

**Nº de proyecto: 2020-1-EL01-KA201-079157**

---

## **Producción intelectual**

---

### **O3: Software de navegación**

Socio: PANEPISTIMIO PATRON (E10209090, GR)



Erasmus+



### **Información sobre el proyecto**

Acrónimo del proyecto: G4ViD  
Título del proyecto: Geología para ciegos y deficientes visuales  
Número de acuerdo: 2020-1-EL01-KA201-079157  
Programa de la UE: Erasmus  
Página web del proyecto: <http://www.g4vid.eu/>

### **Preparado por**

Organización asociada: PANEPISTIMIO PATRÓN (E10209090, GR)

© G4ViD - Geología para ciegos y deficientes visuales

### **Descargo de responsabilidad:**

El apoyo de la Comisión Europea a la elaboración de esta publicación no constituye una aprobación de su contenido, que refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.



## Índice

1. Introducción.....	4
1.1 General.....	4
1.2 Acerca de este producto intelectual.....	4
2. Navegación.....	6
2.1 General.....	6
2.2 Retos de navegación en los geoparques.....	7
2.3 Navegación personalizada.....	8
3 Diseño, retos y aplicación.....	9
3.1 Diseño y retos.....	9
3.2 Aplicación.....	11
4 Función GPS - Hands on.....	13



## 1. Introducción

### 1.1 General

En un mundo en el que la tecnología cambia constantemente, la innovación es una poderosa herramienta que ayuda a las personas con discapacidad. La tecnología puede hacerles la vida más fácil y permitirles interactuar con el mundo a su manera. Esta investigación trata de una función especial del GPS que ayuda a los discapacitados visuales a explorar yacimientos geológicos.

Hoy en día, las aplicaciones son esenciales para conectar a las personas y darles oportunidades, tengan o no discapacidades. Al igual que aplicaciones como "Be My Eyes" y las herramientas para la formación en autismo han mejorado la vida de las personas con discapacidad, esta aplicación de geología hace lo mismo. Nuestra función GPS utiliza conocimientos de geología y tecnología avanzada para llevar a los usuarios a un viaje en el que los yacimientos geológicos no son sólo lugares que visitar, sino también experiencias que pueden tocar y oír.

Al igual que la tendencia de las aplicaciones que simulan diversas condiciones y discapacidades para mejorar la comprensión, esta aplicación de geología se esfuerza por crear un puente digital entre el mundo de la geología y el de las personas con capacidades diferentes. Aspira a fomentar una integración bidireccional: acercar a los entusiastas de la geología a las maravillas de los geositorios e invitar al mismo tiempo a las personas con discapacidad visual a participar activamente en el ámbito de la geología. La característica distintiva de esta aplicación, el sistema de navegación GPS, permite vislumbrar un futuro en el que la exploración no conoce fronteras, en el que la geología se convierte en un viaje sensorial y en el que la inclusión no es sólo un objetivo, sino una realidad vibrante. En las páginas que siguen, nos adentramos en el intrincado diseño, el desarrollo y el profundo impacto de esta función GPS, que constituye un testimonio del potencial de la tecnología para crear un mundo más inclusivo y conectado para todos.

### 1.2 Acerca de esta producción intelectual

El punto central del Resultado Intelectual 3 es un esfuerzo pionero: la creación de un sistema de navegación a medida dentro de la aplicación G4ViD para Android. Este sistema se ha diseñado meticulosamente para satisfacer las necesidades específicas de las personas ciegas o con discapacidad visual, y les ayuda a llegar a los geositorios de los parques geológicos. Pero este proyecto va más allá de la navegación habitual. Su objetivo es ayudar a los usuarios no sólo a encontrar estos asombrosos parajes naturales, sino también a vivirlos plenamente utilizando sus sentidos. A través de este sistema, los usuarios pueden "sentir" y "escuchar" los atributos distintivos de los geositorios, ya sea la textura rugosa de los troncos de los árboles, el estruendo atronador de los volcanes o el torrente relajante de las cascadas. En esencia, este



