

Framework conceptual para medir la accesibilidad web en universidades ecuatorianas

Conceptual framework to measure web accessibility in Ecuadorian universities

Víctor Alejandro Bósquez-Barcenas¹[0000-0001-7679-6023], Jorge Armando Zula Cujano¹[0000-0001-5311-5125], Luis Alfredo Camacho-Castillo²[0000-0001-7282-8489], Víctor Trajano Gallo Fonseca²[0000-0001-6588-1708]

¹Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca” Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador.

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Quevedo, Ecuador

¹{abosquez, jzula}@ueb.edu.ec,
²{lcamacho, vgallo}@uteq.edu.ec

CITA EN APA:

Bósquez-Barcenas, V. A., Zula Cujano, J. A., Camacho-Castillo, L. A., & Gallo Fonseca, V. T. (2022). Framework conceptual para medir la accesibilidad web en universidades ecuatorianas. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e91. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e91>

Recibido: 23 de septiembre 2022

Revisado: 03 al 25 octubre 2022

Corregido: 11 de noviembre 2022

Aceptado: 16 de noviembre 2022

Publicado: 17 de noviembre 2022

TESLA

Revista Científica
ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen. La accesibilidad web se ha convertido en un requisito que todo sitio web debe poseer como característica debido a los criterios expuestos por La Norma Técnica para los Sitios de Accesibilidad Web (NTE INEN-ISO/IEC 40500, 2014), que determina la obligación de cumplimiento en Ecuador, ante tales circunstancias nace la necesidad de dotar a los desarrolladores de sitios web de un Framework conceptual que permita identificar una secuencia de pasos sistemáticos a transitar desde el sitio no accesible hasta llegar un sitio web bajo cumplimiento de accesibilidad WCAG 2.0 con un nivel de conformidad AA. El Framework combina un sinnúmero de herramientas automáticas con evaluación manual para llegar a obtener mayores niveles de identificación de errores de accesibilidad web, sin embargo, el proceso de corrección web es manual y el desarrollador es quien tiene la última palabra a la hora de corregir el sitio web. En tal sentido este marco conceptual se convierte en un excelente aliado en la toma de decisiones para tener un sitio web accesible que cumpla con los requisitos establecidos en el país.

Palabras Clave: Framework conceptual; accesibilidad web; WCAG2.0; universidad.

Abstract: Web accessibility has become a requirement that every website must have as a characteristic due to the criteria set forth by the Technical Standard for Web Accessibility Sites (NTE INEN-ISO / IEC 40500, 2014), which determines the obligation of compliance In Ecuador, under such circumstances, the research was born to provide website developers with a conceptual framework that allows identifying a sequence of systematic grounds to transit from the non-accessible site to a website under WCAG 2.0 accessibility compliance with a level in accordance with AA. The Framework combines a number of automatic tools with manual evaluation to obtain higher levels of identification of web accessibility errors, however, the web correction process is manual and the developer is the one who has the last word when correcting the website. In this sense, this conceptual framework becomes an excellent ally in decision-making to have an accessible website that meets the requirements established in the country.

Keywords: Conceptual framework; web accessibility; WCAG2.0; University

INTRODUCCIÓN

La accesibilidad web es la facilidad que tienen las personas, para usar, percibir, entender, navegar e interactuar con la información y servicios web a su alcance gracias al internet, en la actualidad es el medio más importante para compartir, difundir y acceder a información de todo tipo, en tal sentido las instituciones de educación superior usan este medio que les permite tener un alcance masivo sobre la información y contenidos que quieren compartir con los usuarios, llegando de esta forma de manera democrática a todos sin excepción (Máñez-Carvajal, Cervera-Mérida, & Fernández-Piqueras, 2021)

Sin embargo los sitios web cuando no se desarrollan tomando en cuenta parámetros de accesibilidad web presentan ciertas dificultades para los usuarios con algún tipo de discapacidad (Carvajal , 2020), lo que impide que puedan acceder a los contenidos y servicios que se presentan dentro del sitio web de la institución (Bosquez-Barcenas, Del Pozo, Fierro-Saltos, & Pacheco-Mendoza, 2020), este factor presenta serios inconvenientes tanto para la institución como para los usuarios, el primero debido a que existen ciertas leyes y normas regulatorias como: (Ley orgánica de discapacidades, 2012), (Reglamento a la ley orgánica de discapacidades, 2017), Normas jurídicas en discapacidad Ecuador, la norma técnica para los sitios de accesibilidad web (NTE INEN-ISO/IEC 40500, 2014), todas ellas establecen la necesidad de un acceso democrático y no discriminatorio a los contenidos y sitios web.

A lo mencionado se suma a que datos obtenidos de Ecuador revelan que existen un total de 474,484 personas registradas con algún tipo de discapacidad entre física, intelectual, auditiva, visual y psicosocial, de los cuales 4.074 son estudiantes universitarios con algún tipo de discapacidad y que se encuentran matriculados en las universidades de Ecuador, quienes tendrían barreras de acceso a la información y comunicación que las instituciones de educación superior brindan (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2021).

Ante tales circunstancias es de vital importancia contar con un sitio web accesible que permite que una cantidad mayor de usuarios puedan acceder al mismo, brindando las mismas oportunidades a todos los usuarios, sin importar su capacidad o circunstancias (Chanchí, Idrobo, & Vidal, 2017).

Conseguir un sitio web accesible permite un sinnúmero de beneficios, entre los cuales se destacan:

- Al contar con el HTML semántico, mejora la accesibilidad, incrementa la optimización en motores de búsqueda (SEO), lo que a la larga repercute que el sitio en este de mejor forma indexado en los distintos motores de búsqueda y más accesible a los usuarios que navegan en la web (Malqui, 2015).
- El manejo adecuado de la accesibilidad web mejora la imagen institucional ante el mundo.

- La accesibilidad web va en gran medida asociada con la usabilidad web lo que hace que estos sitios web sean más fácilmente manejables y usables por cualquier tipo de usuario cono conocimientos o por el contrario sin ellos (Tateo, 2021).
- Permite que los sitios web se adapten a las nuevas exigencias en torno a accesibilidad tanto a nivel de organismos internacionales como con los organismos nacionales que regulan el cumplimiento de dichos procesos.

En Ecuador existe una norma técnica para los sitios de accesibilidad web (INEN NT INEN-ISO/IEC 40500) que define una serie de criterios para que los portales de cualquier institución pública o privada cumplan con estos elementos, para ello deben cumplir las normas establecidas por la WCAG 2.0.

