

# Desarrollo de la aplicación web DzonotMap para la localización de cenotes en el estado de Yucatán

Vicente Nava Montoya  
Licenciatura en Ingeniería de  
Software

Facultad de Matemáticas de la  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Email: a16001508@alumnos.uady.mx

Rodrigo Urtecho Quintal  
Licenciatura en Ingeniería de  
Software

Facultad de Matemáticas de la  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Email: a16003872@alumnos.uady.mx

Raúl Antonio Villanueva Hernández  
Licenciatura en Ingeniería de  
Software

Facultad de Matemáticas de la  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Email: a16001061@alumnos.uady.mx

## Abstract—

This document gathers the elements, tools and methods considered for the design of the DzonotMap system's user interfaces, as well as the application usability evaluation results. The system's solution objective is to improve the process of obtaining information related to the cenotes for the benefit of those interested in visiting these touristic sites within the Yucatan Península.

## Resumen—

Este documento reúne los elementos, herramientas y métodos utilizados para el diseño de las interfaces de usuario del sistema DzonotMap, así como los resultados de la evaluación de la usabilidad de los prototipos de la aplicación. El sistema tiene por objetivo de solución la mejora del proceso de obtención de la información de los cenotes para beneficio de los interesados en visitar estos sitios turísticos dentro de la península de Yucatán.

**Palabras clave—** cenote, Yucatán, rutas, usuario, prueba de usabilidad, usabilidad, DzonotMap.

## I. INTRODUCTION

En el estado de Yucatán gran parte de los ingresos generados anualmente provienen del turismo. Este turismo es motivado por los distintos atractivos naturales y arqueológicos de la región, pero con mayor fuerza por uno en especial: los cenotes.

Según el Estudio de Perfil y Grado de Satisfacción del Turista en Yucatán 2019 realizado para la Secretaría de Fomento Turístico, los cenotes encabezan la lista de lugares que los turistas consideran de su interés para una visita posterior. Igualmente, se descubrió que los turistas califican mejor la experiencia que tuvieron en los cenotes que en otros atractivos como eventos culturales, parques, o incluso sitios arqueológicos importantes como Chichen Itzá.

A pesar de esto, existen diferentes problemas relacionados con la difusión y acceso la información de los cenotes existentes en Yucatán; sobre los cuales no hay estudios o informes que indiquen la presencia de éstos ni la necesidad de trabajar en resolverlos.

Los problemas que se detectaron son:

- Medios de información y documentos desactualizados o no disponibles.
- Medios de información y documentos poco atractivos o difíciles de comprender.
- Falta de información adicional, como la dirección o las rutas disponibles para poder visitar los cenotes.
- Información mayormente disponible solo en español.

La aplicación “DzonotMap” es una propuesta para dar solución a estos problemas, contemplando lo siguiente:

### Objetivo

La aplicación consta de un sistema en línea que deje a disponibilidad de las personas información relacionada con los sitios turísticos naturales de la península, los cenotes. Dicha información se ve conformada por la ubicación, las rutas disponibles para diferentes medios de transporte el traslado al sitio en cuestión, así como información adicional.

La aplicación tiene un propósito sencillo, pero de gran impacto para los usuarios. Pretende facilitar el acceso a información que permita hacer turismo cómodamente beneficiando tanto a los turistas como a las autoridades estatales.

### Justificación

**a. Conveniencia (Necesidad):** Los cenotes son un atractivo natural muy importante tanto para los turistas nacionales y extranjeros que visitan Yucatán, como para los residentes del estado. No obstante, no existe algún medio que permita el fácil acceso a información detallada sobre los cenotes del estado, sin tomar en cuenta a las tablas disponibles en las páginas web del Gobierno, las cuales presentan información desactualizada de una manera plana y no muy atractiva para quien está interesado en ella. Esto hace que se pierda la oportunidad de que las personas se terminen convenciendo de visitar algún cenote.

**b. Relevancia social:** La relevancia social del proyecto radica en que los cenotes son el principal

lugar que los turistas se quedan con ganas de conocer; por otro lado, es el atractivo turístico mejor calificado del estado. Con todo lo anterior, ¿por qué no mejorar la manera de obtener información sobre los cenotes para que los turistas no se queden con las ganas de visitarlo y lo hagan? Igualmente, se puede mejorar todavía más la calificación que recibe este atractivo turístico.

