



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Tema:

**EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE APLICACIONES MÓVILES
DE INSTITUCIONES PÚBLICAS PARA PERSONAS SORDOMUDAS EN
LA CIUDAD DE AMBATO**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información

ÁREA: Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Desarrollo de software

AUTOR: Jhon Kevin Andrade Molina

TUTOR: Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.

Ambato - Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE APLICACIONES MÓVILES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS PARA PERSONAS SORDOMUDAS EN LA CIUDAD DE AMBATO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Jhon Kevin Andrade Molina, estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE APLICACIONES MÓVILES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS PARA PERSONAS SORDOMUDAS EN LA CIUDAD DE AMBATO es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



Jhon Kevin Andrade Molina

C.C. 1719069591

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



Jhon Kevin Andrade Molina

C.C. 1719069591

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Jhon Kevin Andrade Molina, estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE APLICACIONES MÓVILES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS PARA PERSONAS SORDOMUDAS EN LA CIUDAD DE AMBATO**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edwin Hernando Buenaño Valencia
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Marco Vinicio Guachimboza Villalva
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado a mis padres, Rosario y Wilson por su constante apoyo, dedicación, paciencia y por todo el sacrificio en cada etapa de mi vida académica. Gracias por ser los mejores padres.

A mi hermana Heidi, quien me inspiró con su ejemplo de perseverancia y dedicación en su propio camino académico. Gracias por creer en mí.

Jhon Kevin Andrade Molina

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mi tutor de tesis el Ingeniero, Mg. Franklin Mayorga por su dedicación, guía y paciencia a lo largo de este proceso. Gracias por brindarme su tiempo.

También deseo expresar mi gratitud a los docentes de la facultad por brindar sus valiosos conocimientos y experiencias, que fueron de utilidad en el desarrollo del presente proyecto.

Mi agradecimiento sincero a Bryan, quien ha sido mi amigo y compañero durante todos estos años de estudio. Gracias por tu amistad y el transporte.

A familiares y amigos, les agradezco de corazón por haber sido parte de este logro académico. Espero este trabajo les haga sentir orgullosos de haber contribuido a mi formación como persona y profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	2
1.3 Fundamentación teórica	4
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	10
2.1 Materiales	10
2.2 Métodos	11
2.2.1 Modalidad de la investigación	11
2.2.2 Población y muestra	11
2.2.3 Recolección de la información.....	11

2.2.4	Procesamiento y análisis de datos	35
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		37
3.1	Análisis y discusión.....	37
3.1.1	Capacidades especiales de las personas sordomudas.....	37
3.1.2	Lineamientos de accesibilidad de las aplicaciones móviles.....	39
3.1.3	Dificultad que presentan los ciudadanos con discapacidad al hacer uso de aplicaciones móviles.....	41
3.2	Desarrollo de la propuesta	43
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		89
4.1	Conclusiones	89
4.2	Recomendaciones	89
BIBLIOGRAFÍA		91
ANEXOS		95
	Anexo A. Ley orgánica de Discapacidades 2012.....	95
	Anexo B. Reglamento a la Ley Organiza de Discapacidades 2017.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tablero Kanban	44
Figura 2 Tablero Kanban actualizado	48
Figura 3 Interfaz de la herramienta TAW	53
Figura 4 Presentación del resultado de la evaluación	54
Figura 5 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil del IESS	55
Figura 6 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil del IESS	56
Figura 7 Comprobación del principio operable de la página web móvil del IESS	57
Figura 8 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil del IESS	58
Figura 9 Comprobación del principio robusto de la página web móvil del IESS.....	59
Figura 10 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil del Ministerio de Educación	59
Figura 11 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil del Ministerio de la Educación.....	60
Figura 12 Comprobación del principio operable de la página web móvil del Ministerio de la Educación	61
Figura 13 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil del Ministerio de la Educación.....	62
Figura 14 Comprobación del principio robusto de la página web móvil del Ministerio de la Educación	63
Figura 15 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil de la UTA	64
Figura 16 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil de la UTA	65
Figura 17 Comprobación del principio operable de la página web móvil de la UTA	66
Figura 18 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil de la UTA	67
Figura 19 Comprobación del principio robusto de la página web móvil de la UTA.	68
Figura 20 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil de la EP-EMAPA-A	69

Figura 21 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil de EP-EMAPA-A	70
Figura 22 Comprobación del principio operable de la página web móvil de EP-EMAPA-A	71
Figura 23 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil de EP-EMAPA-A	72
Figura 24 Comprobación del principio robusto de la página web móvil de EP-EMAPA-A.....	73
Figura 25 Reproductor de video con la función de interprete de lengua de señas.....	76
Figura 26 Reproducción del video con la función de interprete de lengua de señas activada	77
Figura 27 Propuesta de solución para la comprensión de imágenes.....	78
Figura 28 Propuesta de solución para la comprensión audios	80
Figura 29 Opción para la transcripción de audios a lengua de señas.....	81
Figura 30 Propuesta de solución para solicitar asistencia médica – selección del tipo de emergencia.....	82
Figura 31 Propuesta de solución para solicitar asistencia médica – selección de ubicación	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Formato Ficha Bibliográfica	10
Tabla 2 Ficha Bibliográfica 1	12
Tabla 3 Ficha Bibliográfica 2	14
Tabla 4 Ficha Bibliográfica 3	16
Tabla 5 Ficha bibliográfica 4	17
Tabla 6 Ficha Bibliográfica 5	19
Tabla 7 Ficha Bibliográfica 6	21
Tabla 8 Ficha Bibliográfica 7	24
Tabla 9 Ficha Bibliográfica 8	26
Tabla 10 Ficha Bibliográfica 9	28
Tabla 11 Ficha Bibliográfica 10	30
Tabla 12 Ficha Bibliográfica 11	32
Tabla 13 Ficha Bibliográfica 12	34
Tabla 14 Principales debilidades de las personas con discapacidad auditiva	43
Tabla 15 Niveles de orientación de WCAG 2.1	48
Tabla 16 Comparación de herramientas online para la evaluación de la accesibilidad web	51
Tabla 17 Comparación de la accesibilidad de las páginas web móviles	74

RESUMEN EJECUTIVO

Los dispositivos móviles están cambiando la forma en que las personas interactúan y acceden a la información, pero a menudo no están diseñadas de manera accesible para todos, especialmente para personas con alguna discapacidad.

La finalidad del presente proyecto de investigación es evaluar la accesibilidad de las aplicaciones móviles de instituciones públicas de la ciudad de Ambato, sobre todo se analizaron las capacidades especiales de las personas sordomudas y se compararon con los principios de accesibilidad de las aplicaciones móviles.

Para el desarrollo del proyecto se empleó la metodología de Kanban, por su capacidad de adaptabilidad y escalabilidad, lo que permitió ajustarse a las necesidades específicas del proyecto. Finalmente, los resultados mostraron que la mayoría de las aplicaciones móviles evaluadas no cumplen en su totalidad con los principios de accesibilidad, como consecuencia se presentaron recomendaciones técnicas que permitirán mejorar la accesibilidad a este tipo de aplicaciones para las personas sordomudas.

Palabras clave: Dispositivos móviles, sordomudos, accesibilidad, usabilidad, W3C, WCAG 2.0, capacidades especiales.

ABSTRACT

Mobile devices are changing the way people interact and access information, but often they are not designed in an accessible way for everyone, especially for people with disabilities.

The purpose of this research project is to evaluate the accessibility of mobile applications of public institutions in the city of Ambato, especially the special abilities of deaf-mute people were analyzed and compared with the principles of accessibility of mobile applications.

The Kanban methodology was used for the development of the project, due to its adaptability and scalability, which allowed adjusting to the specific needs of the project. Finally, the results showed that most of the evaluated mobile applications do not fully comply with the accessibility principles. As a consequence, technical recommendations were presented to improve the accessibility of this type of applications for deaf-mute people.

Keywords: Mobile devices, deaf-mutes, accessibility, usability, W3C, WCAG 2.0, special abilities.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DE APLICACIONES MÓVILES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS PARA PERSONAS SORDOMUDAS EN LA CIUDAD DE AMBATO

1.1.1 Planteamiento del problema

Las Tecnologías de la Información (TI) actualmente son los mejores instrumentos de distribución de recursos en capacidades impensables, además de ser canales de comunicación entre usuarios y prestación de servicios. El acceso a estas tecnologías brinda una complejidad de conocimiento, por lo tanto, ayuda en los diferentes campos de investigación, pero esta accesibilidad no tiene un gran impacto en las personas con discapacidad quedando así excluidas.[1] Los recursos tecnológicos deberían buscar el acceso con igualdad de condiciones para todas las personas sin distinción alguna.

Las tecnologías móviles se han vuelto parte de la vida de las personas, su evolución desde su origen con teléfonos robustos y pesados, han sido de gran impacto para la sociedad y sus necesidades, teniendo en la actualidad un sinnúmero de funcionalidades disponibles que pueden favorecer en la vida diaria del que disponga un dispositivo móvil. La cantidad de usuarios de teléfonos inteligentes incrementa diariamente, de igual manera las aplicaciones desarrolladas para esta tecnología y el acceso a estas no debe tener fronteras.[2] El desarrollo en estas plataformas presenta un reto para la variedad de usuarios.

Hoy en día existen millones de aplicaciones móviles que aportan un plus en la vida del usuario, dependiendo del campo para el cual son utilizadas, como puede ser el educativo, empresarial, investigativo o social. Sin embargo, la usabilidad que estas presentan no está en igualdad de condiciones para todos los internautas, lo que significa que el usuario se estrese, descartando así el uso de la aplicación para buscar una alternativa más accesible.[3] Los desarrolladores no pueden ignorar el derecho a participar en la era digital a las personas con discapacidades.

Las personas que conforman parte de equipos de desarrollo escasamente toman en cuenta la accesibilidad y usabilidad del software en la especificación de requisitos privando a usuarios que presentan discapacidades el hacer uso de estas y el derecho al acceso de la información. [2] El desconocimiento en el diseño de interfaces puede generar barreras que limitan la accesibilidad de los usuarios, lo que resulta en una experiencia de usuario negativa y una desigualdad en las condiciones de acceso. Cuando los diseñadores no consideran la accesibilidad en las etapas de diseño, algunos usuarios pueden encontrar dificultades para acceder a la información o servicios que necesitan, lo que puede generar frustración y abandono de la aplicación. Además, una mala experiencia de usuario limita el alcance y efectividad de una aplicación móvil. Por lo tanto, es fundamental que los diseñadores se informen sobre cómo hacer que las interfaces de las aplicaciones sean accesibles para todas las personas y que consideren la accesibilidad y usabilidad en todas las etapas de diseño y desarrollo.

1.2 Antecedentes investigativos

De acuerdo con la investigación bibliográfica de algunas universidades de Latinoamérica se encontró artículos que serán de apoyo en el trabajo de investigación:

Según la Organización Internacional de Normalización ISO[4], define que:

- La accesibilidad puede entenderse como “el grado en que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la más amplia gama de necesidades de los usuarios”.
- La usabilidad es el “grado en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”.

Según Elena Fernández Díaz, María Carmen Jambrino Maldonado y Patricia P. Iglesias Sánchez en su artículo “Accesibilidad Web. La nueva era de las WCAG 2.1, la transición a las futuras WCAG 3.0”[5] trabajo realizado como artículo de la Universidad de Málaga. En el año 2019 determinan que:

- A medida que la sociedad avanza, se consiguen superar diversos retos desde el punto de vista de la accesibilidad como la supresión de las barreras del entorno

físico y facilitar que las personas que sufran alguna discapacidad puedan desenvolverse sin restricciones y de una manera independiente.

- La accesibilidad Web se extrapola al medio internet, ya que no solo es importante eliminar las barreras físicas, sino que resulta imprescindible que internet sea accesible a todo tipo de personas. Los usuarios cada vez pasan más tiempo en este medio, y por lo tanto uno de los principales objetivos es que puedan acceder al contenido digital.

Según Jenny A. Ortiz Zambrano, Mariuxi del Carmen Toapanta Bernabe, Yelena T. Chavez Cujilan y Katty N. Lino Castillo en su artículo “La usabilidad y accesibilidad: Estudio de guías para aplicaciones en dispositivos móviles”[6] trabajo realizado como artículo de la Universidad de Guayaquil. En el año de 2017 determinan que:

- Los temas de usabilidad y accesibilidad deberían ser nombrados y exigidos en el desarrollo de toda aplicación, ya que su implantación beneficiaría a todos los usuarios sin distinción de sus capacidades.
- El aplicar las propiedades de Usabilidad en aplicaciones móviles facilitara a los usuarios poder interactuar de forma efectiva con la herramienta, las métricas de usabilidad que se hayan aplicado permitirán evaluar la calidad y el grado de satisfacción que el usuario alcance mediante su uso.
- Para muchos usuarios las aplicaciones en los dispositivos móviles les resulta muy difícil de usar, debido a que estos dispositivos incorporan características que limitan su capacidad de uso, entre ellas está su diminuto tamaño y también el desconocimiento de los servicios de accesibilidad que estos ofrecen.

Según Juan José Caiza y Katerine Márceles Villalba en su artículo “Estrategia inclusiva mediada por TIC para el mejoramiento de la comunicación de personas en condición de discapacidad auditiva y vocal”[7] trabajo realizado como artículo de Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. En el año 2019 determinan que:

- La falta de establecer una interacción comunicativa con la sociedad es una de las situaciones que más afecta a las personas con discapacidad auditiva y vocal, muchas veces viven un doble aislamiento que les impide el acceso a información, o les limita el desarrollo integral en su vida cotidiana.

- Es importante mencionar uno de los recursos que compensa a las personas con discapacidad auditiva y vocal que es su capacidad visual, este aspecto es fundamental, ya que les ayudan a suplir de alguna manera el desarrollo de sus actividades.

Según Marco Antonio Checa Cabrera y María Amparo Freire Cadena en su artículo científico “Inclusión de personas sordomudas iletradas al acceso de la información mediante la lectura de libros digitales con traducción en lenguaje de señas y tecnología móvil”[8] trabajo realizado como artículo científico de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. En el año 2018 determinan que:

- La inclusión del acceso a la información por parte de las personas sordomudas se hace evidente; esto lo hace a través de dos vías, ayudar a buscar información disponible de forma gratuita y por otra, permite un seguimiento de lo que se está leyendo acompañado de su traducción en tiempo real, permitiendo al usuario, incluso porque no, a conocer las letras de manera indirecta y a la par ir recibiendo información para sus consultas requeridas.
- Las personas con discapacidad auditiva y que tienen problemas con la lectura tienen la barrera principal de no poder acceder a las fuentes bibliográficas por el mismo hecho de no poder leer, de ahí que el lenguaje de señas resulta un gran aliado en esta tarea, por lo que es importante el uso de la Aplicación Lectora con traducción a lenguaje de señas que ayude de manera directa en la necesidad de acceder a la información mediante textos digitales.

1.3 Fundamentación teórica

- **Ingeniería del software**

La Ingeniería del Software es la disciplina de ingeniería que consiste en la producción de software y su mantenimiento para las herramientas tecnológicas presentes en la actualidad, mediante conocimientos, procesos y herramientas, para buscar solución a un problema, considerando la delimitación financiera y de la organización.[9]

La producción de software permite darle un plus a la vida cotidiana del ser humano, permitiendo disminuir el tiempo en ciertas tareas o ayudar

significativamente en estas, sin embargo, no todos los programas están al alcance de todos excluyendo a las personas con discapacidad. [9]

- **Interacción hombre máquina**

La interacción entre el ser humano y la máquina se realiza mediante interfaces, las cuales permiten intercambiar información mutuamente. La interfaz puede ser una barrera al momento de la comunicación con la máquina, si la interfaz tiene un mal diseño puede provocar en el usuario frustración y estrés al no poder lograr su cometido satisfactoriamente, esto provocaría que el usuario opte por otros programas con mejores interfaces.[10]

Reglas fundamentales en el diseño de interfaces:

- **Proporcionar el control total al usuario.** -Dar al usuario la posibilidad de hacer su trabajo, en lugar de suponer qué es lo que este desea hacer.
- **Reducir la carga de memoria del usuario.** -La interfaz debe evitar que el usuario tenga que almacenar y recordar información.
- **Consistencia.** -Permitir al usuario utilizar conocimiento adquirido en otros programas.

Consideraciones del diseño:

- No se deben colocar demasiados objetos en la pantalla, y los que existen deben estar bien distribuidos.
- Cada elemento visual influye en el usuario no sólo por sí mismo, sino también por su combinación con el resto de los elementos presentes en la pantalla.
- Demasiada simetría puede hacer las pantallas difíciles de leer.
- Si se ponen objetos sin alinear, hacerlo drásticamente.
- Asimetría = activo, simetría = sereno.
- Elementos de tamaño y color similares se perciben como pertenecientes a un grupo.
- Asumir errores en la entrada del usuario.
- Diseñar para el usuario, no para demostrar los propios conocimientos tecnológicos.
- Unos gráficos espectaculares no salvarán a una mala interfaz.

