



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ESTUDIO DE INDICADORES EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE  
ACCESIBILIDAD EN LOS SOFTWARE WEB

RUIZ ABAD BRYAN SANTIAGO  
INGENIERO DE SISTEMAS

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ESTUDIO DE INDICADORES EN LA RESOLUCIÓN DE  
PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD EN LOS SOFTWARE WEB

RUIZ ABAD BRYAN SANTIAGO  
INGENIERO DE SISTEMAS

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

EXAMEN COMPLEXIVO

ESTUDIO DE INDICADORES EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE  
ACCESIBILIDAD EN LOS SOFTWARE WEB

RUIZ ABAD BRYAN SANTIAGO  
INGENIERO DE SISTEMAS

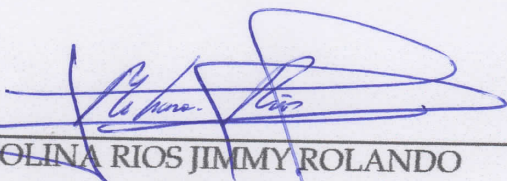
MOLINA RIOS JIMMY ROLANDO

MACHALA, 01 DE FEBRERO DE 2019

MACHALA  
01 de febrero de 2019

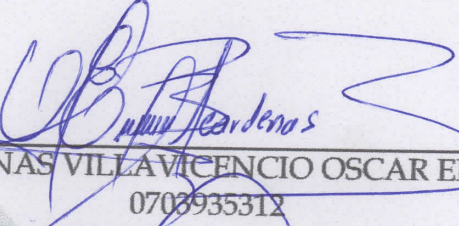
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Estudio de indicadores en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



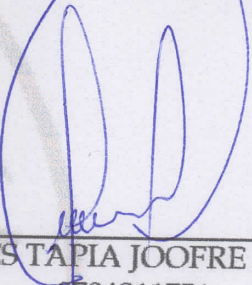
---

MOLINA RIOS JIMMY ROLANDO  
0703691980  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

CÁRDENAS VILLAVICENCIO OSCAR EFRÉN  
0703935312  
ESPECIALISTA 2



---

HONORES TAPIA JOOFRE ANTONIO  
0704811751  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: viernes 01 de febrero de 2019 - 15:02

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Examen complejo - Bryan Ruiz Abad.docx (D47079179)  
**Submitted:** 1/21/2019 4:22:00 PM  
**Submitted By:** jmolina@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 8 %

### Sources included in the report:

LEONEL ROSERO MONOGRAFIA 2.docx (D18540907)  
URGILÉS CEDEÑO CARLOS OSWALDO.docx (D21635489)  
<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/923/1337>  
<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/download/923/1338>  
<http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/216>  
<https://docplayer.es/10462916-Modelo-de-proceso-software-aplicado-a-la-revision-de-la-accesibilidad-web-en-desarrollos-basados-en-ide.html>  
<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/973/1484>  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias/article/view/30012/32554>

### Instances where selected sources appear:

12

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, RUIZ ABAD BRYAN SANTIAGO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Estudio de indicadores en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de febrero de 2019



RUIZ ABAD BRYAN SANTIAGO  
1718486689

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios por brindarme la fuerza necesaria para lograr mis metas propuestas, a mis padres y hermanos por ser mi pilar fundamental en el transcurso de mi formación profesional, y a mi tutor por el apoyo y asesoramiento brindado durante el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Sr. Ruiz Abad Bryan Santiago

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por las bendiciones, a mis padres y hermanos por la correcta formación de valores y enseñanzas necesarias para alcanzar las metas propuestas, a los docentes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Técnica de Machala por la guía durante el proceso de formación profesional, y a mi tutor por brindarme su disposición y tiempo para culminar con éxito mi trabajo de titulación.

