

# **Diseño de experiencia de aplicación de realidad aumentada para visitantes del Monumento Nacional Guayabo.**

**Kristhian Enrique Solano Camacho**

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial

Informe final del proyecto para optar por el título de Ingeniería en  
Diseño Industrial con el Grado Académico de Bachiller

**Asesor Académico:**

Ph.D. Franklin Hernández Castro.

**Asesor en la empresa:**

Rodolfo Tenorio Jiménez

Cartago, Noviembre 2021

Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Diseño Industrial  
Trabajo Final de Graduación\_Bachillerato | II Semestre\_2021

Trabajo Final de Graduación\_Proyecto  
Bachillerato Ingeniería en Diseño Industrial

Constancia de la Defensa

El Trabajo Final de Graduación presentado por el estudiante Kristhian Solano Camacho, carné 2017162372 para optar por el Título de Ingeniería en Diseño Industrial con grado académico Bachiller Universitario del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado:

*“Diseño de experiencia de aplicación de realidad aumentada para visitantes del Monumento Nacional Guayabo”*

ha sido defendido el día 26 de noviembre del año 2021 ante el Tribunal Evaluador y su Profesor Asesor.

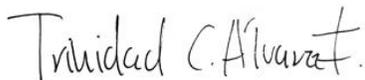


Digitally signed by  
FRANKLIN HERNANDEZ  
CASTRO (FIRMA)  
Date: 2021.11.26  
14:10:26 -06'00'

-----  
Ph.D. Franklin Hernández-Castro  
Profesor Asesor

IVONNE MADRIGAL GAITAN (FIRMA)  
PERSONA FISICA, CPF-01-0821-0421.  
Fecha declarada: 26/11/2021 02:17:13 PM  
Esta representación visual no es fuente  
de confianza. Valide siempre la firma.

-----  
MBA. Ivonne Madrigal Gaitán  
Tribunal Evaluador 1



-----  
EMM. Trinidad Álvarez  
Tribunal Evaluador 2

noviembre, 2021

# Resumen

El Monumento Nacional Guayabo es un área protegida única en su tipo en Costa Rica, y tiene como principal objetivo proteger sitios históricos, arqueológicos y otros valores culturales. Una de sus líneas estratégicas es la contribución al rescate y difusión del recurso arqueológico como parte del patrimonio cultural costarricense sin embargo, actualmente se presentan deficiencias en la comunicación de la realidad histórica del sitio a los visitantes por lo que este proyecto plantea mejorar la calidad de la información por medio del diseño de la experiencia de una aplicación que implementa realidad aumentada como herramienta para desarrollar un aprendizaje objetivo en los visitantes.

## **Palabras clave**

Realidad aumentada, patrimonio cultural, cultura, arqueología, turismo.

# Abstract

The Monumento Nacional Guayabo is a protected area unique on its type in Costa Rica, it has as principal objective protect historical, archeological sites and other cultural values. One of its strategic lines is to contribute to rescue and diffusion of the archeological resources as part of the Costa Rican cultural heritage, nevertheless, actually it has some deficiencies in the communication on of the historical reality of the place to the visitors, that's why this project aims to improve the information quality by designing the experience of a mobile app that implements augmented reality as a tool to develop an objective learning in visitors.

## **Keywords**

Augmented reality, cultural heritage, culture, archeology, tourism.

# Índice

Introducción .....	9
Definición del problema de salida .....	10
Problema .....	10
Justificación .....	10
Meta general y específicas .....	11
General .....	11
Específicas .....	11
Alcances .....	11
Limitaciones .....	11
Planteamiento de la metodología de trabajo .....	13
Empatizar .....	14
Literatura de referencia .....	15
Observación .....	23
Análisis de referenciales .....	25
Mínimos comunes .....	32
Patrones de Diseño .....	33
Focus group .....	38
Conclusiones de etapa empatizar .....	39
Definir .....	41
Personas .....	42
Definición del problema .....	43
Encuesta .....	44
Entrevista .....	47
Idear .....	48
Journey Map .....	49
Arquitectura Alfa .....	51
Wireframes de baja fidelidad .....	52
Concepto Semántico .....	53
Prototipar .....	54
Desarrollo de maqueta .....	55
Pruebas Heurísticas Cualitativas .....	56
Arquitectura Beta .....	58
Testear .....	59
Experiencia de visita al Monumento .....	60
Journey Map .....	76

Conclusiones .....	77
Recomendaciones .....	79
Bibliography .....	80
Anexos .....	82
Anexo 1. Guía de observación .....	82
Anexo 2. Audios de Focus Group.....	83
Anexo 3. Reporte de encuesta 1 .....	83
Anexo 4. Reporte de encuesta 2 .....	83

# Índice de figuras

Figura 1. Marco metodológico.....	13
Figura 2. Calzada Caragra.....	17
Figura 3. Montículo Central.....	18
Figura 4. Tanque de captación y sedimentación.....	19
Figura 5. Petroglifo.....	20
Figura 6. Montículos rectangulares.....	21
Figura 7. Mapa de sendero los montículos.....	23
Figura 8. Capturas AR CIMUVE.....	26
Figura 9. Capturas Cultural Heritage Layers.....	27
Figura 10. Capturas ARCHEOGUIDE.....	28
Figura 11. Capturas Collaborative Augmented Reality.....	29
Figura 12. Capturas Location-Based Augmented Reality.....	30
Figura 13. Capturas Handheld Visual Representation.....	31
Figura 14. Tabla de mínimos comunes.....	32
Figura 15. Patrones de diseño Google Lens.....	33
Figura 16. Patrones de diseño Civilizations AR.....	34
Figura 17. Patrones de diseño Big Bang AR.....	35
Figura 18. Patrones de diseño Just a line.....	36
Figura 19. Síntesis de patrones de diseño.....	37
Figura 20. Personas.....	42
Figura 21. Árbol de Problema.....	43
Figura 22. Journey map.....	49
Figura 23. Arquitectura Alfa.....	51
Figura 24. Wireframes de baja fidelidad.....	52
Figura 25. Moodboard de concepto semántico.....	53
Figura 26. Capturas Desarrollo de maqueta.....	55
Figura 27. Arquitectura Beta.....	58
Figura 28. Mock up Explorar. Esta sería el “landing page” de la aplicación, desde acá se buscarán los obojetivos de rastreo ..	62
Figura 29. Mock Up RA Punto detectado, a la izquierda se muestra el nombre y primeras características y a la derecha la	

información completa al tapear “ver más”. Estos textos serán narrados.....	62
Figura 30. Mock up RA Artefacto y Fotografía. La aplicación detecta una superficie plana, en este caso el sendero y despliega los artefactos. En este ejemplo también se muestra la toma de fotografía. ....	63
Figura 31. Visualización en Calzada Caragra .....	64
Figura 32. Visualización en Tanque Sedimentador .....	64
Figura 33. Visualización Mesa circular .....	65
Figura 34. Visualización Vasija .....	65
Figura 35. Visualización Taza .....	66
Figura 36. Ubicación Caseta .....	67
Figura 37. Ubicación Monolito del jaguar y el lagarto.....	68
Figura 38. Ubicación Mirador .....	69
Figura 39. Ubicación Acueducto .....	70
Figura 40. Ubicación Tanque sedimentador .....	71
Figura 41. Ubicación Montículo Central.....	72
Figura 42. Ubicación Tumbas de cajón .....	73
Figura 43. Ubicación Calzada Caragra .....	74
Figura 44. Ubicación Montículos rectangulares.....	75
Figura 45. Journey map, nueva experiencia.....	76

# Introducción

El Monumento Nacional Guayabo es un área protegida única en su tipo en Costa Rica, y tiene como principal objetivo proteger sitios históricos, arqueológicos y otros valores culturales. Cuenta con una extensión de 233 hectáreas de las cuales 20 son sitio arqueológico y 4 de estas se encuentran expuestas. Las estructuras presentes en el sitio evidencian gran complejidad en la organización social de los antiguos habitantes.

Una de sus líneas estratégicas es la contribución al rescate y difusión del recurso arqueológico como parte del patrimonio cultural costarricense sin embargo, actualmente se presentan deficiencias en la comunicación de la realidad histórica del sitio a los visitantes.

Este proyecto plantea mejorar la calidad de la información por medio del diseño de la experiencia de una aplicación que implementa realidad aumentada como herramienta para desarrollar un aprendizaje objetivo en los visitantes.

# Definición del problema de salida

## Problema

Deficiencias en la comunicación de la realidad histórica a los visitantes del Monumento Nacional Guayabo (MNG).

## Justificación

Los visitantes que entran sin guía al MNG abandonan el sitio con poco o nulo conocimiento adquirido sobre el valor cultural y ambiental que representa el mismo.

El problema planteado permite, desde la perspectiva de ingeniería en diseño industrial, explorar productos innovadores en el turismo sostenible. En Costa Rica, el uso de productos que involucren realidad aumentada para generar una experiencia de aprendizaje en temas de conservación de recursos naturales es nulo o muy poco conocido y en el área cultural también es poco desarrollado.

El enfoque centrado en el usuario y la validación continua de los procesos que aporta la ingeniería en diseño industrial permitirá concluir el proyecto con una maqueta funcional de un proyecto que pretende ayudar a los visitantes del MNG a educarse, motivarse y sensibilizarse sobre el tema de conservación de los recursos culturales.

Además, podrá servir como punto de partida para desarrollar productos similares en otras áreas protegidas que deseen utilizar herramientas tecnológicas para promover la educación ambiental y cultural sin provocar impacto en el ambiente.

# Meta general y específicas

## General

Mejorar la información que reciben los visitantes del MNG sobre el aspecto cultural del área por medio del diseño de la experiencia de una aplicación de realidad aumentada.

## Específicas

- Proponer el uso de tecnología en espacios turísticos mediante el diseño de una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles.
- Contribuir a fomentar el interés por el patrimonio cultural del país con el diseño de una herramienta innovadora en el área de estudio.
- Diseñar la experiencia de usuario de una aplicación que permita informar sobre la historia precolombina.

## Alcances

Se realizará una maqueta funcional para dispositivos móviles, con el fin de validar funcionalidad y pruebas con usuarios.

Se entregarán junto a un informe final escrito y un animatic que resuma el proyecto.

## Limitaciones

Restricción: Para realizar algunas de las técnicas de investigación y validación, se necesita presencialidad en el sitio, por lo que dada la situación de salud actual, esto depende de las restricciones que se activen en el MNG como sitio turístico.

Solución planteada: Para evitar problemas con la visitación y pruebas que deban ser realizadas, se establecerá un cronograma de visitas según los datos de visitación del año anterior para monitorear las fechas de mayor afluencia, también se mantendrá un contacto activo con los

representantes del MNG para avisar sobre cambios con antelación.

Para evitar el rechazo de las pruebas, estas se plantearán para contar con el menor contacto posible y se emplearán herramientas digitales para acatar de la mejor manera las restricciones establecidas por el Ministerio de Salud.

Restricción: Durante la última semana de Julio la zona de Turrialba, donde se ubica el MNG, se vio afectada por un fenómeno natural que provocó inundaciones y pérdida de infraestructura.

Solución planteada: Se adecuará el cronograma con al menos 22 días de actividades virtuales, sin visitas al MNG, para evitar poner en riesgo la salud del estudiante.

Con la temporada lluviosa por iniciar, desde ya se toma en cuenta las afectaciones que esto pueda generar en el acceso al MNG, la realización de pruebas y validación de resultados.

# Planteamiento de la metodología de trabajo

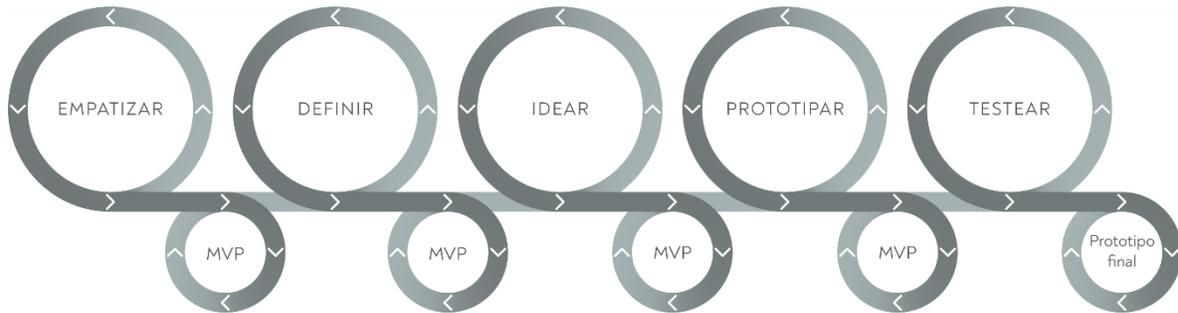


Figura 1. Marco metodológico

La metodología por utilizar será una mezcla de 2 marcos metodológicos reconocidos: Design Thinking y Scrum. De Design Thinking se obtendrán las etapas de desarrollo establecidas por esta metodología y el enfoque centrado en el usuario para las técnicas de investigación y prototipado.

Por su parte, Scrum otorgará el método de organización llamado “sprints” para establecer los períodos de trabajo e iteración que se llevarán a cabo durante el proceso.

Los sprints son jornadas de trabajo que permitirán manejar un cronograma ordenado y bitácora actualizada, validación de avances y presentación de un Producto Mínimo Viable (MVP) al finalizar cada etapa que será utilizado para medir impacto, validar avances logrados y recibir retroalimentación de los usuarios.

La metodología planteada es una guía que puede sufrir variaciones durante el desarrollo del proyecto debido a la constante iteración en la realización de este.

# Empatizar

Para iniciar el proyecto se buscará obtener la mayor cantidad de datos posibles para entender la problemática planteada por la institución, contextualizarla y validarla. Sumado a esto se investigará sobre la tecnología elegida, su relación a la temática y su forma de ser aplicada, se evaluarán las opciones tecnológicas para utilizar realidad aumentada en el sitio.

## Literatura de referencia

### Sobre la arqueología de la región

Según evidencias [1], la zona que rodea el Monumento Nacional Guayabo (MNG) estuvo ocupada desde el período Paleoindio, ubicado cronológicamente de 10000 a 8000 años antes de Cristo. Fueron ubicadas puntas de proyectil de flechas y lanzas fabricadas en piedra, entre otros productos del mismo material. Los artefactos encontrados, son tanto de tradición norteamericana como sudamericana, lo que refleja que el territorio nacional era un punto de contacto entre estas regiones.

Luego de un período de siete mil años de desconocimiento sobre el hombre precolombino, es 1000 años antes de Cristo donde se retoma evidencia arqueológica de ocupación humana [2], se inician y desarrollan los trabajos de cerámica, la domesticación de la agricultura iniciando la siembra de los cultivos silvestres y de sedentarismo, las personas se establecen en un solo lugar no realizan migraciones permanentes y se inicia la construcción de ciudades.

### Sobre el Monumento Nacional Guayabo

El MNG es la única área protegida de su tipo en el país. La categoría de “Monumento Nacional” tiene como principal objetivo proteger sitios históricos, arqueológicos y otros valores culturales, además de ofrecer oportunidades para actividades educativas, recreativas y científicas.[1]

La ubicación del Monumento Nacional Guayabo es 19 km, al noroeste de Turrialba, en la provincia de Cartago, al este de la Sierra Volcánica Central. Actualmente protege 233 hectáreas, de las cuáles, aproximadamente 20 hectáreas son sitio arqueológico y 213 son bosque secundario y/o primario. [2]

Las estructuras expuestas actualmente comprenden aproximadamente 4 hectáreas. Dichas estructuras evidencian una gran complejidad en la organización social de los habitantes antiguos de Guayabo, en aspectos tales como sus conocimientos de ingeniería, desarrollo económico, político, entre otros. [2]

Entre los objetivos y líneas estratégicas de esta área protegida, destacan la promoción del conocimiento, sensibilidad y valoración de los recursos culturales y naturales presentes en la zona, generación de investigación, establecer recursos que promuevan la educación ambiental y turismo sostenible en favor de los atractivos culturales y naturales del sitio; y como principal enlace al proyecto: contribución al rescate y difusión del recurso arqueológico como parte del patrimonio cultural costarricense.[1]

Como señala Tenorio [1], los estudios que se han realizado en el área se encuentran sujetos a las grandes limitaciones de financiamiento para este tipo de actividades, además que las investigaciones e interpretación de las sociedades humanas prehispánicas, aún presentan grandes lagunas de conocimiento que requieren de futuros trabajos para ser entendidos de mejor manera.