- c. **Valor teórico:** Este proyecto es pionero en esta problemática y sienta las bases para realizar futuros estudios sobre la existencia e importancia de ésta.
- d. **Utilidad metodológica:** Al seguir un método de investigación y de obtención de datos, a saber, el Diseño Centrado en Usuarios, se asegura la confiabilidad del proyecto y permite su reproducción para problemáticas relacionadas.
- e. **Utilidad tecnológica:** Aunque no supone alguna innovación en materia tecnológica, el producto final (la aplicación móvil) es único, ya que actualmente no se encuentra nada parecido ya sea en la tienda de aplicaciones o en soluciones de particulares.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los documentos que fueron base para limitaciones del diseño de las interfaces de usuario.

[1] Artículo en el que se exponen las diferentes herramientas disponibles para el diseño y creación de mapas personalizados. Sirvió de referencia para determinar las posibles características del mapa dentro de nuestras interfaces y así poder adaptar los demás elementos a dichas características.

[2] Presenta de igual forma una herramienta para la creación de mapas interactivos, el artículo se consideró de la misma forma en que se consideró el artículo anterior, para establecer limitantes en cuanto a las capacidades visuales que podría ofrecer el uso de estas herramientas.

[3] Documento en donde se analizan las ventajas de la implementación de un mapa interactivo para facilitar el proceso de participación de la ciudadanía en un proceso democrático en Ecuador. Los resultados demuestran que la implementación de este elemento representa una forma satisfactoria para la obtención y asimilación de la información, pues relaciona una ubicación geográfica con datos e información detallada del proceso político.

[4] Documento donde se describe qué es usabilidad y las diferentes fases que conforman una prueba de usabilidad.

[5] Se presenta una escala que permitirá la clasificación específica de los resultados de la aplicación del método de evaluación de la usabilidad SUS.

[6] En este documento se hace una revisión del método de medición de la usabilidad SUS y es utilizado como referencia para comprensión y entendimiento de la aplicación, así como el análisis de los resultados.

## III. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El análisis de requerimientos fue la primera fase que se llevó a cabo para desarrollar la aplicación DzonotMap.

### *Encuestas*

El primer paso para construir la aplicación fue conocer e identificar a los potenciales usuarios, para ello se decidió emplear encuestas. Estas fueron aplicadas a un total de 31 personas, utilizando la herramienta de *Google Forms*.

Las encuestas se aplicaron a 11 personas que residen dentro del estado de Yucatán, 8 de otros estados del territorio nacional y a 12 personas de nacionalidad extranjera.

### *Perfil de usuarios*

A partir de los resultados obtenidos de las encuestas se identificaron 3 perfiles de usuarios:

#### *Turista nacional (usuario primario).*

Edad que se encuentra entre 30 a 49 años, siendo el promedio 39 años.

Cuando viaja lo hace acompañado de sus familiares.

Prefiere ir a algún sitio turístico cultural o natural.

Reside principalmente en: Ciudad de México, Quintana Roo, Veracruz.

No tiene ninguna discapacidad.

Tiene un ingreso mensual de aproximadamente \$21,175 pesos mensuales y está dispuesto a gastar a diario en promedio \$1,776 pesos para actividades destinadas al turismo.

#### *Turista extranjero (usuario primario)*

Edad que se encuentra entre 30 a 49 años (Promedio: 39 años).

Cuando viaja lo hace acompañado de sus familiares.

Prefiere ir a algún sitio turístico cultural o natural.

Reside en los Estados Unidos.

No tiene ninguna discapacidad.

Tiene un ingreso anual de aproximadamente \$41,964 dólares y está dispuesto a gastar a diario en promedio \$129 dólares para actividades destinadas al turismo.

#### *Residentes de Yucatán (usuario secundario)*

Edad que se encuentra entre 20 a 25 años.

Cuando viaja lo hace acompañado de sus amigos o familiares.

Prefiere ir a algún sitio turístico cultural o natural.

Reside en los en la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

No tiene ninguna discapacidad.

Tiene un ingreso mensual que va de los \$2,000 a los \$10,000 pesos y está dispuesto a gastar a diario en

promedio \$500 pesos para actividades destinadas al turismo.