proyecto encarna el potencial de la tecnología para fomentar la accesibilidad, la inclusión y una profunda conexión con el mundo natural. La formulación de las especificaciones del software se basó meticulosamente en las valiosas opiniones de los usuarios con discapacidad visual, que participaron activamente en el proceso de desarrollo. Estos esfuerzos de colaboración se iniciaron mediante la administración de cuestionarios creados por un equipo multidisciplinar, que incluía expertos en educación especial, fisiólogos y científicos especializados. Además, el perfeccionamiento iterativo del sistema se desarrolló a través de una serie de extensas sesiones de prueba, cuidadosamente organizadas para incorporar los valiosos comentarios de los usuarios con discapacidad visual. Este enfoque centrado en el usuario garantizó que el sistema final no sólo estuviera diseñado por expertos, sino que también se adaptara con autenticidad a las necesidades y preferencias de sus principales usuarios.



## 2. Navegación

### 2.1 Generalidades

La navegación es un campo de estudio polifacético que gira en torno al intrincado proceso de supervisar y controlar el movimiento de personas, vehículos y embarcaciones cuando se desplazan de un punto a otro. Es una disciplina esencial que abarca cuatro categorías clave: navegación terrestre, navegación marítima, navegación aeronáutica y navegación espacial. Dentro de estos ámbitos, los navegantes emplean conocimientos y técnicas especializados para realizar sus tareas con eficacia, todas las cuales implican el aspecto crítico de determinar posiciones y direcciones en relación con ubicaciones o patrones conocidos. Más allá de sus aspectos técnicos, la navegación puede definirse en sentido amplio como cualquier habilidad o estudio centrado en determinar la propia posición y dirección.

IO3 se sumerge en el tema de la navegación terrestre, con especial atención al concepto de "wayfinding". La orientación, proceso fundamental que facilita la orientación y el movimiento de las personas (incluidos los animales) en el espacio físico, es un aspecto crítico de la navegación terrestre. Comprende cuatro etapas distintas, cada una de las cuales desempeña un papel fundamental para alcanzar con éxito el destino deseado:

#### 1. Orientación:

La orientación es el paso inicial en la búsqueda del camino, en el que las personas intentan determinar su ubicación actual. Esta determinación se hace a menudo en relación con objetos cercanos o puntos de referencia y el destino final.

#### 2. Decisión sobre la ruta:

Una vez establecida la orientación, la siguiente etapa es la decisión de la ruta. Se trata de seleccionar el rumbo o la dirección óptimos para llegar al destino deseado. El proceso de selección puede incorporar diversos factores, como la distancia, el terreno y los posibles obstáculos.

#### 3. Seguimiento de rutas:

El seguimiento de la ruta sirve como punto de control crítico durante el viaje. Los navegantes evalúan y verifican continuamente que la ruta elegida coincide con el camino que lleva al destino previsto. Se pueden hacer los ajustes necesarios para mantener el rumbo.

#### 4. Reconocimiento del destino:

La etapa final de la orientación se produce cuando se reconoce el destino. Este reconocimiento puede adoptar muchas formas, como pistas visuales, puntos de referencia o rasgos distintivos, y significa que el viaje se ha completado con éxito.

## 2.2 Retos de navegación en los geoparques

La navegación, definida por sus principios fundamentales de orientación, es un aspecto crucial de la movilidad y la exploración humanas. Sin embargo, en el contexto único de los geoparques, la aplicación de la navegación puede estar llena de desafíos y peligros potenciales. Este capítulo se sumerge en los diversos peligros asociados a la navegación en los geoparques, donde factores como el relieve, el terreno, las características del geositio y la meteorología pueden afectar significativamente a la experiencia de navegación.