La historia de las investigaciones del sitio Guayabo se inicia en 1882, cuando el entonces dueño, José Ramón Troyo realizó excavaciones en varias tumbas; de las cuáles se extrajeron gran cantidad de piezas talladas en piedra, como lápidas y metates. El huaquerismo<sup>1</sup> se extendió por alrededor de 80 años, causando la destrucción de parte del actual sitio arqueológico. Las piezas que han sido recuperadas son actualmente exhibidas en el Museo Nacional de Costa Rica. [2]

Basados en material en cerámica y piedra, se determina que la ocupación humana se extendió durante unos 2.400 años, iniciando en el año 1.000 antes de Cristo hasta fines del siglo XVI de nuestra era, teniendo como punto más alto de desarrollo entre los años 800 y 1.300 después de Cristo, asociándose a esa época la mayoría de los rasgos arquitectónicos que se observan en el sitio. [2]

Según las interpretaciones, el tipo de sociedad establecido en el sitio era el "cacicazgo", este se sustenta en una serie de características que se reconocen en Guayabo entre las que destacan; la capacidad de captar gran cantidad de mano de obra para la construcción de obras públicas de gran envergadura como lo son las calzadas y acueductos, existencia de artesanos especialistas dedicados de forma exclusivo a su labor, concentración de la población en un centro semiurbano, indicios de control y unidad a cargo de un personaje central, presencia de evidencia material exclusiva muy elaborada para actividades ceremoniales y funerarias, evidencias arquitectónicas que indican la presencia de diferenciación social en rangos y jerarcas. [2]

La guía interpretativa del Monumento Nacional Guayabo [2] indica que dentro de la gama de artefactos encontrados, sobresalen las mesas circulares, lápidas rectangulares, figuras zoomorfas y antropomorfas, petroglifos; construidos en bloques de piedra, en algunos casos de tamaños sobresalientes. Se han encontrado grandes cantidades de materiales orgánicos como restos de carbón, semillas, fragmentos de artefactos de piedra y de vasijas rotas, y muy pocos casos de vasijas completas.

---

<sup>1</sup> Huaqueo: Excavación clandestina en sitios arqueológicos con el propósito de extraer bienes culturales. Se trata de una actividad ilegal y altamente destructiva.[3]

El sitio cuenta con grandes estructuras arquitectónicas expuestas al público, sin embargo, con el pasar del tiempo, afectaciones climáticas, falta de presupuesto para mantenimiento y otras dificultades, se han sumado para deteriorar las estructuras, dificultando la apreciación y entendimiento del sitio. Las estructuras están construidas con piedras de río (cantos rodados) y lajas. El tamaño promedio de los cantos rodados es de 75 cm, las lajas utilizadas tienen una longitud variable existiendo algunas de hasta 3 metros de largo, que funcionan como puentes.

Como referencia para el desarrollo de las visualizaciones, se presenta la descripción de algunas de las estructuras que se han encontrado en el sitio según [2]:

### **Calzadas**

Son estructuras similares a los caminos actuales, "pavimentadas" en piedra, presentan por lo menos una cara plana expuesta hacia arriba para permitir el tránsito. Algunas calzadas varían desde 2 hasta 10 metros de ancho, y con longitudes que superan los 9 kilómetros. Probablemente desempeñan la función que en la actualidad cumplen las aceras y las carreteras en las ciudades. Además, sirven como drenajes para que el agua llovida no quedara empozada, sino que corriera sobre estas y se depositara en los pozos y tanques de captación construidos para almacenar el agua.



Figura 2. Calzada Caragra

## **Montículos**

Construidos con cantos rodados o lajas que presentan dos caras planas, que se colocan formando un muro circular que varía entre 0.5 a 3.5 metros de alto y que tiene relleno de tierra hacia adentro del muro circular. Sobre estas estructuras se colocaban los palenques o viviendas indígenas. En algunos casos los muros muy altos (montículos), presentan gradas y plataformas inclinadas, hechas en piedra para permitir el acceso desde las calzadas hasta la parte superior. Se propone que las construcciones en alto pretendían evitar que la humedad presente en las calzadas producido por la lluvia no ingresara a las habitaciones.



Figura 3. Montículo Central

## **Gradas o planos inclinados**

Son construcciones en que se colocan cantos rodados uno sobre otro en forma escalonada o dispuestos en forma inclinada, con la cara plana hacia arriba, para permitir el ingreso desde las calzadas hasta la parte alta del Montículo o de la calzada.

### **Acueductos abiertos y subterráneos**

Construidos en piedra, se presentan en las calzadas, una serie de acueductos abiertos o "caños" hacia el centro de la calzada y cerca de la base de los montículos o basamentos, como recolectores del agua llovida, llevándola a tanques o pozos. Los acueductos subterráneos son estructuras más complejas de forma cuadrada de aproximadamente 30 x 50 cm, con longitudes desde 40 hasta 125 metros, que corren bajo calzada y que unen nacientes de agua con el tanque de captación.

### **Tanque de captación**

Construcciones rectangulares de piedra, con profundidades de hasta 80 cm, con uno o dos lados dispuestos en forma escalonada hacia abajo. Tiene un área por donde confluyen los diferentes acueductos subterráneos o abiertos y un área de desagüe que permiten la circulación constante de agua.



Figura 4. Tanque de captación y sedimentación

## Petroglifos

Piedras talladas con un martillo de piedra en forma de punta con el cual se golpeaba en la superficie de la piedra para formar rayas profundas (incisos), como en el caso de los grabados, figuras en alto relieve de animales realistas (ej. Monolito del Jaguar y Lagarto) o esculturas pequeñas de hasta 40 cm, de alto. En el área arqueológica del Monumento Nacional, se han encontrado 2 monolitos (del jaguar y lagarto; y la del tigre), 9 esculturas y 63 petroglifos, distribuidos en toda el área; destacando que 17 de estos petroglifos se encuentran alrededor del Montículo Central. El significado de estos grabados es aún desconocido.



Figura 5. Petroglifo

## Montículos rectangulares

Tras 200 metros de calzada descubiertos al sureste del montículo central, se encontraron dos montículos rectangulares de 8 x 16 metros, los cuales destacan por su forma, ya que solo se conocían montículos circulares de varios diámetros. Sobre estos cimientos de piedra rectangulares se colocaban los palenques. Su forma diferente permite proponer que en estos montículos fueron usados para otras labores como vigilancia o protección dentro del sitio arqueológico.



Figura 6. Montículos rectangulares

En el plan general de manejo del Monumento Nacional Guayabo se señala que el manejo del recurso cultural no se realiza según los objetivos de conservación, por la limitación de recursos; además el diseño actual de la infraestructura es una debilidad para el manejo de los visitantes, pues se puede dar un mayor impacto negativo sobre los recursos, especialmente el arqueológico.

Sobre la visitación al Monumento Nacional Guayabo

Según el análisis realizado a encuestas emitidas entre el 2016 y 2017 en [4] y [5] los visitantes del Monumento manifiestan la necesidad de obtener más y mejor información del sitio. Además, se destaca el poco uso del servicio de guías, señalando precios elevados y poco conocimiento de este.

El promedio de visitación al MNG del año 2015 al 2020 es de 29 855 personas por año [6]. Entre 2016 y 2017, en promedio el 55% de las visitas fueron realizadas por núcleos familiares que tienen como interés principal realizar un paseo y como secundario el sitio arqueológico.

En su mayoría, los visitantes del MNG muestran poca sensibilidad y valoración del recurso natural y cultural que se protege en esta área. Esto desarrolla cadenas de desinformación, expectativas erróneas y hasta molestias por parte de los turistas, pues esperaban encontrar algo diferente a lo que se puede apreciar en el sitio arqueológico, como

ejemplo específico “visitantes que realizaron la visita con la esperanza de ver esferas de piedra”, que geográficamente sólo han sido encontradas en la zona Sur del país.

La administración del MNG, ha creado distintas herramientas para intentar satisfacer esta necesidad de aprendizaje, entre ellas destacan folletos informativos y la apertura del servicio de guías locales, que a pesar de contar con un precio bajo comparado a servicios de guía en otras zonas del país, los visitantes no lo adquieren y prefieren entrar por su cuenta.

#### Sobre la realidad aumentada

La realidad aumentada es definida como un sistema que establece interacción en tiempo real entre contenido real y virtual [7]. En esta misma referencia se podrán encontrar detalles sobre los métodos de rastreo y registro para aplicaciones de realidad aumentada, opciones de interfaz, tipos de sistemas de realidad aumentada, kits para el desarrollo de software, y otros aspectos de interés para la aplicación de esta tecnología.

#### Sobre la realidad aumentada en patrimonio cultural

Gran cantidad de sitios arqueológicos y de herencia cultural, cuentan con la necesidad de encontrar herramientas que les permitan revelar la gran cantidad de información que los caracteriza. Debe ser comunicada de maneras sencillas y universales para propiciar el interés, apropiamiento y sensibilidad en los visitantes. [8]

Las herramientas utilizadas actualmente en sitios de patrimonio cultural no propician un aprendizaje intuitivo, por lo que la realidad aumentada se vuelve una opción novedosa para brindar experiencias objetivas y realistas en sitios de interés. [9]

Los escenarios recreados a través de la realidad aumentada favorecen la percepción visual y auditiva, permitiendo a las personas asimilar de manera efectiva y objetiva la información de los sitios. [10].

Utilizar realidad aumentada para experiencias en exteriores cuenta con el rastreo de objetivos como uno de los grandes retos, debido a la diversidad de características que presenta el entorno [11]. Para solventar este problema, la mayoría de las aplicaciones para exteriores utilizan un rastreo híbrido. [7]

La reconstrucción de patrimonio se encuentra entre las 3 áreas de aplicación más comunes para la realidad aumentada, suelen utilizar dispositivos móviles como principal interfaz para la interacción. [7]

## Observación

Se harán períodos de observación en puntos de interés del MNG con el fin de analizar el comportamiento de los visitantes ante las distintas herramientas de aprendizaje expuestas en el sitio.

A continuación se detallan los sitios de interés ubicados en el mapa del área:

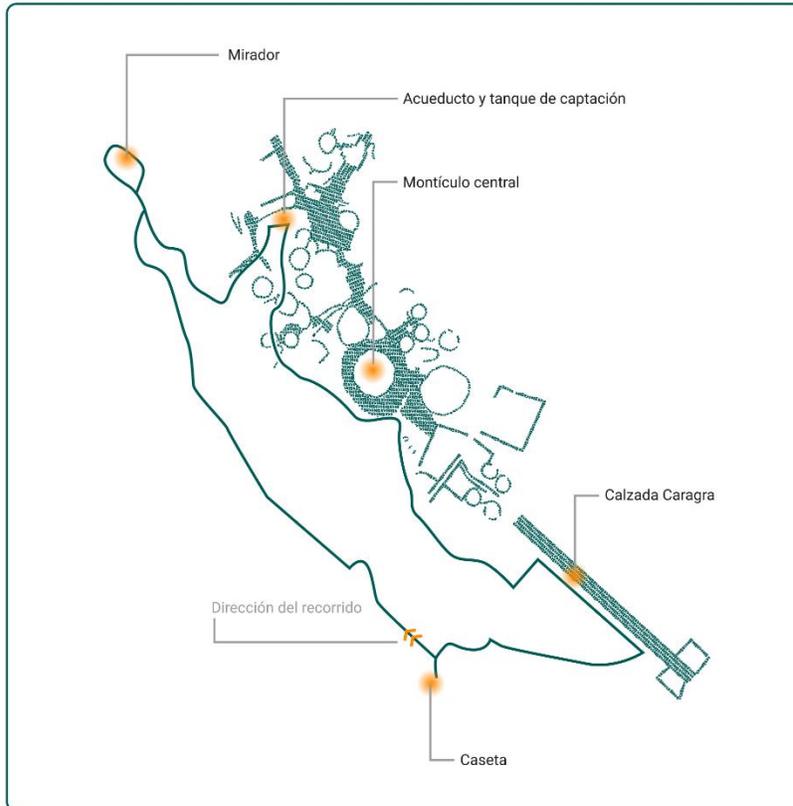


Figura 7. Mapa de sendero los montículos

### **Caseta**

Este es el punto de inicio y fin de los recorridos, en este lugar se da la primera impresión a los visitantes sobre lo que van a encontrar y se procura generar interés en el sitio arqueológico y no sólo en el atractivo natural del MNG. En este lugar se hace también la compra de la entrada y pago de guías en caso de ser requerido.

### **Mirador**

En este lugar, los visitantes cuentan con la primera vista del sitio arqueológico, un amplio panorama de lo que van a encontrar en lo que resta del recorrido.

### **Acueducto y tanque de captación**

Este sector es uno de los más importantes del MNG, ya que esta construcción fue de las razones por las que se galardonó al MNG como Patrimonio Mundial de la Ingeniería.

### **Montículo central**

Es el montículo principal y más grande de los descubiertos hasta el momento, según las interpretaciones fue el hogar del más alto jerarca del área.

### **Calzada Caragra**

Esta construcción marca la entrada principal de Guayabo, actualmente se puede visualizar desde los montículos rectangulares (puestos de vigilancia) hasta plaza mayor, área que se interpreta era la zona de intercambio de bienes.

Las observaciones serán realizadas con la plantilla del anexo 1; medirán cantidad de personas, tiempo de estancia en el sitio, lectura de folletos o rótulos, acceso con guía y cuentan con un espacio para comentarios sobre los visitantes.

Entre los principales hallazgos se encuentra el poco uso que los visitantes le dan a las herramientas de enseñanza actuales, los brochure, que se enfocan en la fauna del sitio, tienen un uso casi nulo, incluso son poco entregados por parte de los guardaparques; aproximadamente un 75% de los visitantes ignora los rótulos informativos o sólo se detiene por unos segundos y se retira para continuar con la caminata.

A pesar de contar con rótulos informativos, los visitantes intentan crear sus propias interpretaciones de lo que observan, acto que puede desencadenar grandes cadenas de desinformación.

Los tiempos de estancia en sitios de interés del MNG cambian notablemente cuando se entra con y sin guía, se logra percibir que este servicio otorga a los visitantes un gran apoyo para entender la importancia cultural del sitio arqueológico como patrimonio del país.

Durante la estancia en la caseta, al entrar y salir, se escuchaba que algunos visitantes esperaban encontrar esferas, información errónea, ya que este tipo de construcciones no se daban en la región de Guayabo.

## Análisis de referenciales

Se realizará un análisis de referenciales con el fin de entender la manera en que se desarrollaron software de realidad aumentada para resolver objetivos similares en el tema de herencia cultural. Esto permitirá conocer ventajas y desventajas de distintas aplicaciones para el desarrollo de la propuesta. Esta herramienta será complementada con un análisis de mínimos comunes para verificar las características que más se presentan en las aplicaciones.

## AR-CIMUVE App

Verona Romana Mobile Learning

Es un desarrollo mobile preparado para mostrar detalles de las ciudades amuralladas de Veneto, Italia. Está dirigida a estudiantes de escuela con el fin de mostrar la importancia histórica y cultural de la zona. [12]

### Ventajas

- Cuenta con un mapa para contextualizar la ubicación.
- Utiliza puntos de información para brindar más detalles en ciertas áreas.
- Cuenta con botones de acción que permiten ampliar las posibilidades de la aplicación

### Desventajas

- El uso de realidad aumentada y realidad virtual en una misma aplicación podría causar errores durante la interacción.
- El estilo gráfico no se mantiene en todas sus interfaces.