Sr. Ruiz Abad Bryan Santiago



## RESUMEN

### ESTUDIO DE INDICADORES EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD EN LOS SOFTWARE WEB

Ruiz Abad Bryan Santiago, 1718486689

El internet se ha convertido en un poderoso medio de comunicación, tal es así que actualmente se lo considera como un servicio básico que no debería faltar en los hogares, el acceso al mismo se lo realiza a través de páginas o sitios web que permiten realizar diversas actividades ya sea de educación, ocio, comercio, entre otros; sin embargo existe limitantes en estos sitios lo que ocasiona que usuarios con capacidades diferentes no puedan acceder al contenido que brindan. El presente informe tiene como objetivo estudiar los indicadores en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web mediante el análisis de estándares como WCAG 2.1, de tal manera que se pueda conocer qué criterios se deben tomar en cuenta para el desarrollo de este tipo de software.

**Palabras clave:** Indicadores, Resolución, Problemas, Accesibilidad, Software Web

## ABSTRACT

### STUDY OF INDICATORS IN THE RESOLUTION OF PROBLEMS OF ACCESSIBILITY IN THE WEB SOFTWARE

Ruiz Abad Bryan Santiago, 1718486689

The internet has become a powerful means of communication, so it is currently considered a basic service that should not be missing in homes, access to it is done through websites that allow performing various activities whether education, leisure, trade, among others; However, there are limitations in these sites, which means that users with different abilities can not access the content they provide. The objective of this report is to study the indicators in the resolution of accessibility problems in web software through the analysis of standards such as WCAG 2.1, in such a way that it is possible to know which criteria should be taken into account for the development of this type of software.

**Keywords:** Indicators, Resolution, Problems, Accessibility, Web Software

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Marco contextual.....	7
1.2. Problema.....	7
1.3. Objetivo general.....	7
2. DESARROLLO.....	8
2.1. Marco teórico.....	8
2.1.1. Software web.....	8
2.1.2. Accesibilidad web.....	8
2.1.3. Accesibilidad web en Ecuador.....	9
2.1.4. Ayudas tecnológicas.....	9
2.1.5. Web Content Accessibility Guidelines – WCAG.....	9
2.2. Marco metodológico.....	10
2.3. Resultados.....	12
CONCLUSIONES.....	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Software diseñado para la evaluación

Ilustración 2. Presentación del software web evaluado

Ilustración 3. Porcentaje de cumplimiento de indicadores de accesibilidad del software web evaluado

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de estándares de accesibilidad acorde con indicadores

Tabla 2. Indicadores seleccionados para resolución de problemas de accesibilidad

Tabla 3. Indicadores de cumplimiento del software web evaluado

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el internet ha tenido un auge importante, se puede afirmar que la tecnología web reflejada en el desarrollo de software web, ha demostrado ser considerablemente simple y flexible para divulgar y encontrar información pertinente para el usuario [1], tal es así que la información y/o servicios que ofrecen los software web deben permitir el acceso a todo tipo de usuario.

A pesar de que se vive en una época de inclusión, el desarrollo de software web es limitado en cuanto a accesibilidad, debido a que estos softwares no cumplen con los requisitos necesarios para usuarios con limitaciones.

Para garantizar la accesibilidad Web, (W3C) la define como accesible si su contenido es *perceptible* para cada usuario, los componentes de la interfaz de usuario en su contenido son *operables*, el contenido y los controles son *comprensibles*, y si el contenido es lo suficientemente *robusto* como para trabajar con tecnologías actuales y futuras [2] [3], la norma mencionada es la WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) que proporciona una guía de recomendaciones que consta de pautas y criterios que permiten a evaluadores, diseñadores y desarrolladores la valoración de contenidos web accesibles.

Sin embargo, una guía no es suficiente para garantizar la accesibilidad de contenidos en el software web, debido a que se ha convertido en un problema que afecta a usuarios con limitaciones que desean acceder al contenido del software.

Por ello, el presente trabajo consiste en el estudio de indicadores en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web, tomando como base métricas existentes para su evaluación.

### **1.1. Marco contextual**

El internet es un poderoso medio de propagación de información, sus principales intermediarios son los software web que permiten a todo tipo de empresas o industrias promocionar sus productos y/o servicios, es así que los usuarios se han adaptado al uso del internet, convirtiéndolo en una herramienta necesaria para acceder a información ya sea de noticias, comercio, educación, entre otros.