- **Accesibilidad de aplicaciones móviles**

Se considera que la accesibilidad y la usabilidad van de la mano con el diseño de interfaces, puesto que un software con una mala interfaz será rechazado por el usuario impidiéndole el acceso a la información o intercambio de esta, por el contrario, un buen diseño de interfaz realzará un software regular, logrando que el usuario acceda a la información presentada por la interfaz.[4]

La accesibilidad es un aspecto fundamental en el diseño y desarrollo de cualquier producto o servicio en la actualidad, incluyendo los sitios web y las aplicaciones móviles. Para garantizar que estos productos sean accesibles para todas las personas, independientemente de sus habilidades y capacidades, se han establecido estándares y guías de accesibilidad. Estos documentos proporcionan pautas y recomendaciones para asegurar que los productos sean accesibles para la mayor cantidad posible de personas. Los estándares y guías de accesibilidad más conocidos y utilizados son las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG) del World Wide Web Consortium (W3C), que son reconocidas a nivel internacional. [1]

- **Discapacidad**

De acuerdo con la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud (CIF) define a la “discapacidad” como un término que engloba las deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones en la participación. Los factores ambientales definen las barreras o los facilitadores para el funcionamiento.[11]

En el Reglamento a la Ley Orgánica de Discapacidades define en su Art.1 Persona con discapacidad. - “(...) a toda aquella que como consecuencia de una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales, con independencia de la causa que la hubiera originado ve restringida permanentemente su capacidad biológica, psicológica y asociativa para ejercer una o más actividades esenciales de la vida diaria en una proporción equivalente al treinta por ciento (30%) de discapacidad debidamente calificada por la Autoridad Sanitaria Nacional”. [12]

- **Capacidades especiales**

Las capacidades especiales que poseen las personas con discapacidad son las que destacan por sobre las personas ausentes de discapacidad, el lenguaje de signos es un medio que emplean los sordomudos para poder comunicarse o expresarse con otros seres humanos siendo esta una de las mejores maneras de inclusión con el entorno que les rodea, así como la lectura de labios ya que sin necesidad de escuchar pueden llegar a descifrar el mensaje que la persona hablante está emitiendo.[8]

- **Personas sordomudas**

La discapacidad auditiva es cuando una persona carece de la vía auditiva, puede ser por el órgano de la audición o el cerebro, impidiendo así desarrollar una vida normal y autónoma, afectando el desarrollo integral y la comunicación.[13]

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) “la sordera es la pérdida total de la audición en uno o ambos oídos. La pérdida de la audición se refiere a la pérdida de la capacidad de oír, bien sea total o parcial”.[14]

Asimismo, la OMS menciona sobre la sordera profunda “las personas sordas suelen padecer una pérdida de audición profunda, lo que significa que oyen muy poco o nada. A menudo se comunican mediante lenguaje de signos”.[14]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar el grado de accesibilidad de las aplicaciones móviles de instituciones públicas para personas sordomudas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las capacidades especiales de las personas sordomudas.
- Investigar los lineamientos de accesibilidad que deben cumplir las aplicaciones móviles.

- Determinar la dificultad que presentan los ciudadanos con discapacidades al hacer uso de las aplicaciones móviles de instituciones públicas.
- Realizar un informe técnico de accesibilidad de las aplicaciones móviles de instituciones públicas.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Debido a la naturaleza de la investigación para la recolección de información se hizo uso de fichas bibliográficas de modo que resuman artículos científicos o tesis similares al problema y tema propuesto, obteniendo una idea más clara de la investigación a realizarse.

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	
Tesis/Artículo	
Propósito	
Ideas Centrales	
Conceptos Claves	
Conclusiones	
Aporte al tema elegido	
Año de publicación	

Tabla 1 Formato Ficha Bibliográfica

Elaborado por: El investigador

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

La investigación es bibliográfica, puesto que se realiza con el apoyo de documentos, artículos, revistas, libros y leyes existentes de acuerdo con la accesibilidad y usabilidad de aplicaciones móviles, con el propósito de ampliar, profundizar y deducir diferentes conceptualizaciones y criterios de acuerdo con el problema.

2.2.2 Población y muestra

Por la naturaleza de la investigación no se requiere población y muestra.

2.2.3 Recolección de la información

Las siguientes fichas bibliográficas presentan información relevante con respecto al tema propuesto y sus variables, con el fin de ayudar a cumplir los objetivos.

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles.
Tesis/Artículo	Artículo que proporciona un método para la evaluación de usabilidad y accesibilidad tanto para aplicaciones web como para móviles.
Propósito	Asegurar el cumplimiento de los niveles de accesibilidad deseados por el W3C y el cumplimiento de la usabilidad.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none">• La usabilidad y accesibilidad del software son rara vez considerados en la etapa de diseño, desarrollo y pruebas. [2]

	<ul style="list-style-type: none"> • El desconocimiento de las prácticas de accesibilidad ha provocado que durante el proceso de desarrollo de software solo sea considerado la usabilidad.[2] • Muchas de las aplicaciones diseñadas para dispositivos móviles presentan dificultades para el uso en personas con condiciones de discapacidad.[2]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre la accesibilidad, usabilidad, especificación de requerimientos y calidad de software.
Conclusiones	El método propuesto permite realizar una evaluación más completa de la accesibilidad al incluir aspectos visuales, de interacción y coherencia del contenido de la aplicación.[2]
Aporte al tema elegido	Ayuda a ver la importancia tanto de usabilidad y accesibilidad en el proceso de desarrollo de software debido a los avances tecnológicos y el éxito potencial de los dispositivos móviles.
Año de publicación	2020

Tabla 2 Ficha Bibliográfica 1

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Estrategia inclusiva mediada por TIC para el mejoramiento de la comunicación de personas en condición de discapacidad auditiva y vocal.
Tesis/Artículo	Artículo que da a conocer una aplicación móvil dirigida a personas con discapacidad auditiva y vocal.
Propósito	Mejorar el proceso de comunicación entre personas que padecen este tipo discapacidad y las que no, con el fin de medir el grado de satisfacción del usuario.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad visual en las personas sordomudas les ayuda a suplir de alguna manera el desarrollo de sus actividades.[7] • Para las personas con discapacidad, las aplicaciones móviles parecen multiplicar las ventajas y oportunidades, por otro lado, traen consigo barreras específicas de accesibilidad.[7] • La tecnología debe desarrollar nuevas formas de inclusión, con el fin de que ninguna persona se quede al margen de las posibilidades que las tecnologías permiten.[7]

Conceptos Claves	Abarca conceptos de aplicaciones móviles, discapacidad y lenguaje de señas.
Conclusiones	El diseño debe mejorar para tener una adecuada adaptación a las necesidades de la población a la que va dirigida, pensando siempre en su comodidad y facilidad.[7]
Aporte al tema elegido	El presente artículo expone la importancia de la evolución tecnológica enfocada en la parte de la población que presenta necesidades especiales o discapacidades.
Año de publicación	2019

Tabla 3 Ficha Bibliográfica 2

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Estudio de Pautas de Accesibilidad de Aplicaciones Móviles
Tesis/Artículo	Artículo que da a conocer la importancia de la accesibilidad de las aplicaciones móviles para usuarios con discapacidad.
Propósito	Medir la accesibilidad de las aplicaciones móviles destacando las pautas más y menos cumplidas.

<p>Ideas Centrales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario garantizar que todos los avances tecnológicos sean accesibles para todas las personas.[1] • Las pautas de accesibilidad en las aplicaciones móviles no han sido analizadas a profundidad.[1] • Una aplicación móvil que es difícil de usar provocará estrés y frustración, por lo que será descartada por otra más accesible.[1]
<p>Conceptos Claves</p>	<p>Contiene conceptos acerca de los cuatro principios fundamentales: perceptible, operable, comprensible y robusto.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>El diseño de la aplicación y los elementos de interfaz de usuario sufren una alta tasa de violación de accesibilidad. Las aplicaciones móviles podrían ser en gran parte accesibles a nivel de sistema, pero en gran medida inaccesibles a nivel de uso, debido a que el diseño y el contenido son inaccesibles.[1]</p>
<p>Aporte al tema elegido</p>	<p>El presente artículo proporciona una serie de pautas a considerar para evaluar la accesibilidad de las aplicaciones móviles, debido a que la WCAG se centra en la accesibilidad del contenido web.</p>

Año de publicación	2022
---------------------------	------

Tabla 4 Ficha Bibliográfica 3

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Hacia un sistema de software basado en Interacción Hombre Computador - IHC para el apoyo de niños con capacidades auditivas diferentes.
Tesis/Artículo	Este artículo presenta una propuesta para que las personas con discapacidad auditiva, especialmente los niños, interactúen con un sistema de software que les permita practicar actividades primordiales de comunicación.
Propósito	Evaluar la contribución del desarrollo de un sistema de software en la práctica y el aprendizaje del lenguaje de señas.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Este sistema de software permite que sus usuarios practiquen lenguaje de señas sin necesidad de la intervención de profesores.[15] • La interfaz del sistema de software es configurable de acuerdo con los gustos o necesidades del usuario.[15]

	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario podrá practicar pronombres personales, sentimientos, estados de ánimo y manifestar malestares físicos.[15]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre metodología de diseño centrado en el usuario, interfaz interactiva y heurísticas de diseño.
Conclusiones	Para el desarrollo de este tipo de sistemas es importante conocer y aplicar las heurísticas de diseño enfocadas en las personas con discapacidad auditiva. Puesto que, con la masificación de los dispositivos móviles es posible desarrollar aplicaciones que les permitan a los alumnos continuar su adquisición de conocimientos sin salir de casa. [15]
Aporte al tema elegido	Aporta con una aplicación móvil diseñada y enfocada a niños con discapacidad auditiva, desarrollada con la metodología de diseño centrada al usuario.
Año de publicación	2020

Tabla 5 Ficha bibliográfica 4

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Diseño de aplicaciones móviles Llamada médica de emergencia para sordos usando el método Diseño Centrado al Usuario – UCD.
Tesis/Artículo	Artículo que presenta la aplicación Healthy Phone que es una aplicación móvil de llamada de emergencia médica que puede ayudar a las personas con discapacidad auditiva en situaciones de emergencia.
Propósito	Evaluar la efectividad de la aplicación Healthy Phone dentro de una situación de emergencia médica en las personas con discapacidad auditiva.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación Healthy Phone no requiere comunicación de audio y la ubicación del usuario también se envía automáticamente al hospital más cercano.[16] • Esta aplicación permite que el usuario seleccione el ícono que se adapte mejor a su situación encontrada en el dispositivo móvil con pantalla táctil.[16] • El uso de mensajes de texto no se puede aplicar a personas con discapacidad auditiva por lo que se requiere una aplicación que pueda funcionar de forma rápida

	y fácilmente comprensible para todo usuario que experimente una situación de emergencia[16]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre aplicaciones móviles y sobre métodos de diseño centrados en el usuario.
Conclusiones	La aplicación de llamada de emergencia médica móvil para personas sordas que utilizan el método UCD, permite que las personas sordas se comuniquen con el hospital más cercano desde la escena sin comunicación de audio. Esta aplicación tiene el potencial de ser muy importante para las personas sordas, así como en una situación de pánico o algún evento que de repente les dificulte la articulación de las palabras.[16]
Aporte al tema elegido	Este artículo permite observar la importancia de implementar aplicaciones móviles que tomen en cuenta a personas con discapacidad pues les brindan herramientas a las que no pueden acceder por su condición.
Año de publicación	2018

Tabla 6 Ficha Bibliográfica 5

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Una evaluación heurística para la experiencia del usuario web sordo (HE4DWUX).
Tesis/Artículo	Este artículo expone un Método de Inspección de Usabilidad – UIM novedoso en forma de evaluación heurística para la experiencia del usuario web sordo (HE4DWUX).
Propósito	Ayudar a los expertos en interacción hombre-computador (HCI) y a los desarrolladores web a diseñar y evaluar sitios web que brinden experiencias de usuario positivas a los usuarios sordos.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Los sitios web que no admiten contenido en lenguaje de señas y las dificultades de alfabetización con lenguajes escritos/hablados han impedido la inclusión de muchas personas sordas en la sociedad de la información.[17] • La evaluación heurística considera cuestiones relacionadas con la accesibilidad, la usabilidad y la experiencia del usuario para usuarios sordos.[17] • Permite una evaluación rápida, económica y fácil del diseño de una interfaz de usuario y, por lo tanto, es más probable que los

	desarrolladores web y los expertos en HCI lo apliquen y lo consideren, respectivamente, al diseñar y evaluar sitios web para la Experiencia de Usuario Web Sordo (DWUX). [17]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre accesibilidad, usabilidad y experiencia de usuario.
Conclusiones	Se debe buscar una mayor participación de los usuarios sordos en el proceso de diseño web, ya que la mayoría de los sitios web están diseñados y desarrollados por equipos de oyentes, donde la concienciación de los sordos suele ser inexistente.[17]
Aporte al tema elegido	Una web más accesible puede tener una influencia significativa en el estilo de vida de la persona sorda en muchos contextos, entre ellos: educación, empleo, información y servicios, entretenimiento y socialización.
Año de publicación	2018

Tabla 7 Ficha Bibliográfica 6

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	SeeSpeech: una aplicación de Android para personas con discapacidad auditiva.
Tesis/Artículo	Artículo que presenta una aplicación Android llamada SeeSpeech, proporciona una interfaz de diálogo, donde el usuario (persona con discapacidad auditiva) puede ver los mensajes en vivo de la otra persona que se muestran en la pantalla de su teléfono inteligente o tableta.
Propósito	Presentar una aplicación diseñada específicamente para personas sordas o con problemas de audición, para ayudarlos a comprender lo que otras personas les están diciendo.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene la capacidad de registrar el sonido de un micrófono Bluetooth externo, además registra las conversaciones, lo que permite en cualquier momento la revisión de mensajes anteriores en una conversación almacenada.[18] • SeeSpeech implementa una interfaz para un diálogo simple con una persona con discapacidad auditiva en diferentes idiomas, integrando dos API para transformar voz en

	<p>texto: la API Google Cloud Speech de pago y la API gratuita de voz a texto de Android.[18]</p>
Conceptos Claves	<p>Contiene conceptos sobre APIs de voz, software de reconocimiento de voz, herramientas de voz a texto.</p>
Conclusiones	<p>Aunque la funcionalidad subyacente de voz a texto es una tecnología existente, existen muy pocos productos especializados de este tipo disponibles para las personas con discapacidad auditiva. Dichos productos/sistemas deben ofrecer confiabilidad y flexibilidad para el usuario, manejar múltiples flujos de voz con ID asignados y separación de voz, demostrar la máxima calidad de reconocimiento de voz independientemente de la distancia entre el hablante y el dispositivo frente a las personas con discapacidad auditiva, permitir que el usuario defina el tamaño del texto del habla, registrar las conversaciones etc.[18]</p>
Aporte al tema elegido	<p>El software de reconocimiento de voz no solo ahorra tiempo para una persona con problemas de accesibilidad u otras discapacidades, este software puede conservar y mejorar la calidad de vida y la productividad. Esta herramienta permite disminuir la exclusión en la comunicación que sufren las personas</p>

	con discapacidad auditiva teniendo un impacto significativo en su vida cotidiana, puesto que reduce los sentimientos de soledad, aislamiento y frustración.
Año de publicación	2019

Tabla 8 Ficha Bibliográfica 7

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Aplicación Móvil educativa para facilitar el aprendizaje de la Lengua de Señas del Perú en personas sordomudas.
Tesis/Artículo	Este artículo presenta el desarrollo de un aplicativo móvil orientado a todas las personas con bajo recursos económicos y como plataforma a los equipos con pantallas gráficas táctiles, el cual le permite al usuario sordomudo, interactuar con todas las funciones de la aplicación desarrolladas en el software con funciones propias implementadas por parte del dispositivo móvil, para mejorar el proceso de comunicación y enseñanza, de esta manera el nivel de comunicación se incrementa entre las personas sordomudas.