- **Relieve del Geoparque**

Los geoparques, por su naturaleza, suelen abarcar regiones montañosas con geositios situados a distintas elevaciones. El acceso a estos geositios puede requerir que las personas posean habilidades de senderismo de aficionados, y navegar por el terreno escarpado y accidentado puede resultar una tarea desalentadora.

- **Desafíos del terreno:**

El terreno de los geoparques suele ser rocoso e indómito. Los navegantes pueden encontrarse con caminos de tierra, rocas de distintos tamaños esparcidas por el sendero o incluso tener que atravesar cuevas para llegar a determinados geositios. Estos obstáculos naturales pueden plantear importantes retos a la navegación y exigir una planificación cuidadosa y capacidad de adaptación.

- **Naturaleza de los geositios:**

Los geositios de un geoparque pueden ser muy variados, desde rocas o árboles aislados hasta extensas cadenas montañosas, volcanes o cascadas. La navegación hasta los miradores de estas características suele implicar atravesar zonas cercanas a acantilados u otros terrenos peligrosos, lo que añade un elemento de peligro al proceso de navegación.

- **Riesgos meteorológicos:**

Las condiciones meteorológicas, como fuertes tormentas de lluvia o nieve, pueden alterar drásticamente el paisaje de un geoparque. Los senderos pueden erosionarse o desaparecer por completo, obligando a las personas a forjar nuevas rutas de forma independiente para llegar a los geositios que desean explorar. Estos problemas meteorológicos pueden alterar los planes de navegación y aumentar los riesgos asociados a la exploración.

Cabe señalar que estos peligros inherentes a la navegación por los geoparques pueden verse magnificados para las personas con discapacidades, deficiencias visuales o ceguera. La necesidad de soluciones de navegación inclusivas que tengan en cuenta las necesidades únicas de todos los visitantes es primordial. Además, la eficacia de las herramientas de navegación, incluidos los sistemas basados en GPS, depende de que exista una trayectoria clara de la señal desde el dispositivo hasta el cielo. Los geoparques, con su relieve variable y sus paisajes escarpados, pueden presentar problemas como la reducción de la precisión del GPS y, en algunos casos, la total indisponibilidad de las señales GPS. Estos problemas técnicos acentúan aún más la complejidad de la navegación en los parques geológicos.

### 2.3 Navegación personalizada

Partiendo de la concienciación sobre los peligros potenciales asociados a la navegación en geoparques, este capítulo explora el desarrollo y la aplicación de una solución de navegación personalizada y adaptada para abordar los retos únicos que plantean estos entornos. Reconociendo las limitaciones del software de navegación convencional, como "Google Maps Navigation", este capítulo subraya la necesidad crítica de una alternativa más segura y consciente del contexto.

**La insuficiencia del software de navegación convencional:** El software de navegación convencional, ejemplificado por aplicaciones de uso generalizado como "Google Maps Navigation", ofrece funciones completas de planificación y seguimiento de rutas. Sin embargo, estas funciones, aunque valiosas en muchos contextos, pueden resultar problemáticas e incluso plantear riesgos para los usuarios cuando se aplican en el terreno y las condiciones difíciles de los geoparques.

**La navegación personalizada como solución:** A la luz de estos retos, se consideró necesario un cambio decisivo hacia una solución de navegación personalizada para dar prioridad a la seguridad de los usuarios y la fiabilidad de la navegación. Para lograrlo, el diseño y la implementación de la navegación personalizada se guiaron por un enfoque distinto que se adhiere a los principios fundamentales de la orientación, con especial énfasis en la orientación y el reconocimiento del destino:

#### 1. Diseño centrado en la orientación:

La solución de navegación personalizada hace especial hincapié en la fase de orientación. Al centrarse en ayudar a los usuarios a determinar su ubicación en relación con los objetos cercanos destacados y los geositorios deseados dentro del geoparque, el sistema pretende proporcionar a los usuarios una comprensión clara de su entorno inmediato.