La diversidad de contenidos en software web, llama la atención de todo tipo de usuarios inclusive de aquellos que tienen limitaciones (discapacidad), es por ello que la accesibilidad se ha convertido en una preocupación [4], dado que la información, comunicación o servicios debe estar al alcance de todo tipo de usuario.

La exigencia en la construcción de sitios web, ubica como pilar fundamental a la accesibilidad y por ende el uso de estándares que prevén organizaciones como la ISO/IEC, AENOR, W3C [5], ya sea para evaluación, diseño o construcción de software web mediante el análisis de indicadores.

### **1.2. Problema**

Diversos software web no son totalmente accesibles, debido a que todos los usuarios no pueden acceder de la misma forma al contenido que esta ofrece, un software web con criterios de accesibilidad debe darle la posibilidad, a personas con capacidades diferentes o no, de utilizarlo independientemente de las limitaciones que posean. [6]

El presente proyecto busca analizar los indicadores en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web, con el uso de estándares que permitan establecer cuan accesible es una página web.

### **1.3. Objetivo general**

Estudiar los indicadores en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web mediante el análisis de estándares ISO/IEC, AENOR y W3C para la evaluación de software web.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Marco teórico**

El desarrollo de software web se basa en centralizar y facilitar tareas de mantenimiento, acceso a la información solicitada por el usuario [7], por lo cual es fundamental prever total accesibilidad.

En la actualidad, los software web son cada vez más populares y su uso ha acaparado los ámbitos científico, cultural, académico, entre otros, y esto es debido a las múltiples ventajas que el usuario tiene respecto a las aplicaciones de escritorio. [8]

#### **2.1.1. Software web**

Los softwares web funcionan exclusivamente con acceso a internet, en la actualidad el internet es considerado como un servicio básico en un hogar, este tipo de aplicaciones permite al usuario interactuar y mantener una comunicación entre sí. [9] Toda aplicación web no requiere de instalación alguna en un ordenador basta con tener acceso a un navegador para acceder a la misma. [10]

#### **2.1.2. Accesibilidad web**

Cada vez hay una mayor dependencia del ciudadano respecto de la Web, no sólo en la obtención de información, sino también el acceso a cada vez más servicios (médicos, educativos, comerciales, entre otros). Lamentablemente, en la sociedad existen personas que tienen dificultades o barreras para aprovechar todas estas ventajas. [11] La accesibilidad web es un concepto referente al conjunto de elementos que permiten a una persona, sin importar sus condiciones, acceda los contenidos ofrecidos en la web, es decir que cualquier tipo de usuario tenga las mismas posibilidades de acceso. [12]

Iniciativas de accesibilidad web como las de W3C han permitido despertar conciencia respecto a la importancia de implementar estándares de accesibilidad en los software web. [13] Un software web es considerado accesible cuando desde su diseño se han tenido en cuenta las diferencias existentes a nivel de habilidades y tecnologías de los usuarios que deseen acceder, lo que significa que permita un fácil acceso de acuerdo a sus características. [14]

### **2.1.3. Accesibilidad web en Ecuador**

El Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 288 "accesibilidad para el contenido web" establece en el numeral 4. Los siguientes requisitos inciso 4.1 El sitio web y los contenidos publicados, debe cumplir con los principios, pautas y criterios de conformidad establecidos en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500, y en el inciso 4.2 Los criterios de conformidad que deben utilizarse para evaluar la conformidad del contenido web ya existente o para desarrollar nuevos contenidos web de forma accesible son los establecidos en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500, vigentes desde el 8 de agosto de 2016 [15], la norma en mención se basa en las directrices de accesibilidad para contenido web de W3C (WCAG) que está vigente con su versión WCAG 2.1.