Como lo menciona W3C (2021) las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 cubren un amplio rango de recomendaciones para crear contenido Web más accesible. Seguir estas pautas permite crear un contenido más accesible para un mayor número de personas con discapacidad, incluyendo ceguera y baja visión, sordera y deficiencias auditivas, deficiencias del aprendizaje, limitaciones cognitivas, limitaciones de la movilidad, deficiencias del habla, fotosensibilidad y combinaciones de las anteriores.

Dentro de las pautas se proporciona un sinnúmero de varios niveles de orientación: principios generales, pautas generales, criterios de conformidad verificables y una amplia colección de técnicas suficientes, técnicas recomendables con la finalidad de que los desarrolladores de sitios web, diseñadores gráficos y demás personas que intervienen en el desarrollo de sitios web tengan los documentos necesarios para desarrollar sitios web accesibles.

Principios - En el nivel más alto se sitúan los cuatro principios que proporcionan los fundamentos de la accesibilidad web: perceptible, operable, comprensible y robusto.

Pautas - Por debajo de los principios están las pautas. Las doce pautas proporcionan los objetivos básicos que los autores deben lograr con el fin de crear un contenido más accesible para los usuarios con distintas discapacidades.

Criterios de Conformidad - Para cada pauta se proporcionan los criterios de conformidad verificables que permiten emplear las WCAG 2.0 en aquellas situaciones en las que existan requisitos y necesidad de evaluación de conformidad como: especificaciones de diseño, compras, regulación o acuerdos contractuales. Con el fin de cumplir con las necesidades de los diferentes grupos y situaciones, se definen tres niveles de conformidad: A (el más bajo), AA y AAA (el más alto). Se puede obtener más información sobre los niveles de las WCAG.

Técnicas suficientes y recomendables - Para cada una de las pautas y criterios de conformidad del propio documento de las WCAG 2.0, el grupo de trabajo ha documentado también una amplia variedad de técnicas. Las técnicas son informativas y se agrupan en dos categorías:

aquellas que son suficientes para satisfacer los criterios de conformidad, y aquellas que son recomendables.

Los desarrolladores cuentan con la información suficiente para cumplir de forma adecuada los niveles accesibilidad web que se exige dentro del país, sin embargo, con el uso creciente de CMS Sistemas manejadores de Contenido, Framework de desarrollo web, entre otras herramientas que facilitan el proceso de creación de sitios web, se usa dichos sistemas con lo cual no se cumple los criterios a tomar en cuenta en el desarrollo de sitios web accesibles.

Ante tales circunstancias es necesario contar con una herramienta que de manera inicial me permita analizar en términos de las pautas WCAG. 2.0 bajo el nivel de conformidad 2.0 exigido en el Ecuador, para luego de lo cual se pueda realizar las correcciones a nivel de código fuente que me permita cumplir con los estándares solicitados.

Nivel de accesibilidad

Dentro de las pautas WCAG. 2.0 se establecen tres niveles de conformidad que a continuación se detallan.

- A: Cumplimiento mínimo.
- AA: Cumplimiento moderado.
- AAA: Cumplimiento total.

La conformidad se mide a través de los

1. Nivel de conformidad: Se debe cumplir con uno de los niveles de conformidad definidos anteriormente, cumpliendo también sus niveles inferiores.
2. Páginas completas: La conformidad no puede cumplirse únicamente en una parte de la página.
3. Proceso completo: Cuando una página es una serie de páginas que conforman un proceso, todas las páginas que forman parte de este proceso tienen que cumplir conformidad.
4. Sólo métodos soportados por accesibilidad para usar tecnologías: Únicamente se aceptan métodos que tengan soporte de manera generalizada en herramientas de soporte para cumplir conformidad.

Sin interferencia: En el caso de que alguna tecnología es usada de una manera que no soportada (como se explica en el punto anterior), o sin ofrecer conformidad, esto no debe bloquear la habilidad de los usuarios a acceder al resto de la página.

Framework

Cuando hablamos de un Framework, se le puede describir como un marco de trabajo, es el esquema o estructura que se establece y que se aprovecha para desarrollar y organizar un software determinado (Constanzo & Casas, 2018). De igual forma se lo puede definir como una especie de

plantilla, un esquema conceptual, que simplifica la elaboración de una tarea, ya que solo es necesario complementarlo de acuerdo con lo que se quiere realizar (Rodríguez, Marko, Vera, Valles, & Acevedo, 2017).

En tal sentido un Framework para el desarrollo de sitios web accesibles permite obtener un proyecto en menor tiempo y con código fuente más limpio (Miranda & Araujo, 2020), es a través de este que se puede desarrollar proyectos de diseño web sin mayores contratiempos, dicho elemento facilita de forma efectiva el proceso de desarrollo de sitios web accesibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

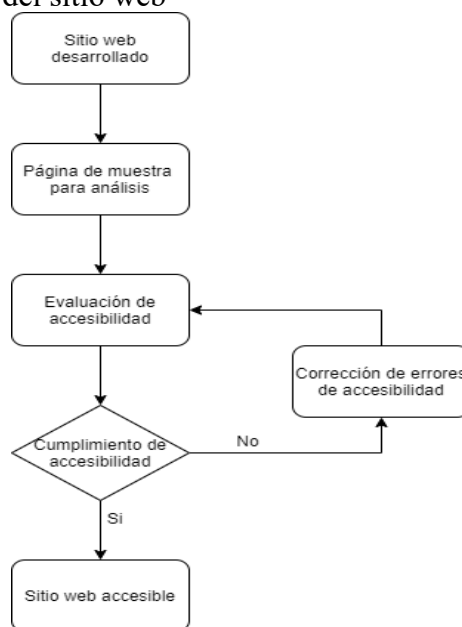
Se desarrolló un modelo conceptual que permita evaluar la accesibilidad del sitio basado en los estándares y directrices que se exigen la WCAG. 2.0 bajo el nivel de conformidad AA.

Secuencia y pasos a seguir

Dentro del Framework se establece una estructura muy simple para el análisis y desarrollo del sitio bajo los criterios de accesibilidad web en base a las pautas de accesibilidad web dentro de la WCAG. 2.0 como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Secuencia a seguir en el desarrollo del sitio web



Nota. El Framework describe los pasos de forma secuencia para desarrollo, evaluación y corrección de un sitio web.

La figura establece la secuencia que se generará para el análisis y desarrollo del sitio web accesible que cuenta con los siguientes pasos:

Sitio web desarrollado. - Se refiere al código que se genera de manera inicial dentro del desarrollo del sitio sin que se someta a ningún proceso de análisis del sitio web y de su contenido.