#### *Persona*

Una vez detectados los perfiles de usuario, se procedió a crear una persona para cada perfil, con el fin de simular lo que haría o pensaría una persona con dichas características. Cada persona fue la encargada de ejecutar un escenario.

#### *Escenarios*

Se procedió a establecer 3 escenarios, en los cuales se buscaba completar una tarea.

El primer escenario tiene como objetivo que la persona determine una ruta para llegar a un cenote.

El segundo escenario tiene el mismo objetivo que el anterior, la única diferencia es que la persona tiene que seleccionar el idioma inglés.

El tercer escenario tiene como objetivo que la persona escriba un comentario acerca de su experiencia al visitar un cenote.

La construcción y ejecución de los escenarios permitió identificar las diferentes funcionalidades que tendría DzonotMap, así como tener una idea de cuántas interfaces de usuario debería tener y cuáles serían los elementos que conformarían dichas interfaces.

#### *Especificación de Requisitos de Software*

Después de haber construido y ejecutado los escenarios, ya se tenía una idea clara de las distintas funcionalidades que la aplicación debería tener, por tal motivo se comenzó a redactar la *especificación de requisitos de software* con base en el estándar *IEEE 830-1998*.

### IV. DISEÑO DE LA APLICACIÓN

En este momento ya se tenía por escrito la *especificación de requisitos de software* de DzonotMap y se tenía una primera idea de cómo estarían estructuradas las interfaces gráficas de usuario, por lo tanto, se procedió a crear bocetos.

#### *Bocetos*

Los bocetos tuvieron una gran relevancia en el desarrollo de DzonotMap, debido a que permitieron transformar las funcionalidades que estaban en el documento de *especificación de requisitos de software* a imágenes simples y sin colores pero que daban una idea clara de cómo estarían conformadas las pantallas de la aplicación.

#### *Prototipos*

Se procedió a agregar imágenes, íconos, paletas de colores, tipografía y ciertos detalles que permitían tener un acercamiento a lo que sería el producto final. Este proceso se realizó utilizando la herramienta de *Figma*, y se requirió

de aproximadamente una semana, ya que al tener los prototipos finales siempre se simulaban los escenarios antes mencionados para saber si se contaba con todas las interfaces gráficas, esto fue un proceso iterativo que finalizó cuando se observó que ya no era necesario agregar nuevas interfaces para los escenarios.

### V. PRUEBA DE USABILIDAD

Una vez creado los prototipos, fue necesario probarlos mediante una *prueba de usabilidad*. Podemos entender a la usabilidad como la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones [3].

#### *Objetivos*

De manera general, el propósito de la prueba era determinar si un turista nacional, extranjero o local eran capaces de completar la siguiente tarea: determinar una ruta para llegar a un cenote. Para ello, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

Evaluar que el tiempo promedio empleado por los usuarios para determinar una ruta para llegar a un cenote, se encuentre dentro del intervalo de 30 +/- 5 segundos.

Evaluar que el número de errores promedio cometidos por los usuarios para completar la tarea: determinar una ruta para llegar a un cenote, se encuentre dentro del intervalo de 3 +/- 2.

Analizar si los elementos de información de la aplicación de son utilidad para el usuario.

#### *Participantes*

La prueba de usabilidad se aplicó a 5 personas que cumplían con las siguientes características:

Tener edad de 30 a 49 años.

Ser una persona que siempre viaja acompañado de al menos dos personas.

Tenga interés de visitar cenotes en el estado de Yucatán.

De preferencia ser extranjero (vivir fuera de México), si no, que resida en Ciudad de México, Quintana Roo o Veracruz.

El participante deberá contar con un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

#### *Descripción de la prueba*

Primero se realizó una entrevista previa a la aplicación de la prueba. Las preguntas se pueden consultar en el *Anexo 1*. Posteriormente, se inició la prueba y se utilizó la plantilla del *Anexo 4* para registrar los resultados.

La prueba estaba conformada por los siguientes pasos:

1. El usuario debe cambiar el idioma del sistema de español a inglés.

2. Debe presionar el botón de Inicio de sesión o Log in. Para esto no será necesario colocar su usuario y contraseña,

ya que al ser un prototipo esta característica no está en funcionamiento.