## 2. Reconocimiento del destino:

Otro aspecto fundamental del diseño de la navegación personalizada es facilitar el reconocimiento del destino. Se guía a los usuarios para que reconozcan los puntos de referencia y las características clave que indican su proximidad a los geositorios que pretenden visitar. Este reconocimiento constituye un hito crucial en el proceso de navegación.

Al omitir deliberadamente ciertos aspectos de la navegación convencional, como la decisión detallada de la ruta y su seguimiento, que pueden resultar arriesgados en entornos de geoparques, la solución de navegación personalizada minimiza la posibilidad de resultados peligrosos. En su lugar, permite a los usuarios tomar decisiones informadas mientras navegan, basándose en su conocimiento del terreno y su proximidad a los geositorios.

## 3. Diseño, retos y aplicación

### 3.1 Diseño y retos

El diseño y la implementación de la función GPS personalizada dentro de la aplicación plantearon una serie de intrincados retos, cada uno de los cuales requería una consideración y una resolución minuciosas. Esta sección profundiza en las diversas consideraciones de diseño y los retos encontrados durante el desarrollo de esta innovadora función GPS, haciendo hincapié en la interacción con el usuario, la implementación técnica y las opciones de diseño únicas que se tomaron.

#### Retos de la interacción con el usuario:

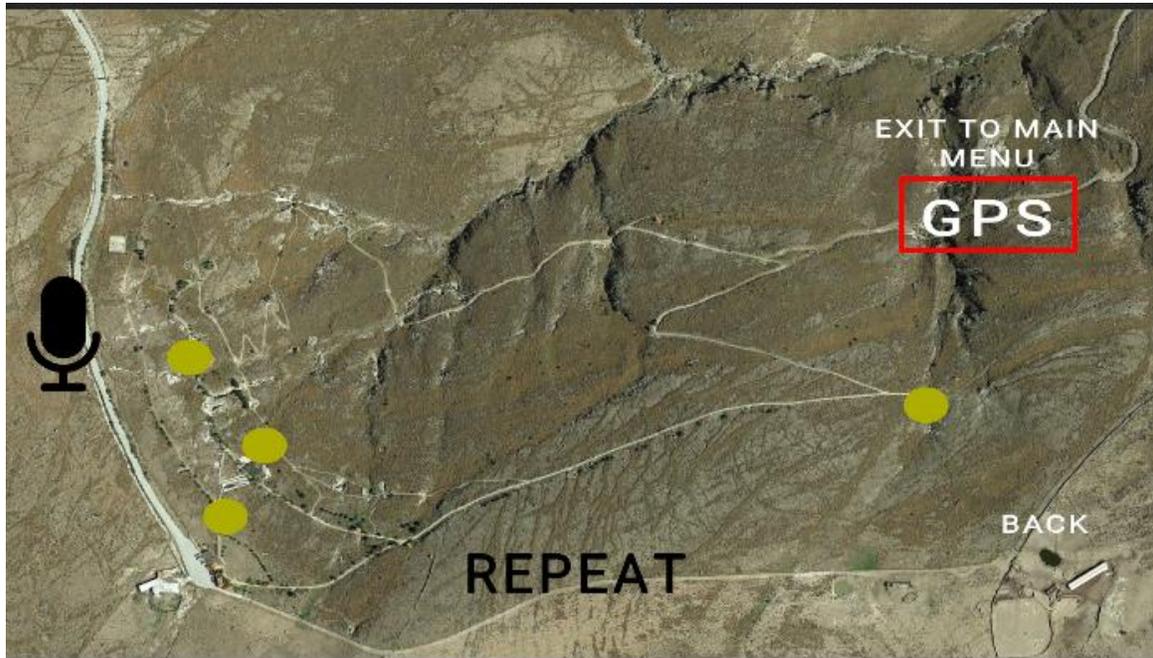
La interacción con el usuario fue el principal reto en el desarrollo de la función GPS. Al principio, la idea era que el GPS funcionara en segundo plano, activando automáticamente la pantalla de geositorio cuando el usuario entrara en sus inmediaciones. Sin embargo, tras realizar pruebas exhaustivas y recabar las opiniones de los usuarios, se hizo evidente que este planteamiento no era universalmente adecuado. A menudo, los usuarios deseaban explorar distintas pantallas y funcionalidades de la aplicación mientras permanecían cerca de un geositorio, algo que este enfoque automatizado no permitía.