Propósito	Evaluar la contribución del diseño de una aplicación móvil que facilite el aprendizaje del lenguaje de señas peruano.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Este Software permite ejercitar vocabularios básicos a través del uso, entablar una comunicación a través del lenguaje de señas a nivel de los profesionales, niños, padres de familia, etc.[19] • Tiene niveles de aprendizaje en función al proceso y nivel de aprendizaje de las personas.[19]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre modelo de variables, aplicación móvil con software educativo y aprendizaje de lenguaje de señas peruana.
Conclusiones	La aplicación móvil es de gran utilidad puesto que facilitó a las personas con esta discapacidad a mejorar la comunicación versátil, sin necesidad de tener un intérprete a su lado.[19]
Aporte al tema elegido	Debido a que, en América Latina, la oferta de herramientas tecnológicas para la población con discapacidad es reducida, y, además, costosa por el hecho de ser importadas, hace más difícil poder mejorar su nivel de inclusión social, a través del desarrollo de su potencial en el ámbito laboral y académico, generando

	una brecha muy acentuada que no permite a las políticas públicas y a los programas de apoyo a la discapacidad, tener significativos avances en esta materia.
Año de publicación	2020

Tabla 9 Ficha Bibliográfica 8

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Aplicación móvil para visualización y descripción de sitios de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC utilizando realidad aumentada y lengua de señas colombiana.
Tesis/Artículo	Esta tesis presenta una aplicación móvil, que facilita a las personas sordas el ubicarse dentro de la universidad además de permitirles un mejor desplazamiento dentro del campus universitario de la sede central Tunja, teniendo como opción la utilización de la Lengua Señas Colombiana para que las personas sordas la puedan entender de una forma sencilla.
Propósito	Implementar una aplicación móvil con visualización, geolocalización y descripción los edificios y dependencias de la sede central de la Universidad

	<p>Pedagógica y Tecnológica de Colombia incluyendo la realidad aumentada e incorporando LSC (Lengua de Señas Colombiana) para facilitar el desplazamiento de personas sordas dentro del campus.</p>
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • La realidad aumentada permite que esta aplicación sea interactiva y los usuarios se sientan más cómodos a la hora de recorrer el campus.[20] • La realidad aumentada permite que esta aplicación pueda superponer elementos virtuales sobre la visión de la realidad, por ende, los usuarios se sienten más cómodos y activos a la hora de recorrer el campus.[20]
Conceptos Claves	<p>Contiene conceptos sobre realidad aumentada, delimitación geográfica, arquitectura de software, diseño de interfaces.</p>
Conclusiones	<p>Esta aplicación permite a la comunidad sorda identificar con mayor facilidad los edificios principales de la UPTC, aprender a reconocer lo que se hacen en las principales dependencias y a trazar rutas entre los edificios, por ende, cuentan con un mejor desplazamiento dentro de la sede central de la</p>

	<p>Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia.[20]</p> <p>En cuanto al ámbito social se creó un modelo de aplicación eficaz y coherente que ayuda y mejora una necesidad de la población minoritaria, esto a su vez conlleva a la inclusión de las personas sordas dentro de la sede Central de la universidad.[20]</p>
Aporte al tema elegido	<p>Esta tesis hace evidente la necesidad de desarrollar nuevas herramientas tecnológicas, para potencializar habilidades y dar solución a las necesidades de esta población específica, aun así, tanto esta como otras aplicaciones son solo una versión inicial, la cual, a pesar de ser un gran aporte para esta comunidad, necesita de ciertas modificaciones y por lo tanto de personas que puedan continuar y mejorar estos proyectos.</p>
Año de publicación	2019

Tabla 10 Ficha Bibliográfica 9

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Herramientas para la inclusión social de la comunidad sorda.
Tesis/Artículo	Este artículo presenta una comparación y un análisis de las distintas herramientas tecnológicas que tiene la comunidad sorda a disposición, para incorporar la lecto-escritura como alternativa de comunicación y aprendizaje.
Propósito	Analizar las diferentes aplicaciones o programas de software que posibilitan la mejor inserción de las personas con esta discapacidad, pudiendo tener un panorama general de lo que se tiene a disposición para uso en el mercado, las especificaciones de cada uno, ventajas y desventajas, entre otros detalles.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Cada aplicación contiene un rasgo en su funcionabilidad que la hace única, hay herramientas cuya función es ser más didácticas y se concentran en aprender el lenguaje de señas, mientras que otras ayudan a las personas sordas en su día a día.[21] • La asistencia en traducción a texto de charlas, la posibilidad de expresar mediante escritura lo que se desea que se reproduzca y

	oiga, la ayuda en el desarrollo de capacidades visuales y literarias, y el poder observar videos que enseñen lenguaje de señas, son algunas de las características que ofrece el avance de la tecnología que hoy posee al alcance de su mano una vasta cantidad de personas.[21]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre aplicaciones como Deaf Book, Hablando con Julis, MobileSign, ¡Háblalo!, Ava, así como sobre comparaciones de software.
Conclusiones	La posibilidad de creación de herramientas de software que ofrece la tecnología es infinita, y con el camino para ayudar no solo a las personas con sordera, sino también en una inmensa cantidad de deficiencias.[21]
Aporte al tema elegido	Se observa que actualmente existen aplicaciones destinadas para los usuarios sordomudos y que aportan sobre todo en la comunicación.
Año de publicación	2019

Tabla 11 Ficha Bibliográfica 10

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Traductor de texto y voz a lengua de señas ecuatoriana a través de un avatar implementado para dispositivos Android.
Tesis/Artículo	Este artículo presenta un traductor de texto y voz a lengua de señas ecuatoriana.
Propósito	Proporcionar una herramienta de aprendizaje del lenguaje de señas ecuatoriano y ayudar a las personas sordomudas a que puedan comunicarse dentro de este núcleo familiar y su entorno.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema tiene una interfaz amigable con un avatar de fisionomía humana el cual realiza las señas y los movimientos respectivos de 120 palabras de uso frecuente.[22] • Este traductor se ha sido desarrollado en Android Studio para ser ejecutado en dispositivos con Android.[22] • En la pantalla principal del menú de interfaz se tiene dos opciones de ingreso de teclado de una, dos o tres palabras; o por reconocimiento de voz de una

	frase que contenga tres palabras.[22]
Conceptos Claves	Contiene conceptos sobre la lengua de señas, personas con discapacidad y su entorno, tecnologías y aplicaciones desarrolladas para discapacidad auditiva.
Conclusiones	La importancia de implementar un traductor de lengua de señas ecuatoriano el cual pretende contribuir al aprendizaje del lenguaje no solo para personas sordomudas sino como herramienta de aprendizaje de familiares, amigos y personas interesadas en aprender LSEC y de esa manera lograr una verdadera inclusión de las personas con discapacidad.[22]
Aporte al tema elegido	Evidencia la importancia de comunicación entre los usuarios oyentes y sordomudos, así como la lengua de señas.
Año de publicación	2018

Tabla 12 Ficha Bibliográfica 11

Elaborado por: El investigador

FICHA BIBLIOGRÁFICA	
Tema	Una traducción automática en tiempo real de texto a lenguaje de señas.

Tesis/Artículo	Este artículo presenta una aplicación llamada Sign4PSL que es una solución tecnológica para facilitar la superación de la brecha de comunicación entre las personas normales y las personas sordas.
Propósito	Desarrollar una aplicación genérica independiente que sea liviana y reutilizable en cualquier plataforma, incluidas web y dispositivos móviles, con la capacidad de realizar la traducción de texto sin conexión.
Ideas Centrales	<ul style="list-style-type: none"> • La división digital del mundo entre las personas que tienen acceso y las que no tienen acceso de atrás a la comunidad sorda al crear problemas de inclusión electrónica.[23] • Para que las personas sordas formen parte de la comunidad mundial, los avances tecnológicos les permitirán interactuar y comprender la información de la vida diaria, como las que se muestran en los medios y canales de televisión.[23] • El desarrollo de una aplicación de este tipo aumentará el nivel intelectual ya que abrirá las puertas de la educación, la cultura y la interacción social para

	<p>personas normales y con necesidades especiales.[23]</p>
Conceptos Claves	<p>Contiene conceptos sobre conversión de texto a representación visual/ gestos del lenguaje de señas de Pakistán, procesamiento de texto, traducción automática, motor de generación de animación adaptada.</p>
Conclusiones	<p>Las personas sordas aprenden el lenguaje de señas como su primera lengua para comunicarse. Prefieren que la información se muestre en su respectivo lenguaje de señas.[23]</p> <p>Se realizan investigaciones limitadas sobre el Lenguaje de Señas Pakistán, y algunos signos prestados de otros idiomas.[23]</p>
Aporte al tema elegido	<p>Este artículo evidencia la importancia de aprovechar correctamente la tecnología para la inclusión de las personas, con el fin de que puedan acceder a la información y servicios ofrecidos por las aplicaciones.</p>
Año de publicación	<p>2022</p>

Tabla 13 Ficha Bibliográfica 12

Elaborado por: El investigador

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

De acuerdo con la información recolectada como temas similares, aplicaciones móviles dirigidas para personas sordomudas, la usabilidad y accesibilidad, se puede declarar:

- No existe mucha información relacionada sobre los lineamientos de accesibilidad móvil.
- Se debe tener en cuenta las WCAG 2.0 y sus pautas en tres niveles de cumplimiento 'A', 'AA' y 'AAA', siendo 'AAA' el estándar de excelencia y 'A' el mínimo requerido.
- Al momento de evaluar la accesibilidad hay que considerar la usabilidad de las aplicaciones móviles dado que esto permite determinar si la aplicación cumple sus objetivos con satisfacción.
- Las capacidades especiales de las personas sordomudas les permiten tener una vida cotidiana más independiente, siendo alguna de estas el lenguaje de señas o lectura de labios.
- El lenguaje de señas permite aprender iconos de las aplicaciones móviles y así poder hacer uso mediante iconos.
- Las personas sordas con conocimiento de la lengua de señas podrían hacer uso de aplicaciones de transcripción de texto y así consumir la información presentada.
- La habilidad de leer los labios podría ayudar a consumir videos de internet y conocer que información se está compartiendo.
- Cada dispositivo móvil presenta cualidades diferentes como dimensiones de pantalla, botones físicos integrados y sistemas operativos, pues existen gran cantidad de dispositivos móviles actualmente.
- De acuerdo con las aplicaciones móviles seleccionadas a evaluar pueden pertenecer a diferentes categorías, por ejemplo, algunas son consideradas redes sociales, otras se dedican a mostrar contenido de audio y video y no se las puede evaluar de la misma manera.
- Cada aplicación móvil fue desarrollada para una tarea específica por esta razón su diseño y elementos de su interfaz variarían de acuerdo con su propósito.

- Al momento de evaluar las aplicaciones móviles se debe observar en que versión se encuentran y su sistema operativo debido a que algunas pueden brindar tecnologías de asistencia.
- Establecer los lineamientos de accesibilidad a tomar en cuenta a la hora de evaluar la accesibilidad de las aplicaciones móviles.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión

3.1.1 Capacidades especiales de las personas sordomudas

Las capacidades especiales son habilidades o sentidos desarrollados más a profundidad por las personas que presentan alguna discapacidad, debido a esta razón están obligadas a fortalecer los sentidos que les permita tener una vida más autónoma, ya sea expresar sus ideas, interactuar con otras personas, hacer uso de internet de las cosas, ofreciéndoles una libertad significativa y que no se sientan aislados del mundo actual.

- **Sentido de la vista**

La capacidad visual en las personas sordomudas les brinda una mayor autonomía, dado que de esta manera pueden establecer una comunicación visual, que es todo aquello que se puede observar, como son imágenes, videos, documentos, animales, las imágenes son representadas con un valor, de acuerdo con el contexto en el que se encuentre y por el canal por el cual está siendo emitido el mensaje.[24]

Mediante la visión las persona no oyentes pueden hacer uso del dispositivo móvil, de sus características, así como de sus aplicaciones; sin embargo, no todas las aplicaciones móviles tienen implementadas técnicas o herramientas que posibiliten la accesibilidad de usuarios con capacidades especiales, privándoles del auge tecnológico y sus potenciales características, porque las personas encargadas del desarrollo del software no especifican al inicio del proyecto los requisitos de accesibilidad y usabilidad. Cabe destacar que en el panorama actual en muchas aplicaciones móviles los textos van acompañados de íconos con los que se representa las ideas o acciones, así como el principal objetivo de la aplicación.[16]

- **Lenguaje de señas**

Es un lenguaje que ayuda a la comunicación entre la comunidad sordomuda, así como de igual manera entre personas oyentes y no oyentes, con el fin de intercambiar ideas,

expresar sentimientos y hasta entablar una conversación como cualquiera del día a día. El lenguaje de señas se realiza mediante expresiones del cuerpo, manos y rostro; también hay que considerar la orientación de las palmas, sus movimientos, así como la expresión de la postura corporal, la cabeza, las muecas de la cara y ojos, por el hecho que, dependiendo pueden dar un significado totalmente diferente al signo o seña. [25]

Por medio del lenguaje de señas las personas sordomudas pueden hacer uso de los dispositivos tecnológicos, pues actualmente existen herramientas que permiten la interpretación de las señas con la utilización de cámaras o guantes con sensores, de modo que pueden establecer una comunicación con otra persona haciendo uso de este lenguaje y una llamada de video utilizando la cámara de un dispositivo tecnológico.

- **Sentido del tacto**

El sonido proporciona información relevante sobre el entorno que nos rodea, así como señales procesables, alarmas de seguridad; sin embargo, estos sonidos son inaccesibles para las personas sordas, debido a esta minusvalía, los humanos con discapacidad auditiva a través vibraciones son capaces de percibir los niveles del sonido ambiental. [26]

Con la ayuda de las vibraciones los usuarios sordomudos pueden recibir una notificación en su dispositivo móvil, atender una video llamada, navegar por las aplicaciones móviles haciendo uso de un reloj inteligente que por medio de las vibraciones ayude a la persona no oyente en este proceso.

- **Lectura de labios**

Habilidad empleada por aquellas personas con algún tipo de discapacidad auditiva para descifrar el mensaje oral que un sujeto les transmite, sin que dicho individuo haga uso de la lengua de señas, también entran en contexto los gestos y expresiones faciales, estos elementos favorecen la decodificación del mensaje. [27]

Por medio de esta capacidad, un usuario sordo puede reproducir videos en el internet de las cosas y comprender el contexto, siempre y cuando el video no tenga una voz pregrabada donde no se observe los labios del expositor.

3.1.2 Lineamientos de accesibilidad de las aplicaciones móviles

La accesibilidad móvil está cubierta por los estándares y pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG) del World Wide Web Consortium (W3C). Estos lineamientos establecidos buscan que los sitios web y aplicaciones sean más accesibles para las personas con discapacidad al momento de hacer uso de teléfonos móviles y otros dispositivos. [28]

WCAG 2.0 y WCAG 2.1 son estándares técnicos estables de referencia. Compuesto de cuatro principios: perceptible, operable, comprensible y robusto, cada principio se desglosa generalmente entre 12 y 13 pautas, cada pauta incluye criterios de conformidad, que se pueden comprobar y que se clasifican en tres niveles de conformidad: A, AA y AAA.[29]

La conformidad con un estándar significa que cumple o satisface sus requisitos. En WCAG 2.0 los requisitos son los Criterios de Éxito. Para cumplir las WCAG 2.0, es necesario satisfacer los criterios de éxito, es decir que no debe haber un contenido que infrinja los criterios de éxito.[30]

Niveles de conformidad:

- **Nivel A** (el nivel mínimo de conformidad), la página Web satisface todos los Criterios de Éxito del Nivel A, o se proporciona una versión alternativa conforme.[30]
- **Nivel AA**, la página web satisface todos los criterios de éxito de los niveles A y AA, o se proporciona una versión alternativa conforme con el nivel AA.[30]
- **Nivel AAA**, la página Web satisface todos los Criterios de Éxito de Nivel A, Nivel AA y Nivel AAA, o se proporciona una versión alternativa conforme con el Nivel AAA.[30]

Los cuatro principios establecen las bases necesarias para que cualquier usuario pueda acceder y utilizar el contenido web:

1. **Perceptible:** la información y los componentes de la interfaz de usuario deben estar presentables para los usuarios de manera que puedan percibirlos.

- Minimizar la cantidad de información que es colocada en cada sitio web móvil en comparación con las versiones de escritorio o portátil proporcionando una versión móvil dedicada.
 - El tamaño del contenido debe ser razonable y los controles táctiles para minimizar la necesidad de realizar acercar y alejar a los usuarios con baja visión.
 - Colocación de campos de formulario debajo, en lugar del lado.
 - Establecer un tamaño de texto adecuado y proporcionar controles para cambiar el tamaño del texto.
 - Uso de un buen contraste para todos los usuarios y puede agravar los desafíos de las personas con baja visión.
2. **Operable:** los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben estar operativos.
- Las personas con discapacidades visuales pueden beneficiarse de algunas características de los teclados físicos sobre los teclados de pantalla táctil.
 - Personas con discapacidad motora o destreza, pueden hacer uso de teclados optimizados para minimizar las pulsaciones involuntarias.
 - Asegurarse que los objetivos táctiles tengan al menos 9mm de altos por 9mm de ancho.
 - Asegurarse que los objetivos táctiles cercanos al tamaño mínimo estén rodeados por una pequeña cantidad de espacio inactivo.
 - Los gestos en las aplicaciones deber ser los más sencillo de realizar.
3. **Comprensible:** la información y el funcionamiento de la interfaz de usuarios deben ser comprensibles.
- Un sitio web tiene un logotipo, un título, un formulario de búsqueda y una barra de navegación en la parte superior de cada página.
 - Cuando un sitio web es observado a través de diferentes tamaños de pantallas y en diferentes orientaciones, algunos componentes están ocultos o aparecen en un orden diferentes, sin embargo, siguen siendo consistentes para cualquier orientación.

