean más atractivos y accesibles, lo que a su vez ayuda a comunicar el impacto de los esfuerzos a un público más amplio.

El uso de Firebase y React Native agiliza y mejora el proceso de registro de los voluntarios de Plantemos. Al utilizar Firebase Authentication y Firestore, se pudo crear un proceso de registro seguro y confiable que redujo considerablemente el tiempo necesario para que los voluntarios se registraran, React Native permitió producir una interfaz de fácil utilización haciendo el proceso de registro más eficiente que el usado previamente por Plantemos.

La implementación de Firestore posibilita centralizar todos los datos relacionados con los esfuerzos de reforestación en un solo lugar, haciéndolos de acceso rápido y fácil, generando ahorros significativos de tiempo en la gestión de la información. Esto mejoró enormemente la capacidad para administrar las inscripciones de voluntarios y la siembra de árboles.

El uso de Firebase facilitó el almacenamiento y gestión de los usuarios, sin embargo, hizo que ciertas consultas a la base de datos fueran complicadas.

La aplicación de Plantemos demostró ser una solución efectiva para mejorar el proceso de asistencia en las reforestaciones. La capacidad de inscribirse y asignarse a eventos a través de la aplicación ha permitido una mayor eficiencia en el proceso y una mejor gestión de los datos de los voluntarios.



---

### Recomendaciones

---

- Se sugiere crear un manual de usuario que describa la ubicación y los campos de entrada de cada función de la aplicación según lo indicado en este informe.
- Se propone agregar una opción para guardar los eventos en la aplicación de calendario del dispositivo móvil para una mejor gestión de las actividades.
- Se aconseja incluir la opción de autenticación de usuarios utilizando redes sociales para mejorar la accesibilidad de la aplicación.
- Se sugiere la inclusión de autenticación multifactor para mejorar la seguridad de los datos.
- Se recomienda incorporar la funcionalidad de guardar la lista de datos de los usuarios que asistieron a una reforestación a través de la aplicación con el objetivo de detectar patrones y mejorar la gestión de eventos.
- Se sugiere permitir la creación de usuarios administrativos desde la aplicación para mayor comodidad de los organizadores.
- Se aconseja utilizar una base de datos NoSQL para evitar la duplicación de datos.
- Se sugiere mantener una comunicación constante con el cliente para asegurar que el trabajo realizado logra solucionar los problemas del cliente.
- Se recomienda realizar pruebas exhaustivas de la aplicación antes del lanzamiento para identificar posibles errores.
- Se aconseja mantener una comunicación fluida con el equipo de desarrollo y trabajar en conjunto para asegurarse de que todos estén alineados.
- Se sugiere implementar más medidas de seguridad para los datos de la aplicación, como el cifrado de datos sensibles.



- 
- 
- [1] A. Mukwashi, M. Chao, S. Bhattacharjee y T. Wallace, *Informe sobre el estado del voluntariado en el mundo*, 2015. dirección: <http://www.unv.org/>.
  - [2] *Covid-19 drives global surge in volunteering*, 2020. dirección: <https://www.un.org/en/coronavirus/covid-19-drives-global-surge-volunteering>.
  - [3] CAPLP, 2019. dirección: <https://caplp.org/assets/files/VolunteerHandbook.pdf>.
  - [4] *Strategic Volunteer Engagement*, 2009. dirección: <https://rgkcenter.org/>.
  - [5] S. Ross, "Volunteer Motivation and Satisfaction," *Journal of Venue and Event Management*, vol. 1, ene. de 2009.
  - [6] SAMHSA, *Successful strategies for recruiting, training, and utilizing volunteers*, 2005. dirección: [https://www.samhsa.gov/sites/default/files/volunteer\\_handbook.pdf](https://www.samhsa.gov/sites/default/files/volunteer_handbook.pdf).
  - [7] Adisa, "Volunteer Management Resources for directors of Volunteers," 2022. dirección: <https://www.energizeinc.com/>.
  - [8] D. Garaialde, A. L. Cox y B. R. Cowan, "Designing gamified rewards to encourage repeated app selection: Effect of Reward Placement," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 153, pág. 102661, 2021. DOI: [10.1016/j.ijhcs.2021.102661](https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102661). dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581921000793>.
  - [9] *Resultados del Censo 2018*, 2018. dirección: <https://www.censopoblacion.gt/explorador>.
  - [10] M. P. Karns, *Nongovernmental Organization*, 2022. dirección: <https://www.britannica.com/topic/nongovernmental-organization>.
  - [11] S. J. Rehnborg, W. L. Bailey, M. Moore y C. Sinatra, "A Guide for Nonprofit and Public Sector Leaders," *Strategic Volunteer Engagement*, mayo de 2009. dirección: <https://rgkcenter.org>.