### **2.1.4. Ayudas tecnológicas**

Las cuestiones relativas a la accesibilidad se refieren tanto a los sistemas de hardware como a los de software. Hardware es lo tangible como periféricos o auxiliares que permitan interpretar o generar tareas, software es lo no tangible como teclados virtuales, sistemas de reconocimiento de voz; son complementos que permiten a un software web controlar el acceso para todo tipo de usuario sin importar sus capacidades diferentes. [16]

### **2.1.5. Web Content Accessibility Guidelines – WCAG**

Las pautas WCAG están dirigidas a quienes generan contenidos para la web. Consisten en recomendaciones puntuales, redactadas de una forma menos genérica que otras pautas como las establecidas por ISO/IEC o AENOR. Lo primordial es lograr que el contenido sea presentado de forma accesible. La primera versión WCAG 1.0 incluía 14 pautas de accesibilidad, la versión siguiente WCAG 2.0 disminuyó a 12 pautas, la versión actual WCAG 2.1 mantiene 13 pautas, que son evaluadas acorde con niveles de conformidad. [17]

## 2.2. Marco metodológico

El presente proyecto se enfoca en el estudio de los indicadores (características) en la resolución de problemas de accesibilidad en los software web, por lo cual se ha tomado en consideración estándares establecidos por ISO/IEC, AENOR y W3C, que se describen a continuación.

- ISO 9241-171

Este estándar cubre los problemas asociados con el diseño de software accesible para personas con la gama más amplia de capacidades físicas, sensoriales y cognitivas, incluidas las personas con discapacidad temporal y los ancianos. Es aplicable a la accesibilidad de los sistemas interactivos. [18]

- ISO/IEC 24751

Se presenta como multiparte, estando constituida por tres partes: en la primera se presenta el marco y modelo de referencia; la segunda parte contiene las especificaciones de las necesidades y preferencias de los usuarios, en concreto incluye cómo han de presentarse, estructurarse, controlarse y operarse los recursos digitales. Además, deben indicarse los recursos digitales suplementarios o alternativos. Y la tercera parte contiene las Descripciones de los Recursos Digitales de Acceso para Todos (DRD), incluye las modalidades sensoriales utilizadas en el recurso, la forma de adaptación del recurso, el método de entrada que acepta y las alternativas disponibles. [19]

- ISO/IEC 24756

Este estándar define un marco de trabajo para especificar un perfil común de acceso de las necesidades y capacidades de los usuarios, sistemas de computación y sus entornos, incluyendo el acceso proporcionado por las tecnologías de apoyo. Proporciona una base de identificación y gestión de forma estandarizada los problemas de accesibilidad encontrados en distintas plataformas. Puede utilizarse en la evaluación de accesibilidad para usuarios concretos de sistemas existentes en entornos determinados. [20]



- ISO 9241-210

Proporciona un marco para el diseño centrado en el ser humano que integra diferentes procesos de diseño y desarrollo apropiados en un contexto particular; complementando diferentes metodologías de diseño, realizar un sistema interactivo implica que el equipo de desarrollo sigue ciertos estándares y procedimientos. El proceso general definido por esta norma proporciona varias iteraciones para lograr todos los objetivos o requisitos, se indican mediante líneas de puntos. [21]

- ISO 14289-1

Representa a documentos electrónicos PDF accesibles para los usuarios con discapacidad. La norma establece, un conjunto de directrices para la creación de archivos PDF accesibles de modo que sean más accesibles y utilizados por todos, incluidas las personas con discapacidad. [22]

- UNE 66181

Este estándar prevé una guía para identificar las características de las acciones formativas virtuales, de forma que los usuarios de formación virtual seleccionen los cursos virtuales que mejor se adapten a sus necesidades, expectativas, y que las organizaciones educativas mejoren su oferta y, con ello, la satisfacción de sus alumnos. En este sentido, las dimensiones que abarcan los factores de satisfacción de la formación virtual son: empleabilidad, metodología de aprendizaje y accesibilidad. [23]

- WCAG 2.1

Es considerado una guía de evaluación para contenido web proporcionado por W3C, es la versión actual de WCAG publicada en junio del 2018, el objetivo de esta nueva versión es mejorar las pautas de accesibilidad en grupos específicos de usuarios: las personas con discapacidad cognitiva o del aprendizaje, las personas con baja visión;

consta de criterios y pautas que permiten evaluar o diseñar sitios web accesibles. [24]

Se desarrolló un software web informativo con lenguaje de etiquetado HTHML 5, CSS, bootstrap, para aplicar los indicadores necesarios para evaluar la accesibilidad, previo al análisis de los estándares ya mencionados.