- Proporcionar la información importante de la página para que sea visible sin necesidad de desplazarse puede ayudar a los usuarios con baja visión y usuarios con discapacidades cognitivas.
 - Los usuarios visuales que interactúen con el contenido haciendo uso de cursores táctiles o visuales deben tener la capacidad de distinguir los elementos accionables como enlaces o botones.
4. **Robusto:** el contenido debe ser lo suficientemente sólido como para que pueda ser interpretado de manera confiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluidas las tecnologías de asistencia.
- El ingreso de la información en los dispositivos móviles debe realizarse de varias maneras, como teclado en pantalla, teclado de Bluetooth, el tacto y el habla.
 - Los sistemas operativos de los dispositivos móviles deben ofrecer funciones para ayudar a los usuarios con discapacidades a interactuar con el contenido.

Si alguno de estos principios no es cierto, los usuarios con discapacidad no podrán utilizar la web.

3.1.3 Dificultad que presentan los ciudadanos con discapacidad al hacer uso de aplicaciones móviles.

Las aplicaciones móviles, en su mayoría son intuitivas y sencillas, con el fin de facilitar los procesos de comprensión por parte de los usuarios. No obstante, presentan falencias al momento de ser inclusivas para usuarios que poseen cierto grado de discapacidad, a continuación, se detalla las principales dificultades que afrontan los usuarios con discapacidad auditiva, en base a la información recolectada en las fichas bibliográficas y las capacidades especiales de las personas sordomudas.

Dificultades	Detalle	Requerimientos
Visualización videos	La comunicación por defecto en video es oral, algunos videos van acompañados de subtítulos, sin embargo, no todas las personas	Poder interpretar los videos con la ayuda de un intérprete de lengua de señas o

	no oyentes conocen el lenguaje escrito.	subtítulos integrados en el reproductor de video.
Comprensión de imágenes	Las imágenes carecen de descripción, título o subtítulo para las personas no oyentes.	Posibilidad de comprender las imágenes mediante un intérprete de lengua de señas que traduzca la descripción de la imagen a señas.
Uso de redes sociales	La comunicación con personas oyentes es una gran barrera para las personas con discapacidad auditiva, debido que muchas personas oyentes desconocen la lengua de señas, así como las personas no oyentes no comprenden le lenguaje de texto dificultando el intercambio de información.	Posibilidad de interactuar con otros usuarios de las redes sociales sin importar el lenguaje de comunicación.
Reproducción de audios	Los usuarios sordomudos no logran captar el sonido, por esta razón son incapaces de comprender los mensajes de audio, debido a que no existe una transcripción adecuada a lengua de señas.	Descifrar que información se está transmitiendo oralmente, sin la necesidad de escuchar.
Realizar una llamada de emergencia	Las personas con discapacidad auditiva y del habla enfrentan serios problemas cuando se trata de comunicarse con los proveedores de atención médica, debido a que la comunicación se	Capacidad para poder expresar de manera urgente, simplificada y entendible la emergencia presentada por el usuario afectado, sin la utilización de audio y voz.

	realiza vía auditiva y vocal, obteniendo una interacción ineficaz y afectando la calidad de atención. [31]	
--	--	--

Tabla 14 Principales debilidades de las personas con discapacidad auditiva

Elaborado por: El investigador

3.2 Desarrollo de la propuesta

- **Metodología**

Para la gestión del presente proyecto de investigación se empleó la metodología de Kanban, debido a que el proyecto está compuesto de un conjunto de pasos que permiten una indagación y análisis; en los cuales se proporciona una solución sobre la accesibilidad de las aplicaciones móviles y sistemas de tecnologías de información dirigidos a las personas sordomudas. Puesto que, este tipo de metodología permite trabajar de una manera más productiva a través de tarjetas de tareas, en las cuales, es posible profundizar los detalles, añadiendo: comentarios, archivos adjuntos, subtareas, fechas de inicio y vencimiento; por lo tanto, cambiar el estado de las tareas es tan sencillo como arrastrar y soltar por las diferentes columnas del tablero. Asimismo, dicho tablero de Kanban permite una completa visualización del flujo de trabajo y su progreso, en el cual, las tareas asignadas avanzan por las diferentes columnas hasta que sean finalizadas, con el objetivo de que el desarrollo del trabajo sea organizado y efectivo.

- **Aplicación de la metodología**

Para la aplicación de la metodología Kanban se hizo uso de Notion que es un software de gestión de proyectos, el cual permite coordinar plazos, objetivos y tareas a fin de reforzar la eficiencia y la productividad. Su principal ventaja es la sencillez de su interfaz simple y minimalista, donde se puede crear todo un espacio de trabajo

colaborativo con ayuda de sus plantillas predeterminadas, las cuales se pueden adaptar a cualquiera que sea el rol por desempeñarse.

Se establecieron tareas para mantener el enfoque del presente proyecto:

1. Recopilar los principios de accesibilidad web
2. Crear una tabla con los diferentes principios de accesibilidad web
3. Investigar herramientas para evaluar la accesibilidad web o móvil
4. Selección de aplicaciones móviles a analizar
5. Evaluar las aplicaciones móviles seleccionadas
6. Establecer una conclusión de cada aplicación móvil evaluada
7. Informe técnico de acuerdo con cada principio de accesibilidad web

- **Flujo de trabajo**

Mediante el software Notion se generó un diagrama de flujo de trabajo donde se establecieron las tareas por hacer, las que están en progreso y las concluidas del proyecto.

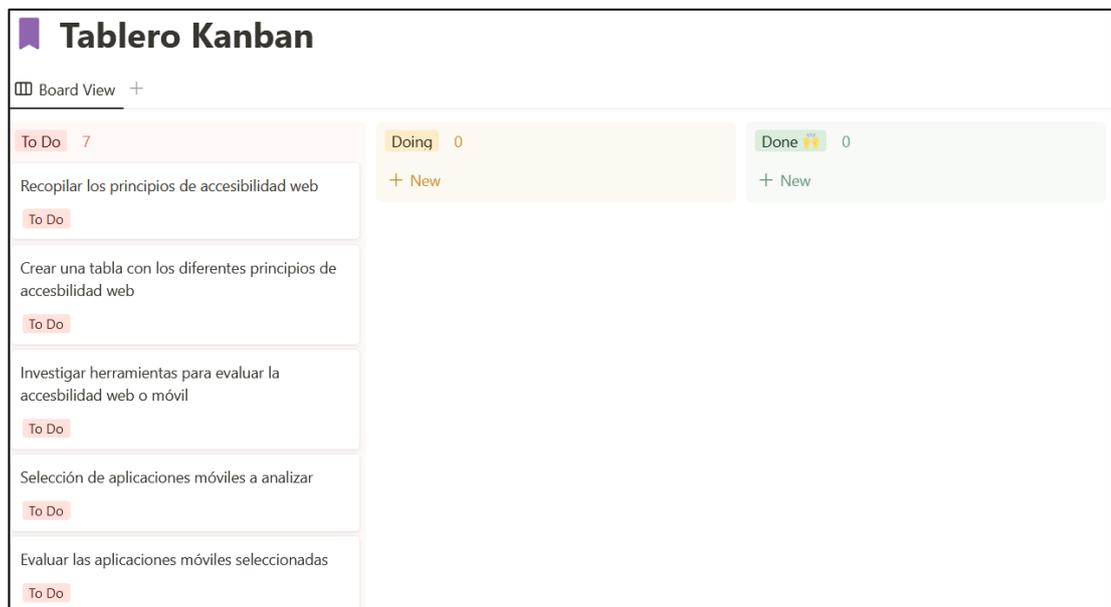


Figura 1 Tablero Kanban

Elaborado por: El investigador

La Figura 1 expone el inicio de la fase de planificación del proyecto de modo que se puede observar todas las tareas que se realizaron en la ejecución del proyecto de investigación, que de acuerdo con su avance se fueron moviendo en las diferentes etapas.

1. Principios de accesibilidad web

Debajo de cada principio de accesibilidad: *perceptible*, *operable*, *comprensible* y *robusto*, existen 13 pautas que proporcionan los objetivos básicos por los que los autores deben trabajar para hacer que el contenido sea más accesible para los usuarios con diferentes capacidades. [32]

Para cada pauta, está compuesta por criterios de éxito comprobables para permitir el uso de WCAG 2.0 donde los requisitos y las pruebas de conformidad son necesarios, como en la especificación de diseño, compra, regulación y los acuerdos contractuales.[32]

2. Tabla con los diferentes principios de accesibilidad web

Niveles de orientación de WCAG		
Principios	Pautas	Criterios de éxito
Perceptible	Alternativas de texto	Contenido sin texto
	Medios basados en el tiempo	Solo audio y solo video (pregrabado)
		Subtítulos (pregrabados)
		Descripción de audio o alternativa de medios (pregrabado)
		Subtítulos (en vivo)
		Descripción de audio (pregrabado)
		Lenguaje de señas (pregrabado)
		Descripción de audio extendida (pregrabada)
		Medios alternativos (pregrabados)

		Solo audio (en vivo)
	Adaptable	Información y relaciones
		Secuencia significativa
		Características sensoriales
		Orientación
		Identificar el propósito de entrada
		Identificar el propósito
		Distinguible
	Control de sonido	
	Contraste (mínimo)	
	Cambiar el tamaño del texto	
	Imágenes de texto	
	Contraste (mejorado)	
	Audio de fondo bajo o nulo	
	Presentación visual	
	Reflujo	
	Contraste sin texto	
	Espaciado sin texto	
	Contenido en Hover o Focus	
Operable	Teclado accesible	Teclado
		Sin trampa de teclado
		Teclado (sin excepción)
		Atajos de teclas de caracteres
	Tiempo suficiente	Tiempo ajustable
		Pausa, detener, ocultar
		Sin tiempo

		Interrupciones
		Volver a autenticar
		Tiempos de espera
	Convulsiones y reacciones físicas	Tres destellos o por debajo del umbral
		Animación de interacciones
	Navegable	Bloques de derivación
		Página titulada
		Orden de enfoque
		Propósito del enlace (en contexto)
		Múltiples formas
		Encabezados y etiquetas
		Enfoque visible
		Ubicación
		Propósito del enlace (solo enlace)
Modalidades de entrada	Gestos de puntero	
	Etiqueta en nombre	
	Actuación de movimiento	
	Tamaño objetivo	
	Mecanismos de entrada concurrentes	
Comprensible	Legible	Idioma de la página
		Palabras inusuales
		Abreviaturas
		Nivel de lectura
	Predecible	Enfocado
		Navegación consistente
		Cambio en solicitud

	Asistencia de entrada	Etiquetas o instrucciones
		Sugerencia de error
		Prevención de errores (Legal, Datos)
		Ayuda
Robusto	Compatible	Procesamiento
		Nombre, rol, valor
		Mensajes de estado

Tabla 15 Niveles de orientación de WCAG 2.1

Elaborado por: El investigador

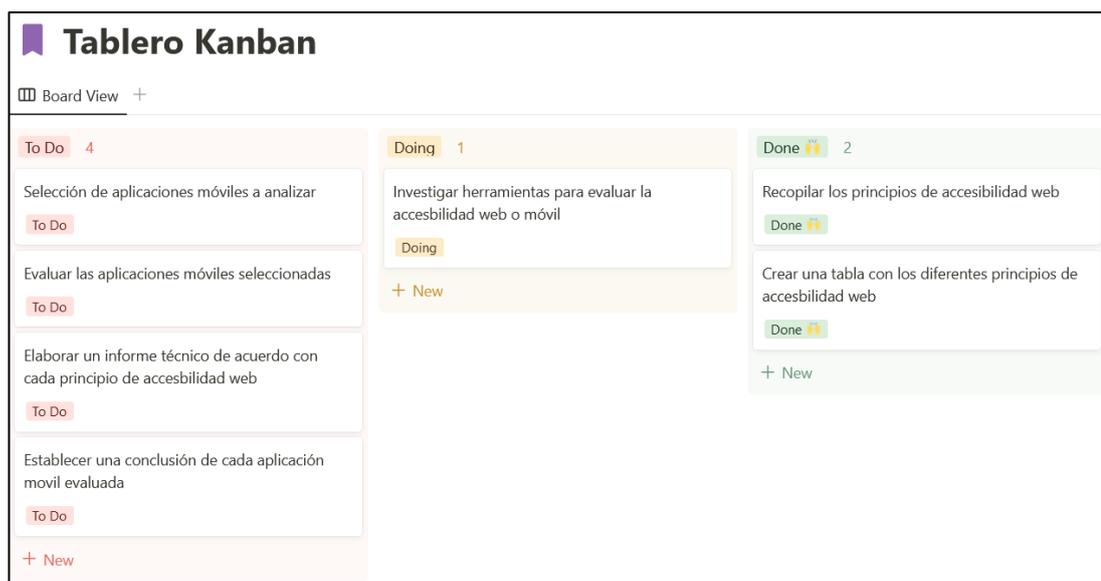


Figura 2 Tablero Kanban actualizado

Elaborado por: El investigador

Realizadas las primeras actividades, en la Figura 2 es posible observar un cambio en el estado de las tareas del tablero Kanban donde se existen tareas “En proceso” y de igual manera con el estado “Realizado”, debido a que la finalidad de esta metodología

es tener un registro sincrónico de las tareas de acuerdo se van completando, el tablero expuesto en la figura ayudo a cumplir con los tiempos establecidos en función de la prioridad de las tareas.

3. Herramientas para evaluar la accesibilidad web o móvil

Son herramientas que automatizan diversos procesos de evaluación de la accesibilidad en sitios web en base a una metodología práctica, pero también existen métodos automatizados que pueden juzgar la accesibilidad de una aplicación web o móvil. Estos son porcentajes, la cantidad de errores por nivel de accesibilidad, o simplemente un mapa geográfico donde el código fuente muestra los errores donde se encontraron errores para facilitar el trabajo de los programadores o desarrolladores de software. [33]

Existen diferentes programas online, entre ellos: Tenon, Wave, Taw, Examiner, entre otros. Estos se consideran los más importantes para el proyecto de investigación, pues están diseñados para evaluar automáticamente las aplicaciones, pues están basados en los estándares de accesibilidad. [33]

Herramienta	Tenon	Wave	Taw	Examinator
Objetivo	Herramienta online para la validación automática de aplicaciones mediante WCAG 2.0	Conjunto de herramientas de evaluación que ayuda a que el contenido web sea más accesible.	Software online practico para la evaluación de accesibilidad de aplicaciones web.	Instrumento utilizado para diagnosticar la accesibilidad de los contenidos online en sitios web.
Características	Analiza la mayoría de los métodos WCAG 2.0 y proporciona un tablero que monitorea los errores de accesibilidad y su impacto en la página e indica que errores requieren mayor prioridad para ser corregidos.	Identifica muchos errores de accesibilidad y Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG), pero también facilitar el juicio humano del contenido web. Se centra en los problemas que afectan a los usuarios finales.	Soporta tecnologías como: HTML, CSS, JS. Muestra una tabla con todos principios, pautas y criterios correspondientes al WCAG. Es posible seleccionar los niveles de conformidad A, AA, AAA.	Asigna una puntuación del 1 al 10 como índice rápido de la accesibilidad de la página web y brinda una descripción detallada de las pruebas evaluadas.
Ventajas	Validación online gratuita por URL. Se puede invocar	Verificación gratis por URL. Dispone una extensión para Chrome.	Evaluación gratis por URL de acuerdo con las WCAG	Herramienta gratuita y en español. Se realiza

	directamente a la API con la opción de pago.	Tiene una herramienta de pago para monitorizar sitios completos.	2.0. Bastante fiable y disponible en español.	mediante URL o cargando el archivo HTML.
Desventajas	Presenta falso positivo, la página de resultados no presenta opción para ordenar, filtrar o agrupar. La grafica de error no es muy práctica.	Identifica cada error basándose en iconos que terminan siendo confusos.	No es posible observar los errores resaltados en la página, no dispone de opción de filtro, ordenación o agrupación.	Tiene un límite de páginas a analizar por día. Proporciona falsos positivos.

Tabla 16 Comparación de herramientas online para la evaluación de la accesibilidad web

Elaborado por: El investigador

4. Selección de aplicaciones móviles a evaluar

Hoy en día, la modalidad de desarrollo de aplicaciones móviles varía dependiendo del enfoque, es así como se puede encontrar de forma nativa, web, híbridas, interpretadas o de compilación cruzada. El éxito de una aplicación móvil depende de la aceptación que logra, lo que implica que debe estar disponible para múltiples plataformas siendo las más empleadas hoy en día: Android y iOS. [34]

Aplicaciones nativas

Son desarrolladas para ser ejecutadas en una plataforma propia, teniendo en cuenta el tipo de dispositivos, sistema operativo y versión a utilizar. Las aplicaciones nativas permiten el acceso completo al hardware, ya sean, sensores, cámara, micrófono, entre otros. Su principal ventaja es que poseen un buen rendimiento.

Aplicaciones web

Son ejecutadas desde cualquier navegador instalado en el smartphone, pues están alojadas en servidores y solo se necesita conexión a internet para la petición de la aplicación web. El desarrollo de este tipo de aplicaciones se realiza con las tecnologías base, siendo: HTML, CSS y JavaScript.