Páginas de muestra para análisis. – Es la determinación de que páginas parte del sitio web se van a tomar como muestra para evaluar su accesibilidad.

Evaluación de accesibilidad. - Son las herramientas o procesos que permitirán realizar un análisis exhaustivo de la muestra determinada, hay que aclarar que se puede incorporar herramientas externas, análisis de expertos, análisis con personas con discapacidad o múltiples procesos que pueden permitir obtener resultados preliminares sobre la accesibilidad que el sitio presenta.

Corrector. - Luego de determinar el grado de cumplimiento del sitio bajo las pautas WCAG 2,0 en el proceso anterior es necesario realizar las diferentes correcciones a nivel de código fuente o de contenido dentro del sitio web para dar solución a los errores encontrados, que conlleva a un proceso secuencial.

Sitio web accesible. - Es el resultado que genera el proceso de evaluación y corrección de errores determinados dentro del Framework en sus distintas fases, es decir es código que pasa las pruebas y cumple con las pautas de accesibilidad web.

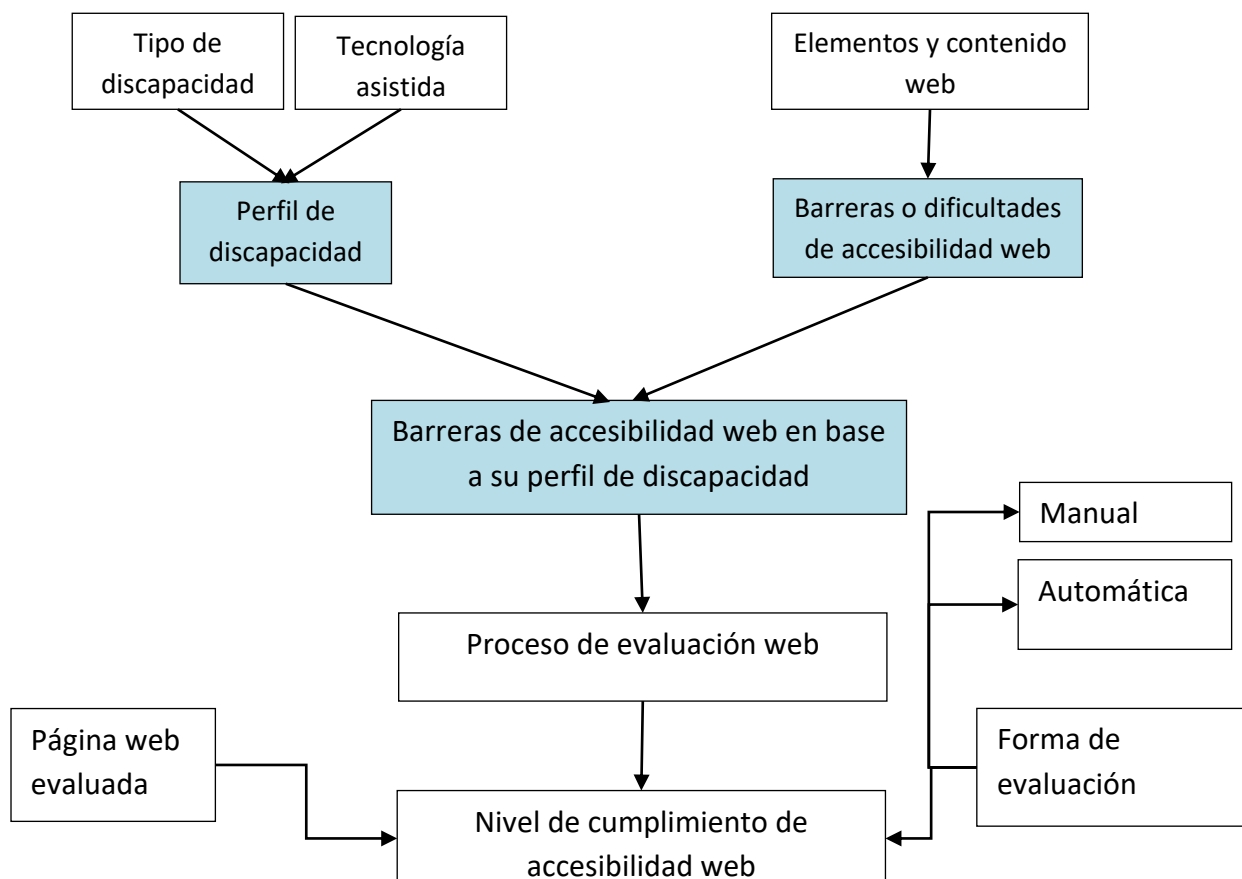
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Framework de accesibilidad web

Evaluación de accesibilidad o analizador web

Figura 2

Modelo propuesto del analizador de accesibilidad del sitio web



Con el fin de identificar los problemas de accesibilidad de un sitio web de acuerdo con las características y necesidades de un usuario con determinada discapacidad, se propone un

modelo en el que se realiza la evaluación para perfiles específicos, determinando las barreras a ser analizadas y que deberían eliminarse para lograr que el sitio web sea accesible para usuarios. Orientar el modelo de evaluación de accesibilidad por perfiles de discapacidad permite reconocer las necesidades propias de usuarios con un tipo de discapacidad. Además, incluir las tecnologías de asistencia que se utilizan para la interacción con los sitios web, permite llegar a resultados más precisos en la identificación de barreras que impiden el acceso, disminuyendo el nivel de accesibilidad del sitio en evaluación para un perfil determinado.

Dentro del presente modelo se identifican componentes principales que conforman los aspectos más importantes del mismo.

Perfil de discapacidad. – Define el objetivo del proceso de evaluación, que es establecer el nivel de accesibilidad del sitio web evaluado para el perfil de discapacidad, es decir aquí se evalúa el sitio web con respecto a un tipo específico de discapacidad, inclusive se lo puede combinar con algunas tecnologías asistidas como (Lector de pantalla, Magnificador de pantalla, Línea de braille, Teclado adaptado, Mouse de boca) por lo que un sitio web debe cumplir con ciertas características y parámetros que permitan que estas herramientas asistidas se puedan incorporar dentro del mismo y funcionen sin ningún tipo de inconveniente.

Barrera de discapacidad. –Hace referencia a los factores asociados a un sitio web que pueden convertirse en limitantes para personas con algún tipo de discapacidad a lo que se conoce como barreras de discapacidad. Normalmente las barreras de discapacidad se generan debido a la implementación inadecuada de elementos que limitan o impiden la interacción de un usuario con el contenido o los servicios disponibles en un sitio web, se define como elementos a cualquier tipo de contenido dentro del sitio web como (títulos, imágenes, banner, contenidos, audio, video, secciones, menús, entre otros).