### 2.3. Resultados

Después de realizar la investigación correspondiente a la accesibilidad de los software web se obtuvo los siguientes resultados:

<b>NORMA/ESTÁNDAR</b>	<b>ISO 9241-171</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ayuda técnica (líneas braille, lectores de pantalla)</li> <li>✓ Pulsación simultánea de teclas</li> <li>✓ Combinación de colores</li> <li>✓ Indicador explícito (A, C, G, P)</li> <li>✓ Emulador de teclado</li> </ul>
	<b>ISO/IEC 24751</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aplicaciones software de ayuda</li> <li>✓ Sistemas e-learning</li> <li>✓ Dispositivos para almacenar y recuperar datos</li> </ul>
	<b>ISO/IEC 24756</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Detectar “problemas de accesibilidad” para usuarios con discapacidades.</li> <li>✓ Proporcionar una lista ponderada de productos de software de asistencia automáticamente</li> <li>✓ Incorporar capacidades de autoaprendizaje según criterios del usuario</li> <li>✓ Adaptarse a las necesidades del usuario</li> </ul>
	<b>ISO 9241-210</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planificación de proceso de diseño centrado en el ser humano.</li> <li>✓ Comprensión y especificación el contexto de uso</li> <li>✓ Producción de soluciones de diseño para satisfacer las necesidades del usuario</li> </ul>
	<b>ISO 14289-1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Orden lógico de lectura pdf</li> <li>✓ Pdf etiquetado</li> <li>✓ Marcadores pdf</li> <li>✓ Listas pdf</li> </ul>
	<b>UNE 66181</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseño didáctico instruccional</li> <li>✓ Recursos formativos y actividades de aprendizaje</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tutoría</li> <li>✓ Entorno tecnológico-digital</li> <li>✓ de aprendizaje</li> </ul>
	<b>WCAG 2.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Perceptible</li> <li>✓ Operable</li> <li>✓ Comprensible</li> <li>✓ Robusto</li> </ul>

Tabla 1. Comparación de estándares de accesibilidad acorde con indicadores

Fuente: Propia

Elaborado por: El autor

La Tabla 1 muestra las normas o estándares para la accesibilidad web que fueron analizados en base a características recopiladas que son considerados como indicadores durante la evaluación, diseño y desarrollo de software web.

Las características de las normas ISO/IEC implican la implementación de hardware como soporte a usuarios con diferentes capacidades, sin embargo son adaptables en proyectos grandes, siendo complejo su aplicación en proyectos pequeños o de corto plazo, tal es así que cuentan con una norma únicamente de diseño e implementación de PDF accesibles (ISO 14289-1), incluir sistemas e-learning permitiría que se deje de usar hardware de apoyo, pero su nivel de complejidad hace que los expertos en desarrollo opten por otras normas menos engorrosas.

La norma creada por AENOR (UNE 661811) está destinada principalmente a software web académicas mejor conocidas como aulas virtuales, que conlleva un gran reto para que todos los estudiantes sin importar el tipo de discapacidad puedan acceder al sitio como cualquier usuario normal, muchas de estas aulas resultan ser complejas aún con usuarios sin discapacidades, lo que conlleva a comprender que todavía está en proceso de desarrollo este tipo de sitios web.

Por ello del análisis de las siete normas detalladas en la tabla, la norma de W3C (WCAG 2.1) es la más idónea para la resolución de problemas de accesibilidad, que también es usada para el diseño y desarrollo de sitios web, además la norma ecuatoriana NTE INEN-ISO/IEC 40500 se basa en las directrices de la norma en mención, por lo que fue elegida para la

evaluación de un software web informativa basada en indicadores seleccionados tal y como lo muestra la Tabla 2, en base al análisis del informe [24].