3. Debe seleccionar un cenote de los que aparecen en la pantalla principal, para poder ver su información. La funcionalidad de buscar cenotes tampoco está disponible al ser un prototipo.

4. Debe desplazarse a la “Pantalla de información de cenote” hasta localizar el botón de “Ver rutas” (“View routes” en inglés).

5. Debe presionar el botón “Ver rutas” y comparar entre las dos pantallas de rutas disponibles que se tienen para el cenote.

6. Una vez hayan llegado a la última pantalla de rutas, la prueba se dará por terminada.

Una vez terminada la prueba, se les indicó a los usuarios que contestaran el cuestionario que se encuentra en el *Anexo 3*.

Finalmente, se realizó una entrevista. Las preguntas se pueden consultar en el *Anexo 2*.

#### *SUS (System Usability Scale)*

El cuestionario SUS, es una herramienta utilizada con regularidad debido a la efectividad que posee en la obtención de la medida de usabilidad percibida, así como, la facilidad de aprendizaje de un sistema de software. La confiabilidad de la herramienta es alta incluso con tamaños pequeños de muestra.

El cuestionario consta de 10 preguntas, de las cuales, 5 preguntas son positivas y las otras 5 son negativas. Cada una de estas preguntas debe resolverse con una escala de 5 opciones (1 a 5, rango de “Totalmente en desacuerdo” - “Totalmente de acuerdo” para los valores numéricos anteriores). El valor numérico de cada una de las preguntas se puede encontrar en el rango de 0 a 4, este valor se calcula de la siguiente forma:

- El valor de las preguntas impares se obtiene tomando el valor de la opción de la escala seleccionada y restándole 1.
- El valor de las preguntas pares se obtiene restando a 5 el valor de la opción de la escala seleccionada.

Una vez se obtuvieron los valores individuales de cada pregunta, se realiza la sumatoria de estos valores para después multiplicarlo por un factor de 2.5. El producto anterior produce un resultado entre 0 y 100 que determina el resultado total de SUS. Cada uno de los procedimientos y descripciones del cuestionario mencionados anteriormente se tomaron de [6].

El resultado total puede ser interpretado usando la escala de la Figura 1:

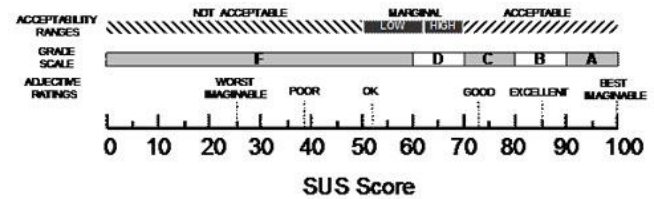


Figura 1. Escala SUS. Fuente: Bangor et al [5].

Dicha escala determina como aceptable a los valores mayores de 70. Las preguntas que conforman el cuestionario SUS son las incluidas en el *Anexo 3*.

## VI. RESULTADOS

### *Resultados de pruebas SUS*

De la aplicación de las pruebas de la herramienta de medición de la usabilidad *SUS* se obtuvieron los siguientes datos siendo nuestros sujetos de prueba, extranjeros que cubrieron las características del perfil descrito en los participantes de la sección V del artículo.

Tabla 1. Estadísticas básicas de SUS.

Medida	Valor
Muestra	5
Media	84
Mediana	85
Desviación estándar	5.755432217
Mínimo	75
Máximo	90
Outlier	Ninguno

El valor de la media de los resultados totales, es decir, de los valores SUS de cada una de las pruebas es 84 y su desviación estándar es de 5.7554 aproximadamente. Considerando la media y la escala de la Figura 1, se determina que la aplicación es *Aceptable*, muy cerca de ser considerada *Excelente*.

### *Tiempo para completar la actividad*

El tiempo promedio para realizar la actividad determinar una ruta para llegar a un cenote fue de 28.84. Con esto se observa que se cumple con el primer objetivo específico.

### *Numero de errores cometidos por el usuario*

El número de errores promedio cometidos por los usuarios para completar la actividad *determinar una ruta para llegar a un cenote* fue de 1.8, es decir, casi 2 errores por cada usuario. Con esto se observa que se cumple con el segundo objetivo específico.