Proceso de evaluación de accesibilidad web. - Calcula el nivel de accesibilidad de un sitio web definido por el evaluador teniendo en cuenta las barreras de accesibilidad web asociadas al perfil de discapacidad seleccionado. Para este proceso se ejecutan los pasos de verificación que cada barrera tiene, los cuales deben ser revisados para determinar si la barrera está presente en el sitio web o no. Con la verificación de los pasos de cada barrera y su nivel de prioridad asociado de acuerdo con el perfil en evaluación, se calcula el nivel de accesibilidad del sitio web evaluado (Orozco, 2020).

Proceso de evaluación web. – Es la secuencia y las reglas que guían la evaluación, definiendo así un proceso sistemático que permite determinar el nivel de accesibilidad de un sitio web para un perfil de discapacidad definido, se define un mecanismo para unir la evaluación manual y automática bajo una estructura guiada, que consiste en separar la evaluación de la barrera

de accesibilidad en varios pasos, que se denominan pasos de verificación, y son los que se pueden capturar de forma automática o se tiene que evaluar de forma manual, en tal sentido estos pasos de evaluación permiten definir si la barrera de accesibilidad web está o no presente en el sitio en evaluación.

Este proceso de valuación permite determinar de forma clara cuales son los problemas de accesibilidad por tipo de discapacidad y tecnología incorporada en los mismos, los que permitan conocer los problemas de accesibilidad del sitio web y cuales puedan ser las posibles soluciones dentro del mismo.

En tal sentido sistema como el desarrollado por (Pandolfo, De Armas, & Rossi, 2017) identifican la manera interactúan los objetos principales del sistema cada que vez que la herramienta debe realizar una evaluación de accesibilidad web, se presenta la secuencia de objetos donde se puede observar los mensajes que se envían entre sí.

Herramientas existentes para análisis automático de accesibilidad web

En la actualidad existen un sinnúmero de herramientas que permiten medir el nivel de cumplimiento en torno a accesibilidad web de forma automática, la gran mayoría de estas se basan en la norma WCAG 2.0 la misma que es el estándar que las instituciones en Ecuador necesitan cumplir por lo que dichas herramientas brindan de forma simple recomendaciones de los distintos errores en torno al cumplimiento de la norma para se puedan corregir en su mayoría de forma simple, a continuación se detallan algunas de ellas:

TAW: Es un conjunto de herramientas muy completas que permite evaluar los sitios web de forma automática bajo la normativa WCAG 2.0, es gratuita, aunque se puede donar, su dirección web es: <https://www.tawdis.net>

La herramienta permite obtener análisis detallados de los errores detallados sobre el sitio web que se desee analizar con solo insertar la URL en su test de análisis, la venta de dicha herramienta es el nivel de detalle lo que permite a la persona encargada de la web dar solución a los problemas encontrados a nivel de los principios establecidos en las pautas WCAG 2.0.

Achecker: Es una herramienta que permite el análisis de sitios web basado en las pautas WCAG 1.0 y 2.0, además permite revisar BITV, Section 508 al mismo tiempo, por otro lado, también permite validar el código HTML y CSS, su dirección web.

Examinator: Es una herramienta que al igual que las anteriores permite analizar los sitios web a nivel de las Pautas WCAG 2.0, la desventaja de esta herramienta es que no permite analizar páginas con protocolo HTTPS, lo que constituye una limitante, sin embargo, permite analizar paginas antes que se pueda hacer un sitio web público, su sitio web es: <http://examinator.net/>

Web Accessibility Checker: Herramienta online que revisa la accesibilidad de una página web. Permite verificar diferentes pautas de accesibilidad, como BITV, Section 508, WCAG 1.0 y

WCAG 2.0, además presenta informes detallados y nivel de cumplimiento del sitio web, su sitio web es: <https://www.webaccessibility.com/>

Por otro lado, una ventaja significativa de la misma es que muestra el código HTML donde se encuentra los errores de accesibilidad, los mismos que pueden servir de soporte para dar solución de forma fácil.

Evaluación Manual

Aunque es un proceso mucho más complejo, dentro de cual hay que tener un entendimiento a profundidad sobre el estándar ISO 40500, el mismo que incluye los 61 criterios que se deben tomar en cuenta para que un sitio cumpla con los parámetros de accesibilidad web, organizado bajo los 4 principios que define el estándar en los niveles de cumplimiento bajo la conformidad A, AA, AAA.

Dentro de la evaluación manual es necesario tener conocimientos en código HTML, CSS y JavaScript, este es un proceso complejo que requiere más tiempo sin embargo brinda resultados muy fiables, el nivel de conformidad exigido a las instituciones públicas ecuatorianas es el AA.

Tabla 1

Principios, directrices y niveles de conformidad pautas WCAG 2.0

Principio 1: Perceptible: la información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser mostrados a los usuarios en formas que ellos puedan entender			Nivel
Directriz 1.1:	Texto alternativo:	Proporciona texto alternativo para el contenido que no sea textual, así podrá ser transformado en otros formatos que la gente necesite, como caracteres grandes, lenguaje braille (braille no es correcto), lenguaje oral, símbolos o lenguaje más simple.	
1.1.1	Contenido no textual	Todo contenido no textual que se presenta al usuario tiene una alternativa textual que cumple el mismo propósito, excepto en las situaciones enumeradas a continuación	A
Directriz 1.2	Contenido multimedia dependiente del tiempo	Proporcione alternativas sincronizadas para contenidos multimedia sincronizados dependientes del tiempo.	
1.2.1	Sólo audio y sólo video (grabado)	Para contenido sólo audio grabado y contenido sólo video grabado, se cumple lo siguiente, excepto cuando el audio o el video es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal	A
1.2.2	Subtítulos (grabados)	Se proporcionan subtítulos para el contenido de audio grabado dentro de contenido multimedia sincronizado, excepto cuando la presentación es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal	A
1.2.3	Audio descripción o Medio Alternativo (grabado)	Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes o una audiodescripción para el contenido de video grabado en los multimedia sincronizados, excepto cuando ese contenido es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal	A
1.2.4	Subtítulos (en directo)	Se proporcionan subtítulos para todo el contenido de audio en directo de los multimedia sincronizados.	AA
1.2.5	Audiodescripción (grabado)	Se proporciona una audiodescripción para todo el contenido de video grabado dentro de contenido multimedia sincronizado.	AA
1.2.6	Lengua de señas (grabado)	Se proporciona una interpretación en lengua de señas para todo el contenido de audio grabado dentro de contenido multimedia sincronizado.	AAA
1.2.7	Audiodescripción ampliada (grabada)	Cuando las pausas en el audio de primer plano son insuficientes para permitir que la audiodescripción comunique el significado del video, se proporciona una audiodescripción ampliada para todos los contenidos de video grabado dentro de contenido multimedia sincronizado.	AAA
1.2.8	Medio alternativo (grabado)	Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes, tanto para todos los contenidos multimedia sincronizados grabados como para todos los medios de sólo video grabado.	AAA
1.2.9	Sólo audio (en directo)	Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes que presenta información equivalente para el contenido de sólo audio en directo.	AAA
Directriz 1.3	Adaptable	Crear contenido que pueda ser presentado de diferentes formas sin perder ni información ni estructura	
1.3.1	Información y relaciones	La información, estructura y relaciones comunicadas a través de la presentación pueden ser determinadas por software o están disponibles como texto.	A