Indicadores	Beneficio del cumplimiento del criterio
Orientación	Los usuarios con baja visión podrán ver el contenido en la orientación que mejor funcione para ellos.
Identificar el propósito de la entrada	Beneficia a los usuarios con diversas discapacidades cognitivas, incluidas las personas con discapacidades relacionadas con el lenguaje y la memoria, y las discapacidades que afectan la función ejecutiva y la toma de decisiones.
Identificar el Propósito	Ayuda a personas que requieren símbolos y gráficos que les resulten familiares. También les significa menos carga cognitiva.
Comprensión del reflujo	Apoya a las personas con baja visión que necesitan ampliar el texto y leerlo en una sola columna. Cuando el zoom del navegador se usa para escalar el contenido al 400%, se vuelve a refluir, es decir, se presenta en una columna, por lo que no es necesario desplazarse en más de una dirección.
Contraste sin texto	Apoya a las personas con baja visión y que tienen dificultades para percibir gráficos que no tienen suficiente contraste.
Espaciado de texto	Apoya a las personas con baja visión que requieren un mayor espacio entre líneas, palabras y letras para ser capaces de leer el texto.
Contenido en Hover o Enfoque	Apoya a las personas con baja visión o discapacidades cognitivas, pues tendrán el tiempo adecuado para percibir el contenido adicional que aparece al pasar el mouse o enfocarse y ver el contenido desencadenante con menos distracción.
Atajos de teclas	Cumplir este criterio apoya a las personas propensas a golpear accidentalmente las teclas. A estos usuarios se les podría evitar accesos directos problemáticos.
Tiempos de espera	Apoya a las personas con discapacidades relacionadas con el lenguaje, la memoria, el enfoque y la atención; y discapacidades que afectan la función ejecutiva y la toma de decisiones.
Animación de	Apoya a las personas con trastornos vestibulares que

Interacciones	necesitan control sobre el movimiento desencadenado por las interacciones.
---------------	----------------------------------------------------------------------------

Tabla 2. Indicadores seleccionados para resolución de problemas de accesibilidad

Fuente: Accesibilidad web reto de universidades ecuatorianas [24]

Elaborado por: El autor

De los diez indicadores seleccionados previamente, se diseñó un software web y se lo evaluó (ver Ilustración 1 en Anexos), la cual cumple con el 90% de cumplimiento de los indicadores (ver Ilustración 3 en Anexos), por lo que el software web se considera accesible para personas con baja visión y con dificultades de aprendizaje tal y como lo especifica el estándar WCAG 2.1 establecido por W3C.

## CONCLUSIONES

El estudio de los indicadores para la resolución de problemas de accesibilidad web permitió comprender que la mayoría son confusos y que carecen de soporte en comunidades o foros para su implementación, en mucho de los casos son aplicables para proyectos a gran escala y que aun así no alcanzan la total accesibilidad para los usuarios.

Los estándares propuestos por la ISO/IEC prevén indicadores difícilmente aplicables por ello no son muy populares, debido a que los diseñadores, desarrolladores o evaluadores prefieren evitar un proceso tedioso.

Así mismo se analizó indicadores establecidos por AENOR, aplicados a las aulas virtuales que actualmente son usados como herramientas diarias para la educación superior, pero que aún están lejos de alcanzar una accesibilidad total, debido a varios factores como personal no capacitado y/o recursos necesarios para lograrlo.