En consecuencia, se decidió que la función GPS fuera opcional para el usuario. Este cambio de enfoque permitió a los usuarios mantener el control sobre cuándo y cómo interactuaban con los geositorios dentro de la aplicación, mejorando su experiencia global.

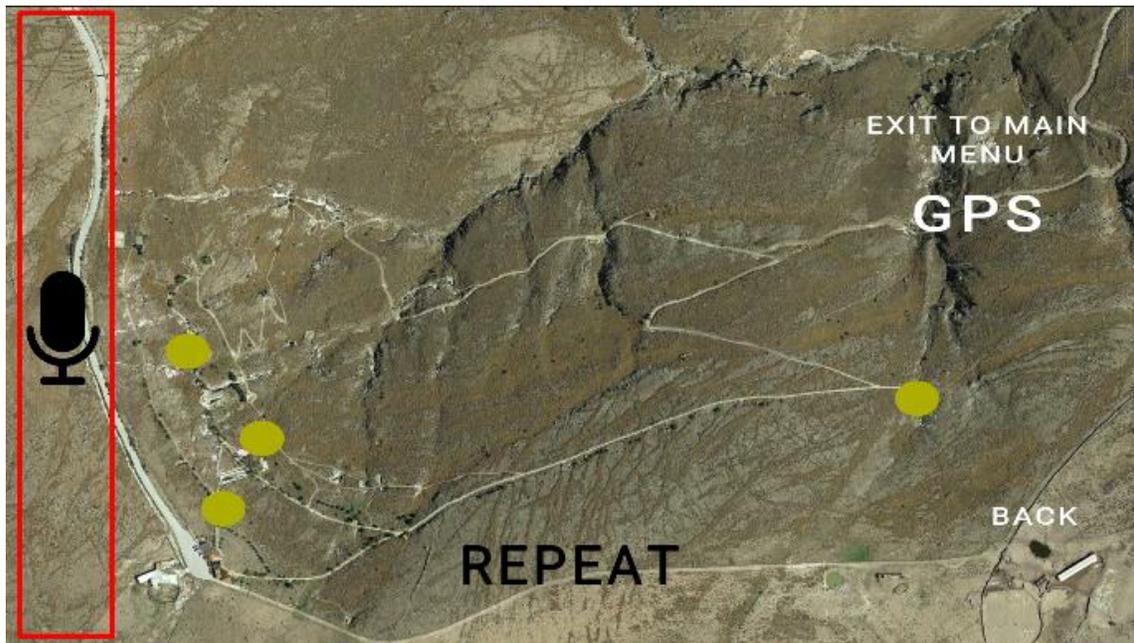
#### Plantilla de diseño y puntos de activación:

La coherencia en el diseño era un principio central en todos los aspectos de la aplicación, incluida la función GPS. El mecanismo se activaba mediante puntos de activación específicos:

Botón de pantalla táctil: Los usuarios podrían acceder a la función GPS a través de un botón designado dentro del menú Mapa del Geoparque.



Comando de voz: Otro método de activar la función GPS era mediante un comando fonético. Los usuarios podían simplemente pulsar el botón del micrófono y decir "GPS" para iniciar la funcionalidad.



#### Orientación y reconocimiento del destino:

En consonancia con la decisión de excluir las funciones de decisión y seguimiento de rutas, el diseño de la función GPS se centró en la orientación y el reconocimiento del destino. La aplicación rastrea continuamente las coordenadas del usuario, cartografiando su ubicación en el mapa del geoparque y cruzándola con las coordenadas predefinidas de los geositios integrados en la aplicación. Cuando se detectaba una coincidencia, aparecía en la pantalla del usuario la información del geosito correspondiente.