- [12] Iberdrola, *La reforestación, una alternativa para revertir la desertificación*, Corporativa Iberdrola, 2021. dirección: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/ques-reforestacion>.
- [13] C. N. Forestal, “El manual básico de Prácticas de reforestación,” 2010. dirección: <https://www.gob.mx/conafor>.
- [14] R. F. Dam y T. Y. Siang, *What is design thinking and why is it so popular?* 2022. dirección: <https://www.interaction-design.org/literature/article/what-is-design-thinking-and-why-is-it-so-popular>.
- [15] *Design Thinking*. 2022. dirección: <https://www.designthinking.es/inicio/index.php>.
- [16] Atlassian, *What is agile?* 2022. dirección: <https://www.atlassian.com/en/agile>.
- [17] —, *Scrum - what it is, how it works, and why it's awesome*, 2022. dirección: <https://www.atlassian.com/agile/scrum>.
- [18] *Hello world*, 2022. dirección: <https://docs.github.com/en/get-started/quickstart/hello-world>.
- [19] U. Sturm, S. Schade, L. Ceccaroni y col., “Defining principles for mobile apps and platforms development in citizen science,” *Research Ideas and Outcomes*, vol. 3, 2017. DOI: [10.3897/rio.3.e21283](https://doi.org/10.3897/rio.3.e21283).
- [20] *Mobile Operating System Market Share Worldwide*, 2022. dirección: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>.
- [21] *The Ultimate Guide to Mobile Application Architecture*, 2022. dirección: <https://scand.com/company/blog/the-ultimate-guide-to-mobile-application-architecture/>.
- [22] C. Garrate, *All you need to know about no-code app development*, 2022. dirección: <https://www.techbeatly.com/no-code-app-development/>.
- [23] F. Rösler, A. Nitze y A. Schmietendorf, “Towards a Mobile Application Performance Benchmark,” jul. de 2014.
- [24] M. Georgiou, *Building a scalable mobile app architecture for large projects*, 2021. dirección: <https://imagination.net/blog/building-s%20calable-mobile-app-architecture-large-projects/>.
- [25] CyberlinkASP, *What is software scalability and why is it important?* 2021. dirección: <https://www.cyberlinkasp.com/insights/what-is-software-scalability-and-why-is-it-important/>.
- [26] *Testing*, 2022. dirección: <https://reactnative.dev/docs/testing-overview>.
- [27] H. Kaur, Sam, Mukta y col., *Mobile app testing tutorials (a complete guide with 30+ tutorials)*, 2022. dirección: <https://www.softwaretestinghelp.com/beginners-guide-to-mobile-application-testing/>.
- [28] R. James, *A mobile app security checklist*, 2020. dirección: <https://www.freecodecamp.org/news/how-to-secure-mobile-apps/>.
- [29] *What is encryption?* 2022. dirección: <https://www.cloudflare.com/learning/ssl/what-is-ssl/>.

- [30] *Guide to Computer Programming amp; Coding languages*, 2022. dirección: <https://www.computerscience.org/resources/computer-programming-languages/>.
- [31] D. C. Schmidt, N. Balachandran y A. Gokhale, *Frameworks: Why They Are Important and How to Apply Them Effectively*, 2004.
- [32] A. Khanjani y R. Sulaiman, “The aspects of choosing open source versus closed source,” en *2011 IEEE Symposium on Computers Informatics*, 2011, págs. 646-649. DOI: [10.1109/ISCI.2011.5958992](https://doi.org/10.1109/ISCI.2011.5958992).
- [33] Juan, *Backend vs Frontend: Descubre Qué es y sus diferencias*, 2022. dirección: <https://assemblerinstitute.com/blog/backend-vs-frontend/>.
- [34] *What is Platform as a Service (PaaS)?* 2022. dirección: <https://cloud.google.com/learn/what-is-paas#section-5>.
- [35] *What is backend-as-a-service (Baas)?* 2020. dirección: <https://www.cloudmanagementinsider.com/what-is-backend-as-a-service-baas/>.
- [36] D. Pawlan, *Relational vs. Non-Relational Database: Pros amp; Cons: The aloa blog*, 2022. dirección: <https://aloha.co/blog/relational-vs-non-relational-database-pros-cons>.
- [37] *SLA: Everything you need to know*, 2022. dirección: <https://www.atlassian.com/itsm/service-request-management/slas>.
- [38] *What is an API?* 2022. dirección: <https://www.redhat.com/en/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>.
- [39] J. Juviler, *4 types of apis all marketers should know*, 2021. dirección: <https://blog.hubspot.com/website/types-of-apis>.
- [40] Atlassian, *Jira: Issue amp; project tracking software*, 2023. dirección: <https://www.atlassian.com/software/jira>.
- [41] *React native · learn once, write anywhere*. dirección: <https://reactnative.dev/>.
- [42] Dirección: <https://firebase.google.com/>.
- [43] *Firestore nbsp; nbsp; Firebase*, 2023. dirección: <https://firebase.google.com/docs/firestore>.
- [44] *Jest*, 2023. dirección: <https://jestjs.io/>.
- [45] *Google Forms*, 2023. dirección: <https://www.google.com/forms/about/>.
- [46] *Personal Cloud Storage amp; File sharing platform*, 2023. dirección: <https://www.google.com/drive/>.
- [47] 2023. dirección: <https://www.facebook.com/>.
- [48] P. Taylor, *Global Mobile OS Market Share 2022*, 2023. dirección: <https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>.
- [49] Ionicframework, *Enterprise app platform*, 2023. dirección: <https://ionic.io/>.
- [50] *Build apps for any screen*, 2023. dirección: <https://flutter.dev/>.
- [51] R. Cardoso, *Ionic vs react native: Pros and cons*, 2023. dirección: <https://www.imaginarycloud.com/blog/ionic-vs-react-native-pros-and-cons/>.
- [52] *Node.js*, 2023. dirección: <https://nodejs.dev/en/>.