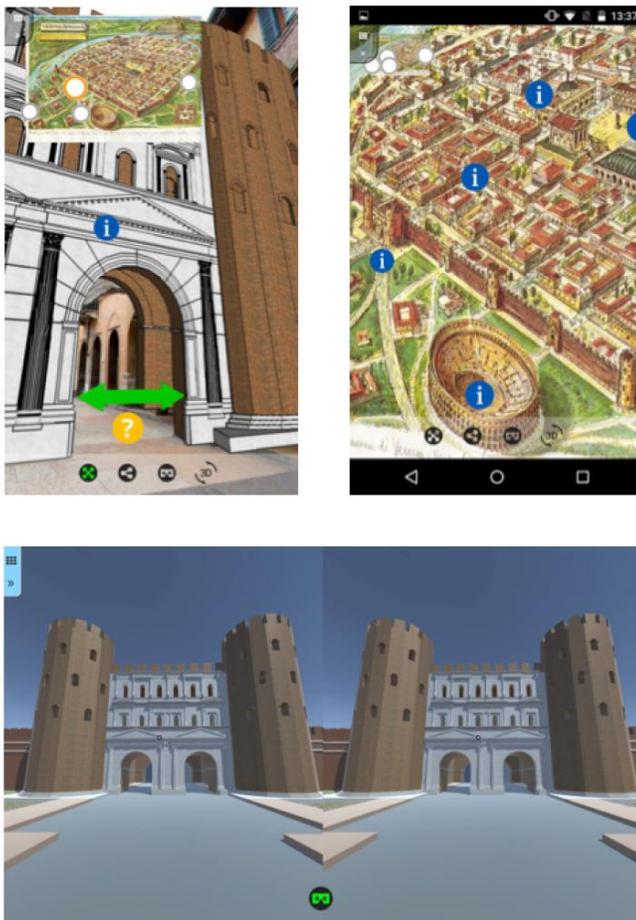


Figura 8. Capturas AR CIMUVE

## Cultural Heritage Layers

Prototipo que permite visualizar dibujos, pinturas y fotografías de escenas y edificios históricos a lo largo de su historia. Como lo indica su nombre, crea capas 2D con el contenido disponible para ese entorno. [13]

### Ventajas

- Las capas permiten visualizar diferentes momentos de la historia

### Desventajas

- Únicamente visualiza las imágenes

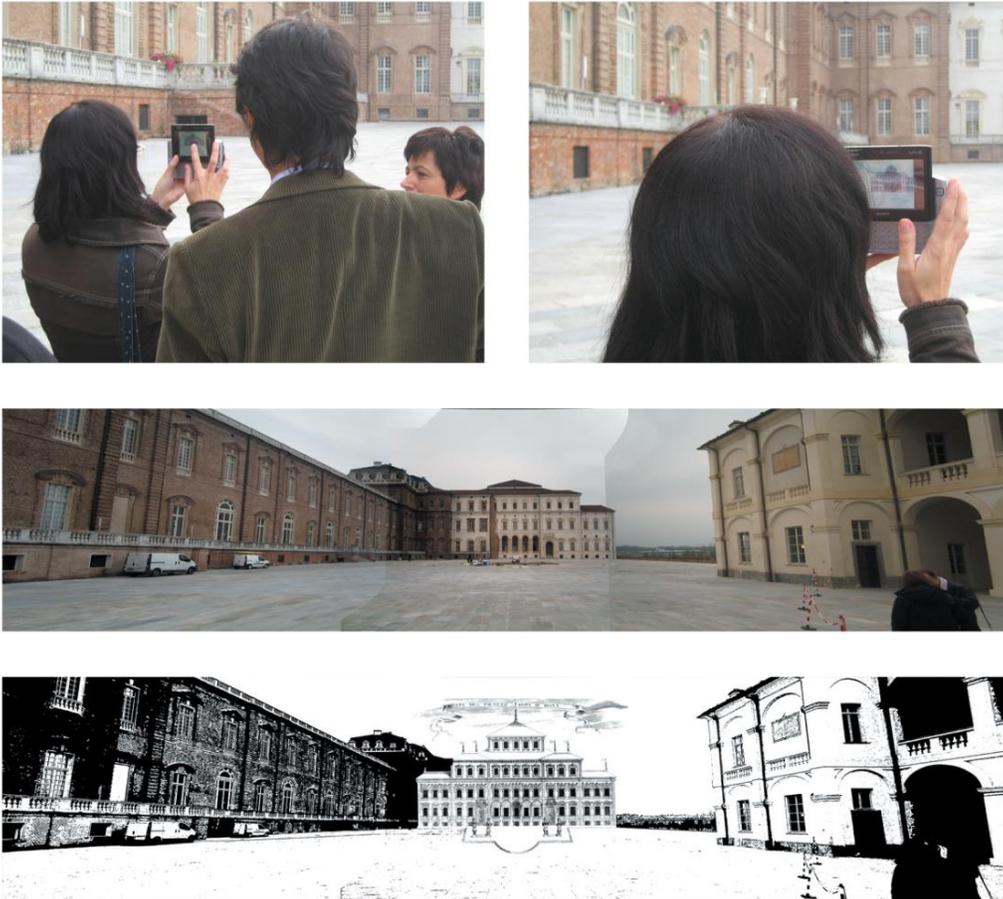


Figura 9. Capturas Cultural Heritage Layers

## ARCHEOGUIDE

Proyecto que busca la creación de un asistente electrónico y personalizado, que brinde guía turística en sitios de importancia cultural en Grecia. El sistema logra hacer reconstrucciones de ruinas. [14]

### Ventajas

- Plantea la reconstrucción de ruinas, similar al objetivo de este proyecto
- Se aplica una alta calidad gráfica

### Desventajas

- No se logran apreciar detalles de la interacción
- El uso de animaciones podría ralentizar el desempeño de la aplicación



Figura 10. Capturas ARCHEOGUIDE

## Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing.

Herramienta que utiliza lentes y equipo colocado en la cabeza como interfaz, su objetivo es guiar a turistas hacia destinos seleccionados por la ciudad de Viena, además permite visualizar información de las construcciones que le rodean. [15]

### Ventajas

- Altamente inmersivo
- Utiliza puntos de información para brindar detalles sobre ciertos aspectos de las edificaciones

### Desventajas

- Las visualizaciones invaden gran parte del campo de visión
- La interfaz de interacción genera una alta curva de aprendizaje por ser poco común.

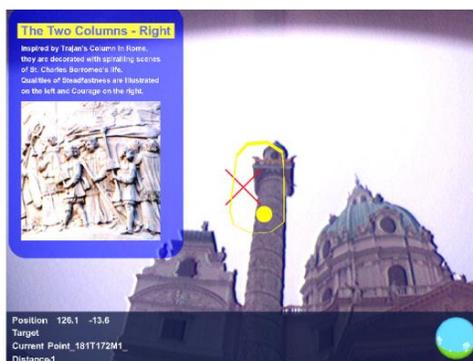


Figura 11. Capturas Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing.

## Location-Based Augmented Reality System for the Spatial Interaction with Historical Datasets

Este software complementa reconstrucciones de edificios históricos con geo referencias de documentos antiguos. La navegación por el entorno puede ser realizada como exploración libre o mediante una guía. [16]

### Ventajas

- Uso del mapa para conocer la ubicación de otros sitios
- Cuenta con capas para visualizar distintas épocas
- Utiliza puntos de información para detallar ciertos aspectos de la zona

### Desventajas

- Calidad gráfica del renderizado

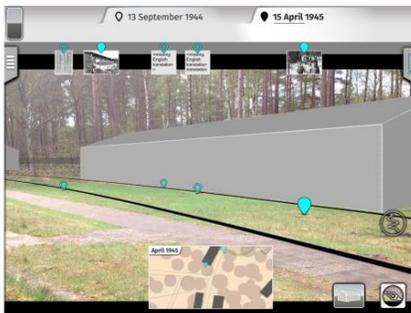


Figura 12. Capturas Location-Based Augmented Reality System for the Spatial Interaction with Historical Datasets

## Handheld Visual Representation of a Castle Chapel Ruin

Instalación de realidad aumentada que permite visualizar la reconstrucción de las ruinas de una capilla de castillo, cuenta con 2 interfaces, una pantalla de televisión vertical fija para experiencias más inmersivas y una Tablet para usar libremente. [17]

### Ventajas

- Aprovecha una interfaz fija y otra móvil para optimizar y enfocar correctamente el objetivo de visualización
- Los renderizados son de alta calidad

### Desventajas:

- La interfaz tangible de los productos se percibe de baja calidad.

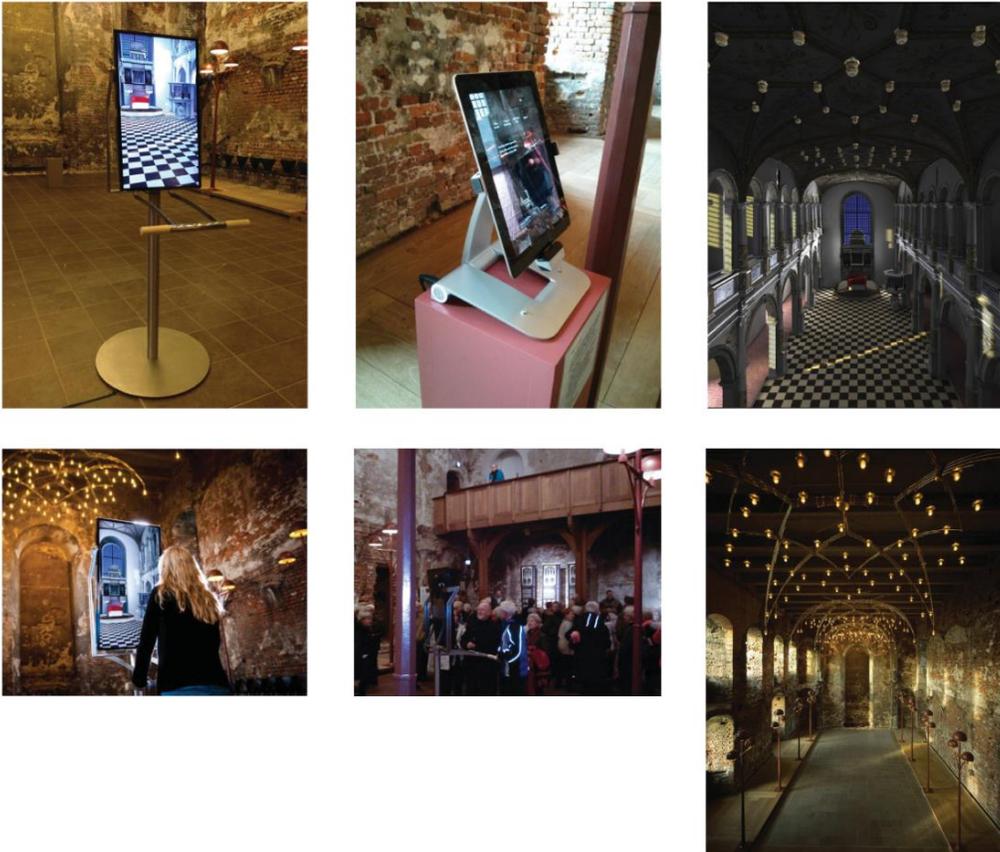


Figura 13. Capturas Handheld Visual Representation of a Castle Chapel Ruin

## Mínimos comunes

Se realiza una tabla de mínimos comunes con el fin de analizar las características que más se presentan en las aplicaciones con objetivos similares al del proyecto. Se puede observar cuáles de estas son casi una obligación tenerlas y cuáles son oportunidades de mejora.

Característica	AR- CIMUVE	CH Layers	Archeoguide	CARONIB	LBARSSIID	HVRCCR
Realidad aumentada	<input checked="" type="checkbox"/>					
Realidad virtual	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Modelos fijos	<input checked="" type="checkbox"/>					
Modelos animados			<input checked="" type="checkbox"/>			
Mapa	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	
Puntos de información	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Zoom	<input checked="" type="checkbox"/>					
Interfaz	Mobile	Mobile	Mobile	Lentes	Mobile	Mobile
Entorno	Exteriores	Exterior / Interior	Exteriores	Exteriores	Exteriores	Interior
Múltiples capas		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Audio			<input checked="" type="checkbox"/>			
Compartir	<input checked="" type="checkbox"/>					

Figura 14. Tabla de mínimos comunes

Se puede observar que algunas de las aplicaciones mezclan realidad virtual y aumentada, sin embargo no es lo ideal para lograr optimizar el funcionamiento de esta; bajo esta misma restricción, se utilizan modelos fijos y no animados. Los mapas, puntos de información y audio son características que pueden brindar apoyo cognitivo para entender las visualizaciones. Al ser una aplicación pensada para exteriores, que busca mantener cierto contacto con la naturaleza y entorno físico, se percibe como mejor opción utilizar los dispositivos móviles de los visitantes para desplegar la interfaz.

# Patrones de Diseño

Se realizará un análisis de patrones de diseño en aplicaciones de realidad aumentada que se encuentran disponibles en la tienda de aplicaciones “Play Store” para contar con una guía en el desarrollo de la interfaz gráfica.

## Google Lens

Aplicación utilizada para realizar búsqueda de información a partir de la toma de una fotografía. Entre las características destacadas cuenta con modo de búsqueda, traducción y escritura de texto.

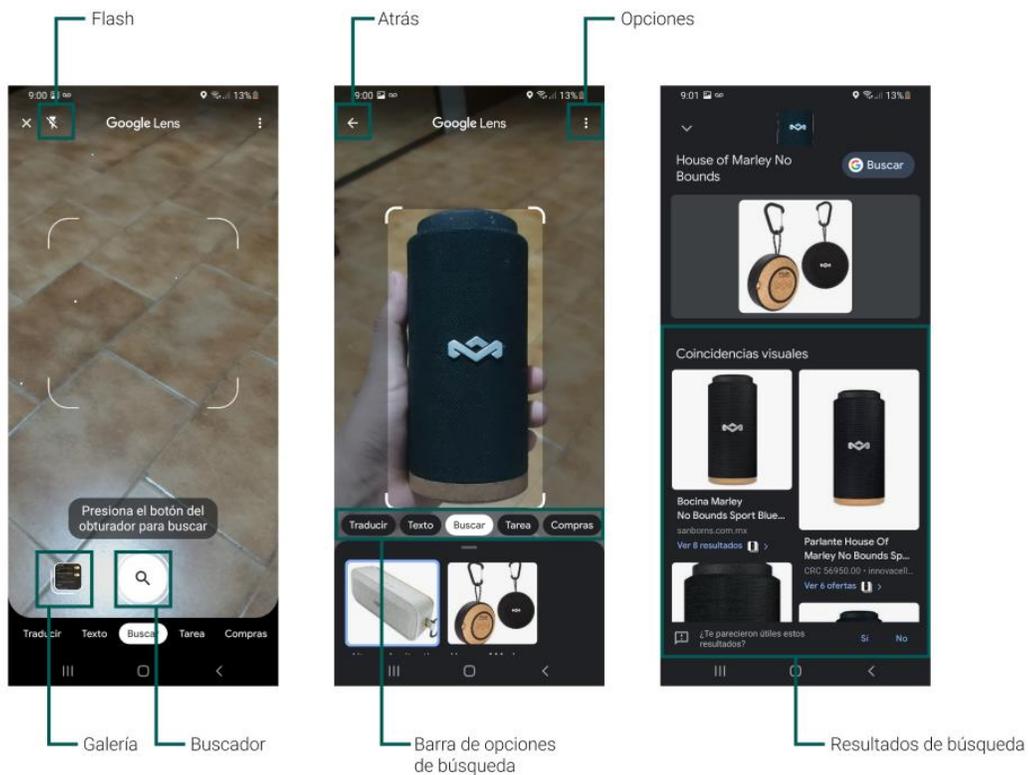


Figura 15. Patrones de diseño Google Lens

Observaciones: Al ser un motor de búsqueda, las opciones de búsqueda y resultados saturan la interfaz, se destaca el uso de botones con fondo sólido para garantizar el contraste.

## Civilizations AR

Esta aplicación permite visualizar objetos icónicos de la historia en el lugar donde se encuentre. Permite observar su tamaño real y ajustarlo, además se puede leer la información importante de ese objeto y escuchar datos especiales en hotspots.