Muchas de estas aplicaciones usan la filosofía de diseño responsivo, siendo su principal objetivo la correcta visualización de las páginas web en distintos dispositivos.

Aplicaciones híbridas

Hacen uso de herramientas de desarrollo web como: HTML, CSS y JavaScript, sin embargo, a diferencia de las aplicaciones web necesitan ser instaladas en el dispositivo, haciendo uso de diferentes Apis.

El desarrollo híbrido posee virtudes que permiten la reutilización de código para distintas plataformas, como el acceso al hardware del dispositivo y pueden ser distribuidas por las tiendas de aplicaciones como: PlayStore por parte de Android y AppStore de iOS.

Generalmente las aplicaciones móviles pueden ser agrupadas en categorías como: social, productividad, viajes, juegos, medios, institucional.

5. Evaluación las aplicaciones móviles seleccionadas

En el presente proyecto de investigación se evaluaron aplicaciones web móviles de instituciones públicas que aplican la técnica de diseño web responsivo debido a que este tipo de aplicaciones son consultadas por una URL. Cada página web móvil fue evaluada por los 3 niveles de conformidad A, AA y AAA.

De acuerdo con la Tabla 16 la herramienta online TAW sobresale en cuanto a ventajas en comparación con las demás herramientas de evaluación de accesibilidad, teniendo en cuenta que permite visualizar las pautas definidas por W3C en la WCAG 2.0 en una tabla informativa, es posible seleccionar el nivel de análisis y soporta las principales tecnologías de desarrollo web: HTML, CSS y JavaScript. La evaluación se la realiza introduciendo una dirección URL de la página web a comprobar en la siguiente dirección: <http://tawdis.fundacionctic.org/index.html>.

WCAG 2.0 beta mobileOK beta Analizador WCAG 2.0

Documento a analizar

opciones

Opciones de análisis

Nivel de análisis

Nivel A

Nivel AA

Nivel AAA

Tecnologías soportadas

HTML

CSS

Javascript

Nivel AA - Tecnologías: HTML, CSS

analizar

Para cualquier comentario o duda respecto a este servicio de validación [contacte con nosotros](#)

Figura 3 Interfaz de la herramienta TAW

Elaborado por: El investigador

Una vez obtenidos los resultados estos son presentados en tres columnas: **problemas**, **advertencias** y **no verificados**, como se puede observar en la Figura 3. Estas columnas

pueden ser visualizadas de distintas formas como: un resumen, vista marcada, en detalle y un listado. Los problemas son representados mediante una “X”, las advertencias están evidenciadas con el signo de exclamación “!” y los no verificados indicados con el signo de interrogación “?”. Si en el resultado de la evaluación se observa un visto bueno “✓” esto indica que no se hallaron problema en el criterio acompañado.



Figura 4 Presentación del resultado de la evaluación

Elaborado por: El investigador

Los problemas se consideran errores de accesibilidad que deben corregirse, las advertencias se consideran errores potenciales que requieren revisión humana y, finalmente, están los errores no verificados, que nuevamente se consideran errores potenciales, pero definitivamente requieren comprobación humana.

A. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS

URL: <https://www.iess.gob.ec/>

La página web del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS expone 132 problemas, 1008 advertencias y 24 no verificados.



Figura 5 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil del IESS

Elaborado por: El investigador

A continuación, se presenta detalladamente los resultados en forma de listado los cuatro principios de accesibilidad: perceptible, operable, comprensible y robusto.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
<i>La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que puedan percibirlos.</i>					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
1.1 Textos alternativos			4	26	0
1.1.1 - Contenido no textual	A		4	26	
1.2 Medios basados en el tiempo			0	0	0
1.2.1 - Sólo audio y solo vídeo (grabaciones)	A	na			
1.2.2 - Subtítulos (pregrabados)	A	na			
1.2.3 - Audiodescripción o Medio Alternativo (Pregrabado)	A	na			
1.2.4 - Subtítulos (en directo)	AA	na			
1.2.5 - Descripción auditiva (Pregrabada)	AA	na			
1.2.6 - Lenguaje de signos	AAA	na			
1.2.7 - Audiodescripción Extendida (Pregrabada)	AAA	na			
1.2.8 - Alternativa textual completa	AAA	na			
1.2.9 - Sólo audio (en directo)	AAA	na			
1.3 Adaptable			14	22	1
1.3.1 - Información y relaciones	A		14		
1.3.2 - Secuencia con significado	A			22	
1.3.3 - Características sensoriales	A				1
1.4 Distinguible			0	19	6
1.4.1 - Uso del color	A				1
1.4.2 - Control del audio	A	na			
1.4.3 - Contraste (Mínimo)	A				1
1.4.4 - Redimensionamiento del texto	AA			19	
1.4.5 - Imágenes de texto	AA				1
1.4.6 - Contraste (Mejorado)	AAA				1
1.4.7 - Sonido de fondo bajo o ausente	AAA	na			
1.4.8 - Presentación visual	AAA				1
1.4.9 - Imágenes de texto (sin excepciones)	AAA				1

Figura 6 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil del IESS

Elaborado por: El investigador

En la Figura 6 se observa que en la pauta **1.1.-Textos alternativos** el problema determinado está relacionado con el criterio **1.1.1.-Contenido no textual**, específicamente en controles de formulario sin etiquetar, imágenes sin atributo “alt” y enlaces consecutivos de texto e imagen al mismo recurso. En la pauta **1.3.-Adaptable**, el problema identificado está relacionado con el criterio **1.3.1.-Información y relaciones**, específicamente en la utilización de etiquetas de presentación y dos encabezados del mismo nivel sin contenido entre ellos.

Perceptible	Operable	Comprendible	Robusto			
Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
2.1 Accesible mediante el teclado				43	43	2
2.1.1	- Teclado	A			43	1
2.1.2	- Sin bloqueos de teclado	A				1
2.1.3	- Teclado (sin excepciones)	AAA		43		
2.2 Tiempo suficiente				0	0	1
2.2.1	- Tiempo ajustable	A				1
2.2.2	- Pausar, detener, ocultar	A				1
2.2.3	- Sin límite temporal	AAA				1
2.2.4	- Interrupciones	AAA				
2.2.5	- Nueva autenticación	AAA				1
2.3 Provocar ataques				0	0	1
2.3.1	- Umbral de tres destellos o menos	A				1
2.3.2	- Tres destellos	AAA				1
2.4 Navegable				49	65	6
2.4.1	- Evitar bloques	A			3	2
2.4.2	- Páginas tituladas	A			1	
2.4.3	- Orden del foco	A			20	1
2.4.4	- Propósito de los enlaces (en contexto)	A		33	13	
2.4.5	- Múltiples vías	AA				1
2.4.6	- Encabezados y etiquetas	AA			26	
2.4.7	- Foco visible	AA			2	1
2.4.8	- Ubicación	AAA				1
2.4.9	- Propósito de los enlaces (Sólo enlaces)	AAA		13		
2.4.10	- Encabezados de sección	AAA		3		

Figura 7 Comprobación del principio operable de la página web móvil del IESS

Elaborado por: El investigador

En la Figura 7 es posible percibir en la pauta **2.1.-Accesible mediante teclado** problemas en el criterio **2.1.3.-Teclado (sin excepciones)** la utilización de eventos dependientes de dispositivo móvil. En la pauta **2.4.-Navegable** existen problemas en el criterio **2.4.4.-Propósito de los enlaces (en contexto)** específicamente en la utilización de enlaces sin contenido y enlaces con mismo texto y destinos diferentes, en el criterio **2.4.9.-Propósito de los enlaces (Sólo enlaces)** concretamente en los enlaces con mismo texto y destinos diferentes, en el criterio **2.4.10.-Encabezados de sección** específicamente en la utilización de dos encabezados del mismo nivel seguidos sin contenido entre ellos.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto			
La información y el manejo de la interfaz de usuario debe ser comprensible.						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
3.1 Legible				1	0	5
3.1.1 - Idioma de la página		A		1		
3.1.2 - Idioma de las partes		AA				1
3.1.3 - Palabras inusuales		AAA				1
3.1.4 - Abreviaturas		AAA				1
3.1.5 - Nivel de lectura		AAA				1
3.1.6 - Pronunciación		AAA				1
3.2 Predecible				2	12	4
3.2.1 - Al recibir el foco		A				1
3.2.2 - Al introducir datos		A		2		1
3.2.3 - Navegación consistente		AA				1
3.2.4 - Identificación consistente		AA				1
3.2.5 - Cambios bajo petición		AAA			12	
3.3 Introducción de datos asistida				2	16	0
3.3.1 - Identificación de errores		A			4	
3.3.2 - Etiquetas o instrucciones		A		2		
3.3.3 - Sugerencias ante errores		AA			2	
3.3.4 - Prevención de errores (legales, financieros, datos)		AA			6	
3.3.5 - Ayuda		AAA			2	
3.3.6 - Prevención de errores (todos)		AAA			2	

Figura 8 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil del IESS

Elaborado por: El investigador

En la Figura 8 se expone que en la pauta **3.1.-Legible** existen problemas en el criterio **3.1.1.-Idioma de la página** específicamente en el idioma declarado o idioma real. En la pauta **3.2.-Predecible** en el criterio **3.2.2.-Al introducir datos** concretamente que los formularios no cuentan con un método estándar de envío. Finalmente, en la pauta **3.3.-Introducción de datos asistida** en el criterio **3.3.2.-Etiquetas o instrucciones** específicamente los formularios no cuentan con etiquetado de los controles del formulario.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto			
El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
4.1 Compatible				17	805	1
4.1.1 - Procesamiento		A		15	805	
4.1.2 - Nombre, función, valor		A		2		1

Figura 9 Comprobación del principio robusto de la página web móvil del IESS

Elaborado por: El investigador

En la Figura 9 se expone que la pauta **4.1.-Compatible** presenta problemas en los criterios de **4.1.1.-Procesamiento** específicamente la estructura de la página, de igual manera en el criterio **4.1.2.-Nombre, función, valor** los controles de formulario están sin etiquetar.

B. Ministerio de Educación

URL: <https://educacion.gob.ec/>

La página web del Ministerio de Educación expone 55 problemas, 623 advertencias y 30 no verificados.

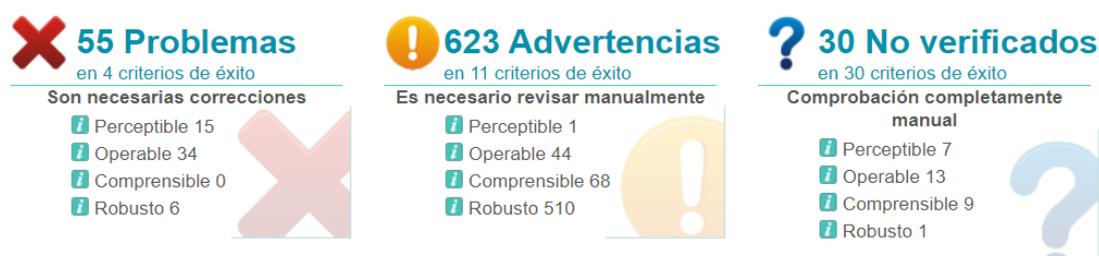


Figura 10 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil del Ministerio de Educación

Elaborado por: El investigador

A continuación, se presenta detalladamente los resultados en forma de listado de cada uno de los cuatro principios de accesibilidad: perceptible, operable, comprensible y robusto.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
<i>La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que puedan percibirlos.</i>					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
1.1 Textos alternativos			7	0	0
1.1.1 - Contenido no textual	A		7		
1.2 Medios basados en el tiempo			0	0	0
1.2.1 - Sólo audio y solo vídeo (grabaciones)	A	na			
1.2.2 - Subtítulos (pregrabados)	A	na			
1.2.3 - Audiodescripción o Medio Alternativo (Pregrabado)	A	na			
1.2.4 - Subtítulos (en directo)	AA	na			
1.2.5 - Descripción auditiva (Pregrabada)	AA	na			
1.2.6 - Lenguaje de signos	AAA	na			
1.2.7 - Audiodescripción Extendida (Pregrabada)	AAA	na			
1.2.8 - Alternativa textual completa	AAA	na			
1.2.9 - Sólo audio (en directo)	AAA	na			
1.3 Adaptable			8	1	1
1.3.1 - Información y relaciones	A		8		
1.3.2 - Secuencia con significado	A			1	
1.3.3 - Características sensoriales	A				1
1.4 Distinguible			0	0	1
1.4.1 - Uso del color	A				1
1.4.2 - Control del audio	A	na			
1.4.3 - Contraste (Mínimo)	A				1
1.4.4 - Redimensionamiento del texto	AA				
1.4.5 - Imágenes de texto	AA				1
1.4.6 - Contraste (Mejorado)	AAA				1
1.4.7 - Sonido de fondo bajo o ausente	AAA	na			
1.4.8 - Presentación visual	AAA				1
1.4.9 - Imágenes de texto (sin excepciones)	AAA				1

Figura 11 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil del Ministerio de la Educación

Elaborado por: El investigador

En la Figura 11 se observa que en la pauta **1.1.-Textos alternativos** se identificaron problemas en el criterio **1.1.1.-Contenido no textual** específicamente que la pagina hace uso de imágenes sin atributo “alt”. En la pauta **1.3.-Adaptable** existen problemas en el criterio **1.3.1.-Información y relaciones** concretamente en la utilización de etiquetas de presentación.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
2.1 Accesible mediante el teclado			0	0	1
2.1.1 - Teclado	A	?			1
2.1.2 - Sin bloqueos de teclado	A	?			1
2.1.3 - Teclado (sin excepciones)	AAA	na			
2.2 Tiempo suficiente			0	0	1
2.2.1 - Tiempo ajustable	A	?			1
2.2.2 - Pausar, detener, ocultar	A	?			1
2.2.3 - Sin límite temporal	AAA	?			1
2.2.4 - Interrupciones	AAA	✓			
2.2.5 - Nueva autenticación	AAA	?			1
2.3 Provocar ataques			0	0	1
2.3.1 - Umbral de tres destellos o menos	A	?			1
2.3.2 - Tres destellos	AAA	?			1
2.4 Navegable			34	44	5
2.4.1 - Evitar bloques	A	?			1
2.4.2 - Páginas tituladas	A	!		1	
2.4.3 - Orden del foco	A	?			1
2.4.4 - Propósito de los enlaces (en contexto)	A	!		34	
2.4.5 - Múltiples vías	AA	?			1
2.4.6 - Encabezados y etiquetas	AA	!		9	
2.4.7 - Foco visible	AA	?			1
2.4.8 - Ubicación	AAA	?			1
2.4.9 - Propósito de los enlaces (Sólo enlaces)	AAA	✗	34		
2.4.10 - Encabezados de sección	AAA	✓			

Figura 12 Comprobación del principio operable de la página web móvil del Ministerio de la Educación

Elaborador por: El investigador

En la Figura 12 se manifiesta que en la pauta **2.4.-Navegable** existen problemas en el criterio **2.4.9.-Propósito de los enlaces (Sólo enlaces)** específicamente la página cuenta con enlaces que tienen el mismo texto, pero con diferentes destinos.

Perceptible	Operable	Comprendible	Robusto			
La información y el manejo de la interfaz de usuario debe ser comprensible.						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
3.1 Legible				0	0	1
3.1.1	- Idioma de la página	A				
3.1.2	- Idioma de las partes	AA				1
3.1.3	- Palabras inusuales	AAA				1
3.1.4	- Abreviaturas	AAA				1
3.1.5	- Nivel de lectura	AAA				1
3.1.6	- Pronunciación	AAA				1
3.2 Predecible				0	52	4
3.2.1	- Al recibir el foco	A				1
3.2.2	- Al introducir datos	A				1
3.2.3	- Navegación consistente	AA				1
3.2.4	- Identificación consistente	AA				1
3.2.5	- Cambios bajo petición	AAA			52	
3.3 Introducción de datos asistida				0	16	0
3.3.1	- Identificación de errores	A			4	
3.3.2	- Etiquetas o instrucciones	A				
3.3.3	- Sugerencias ante errores	AA			2	
3.3.4	- Prevención de errores (legales, financieros, datos)	AA			6	
3.3.5	- Ayuda	AAA			2	
3.3.6	- Prevención de errores (todos)	AAA			2	

Figura 13 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil del Ministerio de la Educación

Elaborador por: El investigador

En la Figura 13 destaca la ausencia de problemas, sin embargo, en la pauta **3.2.- Predecible** existen advertencias identificadas, en el criterio **3.2.5.-Cambios bajo petición** específicamente al momento de abrir enlaces en una nueva ventana. En la pauta **3.3.-Introducción de datos asistida** las advertencias identificadas está en los criterios **3.3.1.-Identificación de errores** concretamente en la identificación de los valores erróneos en formularios, identificación de los valores que deben indicarse con formatos especiales, en el criterio **3.3.3.-Sugerencia de errores** se debe proporcionar sugerencias para los valores erróneos, en el criterio **3.3.4.-Prevención de errores (legales, financieros, datos)** específicamente en la prevención de errores para los formularios relacionados en el área legal, financiera o de datos delicados, en la prevención de errores en acciones de borrado para formularios legales, financieros y

datos delicados, en el criterio **3.3.5.-Ayuda** específicamente en la sugerencia de ayuda para formularios. Todas estas advertencias requieren de revisión humana.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto			
El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
4.1 Compatible				6	282	1
4.1.1 - Procesamiento 		A		6	282	
4.1.2 - Nombre, función, valor 		A				1

Figura 14 Comprobación del principio robusto de la página web móvil del Ministerio de la Educación

Elaborador por: El investigador

En la Figura 14 se observa que los problemas identificados en la pauta **4.1.-Compatible** están relacionados con el criterio **4.1.1.-Procesamiento** concretamente en la estructuración de la página.