- [53] *NPM*, 2023. dirección: <https://www.npmjs.com/>.
- [54] 2023. dirección: <https://expo.dev/>.
- [55] *Cloud computing services - amazon web services (AWS)*, 2023. dirección: <https://aws.amazon.com/>.
- [56] *Cloud computing services: Microsoft Azure*, 2023. dirección: <https://azure.microsoft.com/en-us/>.
- [57] *GiveGab is the online giving platform designed exclusively for nonprofits to raise funds and manage supporter engagement quickly and easily!* 2022. dirección: <https://info.givegab.com/>.
- [58] *OneDay social volunteering*, 2020. dirección: <https://odsv.org/>.
- [59] S. Manitpornsut, *A design framework of mobile application for volunteer management*, 2014. dirección: [https://www.researchgate.net/publication/280840361\\_A\\_Design\\_Framework\\_of\\_Mobile\\_Application\\_for\\_Volunteer\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/280840361_A_Design_Framework_of_Mobile_Application_for_Volunteer_Management).



## 10.1. Investigación de estado del arte

### 10.1.1. Software existente de manejo de voluntarios

Se investigó acerca de software que está siendo utilizado en ONG. Algunas de las aplicaciones más populares para voluntarios son GiveGab y One Day

- GiveGab: es una plataforma donde intentan hacer que voluntariar sea una experiencia social divertida. Se pueden poner cuántas horas se han voluntariado, tener logros y compartir imágenes [57].

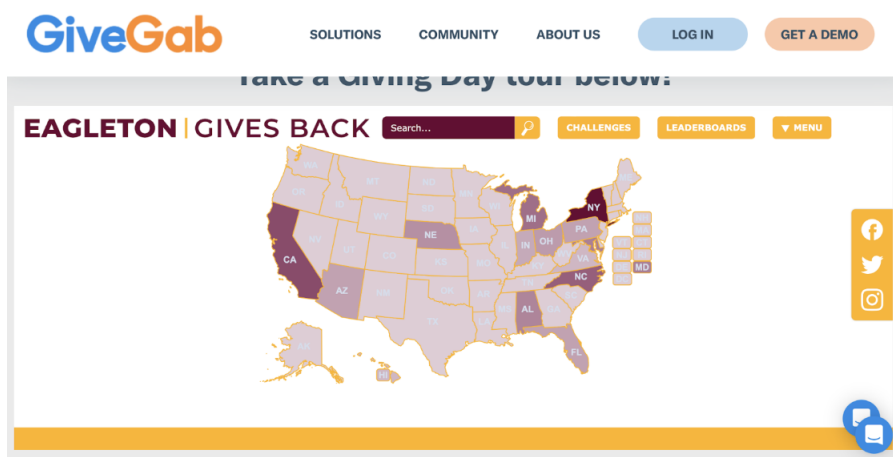


Figura 13: Imagen de mapas creados por GiveGab,  
imagen extraída de: <https://info.givegab.com/> [13]

- Esta aplicación está disponible solo para los Estados Unidos de América. Dentro de esta existen mapas por estado donde se muestra la participación de voluntarios. Además, se utilizan degradé de colores para indicar cantidades de donaciones o voluntarios para que sea fácil de visualizar dónde se ha participado más.



Figura 14: Metas de voluntariado creadas en GiveGab, imagen extraída de: <https://info.givegab.com/> [13]

- La aplicación tiene metas para que completen los voluntarios. Se puede ver qué porcentaje se ha completado y una pequeña descripción de cada una de las metas.
  - Además, tiene una página para los administradores donde se puede buscar las organizaciones que están apoyando con voluntarios y las distintas actividades que hay disponibles [57].
- One Day: es una plataforma que deja que los voluntarios apoyen en distintas actividades conforme a sus preferencias. A los voluntarios se les recomienda lugares y fechas que pueden ser convenientes para ellos. Además, solo tiene actividades de voluntariado grupal para que los voluntarios puedan tener interacciones entre ellos. [58].



Figura 15: Fotos de voluntariado de One Day, imagen extraída de: <https://odsv.org/> [58]

- Esta aplicación de voluntariados permite tener fotos de las actividades realizadas.
- Se encontró que una aplicación para voluntarios debe de ser de uso sencillo, como por ejemplo: debe ser fácil ingresar a su usuario (o crear uno), ver cuando hay actividades, inscribirse a dichas actividades, e involucrarse con otros voluntarios sin importar el tiempo libre de cada uno. Además, se encontró que uno de los mayores problemas que enfrentan las ONG es reclutar voluntarios para cada actividad y llevar un registro de asistencia de los voluntarios que se encuentran en el evento. Por lo cual, la aplicación debe de llevar control de los voluntarios para cada actividad y proveer distintas capacitaciones que puedan ser útiles [59].

## 10.2. Entrevistas

Dentro de la etapa de design thinking se realizaron entrevista para poder entender mejor a los organizadores y voluntarios de Plantemos. A continuación se encuentran las entrevistas:

### 10.2.1. Entrevistas a organizadores

Jose Carlos Profesión: Organizador de Plantemos	
Organizador	
¿Cómo organizas un evento?	Un evento tiene que tener lugar y árboles. Nosotros planeamos que vamos a plantar desde mucho tiempo antes de tener los lugares. Cuando ya tenemos el lugar, tenemos un responsable a preparar el terreno, los permisos para plantar y un encargado de mantenimiento. También tengo que tener los voluntarios que convocó por medio de las redes sociales. Tratamos de conocer muy bien a nuestros voluntarios para saber si tienen necesidades especiales y pueden acceder a los lugares de reforestación. Si un voluntario va en carro, necesitamos la identificación del vehículo, porque algunas veces es necesario para entrar al lugar del evento. Para el punto de reunión necesitamos saber donde es y si aún hay espacio.
¿Qué te gusta más (parte favorita) de ser STAFF?	Las amistades que se forman, tenemos amigos que nos invitan a sus bodas. También hay grupos de escalar volcanes, grupos de bicicletas.
¿Qué es lo que menos te gusta de ser STAFF?	Los grupos empiezan a excluir a otras personas, porque están mal administrados.
¿Cómo se administran los recursos?	La mayoría de recursos se administran según van surgiendo. La prioridad es los sueldos de las personas, las semillas en el vivero, el agua del vivero. Para cada evento los recursos son bastante mínimos, toldos, radios, mesas y el botiquín que es donado. Muchas veces tenemos donaciones, como los buses, la gasolina, los baños portátiles, entre otros.
¿Cómo reclutan voluntarios?	Para mí hay dos tipos de voluntarios: Los que son parte del STAFF, ellos tienen que pagar porque se les da varias cosas. Los que llegan a la reforestación, los que se reclutan por medio de las redes sociales.

Cuadro 13: Entrevista con el organizador de Plantemos

### 10.2.2. Entrevistas a voluntarios

Edad: 20 años Profesión: Estudiante	
¿Cómo iniciaste en el STAFF?	De un solo empezó a ser STAFF, unió en 2021 proyecto manos en la tierra (capacitación), se enteró por redes sociales.
¿Cómo te capacitaste para ser STAFF?	Capacitado en primeros auxilios, talleres de plantación, como manejar el equipo (toldos, herramientas). Normalmente, tienen listas para asegurar que llevan todo a las actividades.
¿Qué te gusta más (parte favorita) de ser STAFF?	Convivencia con el STAFF y voluntarios. Participa en casi todas las reforestaciones y actividades.
¿Qué actividades son las que realizas como STAFF?	Ayudar a subir materiales a los buses antes de las reforestaciones. Movilizar árboles más cerca a los voluntarios para la facilidad de plantar. Hablar e interactuar con los voluntarios
¿Qué necesitas cuando vas a un evento?	Botas y guantes (a los voluntarios se les provee agua) A STAFF se le da un snack. Aparte llega una persona a vender comida para los voluntarios.

Cuadro 14: Entrevista a voluntario

Edad: 25 Profesión: Psicología	
¿Cómo iniciaste en el STAFF?	Ví un evento en redes sociales y me gusto la idea de apoyar
¿Qué te gusta más (parte favorita) de ser STAFF?	El positivismo y ganas de ayudar de los voluntarios
¿Qué actividades son las que realizas como STAFF?	Ayudar a voluntarios a sembrar árboles y mover árboles más cerca a los voluntarios.
¿Qué necesitas cuando vas a un evento?	Sunblock, gorra, camisa de manga larga, ropa que se pueda ensuciar, botas, guantes, pala pequeña, agua.

Cuadro 15: Entrevista a voluntaria

### 10.3. Identity Toolkit API de Google Cloud

Las características del Identity toolkit API utilizada para autenticar a los usuarios de la aplicación están descritas en la siguiente tabla:

Identity Toolkit Api	
Creador	Google
Tipo de arquitectura	Rest
Uso	Permite administrar el acceso a las aplicaciones, protege las cuentas de los usuarios
SLA	99.95 % mensual
Costos	Con el plan gratuito (Spark Plan) se tiene un límite de 3,000 usuarios activos diarios. Con el plan de pagar dependiendo de la cantidad de usuarios (Blaze Plan) se tiene un límite de 50,000 usuarios activos mensuales y después de eso son de 0.0025 a 0.0055 por usuario. Tomando en cuenta que a cada reforestación asisten en promedio 100-200 voluntarios, se decidió utilizar el plan gratuito que ofrecen (Spark Plan).
Escalabilidad	Escala automáticamente al pasarse del límite de usuarios activos por mes del plan gratuito.
Como se conecta	Para integrar las aplicaciones con esta API se utilizó una apiKey, un authDomain, databaseURL, projectId y un appId. Estos datos se obtuvieron en la consola de Firebase del proyecto.
Creación de usuarios con correo electrónico y contraseña (createUserWithEmailAndPassword)	Recibe correo electrónico (string) y contraseña del usuario (string) y crea una cuenta de usuario. Regresa una promesa (promise) con las credenciales del usuario. Una promesa representa un objeto que resulta de una operación asíncrona.
Ingreso de usuarios con correo electrónico y contraseña (signInWithEmailAndPassword)	Recibe correo electrónico (string) y contraseña del usuario (string) y verifica si ya se ha creado una cuenta con las credenciales. Regresa una promesa (promise) con las credenciales del usuario. Una promesa representa un objeto que resulta de una operación asíncrona.
Recuperación de contraseña con el correo electrónico (sendPasswordResetEmail)	Recibe un correo electrónico (string) y manda un correo electrónico con un link para cambiar la contraseña. Regresa una promesa de tipo nulo.
Cambio de estado del usuario (OnAuthStateChanged)	Agrega un observador para saber si hay cambios en el estado del usuario. Los cambios se pueden dar cuando se crea una cuenta, cuando se ingresa a la cuenta, cuando el usuario cierra sesión.
Cerrar sesión (signOut)	No recibe nada y cierra la sesión para el usuario activo. Regresa una promesa de tipo nulo.