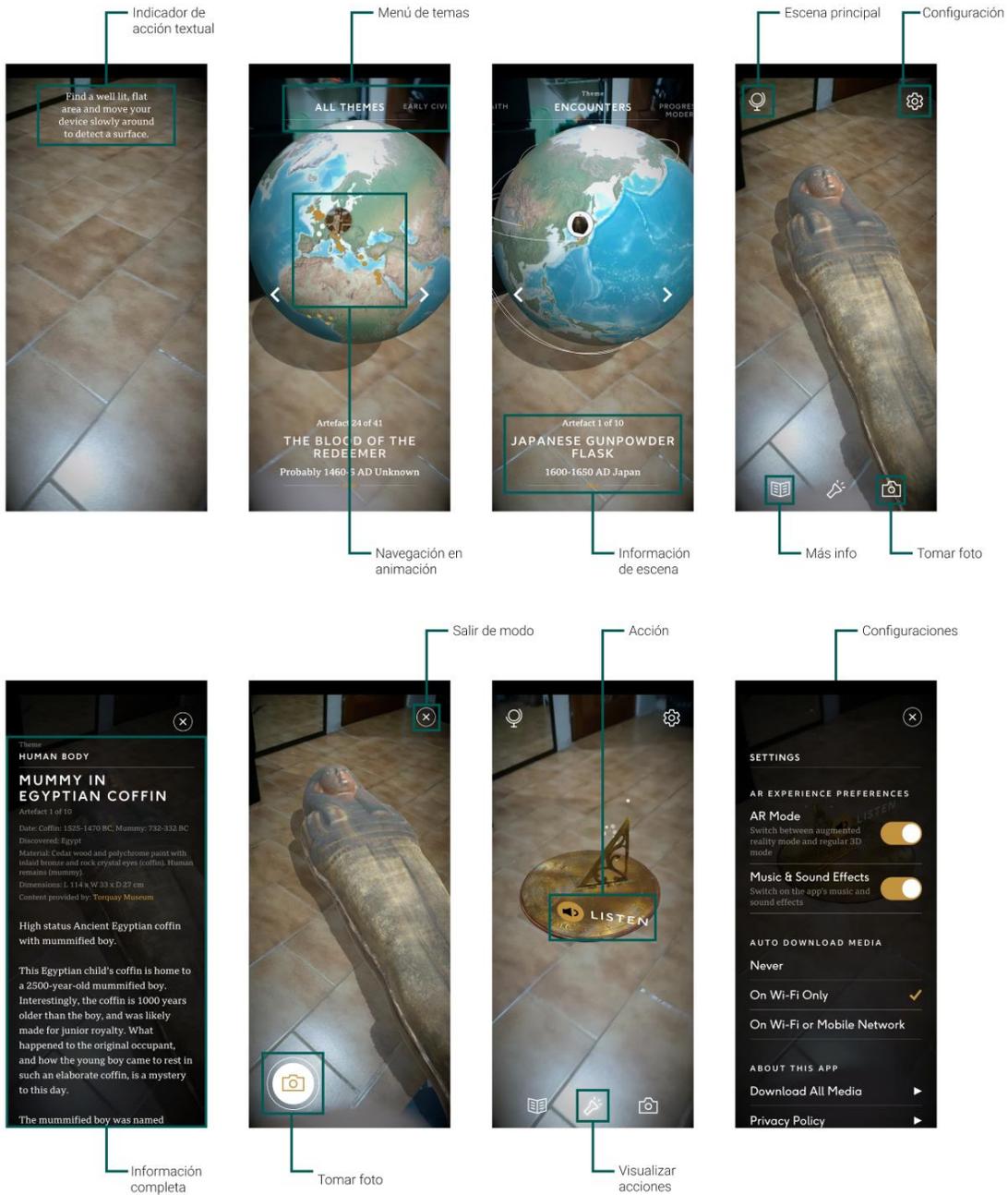


Figura 16. Patrones de diseño Civilizations AR

Observaciones: Se destaca la calidad gráfica de los elementos en realidad aumentada, la ubicación y sencillez de los íconos permite una sencilla navegación. El fondo con transparencia permite apreciar la información y el elemento en realidad aumentada. Resaltan la cantidad de elementos interactivos.

## Big Bang AR

Esta aplicación permite visualizar la creación del universo, esta línea de tiempo se divide en 6 capítulos con audio narrativo, texto alternativo y elementos animados en realidad aumentada. Un elemento diferenciante es que permite tomar un selfie “estelar” para guardar en la galería.

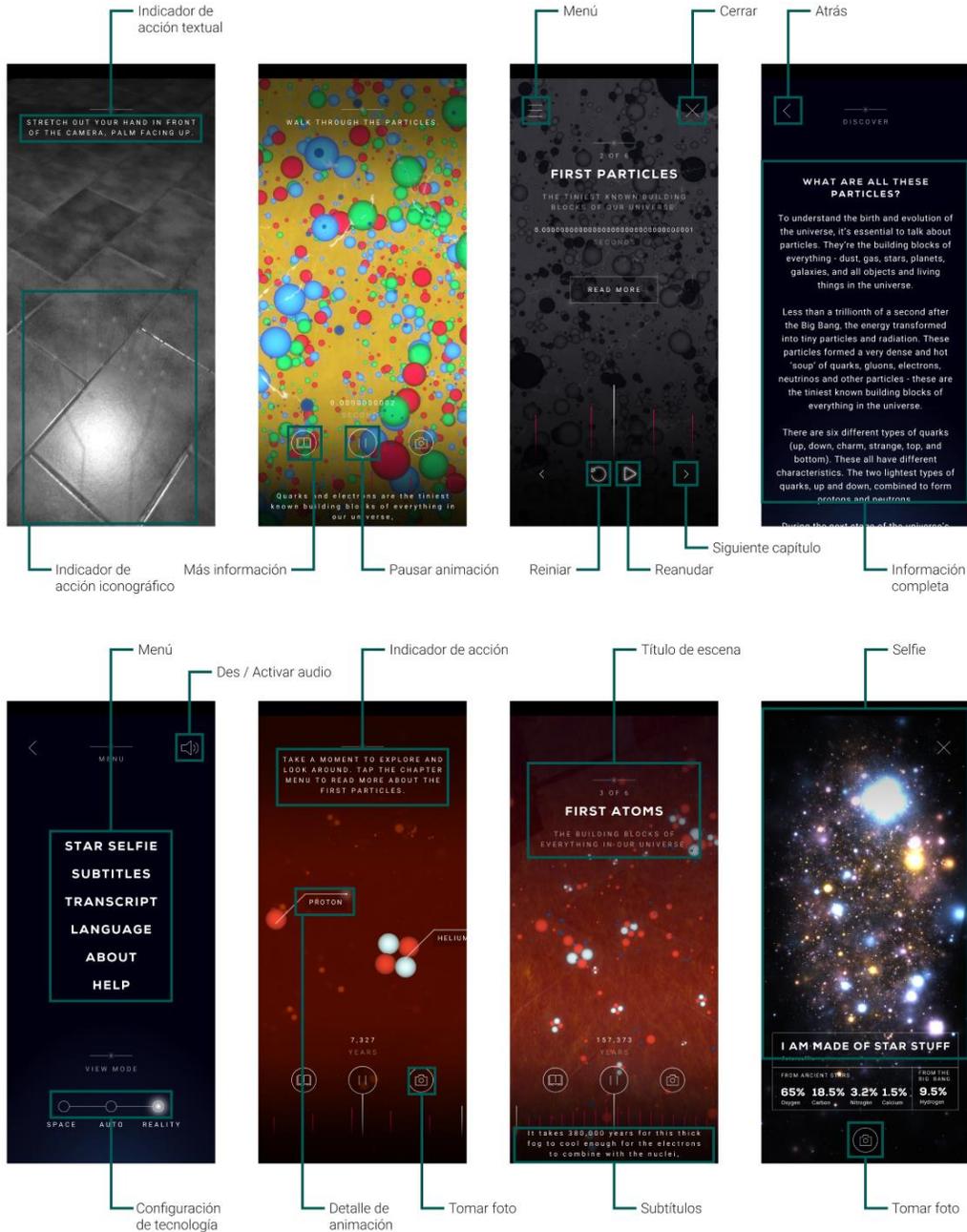


Figura 17. Patrones de diseño Big Bang AR

Observaciones: El contraste en muchos de los escenarios es bastante malo y junto al peso de los íconos dificulta la navegación. Al ser una animación se ralentiza el dispositivo.

## Just a line

Aplicación que permite dibujar libremente en realidad aumentada, se permite ajustar el grosor de la línea, dibujar con amigos, capturar videos ya que los dibujos son tridimensionales y guardarlos o compartirlos.

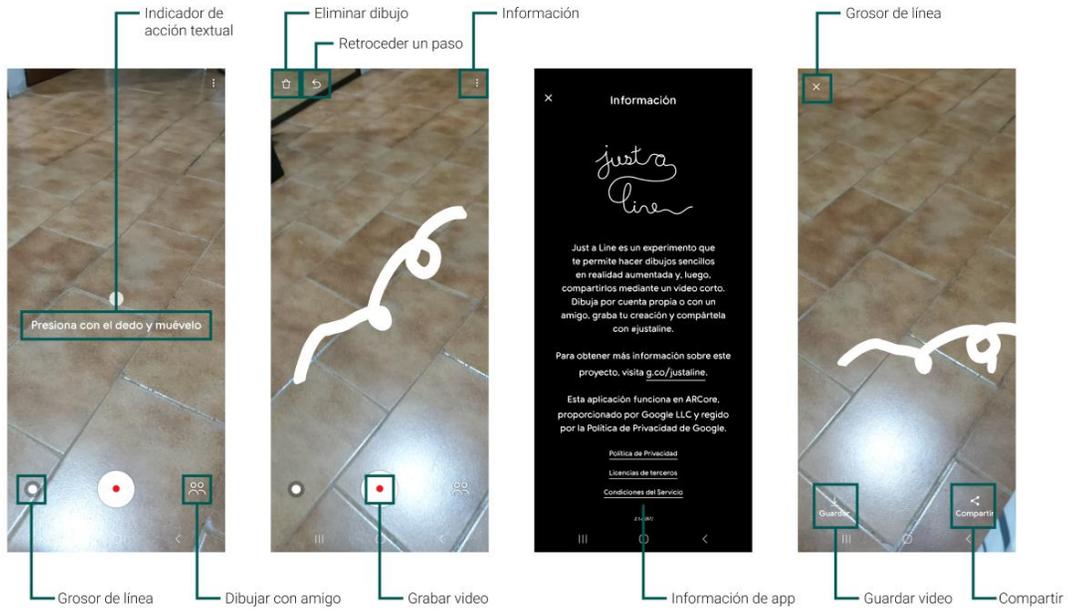
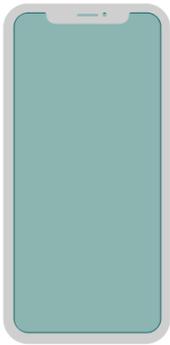


Figura 18. Patrones de diseño Just a line

Observaciones: Es una aplicación con una arquitectura sencilla, se destaca el uso del espacio tridimensional para lograr crear elementos dibujados.

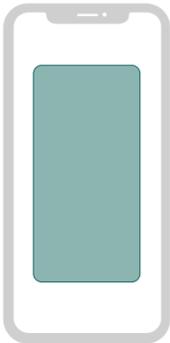
## Síntesis de patrones de diseño



Se utiliza la **cámara como fondo general** para todos los escenarios, en caso de que se vaya a contar con texto o iconografía, se incluye una capa de color con transparencia para **mejorar el contraste** de los elementos.



Los botones para acceder al menú, configuraciones u otras funciones de la aplicación se ubican formando una **barra en la parte inferior** de la pantalla y/o en la parte **superior a los costados**.



Los **textos** suelen ubicarse **centrados** en la pantalla y como se mencionó anteriormente, con una capa de color en transparencia que **mejore su contraste para facilitar la legibilidad**.



Se prioriza el **uso de iconografía para navegar** entre escenarios para agilizar el tiempo de lectura que tienen los usuarios, punto importante para una aplicación que será utilizada en exteriores.

Figura 19. Síntesis de patrones de diseño

## Focus group

Se realizarán 2 focus group, el primero con guardaparques del Monumento Nacional Guayabo y el segundo con guías miembros de la Asociación de Guías U-Suré. Esta herramienta busca validar las conclusiones generadas en la etapa empatizar con la experiencia de estas personas que interactúan directamente con los turistas.

Ambos grupos tendrán las mismas preguntas generadoras que se detallan a continuación, se espera que cada sesión se prolongue entre 10 y 15 minutos.

Preguntas generadoras:

- ¿Consideran que los visitantes del MNG realizan su visita con motivos de aprendizaje sobre el sitio arqueológico?
- ¿Cómo creen que es el aprendizaje sobre aspectos arqueológicos del MNG para los visitantes? (Diferenciar entrada con guía y solos)
- ¿Cuáles son las mayores inquietudes de los visitantes al salir del área?
- ¿Qué tan importante les parece el valor cultural e histórico del Monumento Nacional Guayabo para Costa Rica?
- ¿Qué opinan de herramientas tecnológicas como apoyo para comunicar el valor cultural e histórico del Monumento Nacional Guayabo para Costa Rica?

Las grabaciones de los encuentros podrán ser escuchadas en el enlace del anexo 2.

## Conclusiones de etapa empatizar

El MNG cuenta con una amplia historia que no está siendo transmitida correctamente, lo escrito en libros sobre las interpretaciones del lugar, no siempre son el mensaje que se llevan los visitantes del sitio.

Los rótulos, principal herramienta informativa al entrar visitantes sin guía, no son un medio de comunicación efectivo, los visitantes suelen ignorarlos o les dedican poco tiempo para entender el contexto de lo que están viendo.

Los visitantes tienen como principal motivo de visita “dar un paseo”. El interés por obtener un aprendizaje real sobre el sitio arqueológico es bajo.

El servicio de guía es la principal herramienta de aprendizaje, sin embargo los visitantes prefieren entrar solos, esto provoca desinformación y desinterés por parte de los visitantes que ignoran las herramientas que se le brindan a parte del servicio de guías.

Debido a su antigüedad, descomposición natural y huaquerismo, muchas de las piezas o elementos distintivos del área no pueden ser visualizados en el sitio, las herramientas actuales son deficientes en la comunicación objetiva de la información.

Desde 2016, las familias ocupan el primer puesto de visitación, porcentaje que ha incrementado desde las restricciones de la pandemia por covid-19.

El uso de rótulos y folletos informativos como principal medio de información aparte del servicio de guías, está quedando obsoleto. La tecnología evoluciona y brinda nuevas herramientas para poder facilitar la comprensión del patrimonio, la realidad aumentada es una de ellas.

Hacer efectivo el uso de realidad aumentada, brindaría una contextualización más objetiva del sitio arqueológico, evita que los visitantes creen sus propios imaginarios y asegura que la información transmitida sea la correcta.

Sitios antiguos de otros países, han tomado la realidad aumentada como una herramienta para poder transmitir de manera efectiva la información de sus locaciones históricas de mayor importancia.

La realidad aumentada sería punto de innovación en el país, ya que no ha sido utilizada como herramienta para potenciar el turismo educativo.

Este tipo de productos impacta también el ámbito social en la zona, genera atracción al sitio, y por ende beneficios

económicos para los vecinos ante un posible aumento en la  
visitación del MNG.

# Definir

Durante este periodo se definirá la información de valor para el proyecto, recopilada en la etapa anterior. La información analizada, se validará mediante una encuesta que será aplicada a los visitantes del MNG. En esta etapa se validará la tecnología investigada junto a profesionales en el área.

## Personas

Se busca generar los perfiles de los usuarios que utilizarán el software, con el fin de comprender necesidades generales y particulares.



**LA VIAJERA**  
**Andrea Rodríguez**  
24 años  
Soltera  
Viaja con amigos

**“Costa Rica tiene mucho valor, debemos apropiarnos de este, aprender y compartirlo”**

**BIO** Desde hace 2 años, decidió conocer todos los rincones del país y compartirlo con su comunidad. Administra un blog de turismo en el que cuenta las aventuras que realiza con sus amigos y las personas que conoce en el camino.

**MOTIVACIONES** Su principal motivación es lograr que muchas personas puedan conocer a detalle los lugares que visita y se animen a “turistear” como ella y sus amigos; le encanta conocer personas oriundas de los lugares que visita pues le comentan sobre secretos, cultura e historia del lugar.

**PREOCUPACIONES** Obtener información incompleta o errónea de los lugares que visita, ya que puede causar molestias a sus seguidores. Además le preocupa los costos de las actividades que realiza, pues no cuenta con un trabajo fijo y sus ingresos no siempre son buenos.



**EL PADRE DE FAMILIA**  
**John Davis**  
43 años  
Casado  
2 hijos

**“Me gusta encontrar los mejores destinos para recrear y aprender en familia”**

**BIO** Sus hijos son su mayor tesoro, le encanta salir de la ciudad con ellos y su esposa para disfrutar momentos en familia, recrearse y aprender sobre la diversidad de naturaleza y cultura del país. Se considera un padre “moderno” pues le ha enseñado a sus hijos a utilizar la tecnología como herramienta para crecer.

**MOTIVACIONES** Su principal motivación es que sus hijos crezcan siendo buenos ciudadanos, educados, respetuosos, sensibles y protectores del patrimonio del país.

**PREOCUPACIONES** No obtener las herramientas necesarias para poder comunicarle a sus hijos sobre lo que están observando o viviendo.

Figura 20. Personas

## Definición del problema

Luego de realizada la investigación, se construirá un árbol de problema para verificar si el problema planteado por la institución es el que realmente se debe atacar.