C. Universidad Técnica de Ambato U.T.A.

URL: <https://www.uta.edu.ec/v4.0/index.php/servicios-web>

La aplicación de la UTA muestra un total de 5 problemas, 1 advertencia y 29 no verificados.

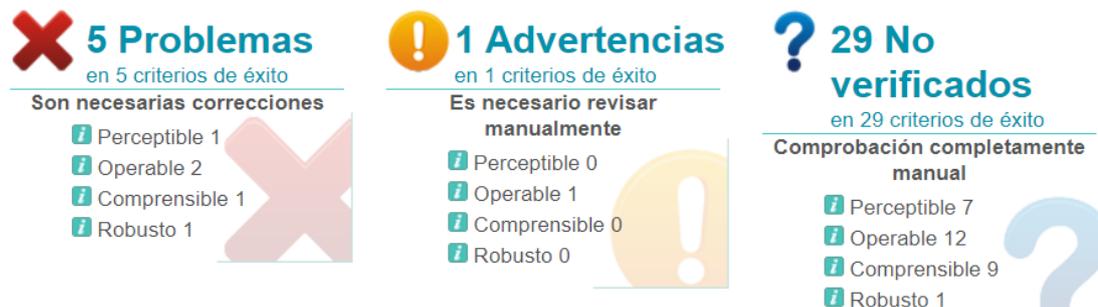


Figura 15 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil de la UTA

Elaborador por: El investigador

A continuación, se presenta detalladamente los resultados en forma de listado de cada uno de los cuatro principios de accesibilidad: perceptible, operable, comprensible y robusto.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
<i>La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que puedan percibirlos.</i>					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
1.1 Textos alternativos			0	0	0
1.1.1 - Contenido no textual	A	na			
1.2 Medios basados en el tiempo			0	0	0
1.2.1 - Sólo audio y solo vídeo (grabaciones)	A	na			
1.2.2 - Subtítulos (pregrabados)	A	na			
1.2.3 - Audiodescripción o Medio Alternativo (Pregrabado)	A	na			
1.2.4 - Subtítulos (en directo)	AA	na			
1.2.5 - Descripción auditiva (Pregrabada)	AA	na			
1.2.6 - Lenguaje de signos	AAA	na			
1.2.7 - Audiodescripción Extendida (Pregrabada)	AAA	na			
1.2.8 - Alternativa textual completa	AAA	na			
1.2.9 - Sólo audio (en directo)	AAA	na			
1.3 Adaptable			1	0	1
1.3.1 - Información y relaciones	A	✘	1		
1.3.2 - Secuencia con significado	A	na			
1.3.3 - Características sensoriales	A	?			1
1.4 Distinguible			0	0	1
1.4.1 - Uso del color	A	?			1
1.4.2 - Control del audio	A	na			
1.4.3 - Contraste (Mínimo)	A	?			1
1.4.4 - Redimensionamiento del texto	AA	na			
1.4.5 - Imágenes de texto	AA	?			1
1.4.6 - Contraste (Mejorado)	AAA	?			1
1.4.7 - Sonido de fondo bajo o ausente	AAA	na			
1.4.8 - Presentación visual	AAA	?			1
1.4.9 - Imágenes de texto (sin excepciones)	AAA	?			1

Figura 16 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil de la UTA

Elaborador por: El investigador

En la Figura 16 se observa que en la pauta **1.3.-Adaptable** los problemas identificados están relacionados con el criterio **1.3.1.-Información y relaciones** en la inexistencia del elemento “h1”, así como, criterios que necesitan revisión humana como **1.4.3.-Contraste (mínimo)** en el uso de contraste adecuado, contraste para fuentes grandes y uso de colores para el fondo.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
<i>Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.</i>					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
2.1 Accesible mediante el teclado			0	0	1
2.1.1 - Teclado	A	?			1
2.1.2 - Sin bloqueos de teclado	A	?			1
2.1.3 - Teclado (sin excepciones)	AAA	na			
2.2 Tiempo suficiente			0	0	1
2.2.1 - Tiempo ajustable	A	?			1
2.2.2 - Pausar, detener, ocultar	A	?			1
2.2.3 - Sin límite temporal	AAA	?			1
2.2.4 - Interrupciones	AAA	na			
2.2.5 - Nueva autenticación	AAA	?			1
2.3 Provocar ataques			0	0	1
2.3.1 - Umbral de tres destellos o menos	A	?			1
2.3.2 - Tres destellos	AAA	?			1
2.4 Navegable			2	1	6
2.4.1 - Evitar bloques	A	!		1	2
2.4.2 - Páginas tituladas	A	✗	1		
2.4.3 - Orden del foco	A	?			1
2.4.4 - Propósito de los enlaces (en contexto)	A	na			
2.4.5 - Múltiples vías	AA	?			1
2.4.6 - Encabezados y etiquetas	AA	na			
2.4.7 - Foco visible	AA	?			1
2.4.8 - Ubicación	AAA	?			1
2.4.9 - Propósito de los enlaces (Sólo enlaces)	AAA	na			
2.4.10 - Encabezados de sección	AAA	✗	1		

Figura 17 Comprobación del principio operable de la página web móvil de la UTA

Elaborador por: El investigador

En la Figura 17 se manifiesta que en la pauta **2.4.-Navegable** los problemas identificados están relacionados con los criterios **2.4.2.-Páginas tituladas** concretamente en que la página esta sin título, en el criterio **2.4.10.-Encabezados de sección** específicamente la inexistencia del elemento “h1”. En el criterio **2.4.1.-Evitar bloques** se requiere revisión humana en la navegación y estructura y semántica de la aplicación móvil, tal como bloques de contenido.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto			
<i>La información y el manejo de la interfaz de usuario debe ser comprensible.</i>						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
3.1 Legible				1	0	6
3.1.1	- Idioma de la página <i>i</i>	A	✗	1		1
3.1.2	- Idioma de las partes <i>i</i>	AA	?			1
3.1.3	- Palabras inusuales <i>i</i>	AAA	?			1
3.1.4	- Abreviaturas <i>i</i>	AAA	?			1
3.1.5	- Nivel de lectura <i>i</i>	AAA	?			1
3.1.6	- Pronunciación <i>i</i>	AAA	?			1
3.2 Predecible				0	0	1
3.2.1	- Al recibir el foco <i>i</i>	A	?			1
3.2.2	- Al introducir datos <i>i</i>	A	?			1
3.2.3	- Navegación consistente <i>i</i>	AA	?			1
3.2.4	- Identificación consistente <i>i</i>	AA	?			1
3.2.5	- Cambios bajo petición <i>i</i>	AAA	na			
3.3 Introducción de datos asistida				0	0	0
3.3.1	- Identificación de errores <i>i</i>	A	na			
3.3.2	- Etiquetas o instrucciones <i>i</i>	A	na			
3.3.3	- Sugerencias ante errores <i>i</i>	AA	na			
3.3.4	- Prevención de errores (legales, financieros, datos) <i>i</i>	AA	na			
3.3.5	- Ayuda <i>i</i>	AAA	na			
3.3.6	- Prevención de errores (todos) <i>i</i>	AAA	na			

Figura 18 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil de la UTA

Elaborador por: El investigador

En la Figura 18 se observa que en la pauta **3.1.-Legible** donde los problemas encontrados tienen relación con en el criterio **3.1.1.-Idioma de la página** donde no está declarado el idioma del documento. De igual manera, en la pauta **3.2.-Predecible** las advertencias están relacionadas con el criterio **3.2.1.-Al recibir el foco** donde se debe realizar revisión en las abreviaturas, cambio de contenidos con el evento “onFocus”, cambios inesperados del foco en el evento “onFocus”, así como, cambios causados por el evento “onChange” en un selector.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
4.1 Compatible			1	0	1
4.1.1 - Procesamiento 	A		1		
4.1.2 - Nombre, función, valor 	A				1

Figura 19 Comprobación del principio robusto de la página web móvil de la UTA

Elaborador por: El investigador

En la Figura 19 se observa que en la pauta **4.1.-Compatible** los problemas tienen relación con el criterio **4.1.1.-Procesamiento** específicamente en la estructuración de la aplicación, así como advertencias en el criterio **4.1.2.-Nombre, función, valor** donde los componentes no podrán ser comprendidos por agentes de usuario.

D. Empresa Pública – Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato EP-EMAPA-A

URL: <https://www.emapa.gob.ec/>

La página web de la EP-EMAPA-A manifiesta un total de 202 problemas, 2344 advertencias y 28 no verificados.



Figura 20 Resultado de la evaluación de accesibilidad de la página web móvil de la EP-EMAPA-A

Elaborador por: El investigador

A continuación, se presenta detalladamente los resultados en forma de listado, los cuatro principios de accesibilidad: perceptible, operable, comprensible y robusto.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que puedan percibirlos.					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
1.1 Textos alternativos			0	20	0
1.1.1 - Contenido no textual	A			20	
1.2 Medios basados en el tiempo			0	0	0
1.2.1 - Sólo audio y solo vídeo (grabaciones)	A	na			
1.2.2 - Subtítulos (pregrabados)	A	na			
1.2.3 - Audiodescripción o Medio Alternativo (Pregrabado)	A	na			
1.2.4 - Subtítulos (en directo)	AA	na			
1.2.5 - Descripción auditiva (Pregrabada)	AA	na			
1.2.6 - Lenguaje de signos	AAA	na			
1.2.7 - Audiodescripción Extendida (Pregrabada)	AAA	na			
1.2.8 - Alternativa textual completa	AAA	na			
1.2.9 - Sólo audio (en directo)	AAA	na			
1.3 Adaptable			3	8	1
1.3.1 - Información y relaciones	A		3		
1.3.2 - Secuencia con significado	A			8	
1.3.3 - Características sensoriales	A				1
1.4 Distinguible			0	0	1
1.4.1 - Uso del color	A				1
1.4.2 - Control del audio	A	na			
1.4.3 - Contraste (Mínimo)	A				1
1.4.4 - Redimensionamiento del texto	AA				
1.4.5 - Imágenes de texto	AA				1
1.4.6 - Contraste (Mejorado)	AAA				1
1.4.7 - Sonido de fondo bajo o ausente	AAA	na			
1.4.8 - Presentación visual	AAA				1
1.4.9 - Imágenes de texto (sin excepciones)	AAA				1

Figura 21 Comprobación del principio perceptible de la página web móvil de EP-EMAPA-A

Elaborador por: El investigador

En la Figura 21 se observa que en la pauta **1.1.-Textos alternativos** las advertencias determinadas están relacionadas con el criterio **1.1.1.-Contenido no textual**, específicamente en imágenes con el atributo “alt” vacío e imágenes que pueden requerir una descripción extensa. En la pauta **1.3.-Adaptable**, el problema identificado está relacionado con el criterio **1.3.1.-Información y relaciones**, concretamente en la utilización de etiquetas de presentación e inexistencia del elemento “h1”.

Perceptible	Operable	Compreensible	Robusto		
Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
2.1 Accesible mediante el teclado			0	0	1
2.1.1 - Teclado	A	?			1
2.1.2 - Sin bloqueos de teclado	A	?			1
2.1.3 - Teclado (sin excepciones)	AAA	na			
2.2 Tiempo suficiente			0	0	1
2.2.1 - Tiempo ajustable	A	?			1
2.2.2 - Pausar, detener, ocultar	A	?			1
2.2.3 - Sin límite temporal	AAA	?			1
2.2.4 - Interrupciones	AAA	✓			
2.2.5 - Nueva autenticación	AAA	?			1
2.3 Provocar ataques			0	0	1
2.3.1 - Umbral de tres destellos o menos	A	?			1
2.3.2 - Tres destellos	AAA	?			1
2.4 Navegable			7	6	6
2.4.1 - Evitar bloques	A	!		1	2
2.4.2 - Páginas tituladas	A	!		1	
2.4.3 - Orden del foco	A	?			1
2.4.4 - Propósito de los enlaces (en contexto)	A	✗	6		
2.4.5 - Múltiples vías	AA	?			1
2.4.6 - Encabezados y etiquetas	AA	!		3	
2.4.7 - Foco visible	AA	!		1	1
2.4.8 - Ubicación	AAA	?			1
2.4.9 - Propósito de los enlaces (Sólo enlaces)	AAA	✓			
2.4.10 - Encabezados de sección	AAA	✗	1		

Figura 22 Comprobación del principio operable de la página web móvil de EP-EMAPA-A

Elaborador por: El investigador

En la Figura 22 es posible percibir que en la pauta **2.4.-Navegable** los problemas identificados están relacionados con los criterios **2.4.4.-Propósito de los enlaces (en contexto)** concretamente en la utilización de enlaces que no dirigen a ningún contenido, en el criterio **2.4.10.-Encabezados de sección** la inexistencia de título o etiquetas como “h1”.

Perceptible	Operable	Comprendible	Robusto			
La información y el manejo de la interfaz de usuario debe ser comprensible.						
Pauta		Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
3.1 Legible				0	0	1
3.1.1 - Idioma de la página		A				
3.1.2 - Idioma de las partes		AA				1
3.1.3 - Palabras inusuales		AAA				1
3.1.4 - Abreviaturas		AAA				1
3.1.5 - Nivel de lectura		AAA				1
3.1.6 - Pronunciación		AAA				1
3.2 Predecible				0	28	4
3.2.1 - Al recibir el foco		A				1
3.2.2 - Al introducir datos		A				1
3.2.3 - Navegación consistente		AA				1
3.2.4 - Identificación consistente		AA				1
3.2.5 - Cambios bajo petición		AAA			28	
3.3 Introducción de datos asistida				0	0	0
3.3.1 - Identificación de errores		A				
3.3.2 - Etiquetas o instrucciones		A				
3.3.3 - Sugerencias ante errores		AA				
3.3.4 - Prevención de errores (legales, financieros, datos)		AA				
3.3.5 - Ayuda		AAA				
3.3.6 - Prevención de errores (todos)		AAA				

Figura 23 Comprobación del principio comprensible de la página web móvil de EP-EMAPA-A

Elaborador por: El investigador

En la Figura 23 destaca la ausencia de problemas en la pauta **3.1.-Legible** específicamente en el criterio **3.1.1 Idioma de la página**, debió a que el idioma está definido en los atributos del archivo HTML. Sin embargo, en el criterio **3.1.4.- Abreviaturas** se hace uso de abreviaturas y acrónimos que pueden confundir al usuario. En la pauta **3.2.-Predecible** las advertencias identificadas están relacionadas con los criterios **3.2.1.-Al recibir el foco** se observa cambios de contenido y cambios inesperados con el evento “onFocus”, así como, en el criterio **3.2.5.-Cambios bajo petición** donde la apertura de enlaces se realiza en una nueva ventana sin previo aviso.

Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto		
El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.					
Pauta	Nivel	Resultado	Falla	No decide	Sin revisar
4.1 Compatible			192	2282	1
4.1.1 - Procesamiento 	A		192	2282	
4.1.2 - Nombre, función, valor 	A				1

Figura 24 Comprobación del principio robusto de la página web móvil de EP-EMAPA-A

Elaborador por: El investigador

En la Figura 24 se observa que en la pauta **4.1.-Compatible** el problema identificado tiene relación con el criterio **4.1.1.-Procesamiento** en la estructuración de la aplicación.