Cuadro 16: Características de Identity Toolkit API

## 10.4. Places API

Las características de Google Places API utilizado para obtener los puntos geográficos y nombres de ubicaciones están en la siguiente tabla:

Places	
Creador	Google
Tipo de arquitectura	Rest
Uso	Permite obtener información acerca de lugares, como ciudades y puntos de interés. Además, se obtienen las coordenadas de los lugares.
SLA	99.9% mensual
Costos	Esta API tiene un plan de pagar lo que se utiliza y aparte tiene distintas peticiones con distintos precios. Existen tres distintos niveles de peticiones, básicos, contacto y atmósfera. La única petición que se utilizó fue ‘geometry’ que se encuentra dentro del nivel básico. Por lo tanto, no tuvo ningún costo utilizarlo.
Escalabilidad	Escala automáticamente conforme las necesidades.
Como se conecta	Para integrar las aplicaciones con esta API se utiliza una apiKey, Esta llave se obtuvo a través de la consola de Google Cloud Services.
Google Places Auto-complete	Recibe un texto del lugar que se desea buscar (string). Como parámetros se utilizaron: Country: esto para reducir las búsquedas a solo un país, en este caso Guatemala. Language: lenguaje en el que se desean los resultados, en este caso español. Regresa predicciones, son una lista de predicciones hechas por Google del lugar que está siendo buscado. Dentro del autocomplete se indica que tipo de datos son los que se esperan de regreso. En el proyecto se utilizó “geometry”. Estos datos tienen la ubicación del lugar por medio de latitud y longitud.

Cuadro 17: Características de Google Places API

## 10.5. Capturas de pantalla de la aplicación

A continuación se muestran capturas de todas las pantallas de las aplicaciones:

### 10.5.1. Creación de cuenta



Figura 16: Captura de pantalla de celular para crear una cuenta

### 10.5.2. Ingreso de voluntarios a la aplicación correspondiente



Figura 17: Captura de pantalla de celular del ingreso de voluntarios/administradores



### 10.5.3. Recuperación de contraseña

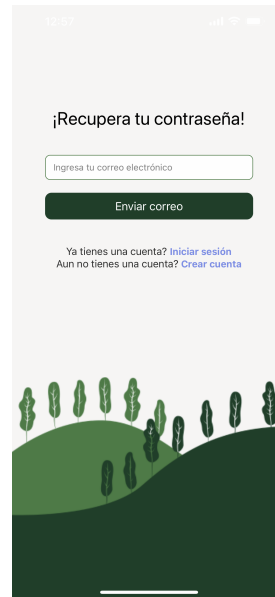


Figura 18: Captura de pantalla de la recuperación de contraseña

### 10.5.4. Ingreso de administradores a la aplicación correspondiente



Figura 19: Captura de pantalla de celular del ingreso a la aplicación de administradores.