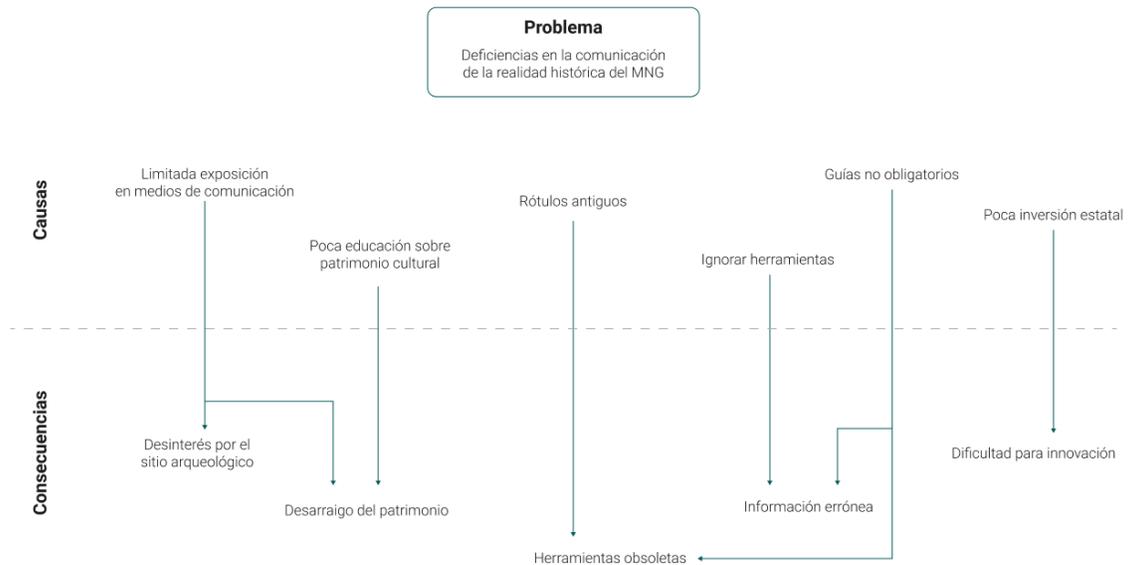


Figura 21. Árbol de Problema

Una vez realizado el árbol de problemas se logra validar que siguiendo las conclusiones de la investigación y el problema de salida definido por el representante del Monumento Nacional Guayabo; el problema por solventar en el proyecto es:

Deficiencias en la comunicación de la realidad histórica a los visitantes del Monumento Nacional Guayabo (MNG).

## Encuesta

Es necesario validar el problema anterior, esta vez con los posibles usuarios, que anteriormente fueron definidos. Por ello se desarrolla una encuesta que se aplicó en el MNG durante una visita.

Se concretaron aspectos sobre la influencia de las herramientas en el aprendizaje sobre cultura e historia del sitio arqueológico y la calidad de estas, además la memorabilidad que tienen los usuarios sobre puntos de interés y la posible aceptación de productos tecnológicos para mejorar la información recibida en los senderos.

La encuesta fue aplicada a visitantes del MNG que recién salían de caminar por el sendero arqueológico y según la disponibilidad que manejaban se aplicaba en el sitio o les era entregado un código QR para que la completaran después. El reporte completo podrá ser visto en el anexo 3, a continuación se muestran los resultados más importantes.

El 66,7% de los visitantes tienen entre 18 y 35 años. 56,4% del total visitaron el MNG con su familia, 41% lo hicieron con amigos y solo un 2,6% realizó la visita a solas.

Respondiendo a una pregunta de selección múltiple, se determinó que el motivo principal de la visita fue dar un paseo con un porcentaje del 69,2%, le siguieron interés en el sitio arqueológico con 43,6% y turismo rural con 28,2.

El 51,3% de los visitantes, señaló haber aprendido de manera regular a poca sobre el sitio arqueológico y el restante 48,7% se ubicó con un aprendizaje de regular a mucho.

La principal herramienta para obtener información son los rótulos, siendo utilizados por un 82,1% de los visitantes. El servicio de guías locales como herramienta para obtener información fue utilizado por un 35,9% de las personas que accedieron al MNG.

Refiriéndose a la calidad de las herramientas, los rótulos fueron calificados con 37,8% regular, 29,7% buena y 21,6% muy buena. Respecto al servicio de guía el 29,7% de los visitantes indicó que la calidad fue muy buena, y un 18,9% buena.

Los sitios de interés presentados en la encuesta con el fin de analizar la memorabilidad de los mismos. Todos contaron con más de un 50% de respuestas entre bastante y mucho recuerdo del lugar.

Al preguntar a los visitantes sobre comunicarle a un amigo “¿Qué podría encontrar en el MNG?” sobresalen las siguientes premisas:

*“Un sitio arqueológico, con mucha flora y fauna”*

*“Naturaleza y cultura”*

*“Ruinas de una gran ciudad”*

*“Vas a encontrar piedras con formas acomodadas”*

*“Un lugar maravilloso con historia por descubrir”*

*“Un sitio arqueológico testigo de la gran ingeniería precolombina”*

El 89,7% de los visitantes indicaron que les interesaría contar con productos tecnológicos para mejorar la información recibida en el MNG, al 10,3% restante le resulta indiferente.

Para concluir la encuesta se abrió un espacio para comentarios, de los cuales para interés del proyecto destacan los siguientes:

*“Más información sobre los grupos indígenas que habitaban la zona“*

*“Soy arquitecta y me hubiese gustado ver al menos una representación en 3D de cómo eran las chozas o que era lo que tenían acá“*

*“La información obtenida incluso en internet es poca, los rótulos no llaman la atención y cuando uno los ve les dedica poco tiempo“*

*“Hablé con mi familia que sería bueno mejorar o cambiar las herramientas para entender cómo se veía antes“*

*“Sería interesante que hubiese un guía virtual, porque en el momento en que yo fui no había guías ni brochures. “*

Basado en el análisis de los resultados anteriormente expuestos se logra validar correctamente la definición de los perfiles de personas planteados.

En relación con las causas del problema descrito, se logra determinar que el MNG es actualmente un destino de paseo recreacional ya que menos de la mitad de los visitantes tienen como principal motivación realizar la visita para aprender sobre el sitio arqueológico.

Como evaluación de las herramientas actuales, y en análisis paralelo con la observación realizada en la etapa anterior, se establece que los rótulos se vuelven obsoletos y se podrían implementar herramientas tecnológicas para desarrollar experiencias más interactivas que generen atracción al sitio por su valor cultural.

Al preguntar a los visitantes como describirían a un amigo el MNG, se nota la poca profundidad en el aprendizaje logrado

durante su recorrido, las respuestas se basan en características generales, desinteresadas y hasta erróneas.

Se percibe que algunos visitantes manifiestan cierta intriga por algunas características que no vieron, descritas literalmente como "historia por descubrir".

Al crear una especulación sobre el uso de productos tecnológicos, los visitantes se manifestaron completamente anuentes al uso de realidad aumentada para mejorar el aprendizaje que se podría tener dentro del MNG. Y complementado con los comentarios que se realizaron al final del formulario se determina que es necesaria una representación objetiva de las interpretaciones sobre la forma de vida en el sitio arqueológico.

## Entrevista

Se realizó una entrevista a un profesor especializado en la tecnología de realidad aumentada para validar los conceptos de la investigación realizada en la primera etapa, además se dio espacio para recibir recomendaciones para el desarrollo de la maqueta para concluir el proyecto.

La entrevista fue de tipo abierto, y tuvo una duración de 40 minutos. Los temas para tratar fueron: explicación del proyecto, conceptualización de realidad aumentada, validación de viabilidad de características, recomendaciones para tipo de rastreo, recomendaciones para el desarrollo de maqueta.

Una vez realizada la entrevista se logra concluir:

Se recomienda que la aplicación sea precargada en los dispositivos móviles de los visitantes, esto significa que la totalidad de los datos se encuentren descargados en el almacenamiento para acceder directamente sin necesidad de internet, dadas las condiciones presentadas en el sitio. Este punto es realizable pues en la caseta del MNG se cuenta con conexión por fibra óptica que podrá ser facilitada a los visitantes únicamente para la descarga de la aplicación por desarrollar.

Para optimizar el desempeño de la aplicación y el dispositivo, se recomienda utilizar elementos gráficos estáticos.

Se define que el uso de audios es viable.

Entendiendo que el tipo de rastreo significa la manera en que se detectan puntos para luego colocar el objeto virtual en la pantalla del dispositivo. Para el desarrollo de la maqueta funcional y planteo del producto final, se recomienda el uso del tipo de rastreo con marcadores artificiales, esto facilita el reconocimiento del punto de interés y mejora el desempeño de la aplicación. La opción descartada es el rastreo sin marcadores, factor que vuelve el desarrollo de la maqueta más robusto, el escaneo es más lento y el factor ambiental que se maneja en exteriores puede generar fallos en el funcionamiento.

Para el desarrollo de la maqueta funcional, se recomienda el uso del motor de juegos Unity complementado con el kit de desarrollo de software Vuforia, herramienta que facilita el manejo de aplicaciones de realidad aumentada.

# Idear

La etapa “idear” tiene como fin, conceptualizar la herramienta por diseñar, dar las características que se deben cumplir para satisfacer correctamente las necesidades mostradas en la etapa anterior y determinar la manera en que se espera el usuario haga uso del producto.

# Journey Map

Para comprender mejor el sentimiento de los visitantes y retratar con mayor claridad las oportunidades de mejora en la experiencia de la visita, se desarrolló un journey map que monitoreó algunos de los puntos de interés que se determinaron en etapas anteriores.

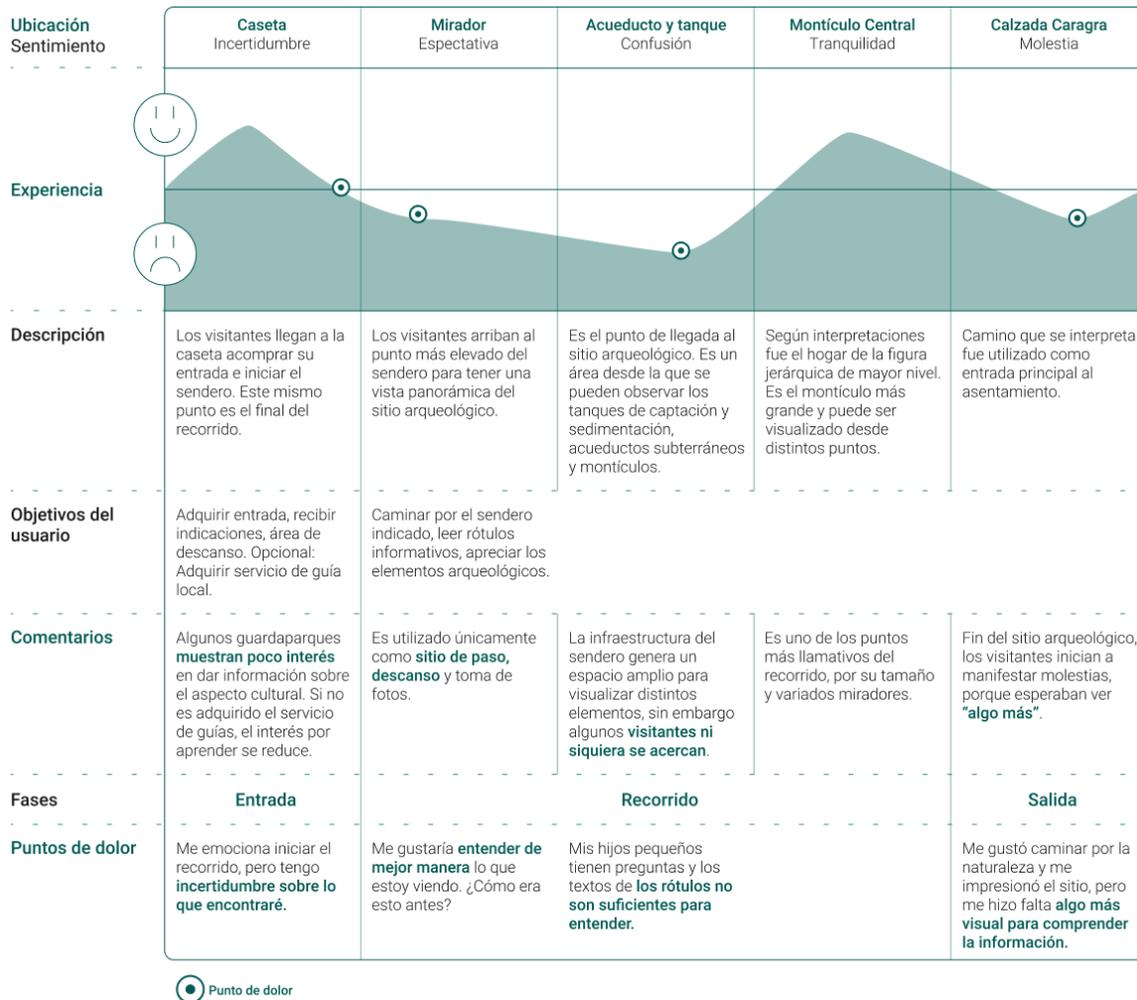


Figura 22. Journey map

## Oportunidades de mejora

Tras analizar el journey map se puede determinar que la herramienta por desarrollar debe contar con elementos que capten la atención del visitante para estimular su aprendizaje.

Se percibió que por falta de interés, algunos de los visitantes no realizaban el recorrido completo por lo que no se debe dar por un hecho que los usuarios conocen los lugares a los que deben ir.

Se debe generar interés en el aprendizaje sobre la riqueza del sitio desde el inicio del recorrido. Además, el producto debe ser de fácil acceso para todos los visitantes.

Herramientas como rótulos y brochure pasan casi desapercibidos ante un turismo que evoluciona y busca experiencias más inmersivas.

# Arquitectura Alfa

La siguiente figura muestra el primer acercamiento a la estructura de información que tendrá la aplicación. Esta será sometida a pruebas para validar y modificar la jerarquía de la información.

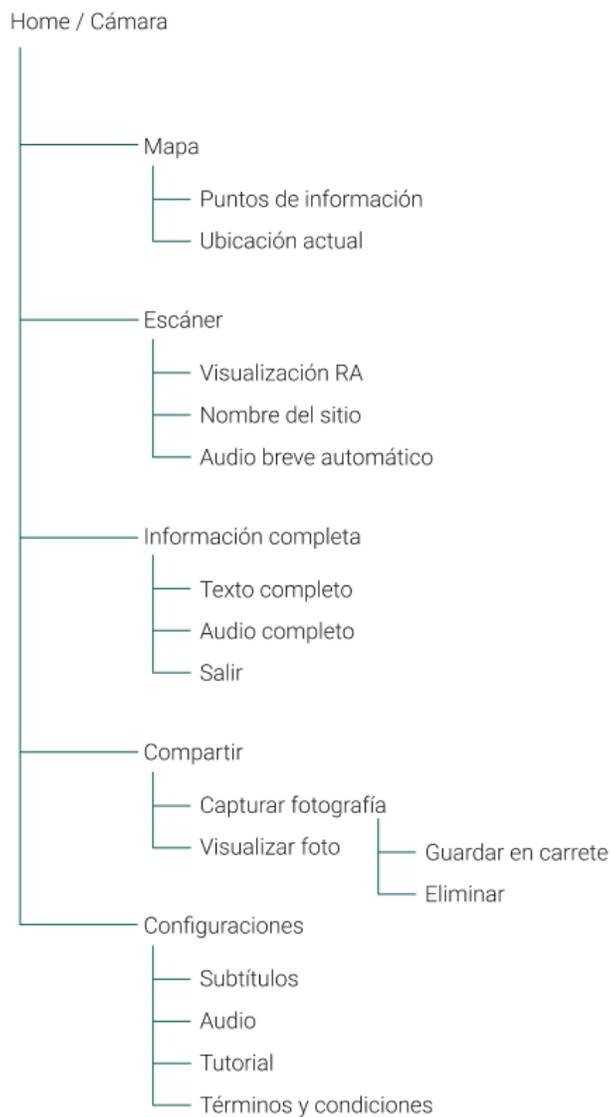


Figura 23. Arquitectura Alfa

## Wireframes de baja fidelidad

Una vez lista la propuesta de arquitectura, se procedió a plantear los wireframes de baja fidelidad para desarrollar de la manera más pronta la maqueta funcional.

Estos son un acercamiento a la diagramación de los elementos que tendrá la aplicación basada en patrones de diseño y referenciales analizados anteriormente.