1.3.2	Secuencia significativa	Cuando la secuencia en que se presenta el contenido afecta a su significado, se puede determinar por software la secuencia correcta de lectura.	A
1.3.3	Características sensoriales	Las instrucciones proporcionadas para entender y operar el contenido no dependen exclusivamente en las características sensoriales de los componentes como su forma, tamaño, ubicación visual, orientación o sonido.	A
Directriz 1.4	Distinguible	Facilitar a los usuarios ver y escuchar el contenido incluyendo la distinción entre lo más y menos importante	
1.4.1	Uso del color	El color no se usa como único medio visual para transmitir la información, indicar una acción, solicitar una respuesta o distinguir un elemento visual.	A
1.4.2	Control del audio	Si el audio de una página web suena automáticamente durante más de 3 segundos, se proporciona ya sea un mecanismo para pausar o detener el audio, o un mecanismo para controlar el volumen del sonido que es independiente del nivel de volumen global del sistema.	A
1.4.3	Contraste (mínimo)	La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 4.5:1, excepto en los siguientes casos: Textos grandes: Los textos de gran tamaño y las imágenes de texto de gran tamaño tienen una relación de contraste de, al menos, 3:1. Incidental: Los textos o imágenes de texto que forman parte de un componente inactivo de la interfaz de usuario, que son simple decoración, que no resultan visibles para nadie o forman parte de una imagen que contiene otros elementos visuales significativos, no tienen requisitos de contraste. Logotipos: El texto que forma parte de un logo o nombre de marca no tiene requisitos de contraste mínimo.	AA
1.4.4	Cambio de tamaño del texto	A excepción de los subtítulos y las imágenes de texto, todo el texto puede ser ajustado sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento sin que se pierdan el contenido o la funcionalidad.	AA
1.4.5	Imágenes de texto	Si con las tecnologías que se están utilizando se puede conseguir la presentación visual deseada, se utiliza texto para transmitir la información en vez de imágenes de texto, excepto en los siguientes casos: Configurable: La imagen de texto es visualmente configurable según los requisitos del usuario. Esencial: Una forma particular de presentación del texto resulta esencial para la información que se transmite.	AA
1.4.6	Contraste (mejorado)	La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 7:1, excepto en los siguientes casos: Textos grandes: Los textos de gran tamaño y las imágenes de texto de gran tamaño tienen una relación de contraste de, al menos, 4.5:1. Incidental: Los textos o imágenes de texto que forman parte de un componente de la interfaz de usuario inactivo, que son simple decoración, que no resultan visibles para nadie o forman parte de una imagen que contiene otros elementos visuales significativos, no tienen requisitos de contraste. Logotipos: El texto que forma parte de un logo o nombre de marca no tiene requisitos de contraste mínimo.	AAA
1.4.7	Sonido de fondo bajo o ausente	Para el contenido de sólo audio grabado que (1) contiene habla en primer plano, (2) no es un CAPTCHA sonoro o un audiólogo, y (3) que no es una vocalización cuya intención principal es servir como expresión musical (como el canto o el rap), se cumple al menos uno de los siguientes casos: Ningún sonido de fondo: El audio no contiene sonidos de fondo. Apagar: Los sonidos de fondo pueden ser apagados. 20 dB: Los sonidos de fondo son, al menos, 20 decibelios más bajos que el discurso en primer plano, con la excepción de sonidos ocasionales que duran solamente uno o dos segundos.	AAA
1.4.8	Presentación visual	En la presentación visual de bloques de texto, se proporciona algún mecanismo para lograr lo siguiente: Los colores de fondo y primer plano pueden ser elegidos por el usuario. El ancho no es mayor de 80 caracteres o signos (40 si es CJK). El texto no está justificado (alineado a los márgenes izquierdo y derecho a la vez). El espacio entre líneas (interlineado) es de, al menos, un espacio y medio dentro de los párrafos y el espacio entre párrafos es, al menos, 1.5 veces mayor que el espacio entre líneas. El texto se ajusta sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento de modo tal que no requiere un desplazamiento horizontal para leer una línea de texto en una ventana a pantalla completa.	AAA
1.4.9	Imágenes de texto (sin excepciones)	Las imágenes de texto sólo se utilizan como simple decoración o cuando una forma de presentación particular del texto resulta esencial para la información transmitida.	AAA
Principio 2: Operable: Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación debe ser manejable.			
Directriz 2.1	Teclado accesible	Poder controlar todas las funciones desde el teclado.	