### 10.5.5. Creación de evento de reforestación

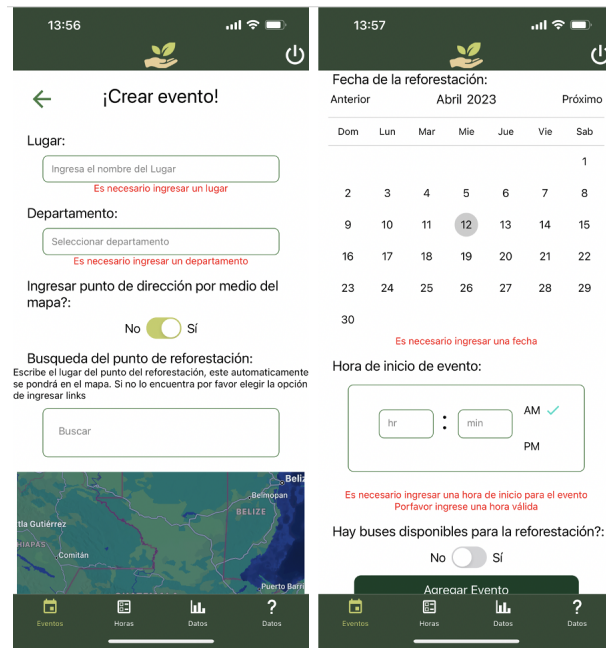


Figura 20: Pantalla de creación de evento de reforestación

### 10.5.6. Modificación o eliminación de eventos de reforestación

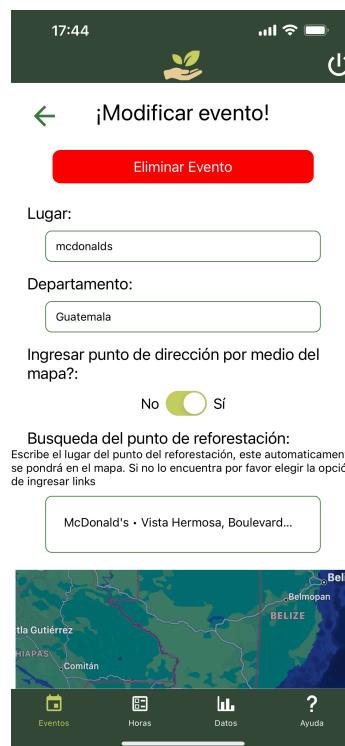


Figura 21: Pantalla de modificar o eliminar un evento de reforestación

### 10.5.7. Inscripción a eventos de reforestación

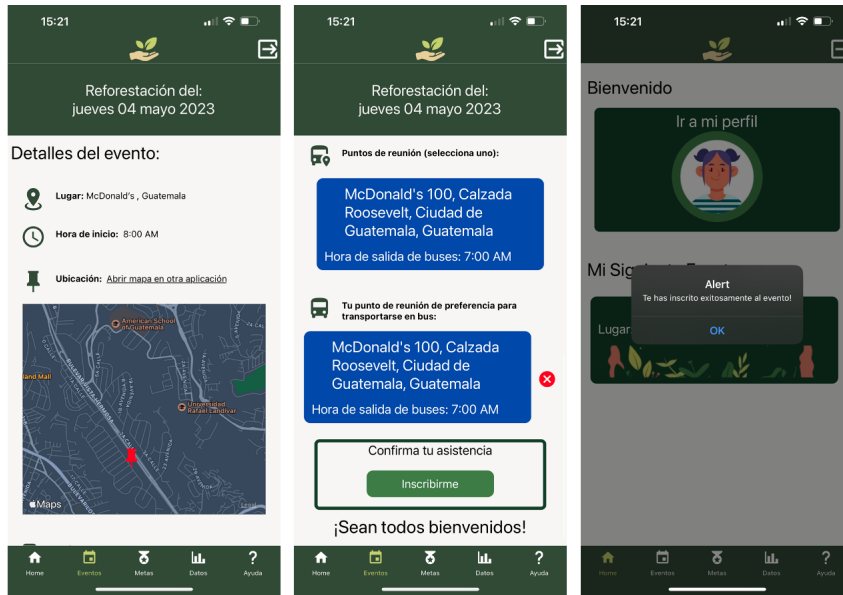


Figura 22: Pantalla de inscripción a un evento de reforestación

### 10.5.8. Listado de voluntarios inscritos en actividades

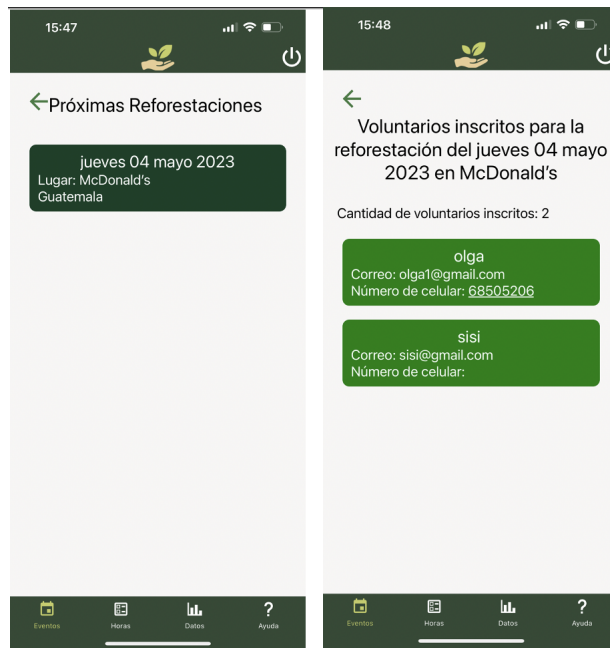


Figura 23: Pantalla de registro de inscripción de voluntarios

### 10.5.9. Asistencia a actividades

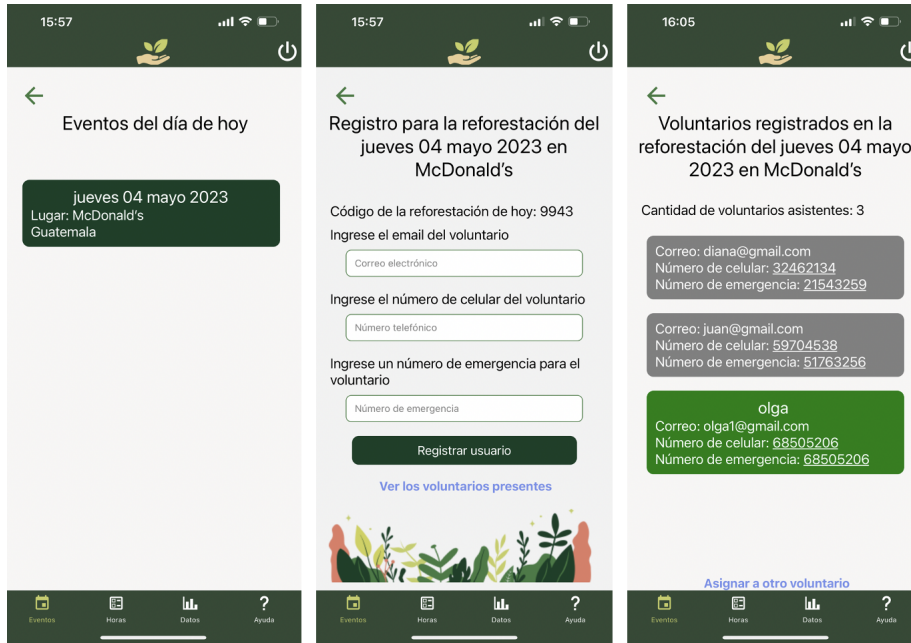


Figura 24: Pantalla de asistencia de voluntarios a un evento de reforestación desde la aplicación de los administradores

### 10.5.10. Constancia de asistencias



Figura 25: Pantalla de constancia de asistencia de voluntarios desde la aplicación de los voluntarios