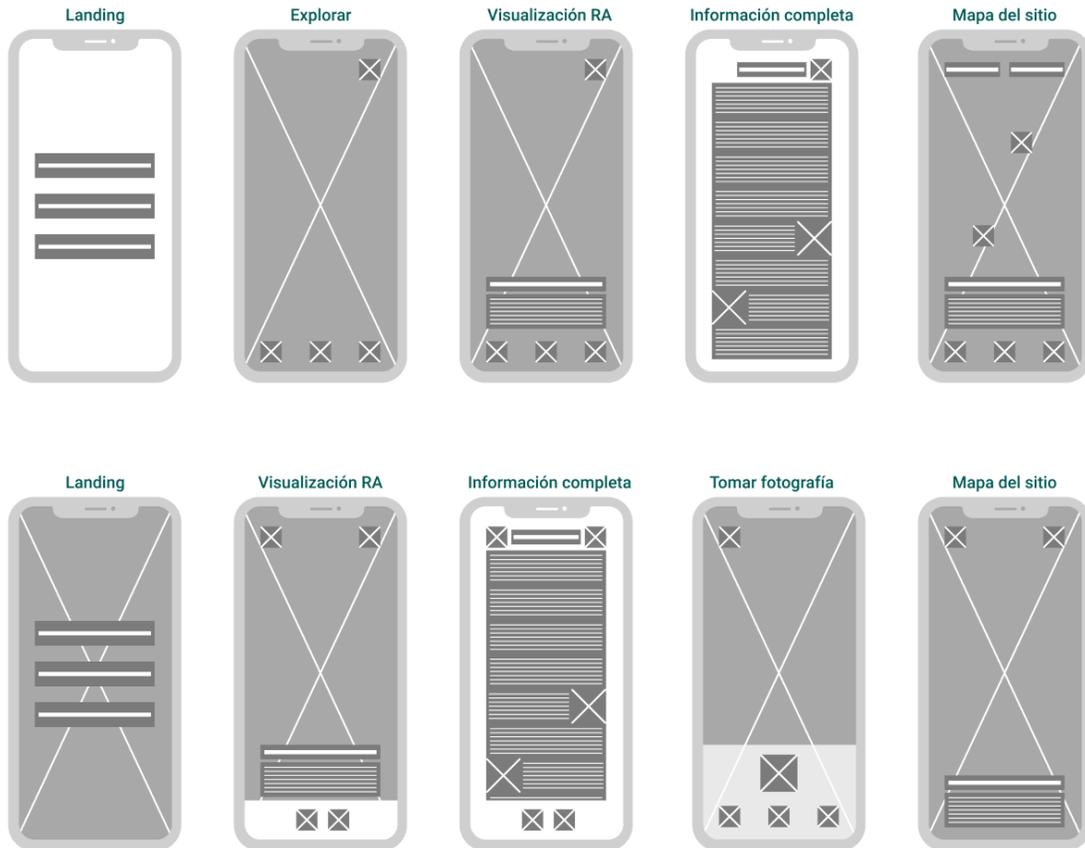


Figura 24. Wireframes de baja fidelidad

# Concepto Semántico

Para definir los sentimientos que busca expresar y evocar la aplicación se definió el siguiente concepto semántico:

## Minimalismo autóctono

Este busca mostrar una representación moderna de las interpretaciones del modo de vida en el sitio arqueológico.

El siguiente moodboard muestra los elementos de los cuales se parte como referencia para crear las representaciones y algunas muestras de elementos arqueológicos representados de manera virtual.

El concepto minimalista, también busca transmitir desde un punto de vista funcional, en el que el acceso a la información sea sencillo y rápido.

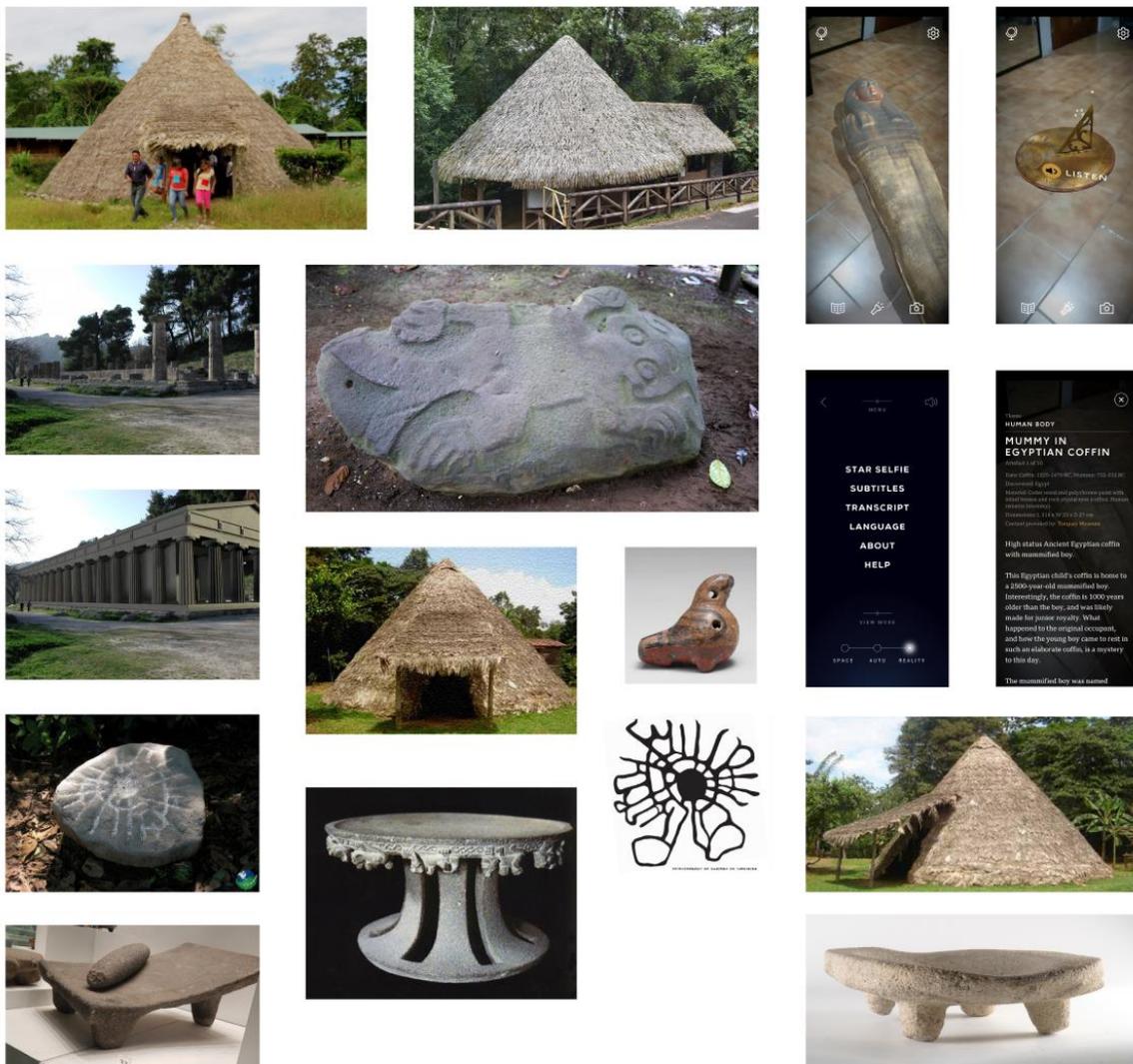


Figura 25. Moodboard de concepto semántico

# Prototipar

En este periodo del proyecto se desarrollaron maquetas funcionales del producto siguiendo las especificaciones definidas previamente. Se concluyó con el diseño listo para aplicar las pruebas finales.

## Desarrollo de maqueta

Una vez lista la arquitectura y el posible diseño se procedió a generar la maqueta funcional en Unity<sup>2</sup>, un software de desarrollo de aplicaciones, con el fin de validar la inserción de este tipo de tecnología en el Monumento Nacional Guayabo.

El escenario principal para realizar la prueba fue el montículo central. Se inició desarrollando una visualización a escala del como se interpreta pudo ser la choza en la que vivían los indígenas.

La libreta que se puede observar en la segunda imagen (negra y con el título "SPACE APPS"), fue utilizada como plantilla para realizar el rastreo e identificación del escenario a mostrar. Su funcionamiento será explicado en el apartado de la experiencia.

Posteriormente y según la escala que brindaba el Software se planteó la ubicación del rancho y con visitas al lugar se modificó hasta calzar de la mejor manera.

Para esta maqueta no se logró desarrollar la arquitectura completa, sin embargo se lograron visualizar los escenarios en realidad aumentada para efectuar la siguiente prueba.



Figura 26. Capturas Desarrollo de maqueta

<sup>2</sup> <https://unity.com/es>

## Pruebas Heurísticas Cualitativas

Con la maqueta ajustada, se procedió a realizar pruebas heurísticas de manera cualitativa a visitantes del Monumento. Se realizaron a un total de 11 personas ubicadas en los perfiles definidos previamente, 7 en el perfil de “la viajera” y 4 en el perfil de “padre de familia”

La metodología para aplicar esta prueba era simple, brindar a los visitantes la posibilidad de usar la herramienta para observar su reacción, pedir su opinión sobre el uso de realidad aumentada en ese espacio, consultar sobre las otras características de la aplicación y escuchar comentarios generales de la misma.

La propuesta tuvo una aceptación del 100% de los visitantes y entre las principales emociones que retrataron los usuarios fueron asombro, emoción, curiosidad y satisfacción. Indicadores de que la experiencia sensorial en la visita tendría una mejora.

Gracias a las visualizaciones en realidad aumentada, los visitantes se manifestaban a gusto y entusiasmados de no tener que imaginar el cómo eran las cosas en el sitio arqueológico. Brindar una visualización objetiva facilita el entendimiento y aprendizaje de la información.

Por otro lado al comentar sobre las características, 90% de los visitantes manifestaron que les gustaría poder compartir fotos de su experiencia en redes y un 10% indicó que preferiría no tomarse fotos o sólo guardarlas en su teléfono.

El 77% de los visitantes comentaron que sentían intriga por los objetos que fueron sacados del sitio, y sugirieron aprovechar la realidad aumentada para poder (virtualmente) devolver los artefactos al sitio.

Según esta prueba, se sugiere realizar los siguientes cambios en la arquitectura de la información:

- Agregar una sección para visualizar artefactos extraídos del lugar. Como se mencionó en la primera etapa, el sitio fue producto de huaqueo durante largos periodos de tiempo y aunque algunas de las piezas fueron recuperadas, estas se almacenan en museos. Los visitantes manifestaron querer observar estas piezas en el lugar donde estuvieron o al menos en el sitio arqueológico, para generar un mayor arraigo e interés por la conservación de estos recursos.
- La toma de fotografías con elementos en realidad aumentada fue recibida con mucha emoción por parte de los visitantes, por lo que se recomienda brindar acceso a esta sección desde las dos opciones de visualización de realidad aumentada.

# Arquitectura Beta

Una vez realizados los ajustes sugeridos por las pruebas heurísticas anteriormente realizadas, se modificó la arquitectura dando como resultado la siguiente figura.

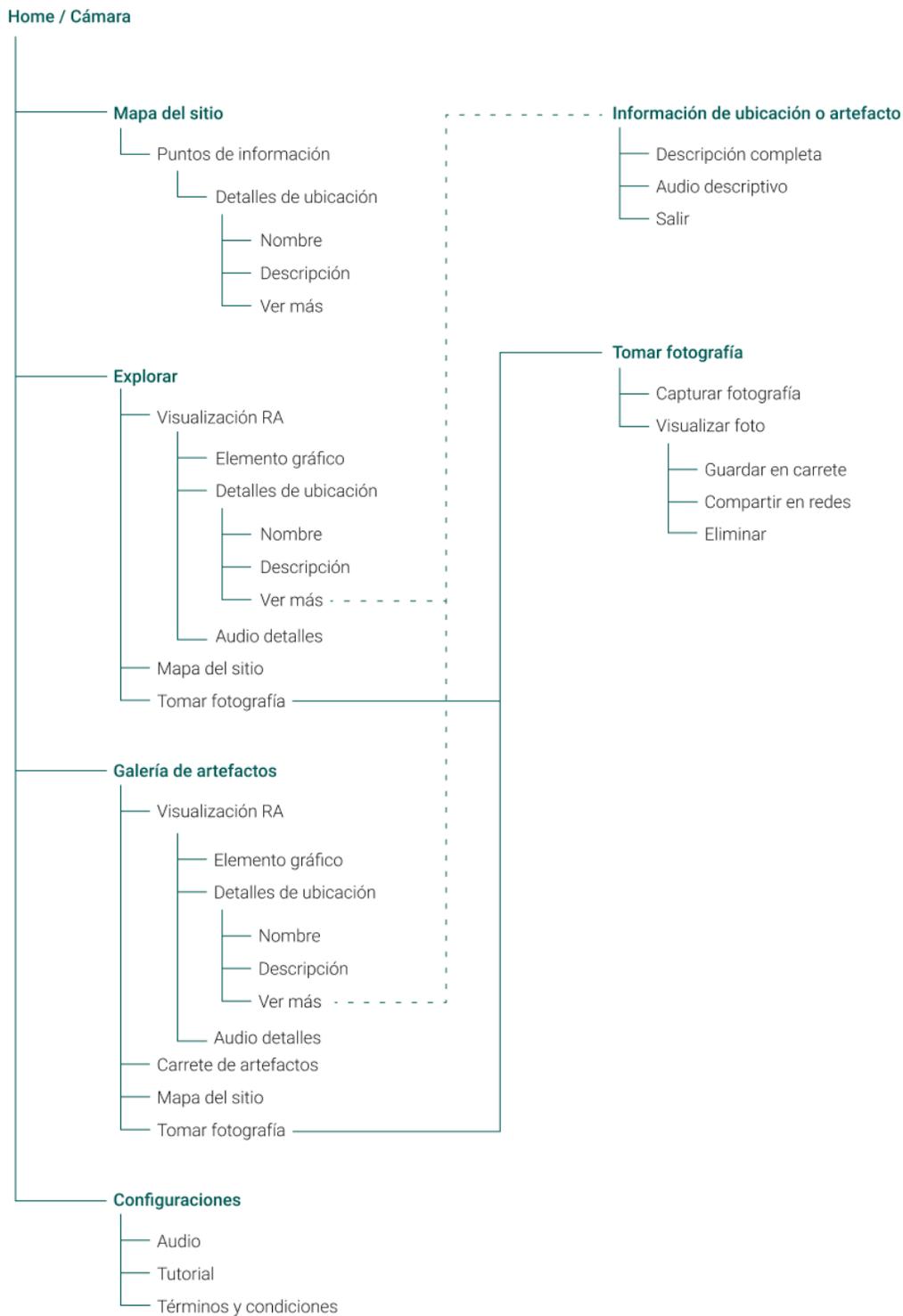


Figura 27. Arquitectura Beta

# Testear

Esta etapa mostrará el diseño final de la experiencia planteada y una validación para entender las mejoras alcanzadas.

## Experiencia de visita al Monumento

Basados en los resultados obtenidos en las etapas anteriores, se procedió a realizar la propuesta final del diseño de la experiencia de la aplicación de realidad aumentada que busca mejorar la información que se recibe en el MNG sobre el aspecto cultural del sitio.

### **Aspectos generales**

La experiencia planteada se basa en el uso de una aplicación de realidad aumentada como herramienta innovadora para propiciar un aprendizaje objetivo sobre la realidad cultural del Monumento Nacional Guayabo.

La experiencia se desarrollará por el sendero los montículos, ya que es el único que atraviesa el sitio arqueológico y presenta las mejores vistas para implementar la realidad aumentada.

Para hacer uso de la aplicación no será necesario adquirir el servicio de guías, sin embargo se recomienda como complemento para profundizar en el aprendizaje que pueda ser obtenido.

La aplicación podrá ser descargada en la caseta mediante la habilitación de una red WiFi por parte de la administración del MNG o datos móviles de los visitantes. Más adelante se profundizarán aspectos específicos.

A continuación se detalla la experiencia según los puntos de interés del MNG, que indicarán los sitios en que se pretende aplicar la realidad aumentada; las visualizaciones mostrarán el tipo de contenido gráfico con el que se contará en los puntos de interés; en el “sobre la aplicación” se describirá el planteo de aspectos relevantes del diseño de la aplicación y desarrollo del software y finalmente se describirán las interacciones de los usuarios con la aplicación.

## Sobre la aplicación

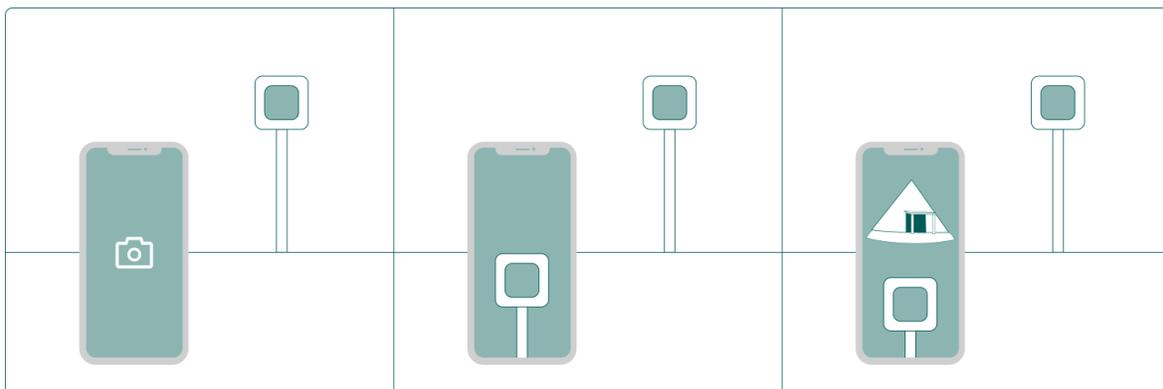
Se plantearon las siguientes características sobre el uso de tecnología de realidad aumentada en aplicaciones según la investigación y validación realizadas en etapas previas.