## VII. CONCLUSIONES

Considerando la prueba de usabilidad aplicada en los prototipos de DzonotMap para la realización de una sola tarea, así como el tamaño de la muestra reducida de los participantes y haciendo uso de las herramientas de medición propuestas, es decir, el cuestionario SUS y las plantillas del *Anexo 1, 2 y 4*, fueron suficientes para determinar el nivel de usabilidad de la aplicación DzonotMap.

Estos resultados indicaron que la aplicación posee un atributo de usabilidad *Aceptable* muy cercano a ser *Excelente*, por lo tanto, se utilizarán todos los datos recopilados para mejorar la interfaz de la aplicación buscando llegar al nivel de *Excelente*.

Por otro lado, la desviación estándar indica que los participantes tuvieron opiniones similares de la aplicación. La proposición anterior se ve fortalecida con los resultados expuestos en el *Anexo 5*, donde los participantes expresaron de igual forma opiniones similares en cuanto a la satisfacción de las expectativas de la aplicación.

Se concluye que las interfaces diseñadas implementando la metodología de diseño, *Diseño Centrado en el Usuario*, fueron adecuadas y cumplieron satisfactoriamente con el propósito de lograr una correcta usabilidad del sistema, proveyendo de una experiencia de usuario cercana a la excelencia.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] Morales, A., (S.F.), “10 opciones para crear mapas personalizados”, MappingGIS. Disponible en: <https://mappinggis.com/2017/04/opciones-para-crear-mapas-personalizados/>
- [2] Sitjar, J., (2021 septiembre), “Crear un mapa web interactivo con D3”, UNIGIS-GIRONA. Disponible en: <https://www.unigis.es/mapa-web-interactivo-con-d3/>
- [3] Medranda, N., Palacios, V. & Moromenacho, T., “Los mapas interactivos, herramientas para la participación ciudadana”, Correspondencias y Análisis, 8, (2018, noviembre), 277-287.
- [4] Rubin, J. y Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing*. Wiley Publishing, Inc.
- [5] Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*. 4(3), 114–123.
- [6] Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.

## IX. ANEXOS

### *Anexo 1. Entrevista previa a la aplicación de la prueba.*

1. ¿Cuáles son sus expectativas del sistema DzonotMap?
2. ¿Cuánto tiempo está dispuesto a utilizar haciendo uso del sistema DzonotMap para hallar un cenote de su interés y las rutas que lo lleven al sitio?, ¿por qué?

### *Anexo 2. Entrevista posterior a la aplicación de la prueba*

1. ¿Sus expectativas fueron satisfechas al finalizar la prueba?
2. Describa lo que le pareció la distribución de los botones, cajas de búsqueda y elementos visuales
3. ¿Qué cambios recomendaría realizar a la interfaz del sistema para mejorar la interacción?
4. ¿Qué le pareció la elección de los colores para la interfaz? Por favor, justifique su respuesta.

### *Anexo 3. Cuestionario SUS*

Cada pregunta se puede responder en una escala de 5 puntos, de 1 a 5 siendo 1 el valor que representa un “Total desacuerdo” y 5 un valor que representa un “Total acuerdo”.

1. Creo que usaría esta aplicación frecuentemente
2. Encuentro esta aplicación innecesariamente compleja
3. Creo que la aplicación fue fácil de usar
4. Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta aplicación
5. Las funciones de esta aplicación están bien integradas
6. Creo que la aplicación es muy inconsistente
7. Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar esta aplicación en forma muy rápida
8. Encuentro que la aplicación es muy difícil de usar
9. Me siento confiado al usar esta aplicación
10. Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar esta aplicación

### *Anexo 4. Instrumento de observación de las mediciones que se realizarán durante la ejecución de la prueba.*

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Hora de inicio de la prueba: \_\_\_\_\_

Hora de finalización de la prueba: \_\_\_\_\_

Observación	Resultado
Tiempo requerido por el usuario para encontrar una ruta ideal para visita al cenote (medido en minutos).	
Número de errores cometidos por el usuario para completar la tarea: determinar una ruta para llegar a un cenote.	

Notas adicionales: \_\_\_\_\_

### *Anexo 5. Resultados de aplicación de los Anexos 1,2 y 4*

URL de ubicación del archivo en repositorio remoto:

<https://github.com/Endorsmoch/Proyecto-IHC/tree/main/Entrega%20final>