#### Afrontar los retos del servicio GPS:

La disponibilidad y precisión del servicio GPS en el dispositivo del usuario planteaba retos que escapaban en gran medida al control de los desarrolladores de aplicaciones. Aunque la falta total de disponibilidad no se podía mitigar, la aplicación abordó el problema de la baja precisión incorporando un umbral de coincidencia. Mediante pruebas exhaustivas en geoparques, se determinó un umbral de desviación del 0,01% para garantizar un reconocimiento preciso del geosito incluso en condiciones de precisión reducida del GPS.

#### Aplicación técnica:

Una decisión técnica crucial giró en torno a la elección del servicio GPS subyacente. Dado que la aplicación se creó con el motor de juegos Unity, se decidió aprovechar la biblioteca de servicios de localización integrada de Unity. Esta elección no sólo ahorró valiosos recursos de

desarrollo, sino que también permitió a la aplicación utilizar la infraestructura existente e integrar perfectamente la funcionalidad GPS.

En esta sección se exponen las múltiples consideraciones y soluciones que dieron forma al diseño y la funcionalidad de la función GPS personalizada. Subraya la importancia de un diseño centrado en el usuario y de una cuidadosa integración de la tecnología GPS para mejorar la experiencia general del usuario en la aplicación del geoparque.

### 3.2 Aplicación

El éxito de la implantación de la función GPS personalizada se caracterizó por su enfoque directo, centrado en dos componentes principales: la orientación y el reconocimiento del destino. En esta sección se describe en detalle el proceso de implantación y se destacan los principales aspectos técnicos y métodos empleados.

#### Implantación de la Orientación:

En el contexto de la función GPS, la orientación consistía principalmente en determinar las coordenadas exactas del usuario dentro del geoparque. Esta información era fundamental para que la aplicación facilitara eficazmente la fase de orientación. La aplicación se basó en la biblioteca de servicios de localización del motor de juegos Unity, que permitía acceder a las coordenadas de latitud y longitud del usuario.

La aplicación almacenaba estas coordenadas como pares clave-valor, con la latitud como clave y la longitud como valor. Esta estructura de datos garantizaba el fácil acceso a la posición actual del usuario para su posterior procesamiento.

#### Reconocimiento del destino:

El reconocimiento de destinos era un aspecto fundamental de la función GPS personalizada, que permitía a la aplicación identificar y presentar información sobre los geositios cercanos. Para ello, la aplicación almacenaba una base de datos con las coordenadas de todos los geositios de un geoparque determinado. Estas coordenadas se organizaron como pares clave-valor, asociando la latitud con la longitud de cada geositio.

El proceso de reconocimiento se desarrolló del siguiente modo:

Coincidencia de coordenadas: la aplicación empleó un bucle foreach para recorrer las coordenadas almacenadas de los geositios, analizándolas varias veces para buscar una coincidencia con las coordenadas actuales del usuario.

Reintentos: Si no se encontraba una coincidencia inicial, la aplicación permitía hasta tres reintentos, dando cabida a posibles discrepancias debidas a la precisión del GPS o a



variaciones momentáneas de la ubicación.

Reconocimiento por proximidad: Si no se obtenía una coincidencia inmediata, se pedía a los usuarios que se acercaran al geositio y volvieran a intentar el reconocimiento. Este método garantizaba que los usuarios tuvieran la oportunidad de reposicionarse para un intento de reconocimiento más preciso.

Éxito del reconocimiento: Una vez que las coordenadas del usuario coincidían con las de un geositio, la aplicación pasaba al siguiente paso, que consistía en abrir la escena del geositio. De este modo se completaba el proceso de reconocimiento del destino.