El desarrollo de la aplicación será realizado en el Software Unity, herramienta que permite la implementación de entornos 3D con facilidad.

Como kit de desarrollo especializado en entornos de realidad aumentada, se selecciona Vuforia<sup>3</sup> por su versatilidad en métodos de rastreo y especialización en dispositivos móviles.

La aplicación será precargada en los dispositivos de los visitantes, esto quiere decir que la totalidad de los datos serán descargados y almacenados en el dispositivo, esto permitirá acceder a ellos sin tener la necesidad de estar conectado a una red de internet durante el recorrido. Se estima que el peso sean aproximadamente 250Mb y tendría una duración de descarga máximo de 3 minutos con la fibra óptica del sitio.

Como se muestra en la siguiente figura, se propone el rastreo de marcadores artificiales para facilitar el desarrollo y mejorar el desempeño de la aplicación.



**1** El dispositivo móvil abre la cámara en la aplicación y se acerca al rótulo que funcionará como marcador artificial.

**2** La aplicación escanea el marcador y detecta el punto de interés en el que se encuentra.

**3** La aplicación visualiza los elementos en realidad aumentada que fueron maquetados.

<sup>3</sup> <https://developer.vuforia.com/>

A continuación se muestran algunos de los mock ups de la aplicación utilizados para validar la experiencia.

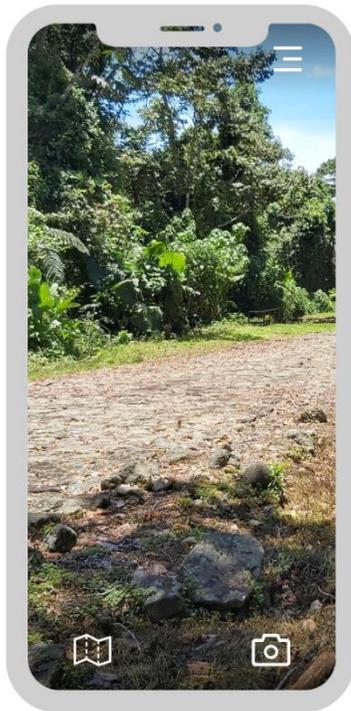


Figura 28. Mock up Explorar. Esta sería el “landing page” de la aplicación, desde acá se buscarán los obojetivos de rastreo

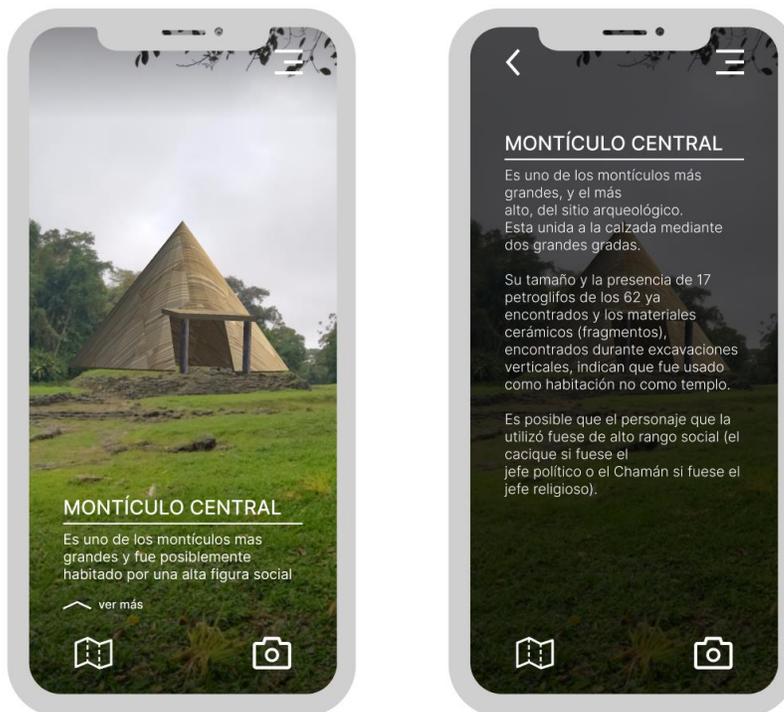


Figura 29. Mock Up RA Punto detectado, a la izquierda se muestra el nombre y primeras características y a la derecha la información completa al tapear “ver más”. Estos textos serán narrados.

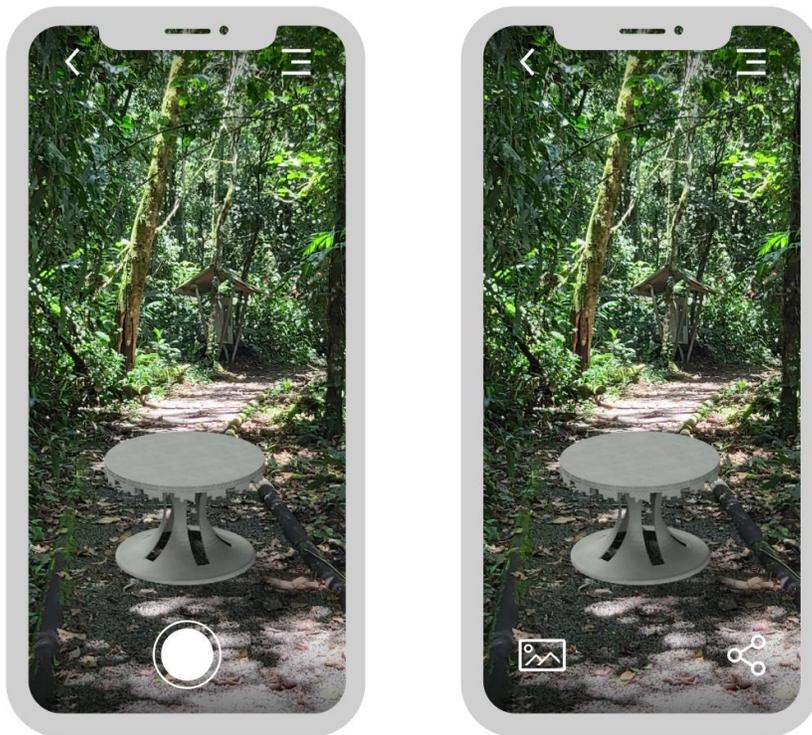


Figura 30. Mock up RA Artefacto y Fotografía. La aplicación detecta una superficie plana, en este caso el sendero y despliega los artefactos. En este ejemplo también se muestra la toma de fotografía.

## Visualizaciones

Se muestran las propuestas de visualización para algunos de los puntos de interés con el fin de tener una guía para el desarrollo de las demás.

Para optimizar el desempeño de la aplicación y el dispositivo, se utilizarán elementos gráficos estáticos.



Figura 31. Visualización en Calzada Caragra



Figura 32. Visualización en Tanque Sedimentador



Figura 33. Visualización Mesa circular



Figura 34. Visualización Vasija



Figura 35. Visualización Taza

## Puntos de interés

Los siguientes puntos fueron declarados junto al personal del MNG según su importancia para el entendimiento del desarrollo histórico cultural del sitio arqueológico.

A continuación se muestra cada uno con su respectiva ubicación en el mapa del sendero y características relevantes por las que fue elegido punto de interés.

### Caseta

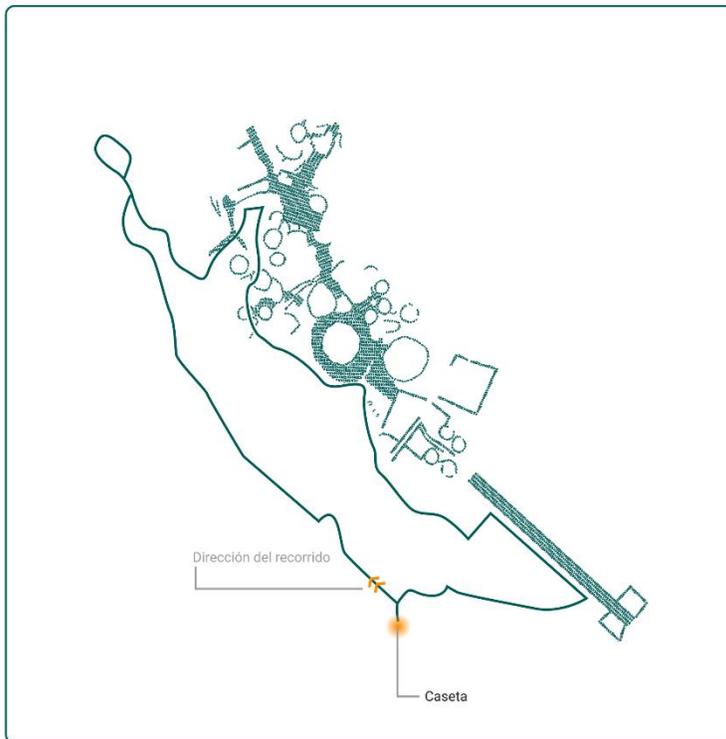


Figura 36. Ubicación Caseta

La caseta es el punto de entrada al MNG, en este momento se indicaría a los visitantes la posibilidad de descargar la aplicación para mejorar la experiencia de su visita.

Posteriormente, podrá escanear el primer objetivo para comprobar el buen funcionamiento de la aplicación e iniciar su recorrido.

## Monolito del jaguar y el lagarto

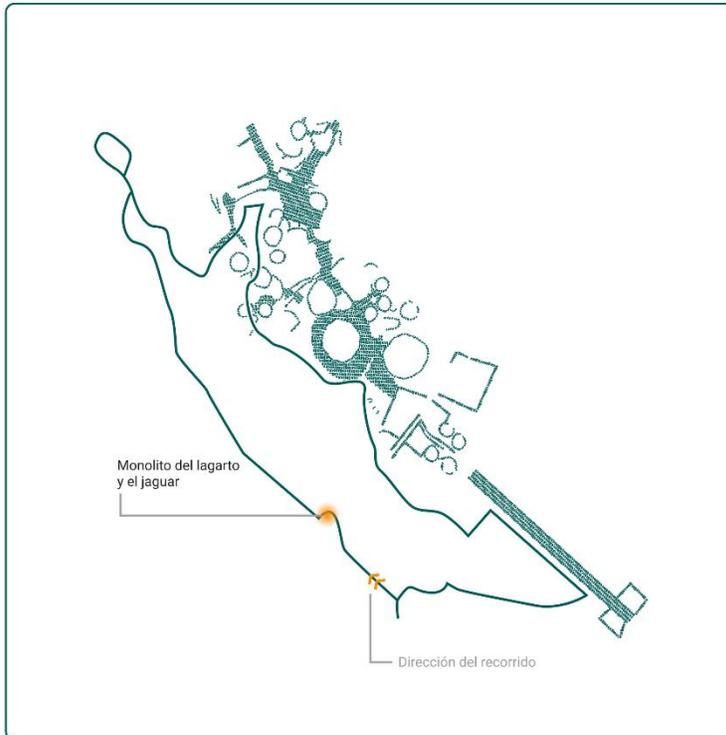


Figura 37. Ubicación Monolito del jaguar y el lagarto

Este monolito es el primer encuentro que tienen los visitantes con un elemento precolombino, es una piedra grabada en alto relieve con las figuras de un jaguar y un lagarto que se interpreta, representaron figuras religiosas para los habitantes del sitio.

## Mirador

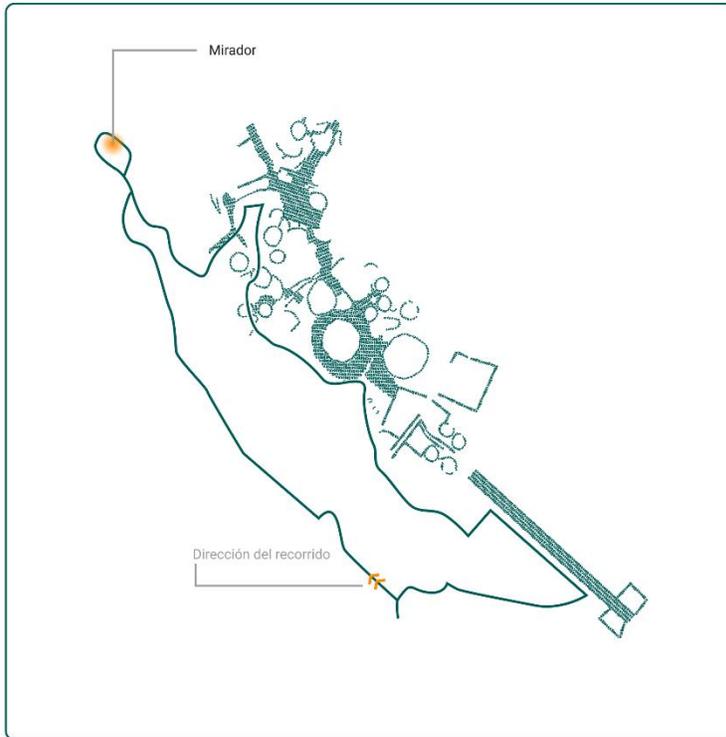


Figura 38. Ubicación Mirador

El mirador brinda una vista panorámica de gran parte del sitio arqueológico por lo que se determina como el punto para comunicar la información general del sitio.

## Acueducto

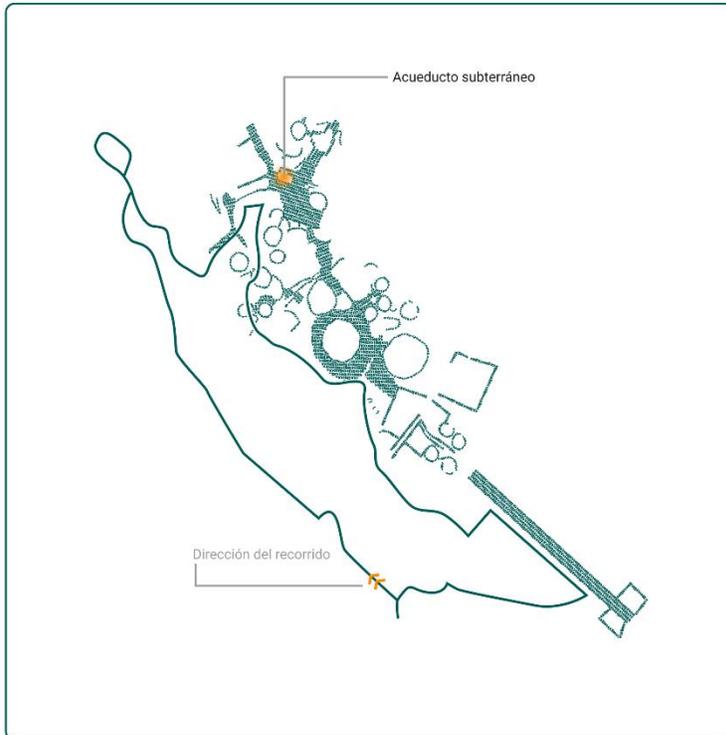


Figura 39. Ubicación Acueducto

Esta estructura construida en piedra canaliza el agua proveniente de una naciente ubicada cerca del mirador, al ser subterránea se plantea generar una visualización en realidad aumentada de como pasa el agua por este conducto hacia el tanque sedimentador.

## Tanque sedimentador

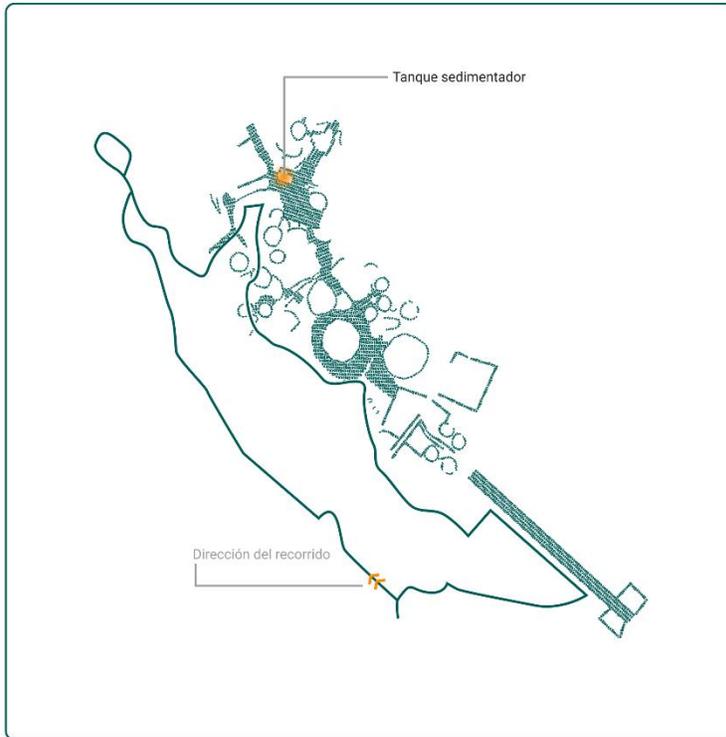


Figura 40. Ubicación Tanque sedimentador

Con el fin de mostrar representaciones de lo que se interpreta era la cotidianidad en el sitio, se selecciona este punto con el fin de visualizar como era realizada la recolección de agua para distintas actividades dentro del sitio.