2.1.1	Teclado	Toda la funcionalidad del contenido es operable a través de una interfaz de teclado sin que se requiera una determinada velocidad para cada pulsación individual de las teclas, excepto cuando la función interna requiere de una entrada que depende del trayecto de los movimientos del usuario y no sólo de los puntos inicial y final.	A
2.1.2	Sin trampas para el foco del teclado	Si es posible mover el foco a un componente de la página usando una interfaz de teclado, entonces el foco se puede quitar de ese componente usando sólo la interfaz de teclado y, si se requiere algo más que las teclas de dirección o de tabulación, se informa al usuario el método apropiado para mover el foco.	A
2.1.3	Teclado (sin excepciones)	Toda la funcionalidad del contenido se puede operar a través de una interfaz de teclado sin requerir una determinada velocidad en la pulsación de las teclas.	AAA
Directriz 2.2	Tiempo suficiente	Proporciona tiempo suficiente a los usuarios para leer y utilizar el contenido	
2.2.1	Tiempo ajustable	Para cada límite de tiempo impuesto por el contenido	A
2.2.2	Poner en pausa, detener, ocultar	Para la información que tiene movimiento, parpadeo, se desplaza o se actualiza automáticamente	A
2.2.3	Sin tiempo	El tiempo no es parte esencial del evento o actividad presentada por el contenido, exceptuando los multimedia sincronizados no interactivos y los eventos en tiempo real.	AAA
2.2.4	Interrupciones	El usuario puede postergar o suprimir las interrupciones, excepto cuando las interrupciones implican una emergencia.	AAA
2.2.5	Re-autenticación	Cuando expira una sesión autenticada, el usuario puede continuar la actividad sin pérdida de datos tras volver a identificarse.	AAA
Directriz 2.3	Ataques epilépticos	No diseñar contenido que pueda causar ataques epilépticos.	
2.3.1	Umbral de tres destellos o menos	Las páginas web no contienen nada que destelle más de tres veces en un segundo, o el destello está por debajo del umbral de destello general y de destello rojo.	A
2.3.2	Tres destellos	Las páginas web no contienen nada que destelle más de tres veces por segundo.	AAA
Directriz 2.4	Navegación	Proporciona formas para ayudar a los usuarios a navegar, a buscar contenido y a determinar dónde están estos.	
2.4.1	Evitar bloques	Existe un mecanismo para evitar los bloques de contenido que se repiten en múltiples páginas web.	A
2.4.2	Titulado de páginas	Las páginas web tienen títulos que describen su temática o propósito.	A
2.4.3	Orden del foco	Si se puede navegar secuencialmente por una página web y la secuencia de navegación afecta su significado o su operación, los componentes que pueden recibir el foco lo hacen en un orden que preserva su significado y operabilidad.	A
2.4.4	Propósito de los enlaces (en contexto)	El propósito de cada enlace puede ser determinado con sólo el texto del enlace o a través del texto del enlace sumado al contexto del enlace determinado por software, excepto cuando el propósito del enlace resultara ambiguo para los usuarios en general.	A
2.4.5	Múltiples vías	Se proporciona más de un camino para localizar una página web dentro de un conjunto de páginas web, excepto cuando la página es el resultado, o un paso intermedio, de un proceso.	AA
2.4.6	Encabezados y etiquetas	Los encabezados y etiquetas describen el tema o propósito.	AA
2.4.7	Foco visible	Cualquier interfaz de usuario operable por teclado tiene una forma de operar en la cual el indicador del foco del teclado resulta visible.	AA
2.4.8	Ubicación	Se proporciona información acerca de la ubicación del usuario dentro de un conjunto de páginas web.	AAA
2.4.9	Propósito de los enlaces (sólo enlaces)	Se proporciona un mecanismo que permite identificar el propósito de cada enlace con sólo el texto del enlace, excepto cuando el propósito del enlace resultara ambiguo para los usuarios en general.	AAA
2.4.10	Encabezados de sección	Se usan encabezados de sección para organizar el contenido.	AAA
Principio 3: Comprensible. La información y las operaciones de usuarios deben ser comprensibles.			
Directriz 3.1	Legible	Hacer contenido de texto legible y comprensible.	
3.1.1	Idioma de la página	El idioma predeterminado de cada página web puede ser determinado por software.	A
3.1.2	Idioma de las partes	El idioma de cada pasaje o frase en el contenido puede ser determinado por software, excepto los nombres propios, términos técnicos, palabras en un idioma indeterminado y palabras o frases que se hayan convertido en parte natural del texto que las rodea.	AA
3.1.3	Palabras inusuales	Se proporciona un mecanismo para identificar las definiciones específicas de palabras o frases usadas de modo inusual o restringido, incluyendo expresiones idiomáticas y jerga.	AAA
3.1.4	Abreviaturas	Se proporciona un mecanismo para identificar la forma expandida o el significado de las abreviaturas.	AAA
3.1.5	Nivel de lectura	Cuando un texto requiere un nivel de lectura más avanzado que el nivel mínimo de educación secundaria una vez que se han eliminado nombres propios y títulos, se	AAA

		proporciona un contenido suplementario o una versión que no requiere un nivel de lectura mayor a ese nivel educativo.	
3.1.6	Pronunciación	Se proporciona un mecanismo para identificar la pronunciación específica de las palabras cuando el significado de esas palabras, dentro del contexto, resulta ambiguo si no se conoce su pronunciación.	AAA
Directriz 3.2	Previsible	Hacer la apariencia y la forma de utilizar las páginas web previsibles.	
3.2.1	Al recibir el foco	Cuando cualquier componente recibe el foco, no inicia ningún cambio en el contexto.	A
3.2.2	Al recibir entradas	El cambio de estado en cualquier componente de la interfaz de usuario no provoca automáticamente un cambio en el contexto a menos que el usuario haya sido advertido de ese comportamiento antes de usar el componente.	A
3.2.3	Navegación coherente	Los mecanismos de navegación que se repiten en múltiples páginas web dentro de un conjunto de páginas web aparecen siempre en el mismo orden relativo cada vez que se repiten, a menos que el cambio sea provocado por el propio usuario.	AA
3.2.4	Identificación coherente	Los componentes que tienen la misma funcionalidad dentro de un conjunto de páginas web son identificados de manera coherente.	AA
3.2.5	Cambios a petición	Los cambios en el contexto son iniciados únicamente a solicitud del usuario o se proporciona un mecanismo para detener tales cambios.	AAA
Directriz 3.3	Asistencia a la entrada de datos	Los usuarios de ayuda evitarán y corregirán errores.	
3.3.1	Identificación de errores	Si se detecta automáticamente un error en la entrada de datos, el elemento erróneo es identificado y el error se describe al usuario mediante un texto.	A
3.3.2	Etiquetas o instrucciones	Se proporcionan etiquetas o instrucciones cuando el contenido requiere la introducción de datos por parte del usuario	A
3.3.3	Sugerencias ante errores	Si se detecta automáticamente un error en la entrada de datos y se dispone de sugerencias para hacer la corrección, entonces se presentan las sugerencias al usuario, a menos que esto ponga en riesgo la seguridad o el propósito del contenido.	AA
3.3.4	Prevención de errores (legales, financieros, datos)	Para las páginas web que representan para el usuario compromisos legales o transacciones financieras; que modifican o eliminan datos controlables por el usuario en sistemas de almacenamiento de datos; o que envían las respuestas del usuario a una prueba, se cumple al menos uno de los siguientes casos: Reversible: El envío es reversible. Revisado: Se verifica la información para detectar errores en la entrada de datos y se proporciona al usuario una oportunidad de corregirlos. Confirmado: Se proporciona un mecanismo para revisar, confirmar y corregir la información antes de finalizar el envío de los datos.	AA
3.3.5	Ayuda	Se proporciona ayuda dependiente del contexto.	AAA
3.3.6	Prevención de errores (todos)	Para las páginas web que requieren al usuario el envío de información, se cumple al menos uno de los siguientes casos: Reversible: El envío es reversible. Revisado: Se verifica la información para detectar errores en la entrada de datos y se proporciona al usuario una oportunidad de corregirlos. Confirmado: Se proporciona un mecanismo para revisar, confirmar y corregir la información antes de finalizar el envío de los datos.	AAA
Principio 4: Robustez: el contenido deber ser suficientemente robusto para que pueda ser bien interpretado por una gran variedad de agentes de usuario, incluyendo tecnologías de asistencia.			
Directriz 4.1	Compatible	Maximiza la compatibilidad con los agentes de usuario actuales y futuros, incluyendo tecnologías de asistencia	
4.1.1	Procesamiento	En los contenidos implementados mediante el uso de lenguajes de marcas, los elementos tienen las etiquetas de apertura y cierre completas; los elementos están anidados de acuerdo a sus especificaciones; los elementos no contienen atributos duplicados y los ID son únicos, excepto cuando las especificaciones permitan estas características.	A
4.1.2	Nombre, función, valor	Para todos los componentes de la interfaz de usuario (incluyendo, pero no limitado a: elementos de formulario, enlaces y componentes generados por scripts), el nombre y la función pueden ser determinados por software; los estados, propiedades y valores que pueden ser asignados por el usuario pueden ser especificados por software; y los cambios en estos elementos se encuentran disponibles para su consulta por las aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.	A