En resumen, la implementación de la función GPS aprovechó la biblioteca de servicios de localización del motor de juegos Unity, traduciendo eficazmente el reconocimiento de la orientación y el destino en funcionalidades prácticas. El proceso de reconocimiento iterativo, junto con los reintentos fáciles de usar y el reconocimiento basado en la proximidad, mejoraron la experiencia general del usuario y contribuyeron al éxito de la función.

#### 4. Función GPS - Práctica

El usuario inicia la función GPS pulsando el botón "Seleccionar aparcamiento" situado en el menú principal de la aplicación. También puede activar esta función simplemente pulsando el botón del micrófono y emitiendo el comando de voz "Seleccionar aparcamiento". Este intuitivo proceso de interacción ofrece a los usuarios flexibilidad para acceder a la funcionalidad GPS, en línea con nuestro compromiso con el diseño centrado en el usuario.

GEOLOGY FOR VISUAL IMPAIRED AND DISABLED  
G4ViD



**SELECT PARK**

**TRAIN**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

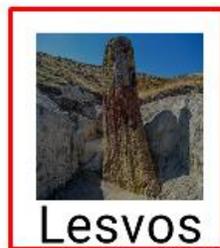


**REPEAT**

**QUIT**

*Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union National Agency IKY - Project: 2017-1-EL01-KA201-036255*

Tras la selección del menú inicial, los usuarios pasan al menú de selección de parques, donde pueden elegir sin esfuerzo el geoparque deseado para la navegación. Esta selección puede hacerse pulsando el botón correspondiente asociado al geoparque elegido o mediante comandos de voz. Por ejemplo, el usuario puede decir simplemente "Lesbos" para entrar en el Parque de Lesbos, lo que demuestra la perfecta integración de las opciones de navegación táctil y por voz en la interfaz de usuario de la aplicación.