Los indicadores adaptables a las necesidades de desarrolladores o evaluadores son los establecidos por W3C en su actual estándar WCAG 2.1, además la norma ecuatoriana NTE INEN-ISO/IEC 40500 se basa en este estándar, lo que lo convierte en el idóneo para verificar que tan accesible es un software web.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. R. Molina Ríos, N. M. Loja Mora, M. P. Zea Ordóñez, and E. L. Loaiza Sojos, "Evaluación de los Frameworks en el Desarrollo de Aplicaciones Web con Python," *Rev. Latinoam. Ing. Softw.*, vol. 4, no. 4, p. 201, 2016.
- [2] J. H. López Zambrano, R. J. Moreira Pico, and N. V. Alava Cagua, "Metodología para valorar y clasificar herramientas de evaluación de accesibilidad web," *e-Ciencias la Inf.*, vol. 8, no. 1, 2017.
- [3] W3C, "W3C Recommendation," *Web Content Accessibility Guidelines*, 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG/>.
- [4] S. I. Mariño and P. L. Alfonzo, "Evaluación de la accesibilidad web. Una mirada para asegurar la formación en la temática," *Campus Virtuales*, vol. 6, no. 2, pp. 21–30, 2017.
- [5] C. Varela *et al.*, "Estándares y legislación sobre accesibilidad web," *Congr. Int. ATICA*, p. 8, 2012.
- [6] P. A. Duarte, S. I. Mariño, P. L. Alfonzo, and M. V Godoy, "Modelo de Proceso Software Aplicado a la Revisión de la Accesibilidad WEB en Desarrollos Basados en IDE," *Rev. Latinoam. Ing. Softw.*, vol. 3, no. 4, pp. 177–182, 2015.
- [7] J. R. Molina Ríos, M. P. Zea Ordóñez, M. J. Contenido Segarra, and F. G. Garcia Zerda, "Estado del arte: Metodologías de desarrollo en aplicaciones web," *3C Tecnol.*, vol. 6, no. 3, pp. 54–71, 2017.
- [8] J. R. Molina Ríos, M. P. Zea Ordóñez, M. J. Contenido Segarra, and F. G. Garcia Zerda, "Comparación de metodologías en aplicaciones web," *3C Tecnol.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–19, 2018.
- [9] F. F. Redrovan Castillo, N. M. Loja Mora, Kevin D. Correa Elizaldes, and J. I. Piña Orozco, "Comparación de métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web," *3C Tecnol.*, vol. 7, no. 3, pp. 94–113, 2018.
- [10] M. R. Valarezo Pardo, J. A. Honores Tapia, A. S. Gomez Moreno, and L. F. Vines Sanchez, "Comparación de tendencias tecnológicas en aplicaciones web," *3C Tecnol.*, vol. 7, no. 3, pp. 28–49, 2018.
- [11] M. Román Durán, J. L. Bernier Villamor, and G. Fernández Rodríguez, "Diseño de un modelo para evaluar la accesibilidad web y validación sobre un ranking de las universidades españolas," *Ibersid*, vol. 7, no. 1, pp. 49–55, 2013.
- [12] L. F. Londoño Rojas, V. Tabares Morales, M. Rosecler Bez, and N. D. Duque Mendez, "Análisis comparativo de guías para el desarrollo web accesible," *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 28, no. 1, pp. 101–115, 2017.
- [13] H. R. Amado-Salvatierra, J. Hilera González, and S. Otón Tortosa, "Formalización De Un Marco Metodológico Para La Implementación De Un Proyecto Educativo Virtual Accesible," *Educ. XX1*, vol. 21, no. 2, pp. 349–371, 2018.
- [14] S. de J. Torres Rengifo, A. M. López, and J. G. Vargas Cano, "Un portal en la UTP con competencias para mejorar la accesibilidad Web de las personas con discapacidad en Colombia," *Sci. Tech.*, vol. 52, no. 52, pp. 98–103, 2012.
- [15] M. Campoverde Molina, "La accesibilidad web. Un reto en el entorno educativo ecuatoriano," *Rev. Científica y Tecnológica UPSE*, vol. 3, no. 3, p. 90, 2016.