6. Conclusión de cada aplicación móvil evaluada

Páginas web	Estado	Principios				Total
		Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS	Criterios aprobados “✓”	0	1	0	0	1
	Problemas “X”	2	4	3	2	11
	Advertencias “!”	2	6	6	0	14
	No verificados “?”	7	9	8	0	24
Ministerio de Educación	Criterios aprobados “✓”	1	2	2	0	5
	Problemas “X”	2	1	0	1	4
	Advertencias “!”	1	3	6	0	10
	No verificados “?”	7	13	9	1	30
Universidad Técnica de Ambato U.T.A.	Criterios aprobados “✓”	0	0	0	0	0
	Problemas “X”	1	2	1	1	5
	Advertencias “!”	0	1	0	0	1
	No verificados “?”	7	12	9	1	29
Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato EP-EMAPA-A	Criterios aprobados “✓”	1	2	1	0	4
	Problemas “X”	1	2	0	1	4
	Advertencias “!”	2	4	1	0	7
	No verificados “?”	7	11	9	1	28

Tabla 17 Comparación de la accesibilidad de las páginas web móviles

Elaborador por: El investigador

La Tabla 17 muestra los resultados del análisis de accesibilidad realizado en diversas aplicaciones móviles web, revelando que el principal problema es la definición del idioma de la aplicación, así como en el uso inadecuado de abreviaturas y acrónimos. En el caso de la aplicación móvil del IESS, se detectaron problema en la aplicación de iconos que no corresponden a su descripción, así como imágenes sin descripción o atributo “alt” vacío, enlaces que no llevan a ningún contenido, falta de descripción de etiquetas y control en los formularios. Estos problemas afectan negativamente la accesibilidad de la aplicación del IESS, lo que a su vez impide que las tecnologías de asistencia puedan identificar correctamente los componentes de la aplicación. En el caso de la aplicación del Ministerio de Educación lo que más destaca es en la manipulación frágil de datos, como financieros, legales y datos sensibles, de igual manera presenta problemas en los formularios, como la prevención de errores y el tipo de dato que se requiere. En la aplicación de la UTA destaca las advertencias en el uso de colores en los componentes y el contraste con el contenido, así como eventos que pueden interrumpir la operabilidad. El criterio **1.4.4.-Redimensionamiento del texto** es uno de los principales aprobados en las aplicaciones analizadas, pues al hacer uso de las aplicaciones en diferentes tamaños de pantalla este se adapta correctamente para su lectura.

La accesibilidad en el diseño de un software móvil permite que cualquier internauta indistintamente de su condición pueda navegar por la interfaz de usuario, sea comprendida y la usen, con el fin de realizar tareas de la vida cotidiana con la ayuda de las aplicaciones móviles y así mejorar su experiencia.

La usabilidad de una aplicación móvil es la capacidad para ser comprendida, ser operable, agradable y satisfacer la interacción con el usuario sin la una explicación previo del software, dado que esto indica que es una aplicación intuitiva y cómoda, el diseño debe estar centrado en el usuario.

7. Informe técnico de accesibilidad de aplicaciones móviles web

De acuerdo con las principales dificultades que presentan los ciudadanos con discapacidad auditiva en el uso de dispositivos móviles se propusieron propuestas de mejora o solución en base a las capacidades especiales que los usuarios no oyentes presentan, así como la investigación de artículos que presentan aplicaciones móviles

como Sign4PSL[23] detallado en la Tabla 12. Las siguientes propuestas o mejoras tienen el propósito de brindar apoyo a los desarrolladores y diseñadores para mejorar la accesibilidad de sus aplicaciones, de manera que puedan ser utilizadas por personas con diversas capacidades y habilidades.

A. Visualización de videos

Consumir la información explicada en videos es tan sencillo como elegir el video y darle inicio, incluso si los videos no están en tu idioma muchos de estos videos tienen una función para activar los subtítulos, ya sea en tu lengua materna o en cualquier otra; sin embargo para una persona sordomuda que no conoce el lenguaje de texto, conocer que información se está difundiendo en los videos es algo imposible, debido a que no pueden escuchar y no todos los videos están explicados por alguna persona mediante la cual puedan aprovechar su habilidad de leer los labios.

Solución: implementar en los reproductores de video una función donde sea posible desplegar un intérprete en lenguaje de señas, debido a que es el medio de comunicación por el que más están familiarizados las personas sordomudas.

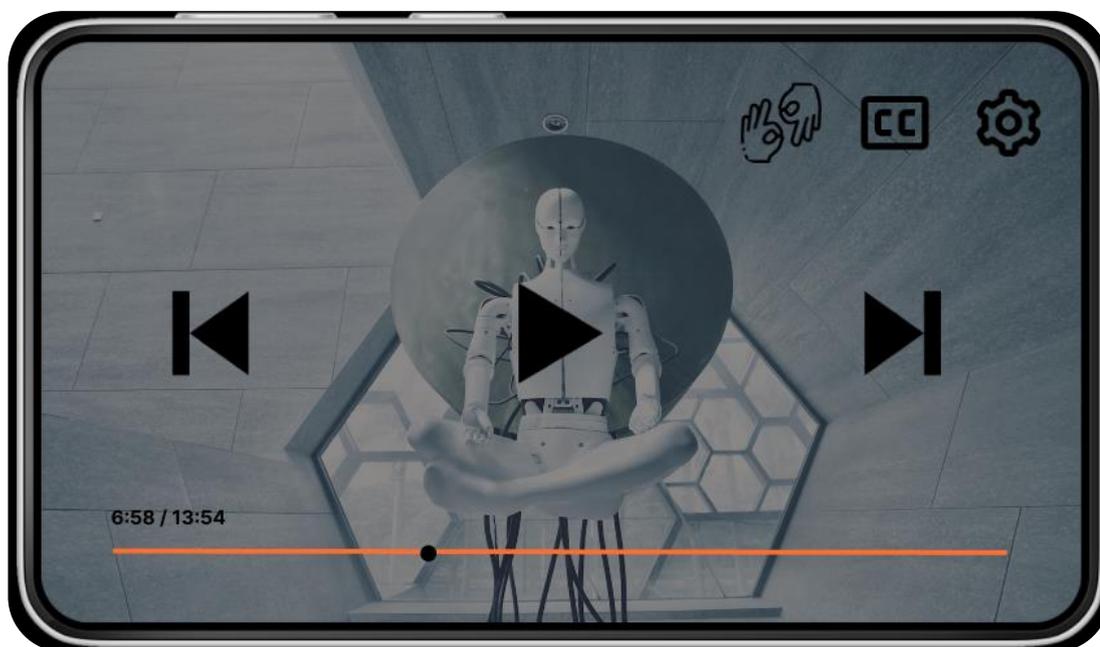


Figura 25 Reproductor de video con la función de interprete de lengua de señas

Elaborado por: El investigador



Figura 26 Reproducción del video con la función de interprete de lengua de señas activada

Elaborado por: El investigador

De preferencia el traductor de lenguaje de señas debe ser humano, debido a que sus expresiones son más naturales, es decir, las expresiones corporales y faciales juegan un papel importante para adecuarse al contexto del video. Es de prioridad que el traductor haga uso de una camiseta con un color adecuado con el fin de resaltar las señas realizadas con las manos y no crear confusiones con el contraste.

B. Comprensión de imágenes

Interpretar las figuras que son empleadas en las aplicaciones móviles es fundamental, en vista de que proporcionan gran información, un requerimiento de las figuras es que deben tener adjuntadas un texto de descripción de la imagen con el fin de poder ser interpretadas.

Solución: establecer un intérprete de lenguaje de señas que traduzca la descripción de la imagen o guíe al usuario sordomudo por las imágenes presentadas.



Figura 27 Propuesta de solución para la comprensión de imágenes

Elaborado por: El investigador

Un traductor de lenguaje gestual de la descripción de la imagen puede ayudar a las personas no oyentes que conocen el lenguaje de señas de manera significativa, pues de esta manera serán capaces de entender el propósito de la imagen; por ejemplo, en una aplicación de venta de productos, conocer el precio del producto, tipo de producto, cantidad, etc.

C. Reproducción de audios

En la actualidad la comunicación en las redes sociales se realiza a través de mensajes de texto y audio, llamadas de audio y video; no obstante, las personas con discapacidad auditiva no están en capacidad de emplear mensajes de audio o llamadas de audio, debido a la minusvalía que presentan; la comunicación entre usuarios oyentes y usuarios sordomudos presenta debilidades, teniendo en cuenta que no todas las personas oyentes conocen o dominan el lenguaje de señas, de igual manera los sordomudos no comprenden en su totalidad el lenguaje de texto, por esta razón el intercambio de ideas entre ambos usuarios es complicado.

Solución: proporcionar una opción en los mensajes de audio donde sea posible transcribir a texto lo expresado oralmente o así mismo a lenguaje de señas, de modo que el usuario sea capaz de entender el audio o mensaje de voz.

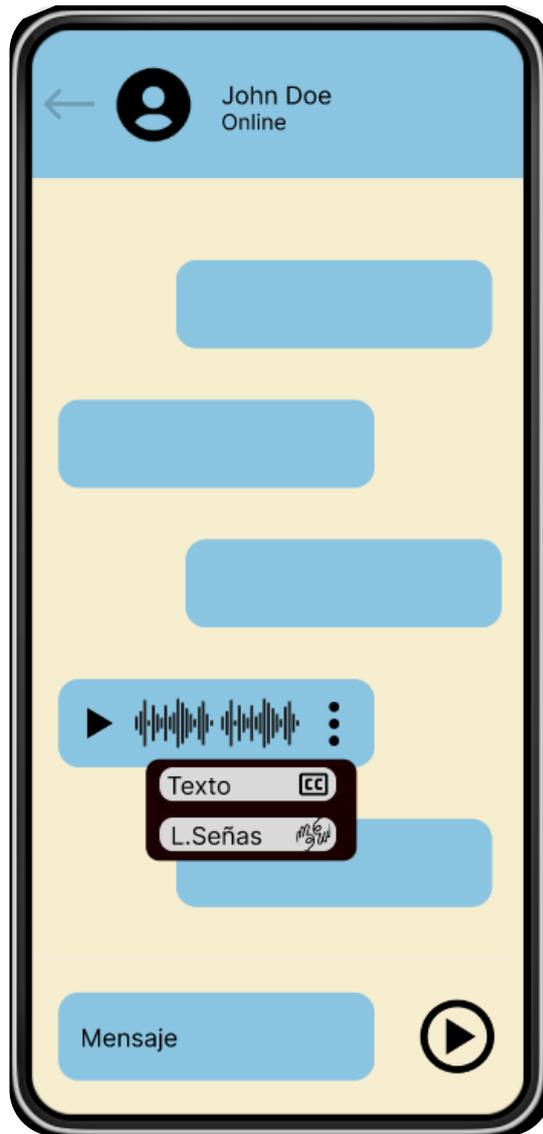


Figura 28 Propuesta de solución para la comprensión audios

Elaborado por: El investigador



Figura 29 Opción para la transcripción de audios a lengua de señas

Elaborado por: El investigador

D. Realizar una llamada de emergencia

Las personas sordomudas enfrentan una serie de dificultades diariamente, una de las principales dificultades es la barrera del lenguaje; por esta razón, realizar una llamada de emergencia es posible que sea difícil, dado que, muchas personas sordomudas utilizan el lenguaje de señas para comunicarse, pero podría no ser comprendido por un operador de emergencia que no tenga conocimiento de la lengua de señas, incluso si

el usuario sordomudo tiene la capacidad de escribir y leer, puede ser difícil manifestar la información de manera clara y concisa en una situación de emergencia.

Solución: diseñar una aplicación móvil en la cual no sea completamente necesario utilizar el habla y escucha; de modo que los usuarios puedan expresar la emergencia que están presentando mediante imágenes y solicitar la ayuda a una dirección marcada en un punto en específico del mapa.

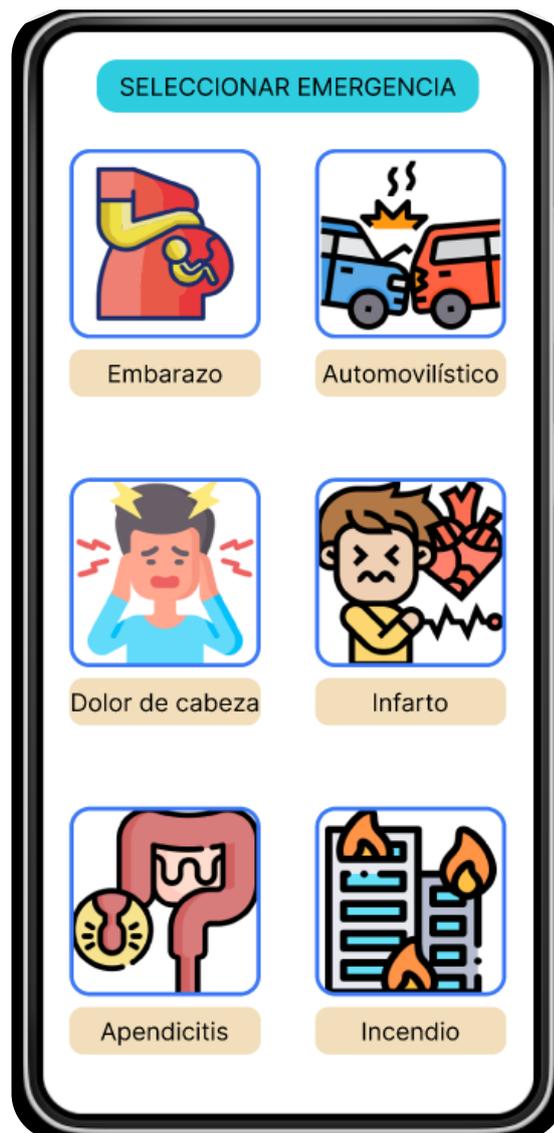


Figura 30 Propuesta de solución para solicitar asistencia médica – selección del tipo de emergencia

Elaborado por: El investigador

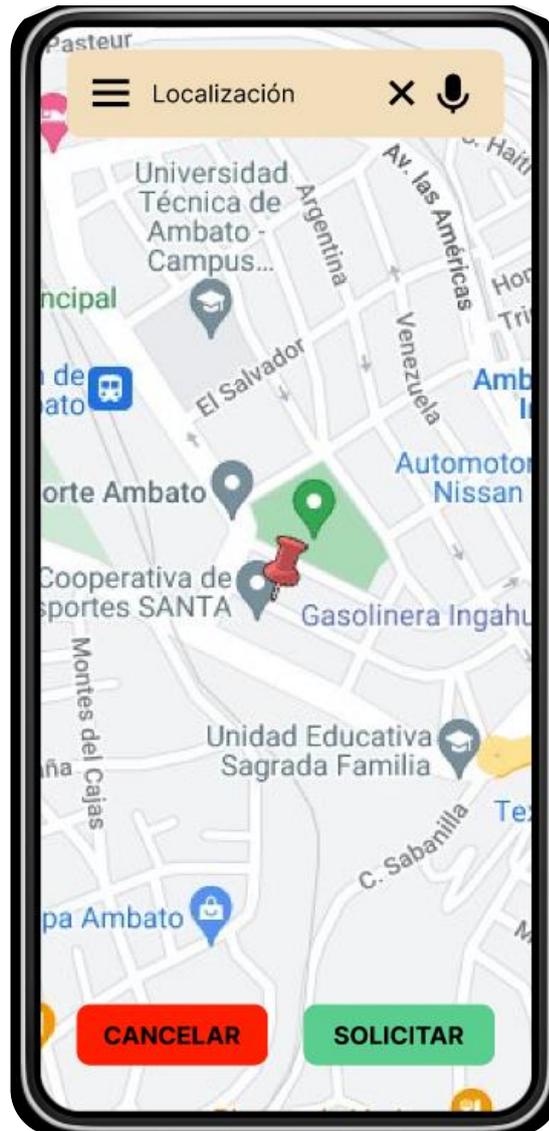


Figura 31 Propuesta de solución para solicitar asistencia médica – selección de ubicación

Elaborado por: El investigador

Analizadas las aplicaciones móviles web, muchos de estos sitios de internet presentan problemas compartidos en los criterios de éxito de las diferentes pautas establecidas por la WCAG 2.0, por esta razón se presentó propuestas de mejora de acuerdo con cada principio de accesibilidad.

1. Perceptible

1.1. Tamaño de pantalla pequeño

La dimensión de la pantalla es la principal característica de los dispositivos móviles, en comparación con las pantallas de una PC o laptop, una pantalla digital pequeña no puede ofrecer tanta cantidad de información como lo es una pantalla de PC.

Mejora: limitar la cantidad de información ocupada en las páginas web móviles, del mismo modo distribuir de forma adecuada los componentes e información, con el fin de no tener una pantalla saturada de contenido y sin ningún orden; una página web móvil dedicada para uso en teléfonos móviles, es capaz de disminuir los módulos empleados para un sitio web estándar y así enfocarse totalmente a los escenarios móviles, el desarrollador es el encargado de distribuir apropiadamente el contenido mediante hojas de estilo CSS y media query.

1.2. Zoom/Ampliación

Existen métodos que ayudan a los usuarios a controlar el tamaño del contenido con la finalidad de que sean más legibles y permite utilizar el smartphone de manera más eficiente.

Mejora: proporcionar una función de modo lectura, donde el contenido es representado mediante un tamaño de texto específico y a su vez habilitar una opción de un comunicador de lengua de signos del texto expuesto, si el usuario sordomudo lo requiere.

1.3. Contraste

Los usuarios hacen uso de los teléfonos inteligentes en diferentes escenarios, siendo el aire libre el principal, donde la luz del sol puede afectar la visibilidad del contenido web móvil, debido a esta razón es importante el uso de un buen contraste para que el contenido sea accesible.

Mejora: hacer un uso correcto de colores tanto para el fondo y el color del texto; si el fondo proporciona un color claro, en el caso del texto aplicar un color con luminancia más oscura con el fin de ser distinguible.