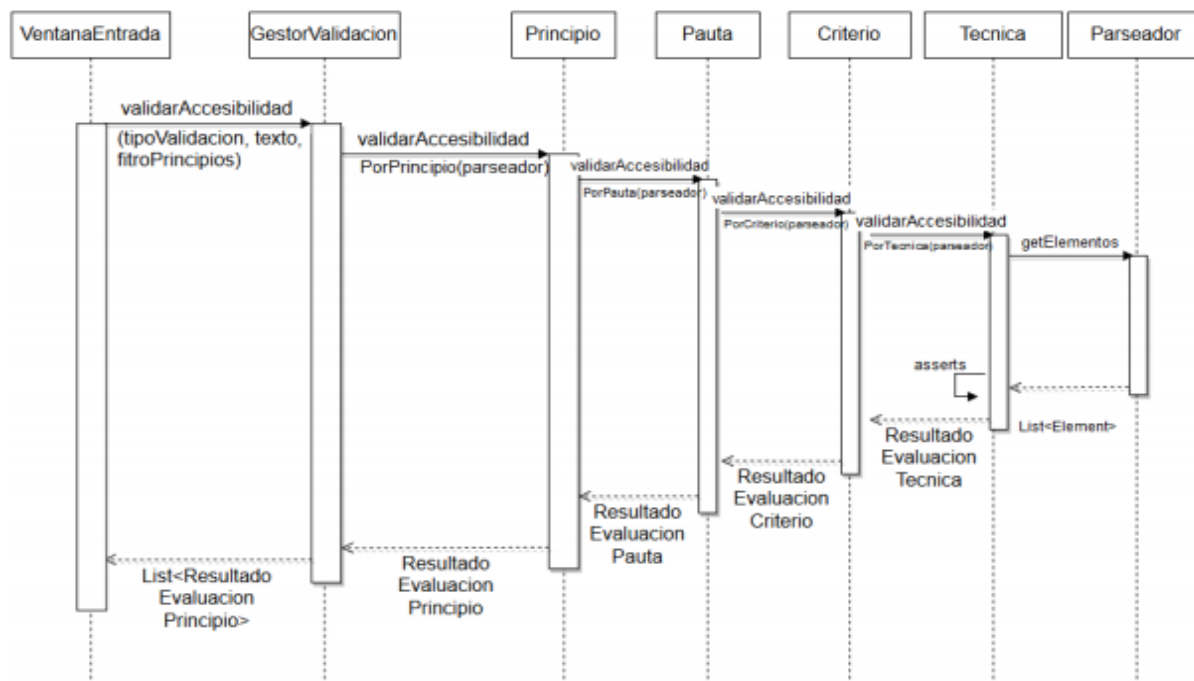
Nota. Información obtenida de <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=criterios-2.0>

Como funciona un sistema de evaluación automática

Un sistema de evaluación automático permite el análisis de evaluación de accesibilidad a los sitios web que se desea conocer el nivel de conformidad establecido dentro de las pautas WCAG 2.0, a través del análisis de su código fuente bajo una secuencia desde la ventana de entrada, hasta el análisis del principio, pautas, criterios, técnica, que arrojan como resultado y el nivel de cumplimiento que el sitio web tiene.

Figura 3

Diagrama de Secuencia del Sistema ARWeb.



Esta secuencia se puede implementar dentro de otros Framework que persiguen el mismo objetivo basado en el análisis de accesibilidad web, debido a que esta desarrollado como tecnología libre y abierta al uso de quien la desee implementar dentro de sus proyectos.

Corrector web

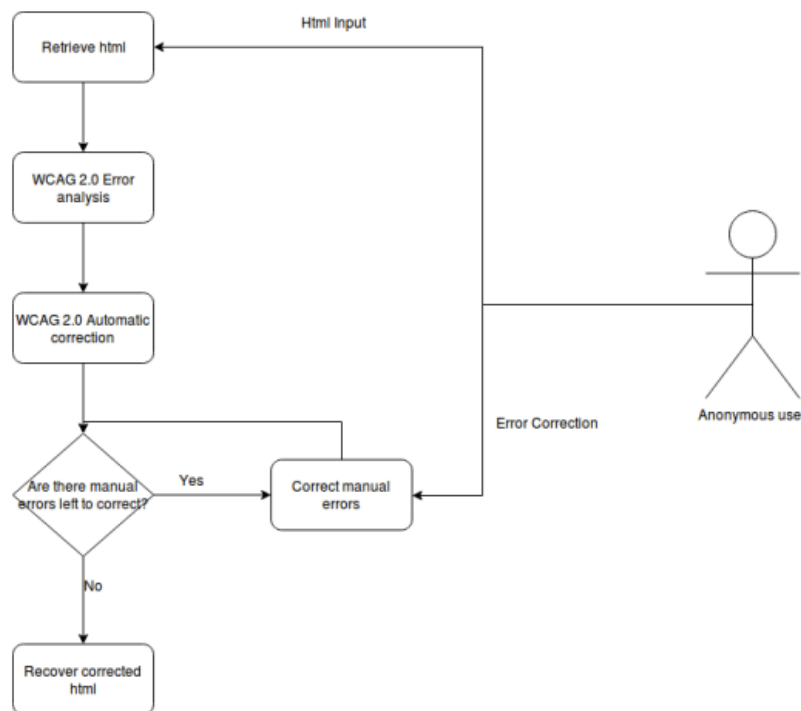
En base al análisis y a los resultados que se obtiene en la fase anterior con el uso de herramientas externas o herramientas propias desarrolladas para tales fines, se identifican errores dentro del sitio web en torno a accesibilidad web, es hora de establecer procesos de corrección de errores a nivel de código de fuente con la finalidad de tener una web más accesible (Fontana, 2018)

El Framework conceptual cuenta con una fiabilidad del 95% de certeza en la identificación de errores de incumplimiento de accesibilidad establecidos dentro de la norma WCAG 2.0 en Ecuador, estas respuestas se generan en base al proceso de combinar estrategias de evaluación automática y manual, lo que permite que se identifiquen de mejor forma los distintos incumplimientos a la norma.