## Montículo Central

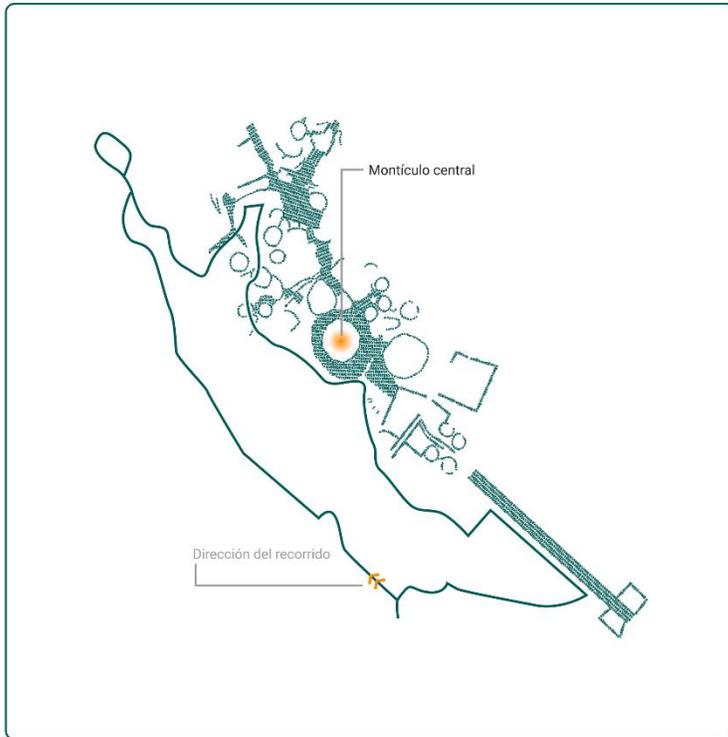


Figura 41. Ubicación Montículo Central

A pesar de poder observar montículos previamente en el recorrido, se define el montículo central como representante de las chozas construidas para habitar ya que se interpreta fue el hogar de la figura jerárquica más elevada del asentamiento.

## Tumbas de cajón



Figura 42. Ubicación Tumbas de cajón

Con el fin de mostrar características del ritual de funeral con el que, se interpreta, contaban los habitantes del sitio, se selecciona este punto para visualizar artefactos que eran enterrados con la persona.

## Calzada Caragra

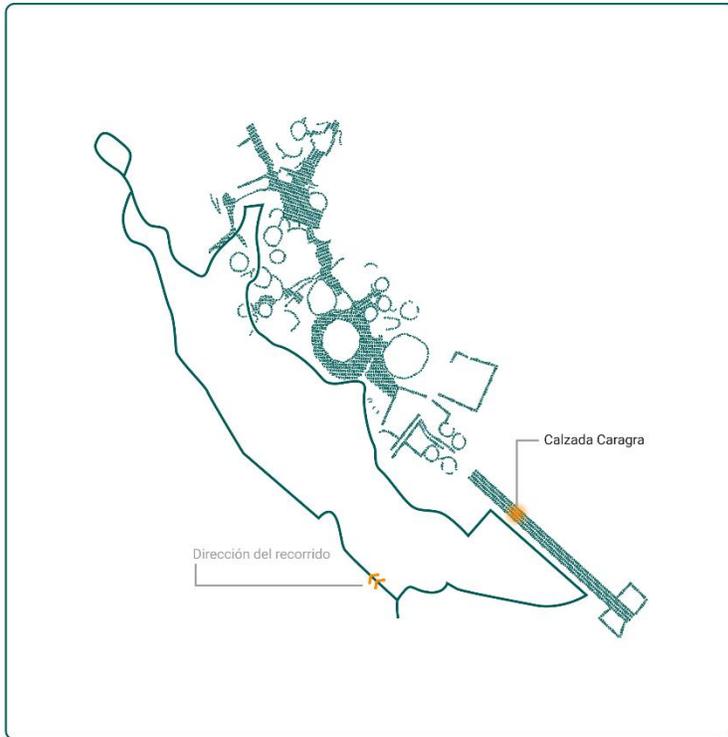


Figura 43. Ubicación Calzada Caragra

Las calzadas eran caminos de piedra similares a las calles que conocemos actualmente, por su ubicación, tamaño y estructuras acompañantes, se interpreta que la calzada Caragra era la entrada principal del sitio por lo que en esta ubicación se pretende mostrar el tránsito de personas.

## Montículos rectangulares

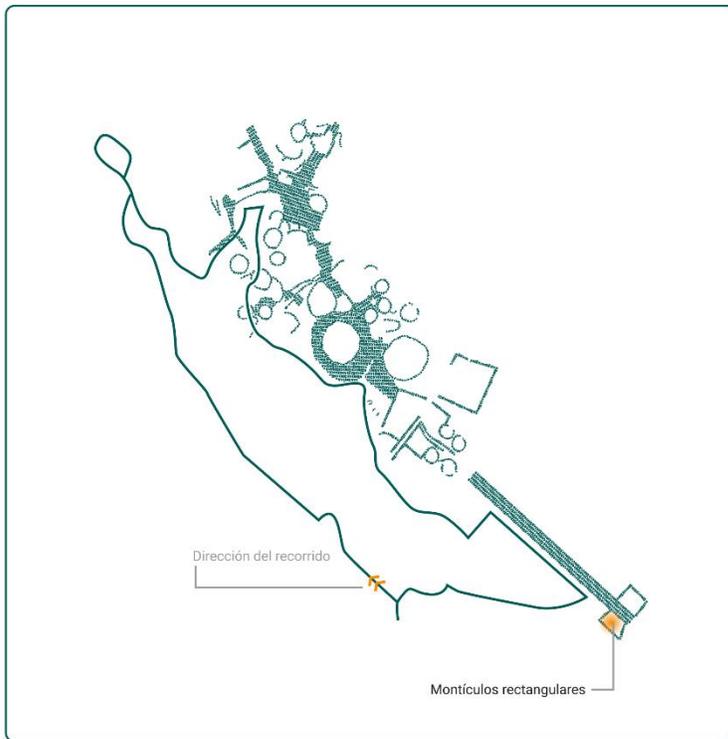


Figura 44. Ubicación Montículos rectangulares

Para finalizar el recorrido se visualizarán los montículos rectangulares ubicados al final de la calzada Caragra, se interpreta que por su forma y ubicación no eran sitios de habitación, sino puestos de guardia a la entrada del asentamiento.

# Journey Map

Mediante una encuesta se evaluaron los sentimientos evocados por la propuesta de la nueva experiencia generada a partir de la aplicación de realidad aumentada. A partir de estas respuestas se generó un nuevo journey map para visualizar las mejoras detectadas en la experiencia de aprendizaje sobre el Monumento Nacional Guayabo.

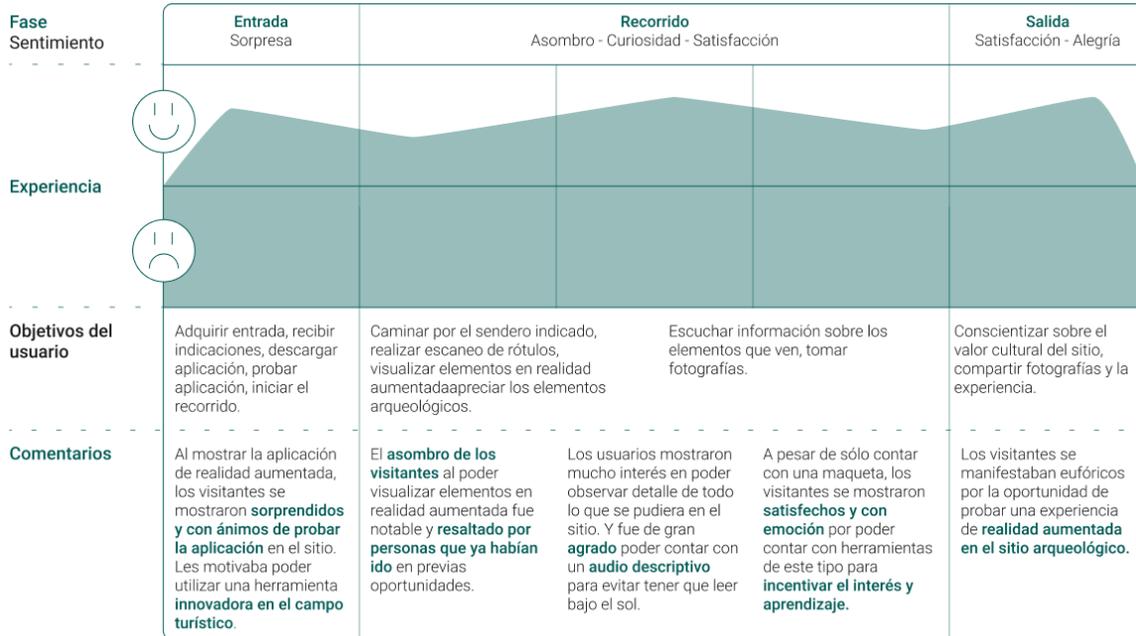


Figura 45. Journey map, nueva experiencia

Las conclusiones de este journey map serán expuestas en el próximo apartado de conclusiones.

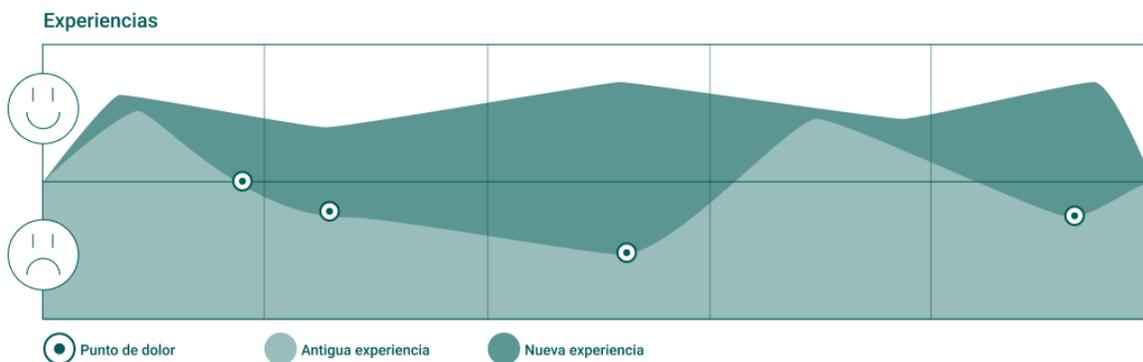
# Conclusiones

La experiencia planteada muestra una mejora significativa en la comunicación de la realidad cultural del Monumento Nacional Guayabo; el uso de una aplicación de realidad aumentada proyecta un aumento en el interés de los visitantes por aprender sobre los aspectos culturales y ambientales del sitio.

La implementación de este tipo de tecnologías en áreas de conservación capta de manera positiva la atención de las personas, aspecto a tomar en cuenta como nicho para el desarrollo de productos similares.

Como se muestra en la siguiente figura, al mapear los sentimientos evocados en los visitantes, la propuesta con realidad aumentada indica una mejora para los puntos de dolor detectados al inicio del proyecto:

- Al iniciar el recorrido se toma la aplicación como herramienta que introduzca a los visitantes a la temática del recorrido que están por hacer.
- El uso de realidad aumentada permitió a los visitantes tener una visualización objetiva de las interpretaciones que se tienen del sitio.
- Los elementos gráficos complementados con audios facilitaron la comprensión de la información.



Los sentimientos graficados en el journey map de la nueva experiencia son positivos, reflejo de la mejora que puede brindar incorporar realidad aumentada como herramienta de aprendizaje.

La realidad aumentada se posiciona como una herramienta que contribuye a fomentar el interés por el patrimonio cultural del país desde una perspectiva innovadora y no intrusiva por lo que podría ser replicada para asuntos ambientales.

Herramientas como rótulos y folletos están quedando obsoletos, por ello, para garantizar el arraigo e interés en aprendizaje y conservación del patrimonio cultural y natural del país se deben aprovechar oportunidades tecnológicas que

garanticen experiencias satisfactorias a los visitantes de áreas de conservación o espacios turísticos con objetivos afines.

Involucrar la ingeniería en diseño industrial en este tipo de proyectos, permite generar experiencias de mayor impacto y valor para todos los involucrados.

Para el diseño de este tipo de experiencias es de vital importancia la participación de los usuarios para la toma de decisiones en ajustes de la propuesta.

Antes de generar la maqueta funcional, se debe evaluar correctamente el entorno físico-ambiental en que se estará dando uso a la aplicación, pues podría generar afectaciones en el funcionamiento de la propuesta.

# Recomendaciones

Con el fin de no fabricar marcadores artificiales para rastrear los elementos; dependiendo de avances tecnológicos y el entorno en que se esté desarrollando la propuesta se recomienda probar el rastreo de marcadores naturales para colocar los elementos en realidad aumentada.

Ante el nicho que existe para implementar aplicaciones similares, explorar el uso de realidad aumentada en sitios de con enfoque de conservación de recursos naturales, surge como una posibilidad para generar consciencia sin generar impacto en los ecosistemas.

Fomentar el trabajo interdisciplinario para obtener mejores resultados, desde el punto de vista tecnológico hasta el planteo y desarrollo de los elementos gráficos.

# Bibliography

- [1] S. ACCVC y MINAE, "Plan General de Manejo del Monumento Nacional Guayabo 2018-2025".
- [2] R. Tenorio, "Guía para la interpretación de los recursos naturales y culturales del Monumento Nacional Guayabo".
- [3] Ministerio de Cultura, Perú, "De huaqueros, ladrones sacrílegos y otras amenazas contra el patrimonio cultural,".
- [4] K. Álvarez, "Análisis de encuestas de visitantes del Monumento Nacional Guayabo para conocer el nivel de satisfacción. Análisis de resultados de los años 2016 y 2017," Colegio Universitario de Cartago.
- [5] G. Arias and E. Elizondo, "Evaluación del Monumento Nacional Guayabo mediante encuestas satisfacción de visitantes y evaluación ecológica de avifauna," Universidad Técnica Nacional.
- [6] Monumento Nacional Guayabo, "Visitación 2015 - 2020,".
- [7] M. Kassahun et al, "A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage".
- [8] A. Demiris et al, "System and Infrastructure Considerations for the Successful Introduction of Augmented Reality Guides in Cultural Heritage Sites".
- [9] K. Kim et al, "Augmented Reality Tour System for Immersive Experience of Cultural Heritage".
- [10] R. Montenegro y L. Muñoz, "Mejorando la enseñanza y conservación de sitios naturales a través de la Realidad Aumentada"
- [11] B. Seo et al, "A Tracking Framework for Augmented Reality Tours on Cultural Heritage Sites"
- [12] C Petruco y D. Agostini, "Teaching our cultural heritage using mobile augmented reality".
- [13] M. Zoellner et al, "Cultural Heritage Layers: Integrating Historic Media in Augmented Reality"
- [14] V. Vlahakis et al, "ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites"
- [15] G Reitmayr y D. Schmalstieg, "Collaborative augmented reality for outdoor navigation and information browsing"
- [16] D. Pacheco et al, "A Location-Based Augmented Reality System for the Spatial Interaction with Historical Datasets"

[17] J. Madsen y C. Madsen, "Handheld Visual Representation of a Castle Chapel Ruin"



## Anexo 2. Audios de Focus Group

[https://drive.google.com/drive/folders/1Sh56d0OS--NiVTCpm9RKLDFa2j\\_GtIYY?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1Sh56d0OS--NiVTCpm9RKLDFa2j_GtIYY?usp=sharing)

## Anexo 3. Reporte de encuesta 1

<https://lailou2usyt.typeform.com/report/dtlqb10n/zgLLIJMLOVxEZIEA>

## Anexo 4. Reporte de encuesta 2

<https://lailou2usyt.typeform.com/report/IKwcb2KW/KgBIAskGOhsuMzG>



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).