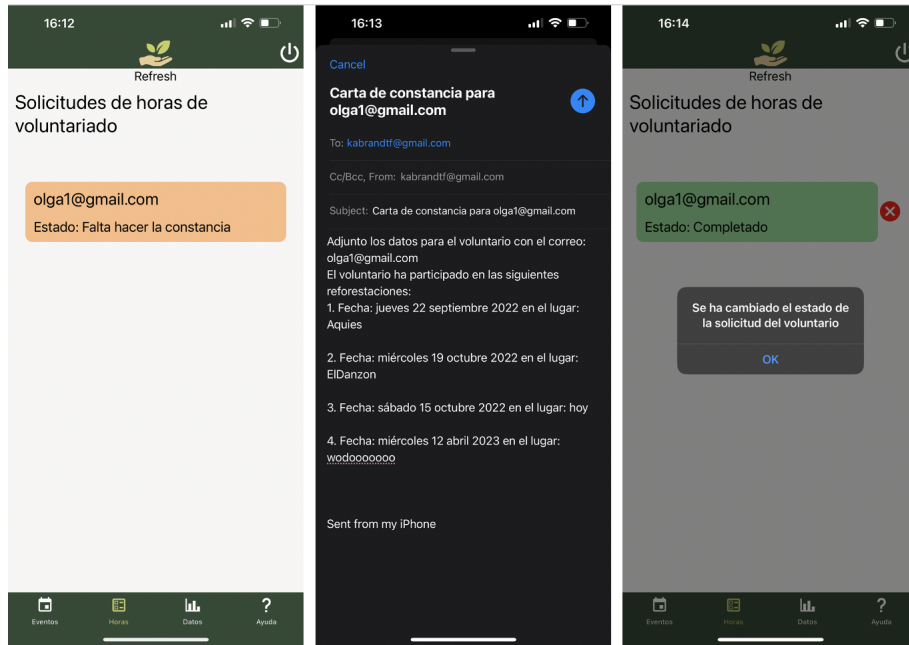


Figura 26: Pantalla de constancia de asistencia de voluntarios desde la aplicación de los administradores

### 10.5.11. Visualización de áreas reforestadas

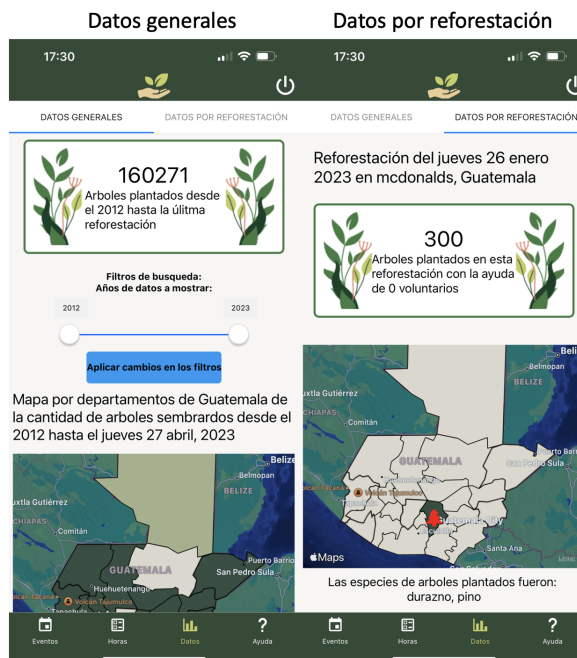


Figura 27: Pantallas de datos generales (lado izquierdo) y datos por reforestación (lado derecho)

### 10.5.12. Pantalla de tutoriales

Se decidió agregar una pantalla de tutoriales con información que se había solicitado por los voluntarios en la fase de entrevistas.

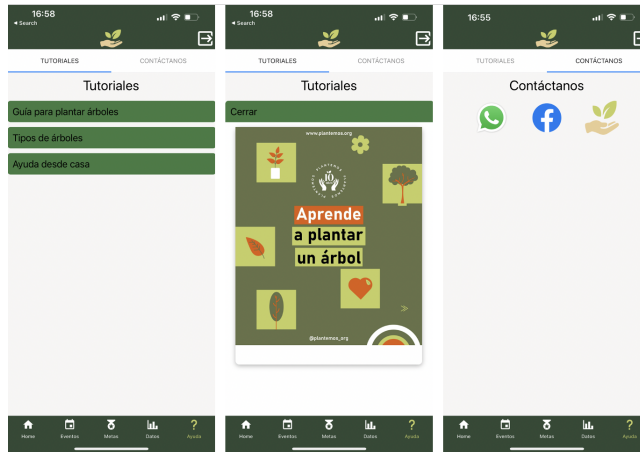


Figura 28: Pantalla de tutoriales para los voluntarios

## 10.6. Manual técnico

En la siguiente página se encuentra el manual técnico que se les entregó a los organizadores de Plantemos.

# Manual de transferencia de capacidades para aplicaciones móviles Plantemos



Hecho por: Oliver Graf y Kristen Brandt

Registro de versiones del código	2
Framework	3
<b>Entender el código</b>	<b>3</b>
<b>Aplicación para organizadores</b>	<b>4</b>
Ingreso de usuarios	4
Pantalla de inicio	4
Creación y modificación de puntos de reunión (bases)	4
Creación y modificación de eventos	4
Listado de voluntarios inscritos	4
Listado de voluntarios asignados a buses	4
Toma de asistencia de voluntarios	4
Agregar árboles después de cada reforestación	4
Constancias de asistencias	5
Visualización de datos	5
Tutoriales	5
<b>App voluntarios</b>	<b>6</b>
Ingreso de usuarios	6
Perfil	6
Eventos	6
Visualización de datos	6
Tutoriales	6



## Registro de versiones del código

Para llevar un registro de versiones se utilizó la herramienta Github.