El proceso de corrección web establecido por el Framework es manual, donde el funcionario encargado de velar por el cumplimiento de los criterios de accesibilidad debe proceder a corregir los

criterios a nivel de codificación, sin embargo más adelante se plantea la implementación de un sistema de corrección web automático que combine el analizador con el corrector de forma automática, que permita optimizar los niveles de accesibilidad web.

Figura 4
Corrector web



CONCLUSIONES

El Framework conceptual desarrollado para analizar, evaluar y corregir un sitio web con los criterios establecidos por las normas de WCAG 2.0 bajo el nivel de conformidad 2.0 establecido en Ecuador permite que la Universidad Estatal de Bolívar cumpla con las exigencias determinadas por los órganos rectores encargados de dichos procesos.

El Framework de accesibilidad web establece un proceso sistemático y secuencial de las distintas fases por las que un sitio web debe transitar para llegar a determinar y corregir los criterios de cumplimiento de la norma WCAG 2.0, sin embargo, el desarrollador del sitio web tiene la potestad de proceder a corregir los errores de accesibilidad web identificados, ya que el proceso de corrección es manual.

En la actualidad existen un sinnúmero de herramientas de evaluación de accesibilidad web bajo la norma WCAG 2.0 lo que brinda un amplio abanico a los encargados del desarrollo de sitios web de instituciones educativas, por otro lado la gran mayoría de estas tecnologías brindan reportes detallados sobre que secciones del sitio web están incumpliendo con la norma, lo que permite proceder a la corrección de una forma fácil, y finalmente la evaluación manual combinada con la automática llega a un mayor nivel de certeza en cuanto a identificar falencias de accesibilidad web.

El Framework se ha desarrollado con la finalidad de evaluar los diferentes tipos de perfiles de discapacidad, así como las barreras o dificultades de accesibilidad web que permita a los desarrolladores de los sitios web institucionales contar con una herramienta compacta que de soporte al desarrollo de sitios web accesibles.

FINANCIACIÓN (Obligatorio)

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES (Obligatorio)

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA (Obligatorio)

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Bosquez, V. A., Zula, J. A.,	Camacho, L. A., & Gallo, V. T
Participar activamente en:		
Conceptualización	X	X
Análisis formal	X	X
Adquisición de fondos	X	
Investigación	X	
Metodología		X
Administración del proyecto		X
Recursos		X
Redacción –borrador original	X	
Redacción –revisión y edición	X	X
La discusión de los resultados	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor Juan Carlos Santillán Lima, y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2012). Ley orgánica de discapacidades. *Suplemento -- Registro Oficial N° 796*. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2017). Reglamento a la ley orgánica de discapacidades. *Registro Oficial Suplemento 109 de 27-oct.-2017*. Quito, Ecuador.

Bosquez-Barcenas, V., Del Pozo, R., Fierro-Saltos, W., & Pacheco-Mendoza, S. (2020). Análisis de accesibilidad web en las universidades ecuatorianas para atender las necesidades de estudiantes con discapacidad. *Enlace universitario*, 129-144.
doi:<https://doi.org/10.33789/enlace.18.52>

Carvajal, C. M. (2020). Web accessibility evaluation of Chilean universities. *Formacion Universitaria*, 69 - 76.

- Chanchí, G., Idrobo, C., & Vidal, M. (2017). Recomendaciones para el diseño e implementación de aplicaciones web accesibles, teniendo en cuenta la norma NTC 5854. En E. Serna, *Investigación formativa en Ingeniería* (pág. 345).
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades . (2014). NTE INEN-ISO/IEC 40500. Quito, Ecuador.
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2021). *Estadísticas de Discapacidad*. Obtenido de Total de personas con discapacidad registradas en el Registryro Nacional de Discapacidad : <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- Constanzo, M., & Casas, S. (2018). Usabilidad de Framework Web: identificación de problemas y propuesta de evaluación. *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, (págs. 642-651).
- Fontana, M. (2018). *Herramienta de análisis de accesibilidad WCAG 2.0*. Escola Politècnica Superior Universitat de les Illes Balears.
- Joomla. (2021). *Accessibility Enabler*. Obtenido de Joomla Extensions Directory: <https://extensions.joomla.org/extension/style-a-design/accessibility/accessibility-enabler/>
- Malqui, D. (2015). Diseño y desarrollo Web accesible utilizando HTML5 y CSS3 con nivel de conformidad A, respecto a las pautas WCAG. *Revista Científica sobre Accesibilidad Universal*, 41-104.
- Máñez-Carvajal, C., Cervera-Mérida, J. F., & Fernández-Piqueras, R. (2021). Web accessibility evaluation of top-ranking university Web sites in Spain, Chile and Mexico. *Universal Access in the Information Society*, 179 - 184.
- Miranda , D. G., & Araujo, J. (2020). A framework for integrating web accessibility requirements in agile methodologies. *CEUR Workshop Proceedings*, 40-51.
- Orozco, A. (2020). *Modelo para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad*. Universidad Nacional de Colombia.
- Pandolfo, P., De Armas, A., & Rossi, B. (2017). Herramienta de Accesibilidad Web: ARWeb. *CICCSI2017-Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información*. Argentina.
- Rodríguez, R., Marko, I., Vera, P., Valles, G., & Acevedo , Z. (2017). Evaluación de la usabilidad en sitios web móviles adaptativos. *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires)* (págs. 504-508). Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI).
- Tateo, L. (2021). Web accessibility and usability: Limits and perspectives. *CEUR Workshop Proceedings*.
- W3C. (2021). *Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0*. Obtenido de <http://www.sidar.org/traducciones/wcag20/es/>