2. Operable

2.1. Control de teclado para dispositivos con pantalla táctil

Los dispositivos móviles tienen la característica de integrar con un teclado virtual que es operable mediante el tacto de los dedos del usuario, el teclado se muestra en pantalla cuando el usuario lo solicita para la entrada de datos; sin embargo, las aplicaciones móviles deben tener la capacidad de ser operadas mediante teclado físicos externos o dispositivos físicos que ayuden a las personas que padecen discapacidades, ya sean motoras, visuales, entre otras.

2.2. Tamaño y espaciado del objetivo táctil

Hay que tener en cuenta la dimensión de la pantalla del dispositivo móvil y los elementos que serán presentados, debido a que saturar la pantalla con componentes táctiles puede afectar la usabilidad; por esta razón hay que respetar las mejores prácticas para el tamaño de objetivos táctiles, como garantizar que al menos tengan 9mm de alto por 9mm de ancho y los mismos este rodeados por un margen o espacio inactivo, con el fin de no obstaculizar la acción llevada a cabo.

2.3. Gestos en pantalla táctil

Las pantallas táctiles ofrecen la posibilidad de ser operadas mediante gestos, ya sean simples o complejos con varios dedos simultáneamente, incluso algunos sistemas operativos permiten simplificar los gestos complejos mediante un menú de gestos que simularía la acción requerida.

2.4. Gestos de manipulación de dispositivos

Los teléfonos inteligentes están equipados con una variedad de sensores, que acompañados con el sistema operativo que son capaces de controlar y administrar este tipo de hardware, los sensores son capaces de proporcionar funciones alternativas, ayudando a los desarrolladores a diseñar interfaces innovadoras como detección de movimiento, sensor de proximidad, simular sacudidas, giro automático de la pantalla; sin embargo, los sistemas operativos deben tener la capacidad de simular ciertas características desde un menú que replique la acción requerida.

2.5. Colocación de botones donde sean de fácil acceso

La ubicación de los componentes interactivos en la pantalla debe ser fáciles de alcanzar para el usuario, incluso cuando el dispositivo este siendo sostenido de diferentes posiciones, muchos desarrolladores procuran diseñar el contenido de las aplicaciones móviles para optimizar el uso de una sola mano; sin embargo, no se debe pasar por alto que existen usuarios que hacen uso de la mano derecha o izquierda independientemente, por esta razón la ubicación de un componente no debe causar problemas para el usuario independientemente de su mano dominante.

3. Comprensible

3.1. Cambiar orientación de la pantalla (vertical/horizontal)

El diseño de las aplicaciones móviles debe ser capaz de adaptarse a la orientación en la que el dispositivo móvil este en uso, sin embargo, existen usuarios que hacen uso de una sola orientación, por esta razón los desarrolladores deben ser capaces de diseñar las aplicaciones para ambas orientaciones, sin afectar a las tecnologías de asistencia, ni la usabilidad y accesibilidad de la misma aplicación.

3.2. Diseño consistente

Los componentes repetitivos que son utilizados en las aplicaciones deben presentar un diseño homogéneo por cada página donde se sean utilizados con el fin de no desorientar al usuario; un claro ejemplo es como los menús de navegación cambian de acuerdo a la dimensión de pantalla en los que son presentados, aunque en los dispositivos móviles se contraigan el orden de sus ítems sigue siendo consistente de acuerdo a lo mostrado en una pantalla de dimensiones más grandes sin afectar su funcionalidad.

3.3. Colocación de elementos importantes de la página antes del desplazamiento de la página

La cantidad de elementos a mostrar en un dispositivo móvil sin hacer uso del desplazamiento son limitados, debido a la dimensión de su pantalla; por esta razón se debe considerar exhibir el contenido importante antes del desplazamiento de la

aplicación móvil, pues de esta manera permite al usuario localizar la información importante sin necesidad de realizar una acción.

3.4. Agrupación de elementos operables que realizan la misma acción

Los elementos que realizan una misma acción o redirigen a un mismo destino, deben ser del mismo elemento procesable, siendo beneficioso para usuarios por problemas de destreza, de igual manera reduce la cantidad de componentes objetivos redundantes.

3.5. Proporcionar una indicación clara de los elementos procesables

Los componentes que originan cambios deben ser distinguibles visualmente de los elementos no procesables, de igual manera para los usuarios que hacen uso de dispositivos externos como cursores táctiles, paneles táctiles, joysticks o mouse, con la finalidad de no realizar una acción innecesaria que pueda agobiar al usuario; los componentes poseen características visuales que ayudan a su diferenciación, como el color, estilo, forma, posición, estilo de texto.

3.6. Proporcionar instrucciones para pantalla táctiles personalizadas y gestos de manipulación de dispositivos.

Los gestos personalizados son capaces de proporcionar interfaces revolucionarias e incluso eficientes, no obstante, el descubrirlas puede ser una tarea estresante, y acordarte de cada gesto aún más; por esta razón el desarrollador de la aplicación debe poner a disposición una serie de instrucciones con el fin de identificar los gestos disponibles y su acción correspondiente dentro de la aplicación; las instrucciones por obvias razones deben ser evidentes en el primer uso y a su vez estar disponibles siempre que el usuario lo requiera.

4. Robusto

4.1. Configure el teclado virtual para el tipo de entrada de datos requerido

La personalización del teclado virtual de los dispositivos móviles es extensa, de igual manera los smartphones ofrecen una serie de configuraciones del teclado, desde cambiar el idioma, los caracteres, tipo de distribución; sin embargo, estas personalizaciones y configuración no deben interferir con el tipo de información que

se va a ingresar en los formularios, evitando así errores y garantizando el tipo de formato correcto.

4.2. Proporcionar métodos fáciles para la entrada de datos

El ingreso de información se lo puede realizar de varias maneras, como el teclado integrado, teclado conectado mediante bluetooth o USB, el dictador por voz, no obstante, la entrada de caracteres puede tomar mucho tiempo, lo que puede originar una tarea difícil y tediosa de realizar; por esta razón es importante reducir el ingreso de texto y un uso correcto de componentes de formulario, como son casillas de verificación, menús seleccionados, selector de fechas, entre muchos campos de formularios existentes, con la finalidad de no estresar al usuario.

4.3. Apoyar las propiedades de la plataforma

Los teléfonos inteligentes cuentan con una amplia variedad de funciones y características, pero estas no deben comprometer la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones desarrolladas para este dispositivo. Por el contrario, es esencial aprovechar estas cualidades para asegurar la accesibilidad para un amplio rango de usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades y garantizar que todos puedan acceder y utilizar las aplicaciones de manera efectiva.

El cumplimiento de las pautas de accesibilidad establecidos en el informe técnico no debe afectar negativamente la experiencia de otros usuarios con distintas discapacidades, por esta razón, es necesario tener un enfoque equilibrado en el diseño de aplicaciones.

Muchos de los criterios de éxito abarcan la accesibilidad de los usuarios sordomudos.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Debido a las capacidades especiales que las personas sordomudas poseen, pueden hacer uso de los diferentes dispositivos tecnológicos que existen actualmente, brindándoles un nuevo mundo de posibilidades y acceso a nueva información.
- La investigación llevada a cabo en este proyecto destaca la necesidad de aplicar los principios de accesibilidad en el desarrollo de aplicaciones móviles, con el fin de garantizar la inclusión y la disponibilidad para todos los usuarios, independientemente de sus discapacidades.
- La investigación ha revelado que un gran número de personas con discapacidades enfrentan una serie de barreras al utilizar aplicaciones móviles de instituciones públicas, debido a la falta de compatibilidad con tecnologías de asistencia y el incumplimiento de los estándares de accesibilidad móvil, lo cual limita su capacidad para acceder servicios e información en línea.
- El informe técnico desarrollado ha evaluado las fortalezas, debilidades y áreas de mejora en cuanto a la accesibilidad en dispositivos móviles. Los hallazgos indican que, aunque hay un número significativo de aplicaciones móviles que cumplen con los principios básicos de accesibilidad, aún existen áreas en las que se puede mejorar para garantizar una experiencia de usuario inclusiva para todos los usuarios, especialmente para aquellos con discapacidades.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda dar mayor consideración a los estándares de accesibilidad y usabilidad, debido a que los investigados fueron propuestos hace muchos años (5 años), las tecnologías y el internet de las cosas van avanzando a grandes pasos.
- Se recomienda extender las investigaciones con usuarios que presenten otro tipo de discapacidad, debido a que poseen capacidades especiales diferentes,

las cuales ayudarán a plantear nuevas mejoras para los principios de accesibilidad.

- Se insta a las instituciones públicas a realizar análisis de accesibilidad de sus aplicaciones móviles, para garantizar que estén accesibles para todos, especialmente para aquellas personas que presentan alguna discapacidad, y mejorar la inclusión y la independencia de estas personas en la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Ballantyne, A. Jha, A. Jacobsen, J. Scott Hawker, y Y. N. El-Glaly, «Study of accessibility guidelines of mobile applications», en *ACM International Conference Proceeding Series*, nov. 2018, pp. 305-315. doi: 10.1145/3282894.3282921.
- [2] A. Paniagua L., D. Bedoya R., y C. Mera, «Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles», *TecnoLógicas*, vol. 23, n.º 48, pp. 99-117, may 2020, doi: 10.22430/22565337.1553.
- [3] D. A. Mateus, C. A. Silva, M. M. Eler, y A. P. Freire, «Accessibility of mobile applications: Evaluation by users with visual impairment and by automated tools», en *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, oct. 2020. doi: 10.1145/3424953.3426633.
- [4] ISO, «Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and Concepts», *Iso 9241-11:2018(E)*, n.º November, 2018.
- [5] E. Fernández-Díaz, M. Carmen Jambrino Maldonado, y P. P. Iglesias Sánchez, «Web Accessibility. The new era of WCAG 2.1, the transition to future WCAG 3.0 Universidad de Málaga Universidad de Málaga», 2019.
- [6] J. A. Ortiz-Zambrano, Y. T. Chavez-Cujilan, y K. N. Lino-Castillo, «Usability and accessibility: Study guides for applications on mobile devices Guias de estudo para aplicações em dispositivos móveis: Usabilidade e acessibilidade», vol. 3, pp. 1181-1209, 2017, doi: 10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.3.jun.1181-1209.
- [7] J. J. Caiza y K. Márceles Villalba, «Estrategia inclusiva mediada por TIC para el mejoramiento de la comunicación de personas en condición de discapacidad auditiva y vocal», 2019.
- [8] Checa Cabrera Marco Antonio y María Amparo Freire Cadena, «Inclusión de personas sordomudas iletradas al acceso de la información mediante la lectura

de libros digitales con traducción en lenguaje de señas y tecnología móvil», vol. 2, 2018.

- [9] F. J. García Peñalvo, «Capítulo 7. Ingeniería del Software», *Libro digital*, 2018.
- [10] P. Rodríguez, «Diseño de interfaces hombre - máquina (HMI)», *Instituto de Electricidad y Electrónica – Universidad Austral de Chile*, n.º Figura 1, 2018.
- [11] CIF, *CIF-IA*. 2018. [En línea]. Disponible en: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- [12] D. Ejecutivo, «REGLAMENTO A LA LEY ORGANICA DE DISCAPACIDADES», 2017. [En línea]. Disponible en: www.lexis.com.ec
- [13] M. Hilario Prado, «ESTUDIANTES SORDOS PROFUNDOS Y LA COMPRENSIÓN LECTORA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA DEL CENTRO DE EDUCACIÓN BÁSICA INCLUSIVA VAN BEETHOVEN», 2018.
- [14] WHO, «OMS | Sordera y pérdida de la audición», 2015.
- [15] G. Cruz, C. A. Fernández, y J. Aguilar, «HACIA UN SISTEMA DE SOFTWARE BASADO EN IHC PARA EL APOYO DE NIÑOS CON CAPACIDADES AUDITIVAS DIFERENTES», *ReCIBE*, vol. 9, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=512267930005>
- [16] Risald, Suyoto, y A. J. Santoso, «Mobile application design emergency medical call for the deaf using UCD methods», *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 12, n.º 3, 2018, doi: 10.3991/ijim.v12i3.8754.
- [17] A. Yeratziotis y P. Zaphiris, «A Heuristic Evaluation for Deaf Web User Experience (HE4DWUX)», *Int J Hum Comput Interact*, vol. 34, n.º 3, 2018, doi: 10.1080/10447318.2017.1339940.
- [18] A. Meliones y C. Duta, «SeeSpeech: An android application for the hearing impaired», en *ACM International Conference Proceeding Series*, 2019. doi: 10.1145/3316782.3324013.

- [19] D. D. Isuiza Pérez, L. Asto Huamán, M. R. Aranguena Yllanes, y J. R. Diaz Dumont, «Aplicación Móvil educativa para facilitar el aprendizaje de la Lengua de Señas del Perú en personas sordomudas», *TAYACAJA*, vol. 3, n.º 2, 2020, doi: 10.46908/rict.v3i2.101.
- [20] M. C. Preciado, «APLICACIÓN MÓVIL PARA VISUALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SITIOS DE LA UPTC UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA Y LENGUA DE SEÑAS COLOMBIANA.», 2019.
- [21] I. Casanova, T. Behringer, A. Zeppa, T. Takahashi, y N. Camaño, «Herramientas para la inclusión social de la comunidad sorda», 2019.
- [22] M. Carguacundo y P. Constante, «Traductor de texto y voz a lengua de señas ecuatoriana a través de un avatar implementado para dispositivos Android», vol. 12, 2018.
- [23] M. Sanaullah *et al.*, «A real-time automatic translation of text to sign language», *Computers, Materials and Continua*, vol. 70, n.º 2, pp. 2471-2488, 2022, doi: 10.32604/cmc.2022.019420.
- [24] S. D. Romero, «El diseño de producto digital como una herramienta de apoyo para mejorar la comunicación de las personas con discapacidad auditiva», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [25] B. N. Gavilánez, «APLICACIÓN MÓVIL DE LENGUAJE DE SEÑAS APLICANDO LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN QUE INTEGREN APPS PARA LA COMUNICACIÓN CON PERSONAS SORDOMUDAS EN LA CIUDAD DE AMBATO.», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [26] D. Jain, B. Chiu, S. Goodman, C. Schmandt, L. Findlater, y J. E. Froehlich, «Field study of a tactile sound awareness device for deaf users», en *Proceedings - International Symposium on Wearable Computers, ISWC*, sep. 2020, pp. 55-57. doi: 10.1145/3410531.3414291.
- [27] Rey Marisol Benito, «La lectura labio-facial (LLF)», 2016.

- [28] «Mobile Accessibility at W3C», 2008. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/mobile/> (accedido 29 de noviembre de 2022).
- [29] «WCAG 2 Overview», 2005. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/> (accedido 29 de noviembre de 2022).
- [30] «Understanding Conformance». <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/conformance#levels> (accedido 18 de diciembre de 2022).
- [31] O. Alkadhi, B. Abdulrahman, S. Alhawas, L. Almanie, H. Alsalmi, y A. Aljumah, «The need for a smart phone application to facilitate communication between deaf-mute and hearing-impaired patients and dentists», *J Family Med Prim Care*, vol. 10, n.º 8, p. 2928, 2021, doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_2308_20.
- [32] «Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1», 5 de junio de 2018. <https://www.w3.org/TR/2018/REC-WCAG21-20180605/> (accedido 29 de noviembre de 2022).
- [33] J. A. Chucuri Yachimba, «Evaluación de accesibilidad web en portales estatales de servicios ciudadanos», Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, 2022.
- [34] L. Delia *et al.*, «Development approaches for mobile applications: Comparative analysis of features», *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 857, pp. 470-484, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-01177-2_34.
- [35] Ley Orgánica de Discapacidades, «Ley Orgánica de Discapacidades», *Registro Oficial*, vol. 796, 2012, Accedido: 23 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/ley_organica_discapacidades.pdf

ANEXOS

Anexo A. Ley orgánica de Discapacidades 2012

Art.63. Accesibilidad de la comunicación. “El estado promocionará el uso de lengua de señas ecuatoriana, el sistema Braille, las ayudas técnicas y tecnológicas, así como los mecanismos, medios y formatos aumentativos y alternativos de comunicación.” [35]

Art.64. Comunicación audiovisual. “La autoridad nacional encargada de las telecomunicaciones dictara las normas y regulara la implementación de herramientas humanas, técnicas y tecnológicas necesarias en los medios de comunicación audiovisual para que las personas con discapacidad auditiva ejerzan su derecho de acceso a la información.” [35]

Anexo B. Reglamento a la Ley Organiza de Discapacidades 2017

Art.20. Lengua de señas. “Se incorporará progresivamente el servicio de intérpretes de lengua de señas ecuatoriana en las instituciones públicas, así como en los medios de comunicación públicos y privados; siempre y cuando el Intérprete de Lengua de Señas Ecuatoriana haya sido certificado en sus competencias laborales por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana – SAE y el Servicio de Capacitación Profesional - SECAR” [12]

Art.19. Accesibilidad al contenido web. “Los sitios web de las instituciones públicas y privadas que presten servicios públicos, deberán obligatoriamente aplica lo establecido en la norma técnica referente a la accesibilidad web y su reglamentación técnica, al igual que toda normativa que para el efecto se establezca.” [12]