El código de la aplicación de los organizadores:

<https://github.com/oligraf98/Plantemos-Admin.git>

El código de la aplicación de los voluntarios:

<https://github.com/KristenBrandt/Plantemos.git>

## Framework

Las aplicaciones están hechas utilizando el framework React-Native. Se utilizó el Cloud Computing de Firebase. Y como base de datos Firestore.

Para ingresar a Firebase se necesitan las credenciales entregadas a el correo de [jcm@plantemos.org](mailto:jcm@plantemos.org)

La conexión con Firebase se hace desde el documento llamado config.js dentro de la carpeta de firebase de ambas aplicaciones.

Todo el código tiene encabezados y documentación con una explicación de que son las funciones que realiza cada parte. Todos los componentes de React Native están identificados por tipos, estos son iniciales, principales, secundarias y misceláneas.

## Entender el código

Para facilitar la lectura y comprensión del código cada uno de los documentos dentro de github tiene un encabezado y comentarios específicos.

En las siguientes secciones del manual se especifica las funcionalidades implementadas en la aplicación y donde se puede encontrar el código para modificarla.

## Aplicación para organizadores

### Ingreso de usuarios

Para poder recuperar una cuenta se utiliza el documento "RecoverPage.js".

Para poder ingresar utilizando una cuenta ya creada con permisos de administrador se utiliza el documento de "Login.js".

### Pantalla de inicio

Para la pantalla de inicio se utiliza el documento "EventsScreen.js".

### Creación y modificación de puntos de reunión (bases)

Para poder crear un nuevo punto de reunión se utiliza "CreateBaseScreen.js".

Para poder modificar un punto de reunión existente se utiliza "ModificarBaseScreen.js".

### Creación y modificación de eventos

Para poder crear un nuevo evento se utiliza el documento "CreateEventsScreen.js".

Para poder modificar un evento existente se utiliza el documento "ModificarEventsScreen.js".

### Listado de voluntarios inscritos

Para llevar un registro de los voluntarios inscritos se utiliza el documento "ListadoVolScreen.js".

### Listado de voluntarios asignados a buses

Para visualizar el listado de voluntarios que desean irse en bus se utiliza el documento "ListadoBusesScreen.js".

### Toma de asistencia de voluntarios

Para decidir qué evento es al que se quiere registrar la asistencia se utiliza el documento "Asistencia.js".

Para poder tomar asistencia en los eventos se utiliza el documento "RegistroScreen.js".

Para poder ver que voluntarios están presentes en los eventos se utiliza el documento "PresentesScreen.js".

### Agregar árboles después de cada reforestación

Para escoger a qué reforestación se le quieren asignar árboles se utiliza el documento "ViewEventsScreen2.js".

Para poder asignar árboles sembrados, las especies de árboles y ver la cantidad de voluntarios que asistieron al evento utiliza el documento de "AgregarArboles.js".

## Constancias de asistencias

Para hacer constancias de asistencia de los voluntarios se utiliza el documento "ConstanciaScreen.js"

## Visualización de datos

Para visualizar los datos generales se utiliza el documento "MetasScreen.js"

Para visualizar los datos por reforestación específica se utiliza el documento "DatosIndividual.js"

## Tutoriales

Para ver los tutoriales se utiliza el documento "AyudaScreen.js"

# App voluntarios

## Ingreso de usuarios

La pantalla inicial que aparece al abrir la aplicación por primera vez se crea con el documento "StartPage.js".

Para crear una cuenta se utiliza el documento "SignUp.js".

Para poder recuperar una cuenta se utiliza el documento "RecoverPage.js".

Para poder ingresar utilizando una cuenta ya creada se utiliza el documento "Login.js".

La pantalla que aparece cuando el usuario se autentica se crea con el documento "LandingPage.js".

## Perfil

Para poder ver la información del usuario se utiliza el documento "PerfilScreen.js".

Para modificar la información del usuario se utiliza el documento "ActualizarPerfilScreen.js".

Para poder ver la cantidad de medallas que ha adquirido el usuario por medio de la aplicación se utiliza el documento "MetasScreen.js".

Para poder ver las reforestaciones a las que ha asistido el usuario se utiliza el documento "PastEventsScreen.js" y para ver la información de una de dichas reforestaciones se utiliza el documento "PastEventoUnicoScreen.js".

Para poder pedir una constancia de horas al organizador se utiliza el documento "PastEventsScreen.js".

## Eventos

Para poder ver todas las reforestaciones próximas se utiliza el documento "EventsScreen.js".

Para ver información sobre un evento en específico y que el usuario se pueda inscribir se utiliza el documento "EventoUnicoScreen.js".

Cuando el usuario está inscrito en un evento este aparece en "LandingPage.js", de ahí el usuario puede navegar al evento al que está inscrito y se utiliza el documento "EventoAsistencia.js" para crear esa página.

## Visualización de datos

Para visualizar los datos generales se utiliza el documento "PruebaScreen.js".

Para visualizar los datos por reforestación específica se utiliza el documento "DatosIndividual.js".

## Tutoriales

Para ver los tutoriales se utiliza el documento "AyudaScreen.js".