- [16] J. L. Crespo Fajardo, "Tecnologías para la accesibilidad web," *ASRI*, vol. 12, 2017.
- [17] C. A. Sam-Anlas and Y. Stable-Rodríguez, "Evaluación de la accesibilidad web de los portales del Estado en Perú," *Rev. española Doc. Científica*, vol. 39, no. 1, p. e120, 2016.
- [18] R. Miñón, L. Moreno, P. Martínez, and J. Abascal, "An approach to the integration of accessibility requirements into a user interface development method," *Sci. Comput. Program.*, vol. 86, pp. 58–73, 2014.
- [19] C. Batanero, E. García, A. García, and N. Piedra, "Norma ISO/IEC 24751: Acceso para todos," *Actas del III Congr. ...*, pp. 105–112, 2012.
- [20] F. Alonso Amo, J. L. Fuertes Castro, A. L. Gonzales Martinez, and L. Martinez Normand, "Estándares para e-learning adaptativo y accesible," *RIED*, vol. 13, no. 2, pp. 45–71, 2010.
- [21] P. Realpe-Muñoz, C. A. Collazos, J. Hurtado, T. Granollers, and J. Velasco-Medina, "An Integration of Usable Security and User Authentication into the ISO 9241-210 and ISO/IEC 25010:2011," *Springer Int.*, vol. 8030, pp. 65–76, 2016.
- [22] J. Chicaiza, N. Piedra, and M. Valencia, "Consideraciones de accesibilidad en la producción y distribución de recursos educativos en formato PDF: Un caso de implementación para la formación Virtual Accesible en América Latina," *V Congr. Int. sobre Calid. y Accesibilidad la Form. Virtual CAFVIR 2014*, no. January, pp. 35–46, 2014.
- [23] M. Baldomero Ramírez Fernández, J. L. Salmerón Silvera, and E. López Meneses, "Comparativa entre instrumentos de evaluación de calidad de cursos MOOC: ADECUR vs Normas UNE 66181:2012," *Redalyc*, vol. 12, no. 1, pp. 131–144, 2015.
- [24] J. I. Pincay Ponce, "Accesibilidad web: Retos de las Universidades Ecuatorianas," *Researchgate*, no. November, pp. 28–40, 2018.



## ANEXOS



Ilustración 1. Software diseñado para la evaluación

Fuente: Propia

Elaborado por: El autor



Ilustración 2. Presentación del software web evaluado

Fuente: Propia

Elaborado por: El autor

Indicadores	Página Los Guayacanes
Orientación	✓
Identificar el propósito de la entrada	
Identificar el propósito	✓
Comprensión del reflujo	✓
Contraste sin texto	✓
Espaciado de texto	✓
Contenido en Hover o Enfoque	✓
Atajos de teclas	✓
Tiempos de espera	✓
Animación de Interacciones	✓

Tabla 3. Indicadores de cumplimiento del software web evaluado  
Fuente: Propia  
Elaborado por: El autor

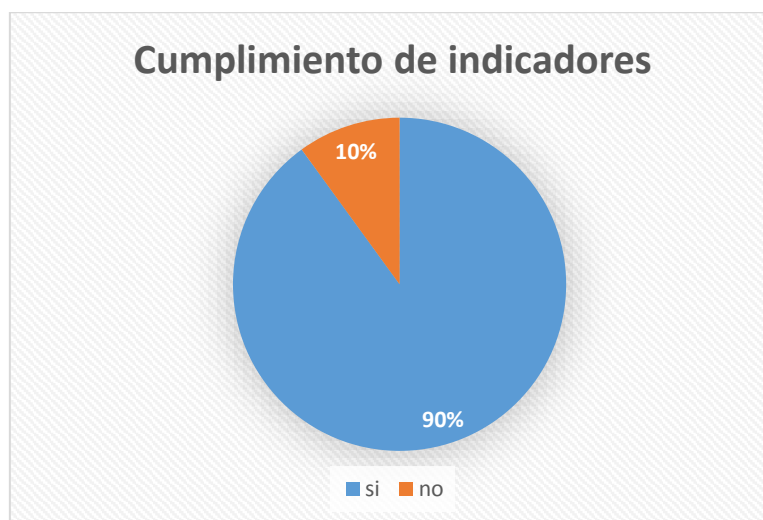


Ilustración 3. Porcentaje de cumplimiento de indicadores de accesibilidad del software web evaluado  
Fuente: Propia  
Elaborado por: El autor

La tabla 3 muestra los indicadores de accesibilidad establecidos en el análisis del presente trabajo siendo diez, de los cuales la página evaluada cumple con nueve, correspondiente al 90% de cumplimiento como se muestra en la ilustración 3, por lo que se la puede considerar como una página accesible.