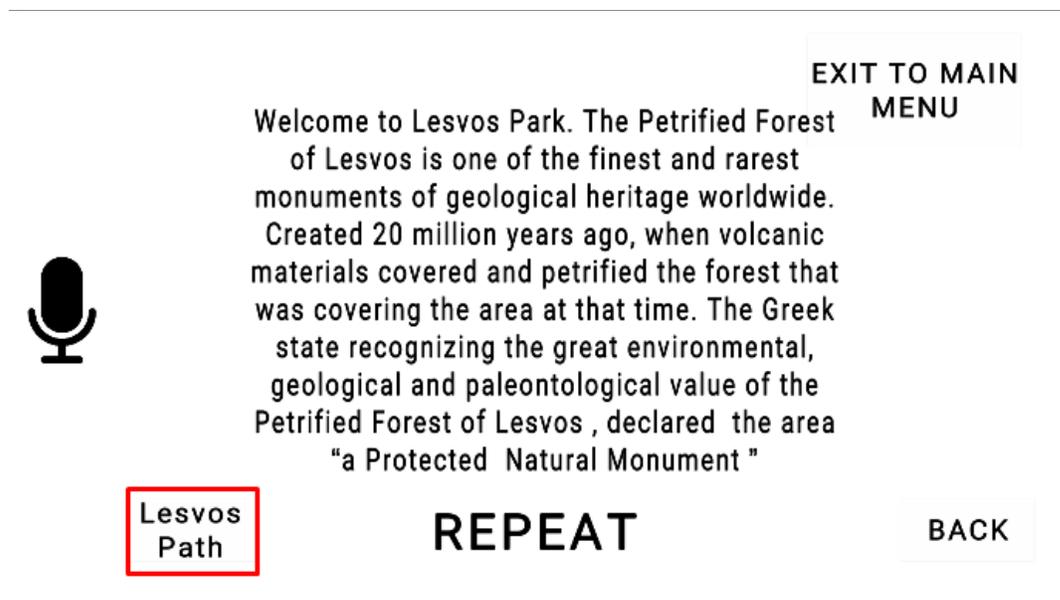


**REPEAT**

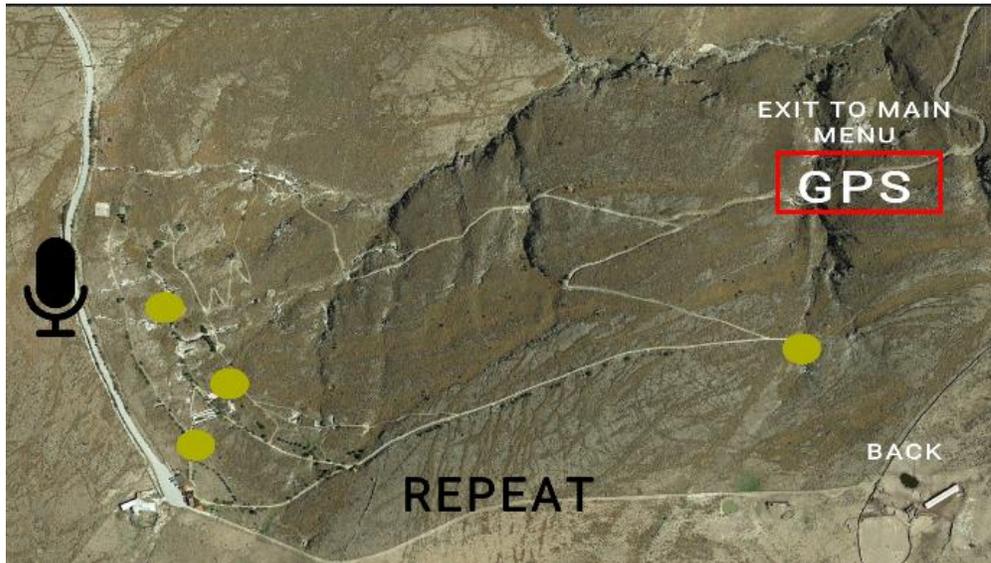


**EXIT TO MAIN  
MENU**

En este punto, los usuarios tienen la oportunidad de acceder a un resumen conciso del geoparque seleccionado, que les proporciona información valiosa. Para continuar, pueden entrar en el menú del mapa pulsando el botón "Lesbos" correspondiente al geoparque elegido o emitiendo un comando de voz. Por ejemplo, pueden decir "Ruta" para activar esta transición, lo que subraya el compromiso de la aplicación de ofrecer vías de navegación intuitivas y accesibles para los usuarios.



Al entrar en la siguiente pantalla, los usuarios acceden a la función de navegación de la aplicación. Activar esta función es increíblemente sencillo, ya que el usuario sólo tiene que pulsar el botón "GPS" o utilizar la función de comandos de voz pronunciando "GPS". Esta sencillez subraya nuestro compromiso de garantizar una experiencia de navegación accesible y fácil de usar dentro de la aplicación.



Al activarse el mecanismo GPS, la aplicación empieza a funcionar, recuperando las coordenadas de latitud y longitud del usuario. Cuando se detecta la proximidad del usuario a uno de los cuatro geositios del parque, aparece la pantalla del geositorio correspondiente y el usuario accede a la función principal de la aplicación. Este proceso intuitivo garantiza que los usuarios puedan interactuar sin esfuerzo con los geositios mientras exploran el geoparque, encarnando nuestro compromiso de ofrecer una experiencia de navegación racionalizada y centrada en el usuario.



En los casos en que la ubicación actual del usuario quede fuera del alcance de un geositorio, la



aplicación ofrece dos alternativas prácticas para la progresión. Los usuarios tienen la opción de seleccionar manualmente el geositio deseado mediante un comando de voz, como "Primer geositio", lo que proporciona una aproximación directa e iniciada por el usuario. Alternativamente, los usuarios pueden optar por acercarse al geositio que desean explorar, reactivando posteriormente el mecanismo GPS. Este enfoque adaptativo permite a los usuarios adaptar su experiencia de navegación a sus preferencias, fomentando la flexibilidad y la comodidad en la exploración de geoparques.