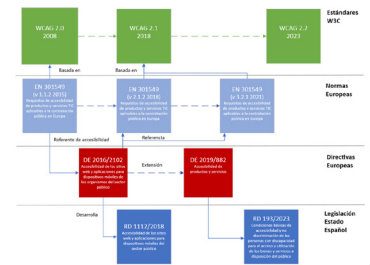


Evaluación de la conformidad con la normativa de accesibilidad web en portales de instituciones obligadas a su cumplimiento

Assessment of web accessibility regulation adherence by institutions with compliance obligations



Javier Herrero-Alonso y David Escudero-Mancebo

Universidad de Valladolid. Departamento de Informática. Campus Miguel Delibes - 47011 Valladolid (España).

DOI: <https://doi.org/10.52152/11128> | Recibido: 04/dic/2023 • Inicio Evaluación: 12/dic/2023 • Aceptado: 25/mar/2024

To cite this article: HERRERO-ALONSO, Javier; ESCUDERO-MANCEBO, David. ASSESSMENT OF WEB ACCESSIBILITY REGULATION ADHERENCE BY INSTITUTIONS WITH COMPLIANCE OBLIGATIONS. DYNA. September October 2024. vol.99, n.5, pp. 509-515. DOI: <https://doi.org/10.52152/D11128>

FINANCIACIÓN

Los autores del artículo agradecen a la Fundación ASPAYM Castilla y León (entidad en la que Javier Herrero Alonso está realizando el Doctorado Industrial), con mención especial a Fernando Gómez por su ayuda con la instalación del Rastreador OAW, herramienta esencial para llevar a cabo el estudio. También quieren agradecer a Mónica Casas Domínguez su aportación en la revisión del estado del arte para el artículo.

Trabajo financiado por el proyecto: PID2020-118216RB-I00/ AEI / 10.13039/501100011033.

ABSTRACT

- Web accessibility is crucial for ensuring universal access to information, a value highly regarded by the European Union and the Spanish government, which have enacted legislation mandating compliance, particularly within the public sector and to a lesser extent in the private sector. This study contrasts the commitment of private entities with that of public ones in adhering to web accessibility standards. Initially, a database of URLs, categorized for reference, was compiled. Subsequently, automated web analysis techniques were employed to produce comparative statistics by sector. The findings indicate that while the public sector has made progress in meeting the regulations, the private sector lags considerably behind. An examination of common errors on websites of private companies obligated to these standards suggests that ignorance of legal responsibilities is the primary cause of accessibility shortcomings.
- **Keywords:** Web Accessibility, Accessibility Evaluation, Regulatory Compliance, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), Digital Accessibility.

RESUMEN

La accesibilidad web es crucial para el acceso universal a la información, un valor altamente estimado por la Unión Europea y el gobierno español, que han establecido legislación exigiendo su adhesión, especialmente en el sector público y, en menor medida, en el privado. Este estudio compara el compromiso de las entidades privadas frente al de las públicas en la implementación de estándares de accesibilidad web. Inicialmente, se compiló una base de datos de URLs clasificadas por categorías para servir de referencia en el análisis. Posteriormente, se aplicaron técnicas de análisis web automáticas para generar estadísticas comparativas

por sector. Los hallazgos revelan que, aunque el sector público ha avanzado en cumplir con la normativa, el sector privado aún se encuentra significativamente rezagado. El análisis de errores comunes en los sitios web de compañías privadas sujetas a estas normas sugiere que la falta de conocimiento sobre sus obligaciones legales es la principal razón detrás de las deficiencias en accesibilidad.

Palabras clave: Accesibilidad web, evaluación de accesibilidad, cumplimiento de normativa, WCAG, accesibilidad digital.

1. INTRODUCCIÓN

Usabilidad, seguridad y accesibilidad son las tres dimensiones que determinan la calidad del acceso a los servicios de información vía web. De estas tres dimensiones, la accesibilidad es la responsable de garantizar que el acceso a la información sea independiente de las características del usuario (discapacidad, edad, etc...). Teniendo en cuenta que la web es hoy en día el principal canal de información, con un nivel de penetración que alcanza el 97% en muchos países desarrollados como Suecia, Noruega o Dinamarca [1], facilitar el acceso a la información a toda la población es un compromiso de responsabilidad social que debería ser también universalmente asumido.

Los ciudadanos con necesidades especiales de la Unión Europea tienen garantizado el derecho a la información ofrecida en webs de instituciones públicas y en servicios públicos gracias a las directivas indicadas en la Figura 1. Estas directivas hacen referencia a la norma europea EN 301549 (que se apoya en los estándares WCAG del W3C) para establecer los criterios mínimos que debe cumplir una web para ser considerada accesible. Los distintos países europeos están obligados a desarrollar legislación que incorpore (con cierto margen legislativo sobre las normas básicas) las directivas en sus respectivos ordenamientos internos para garantizar su cumplimiento. En el caso de España, el RD 1112/2018 da cumplimiento a la directiva europea DE 2016/2102 relativa a la accesibilidad de los sitios web de los organismos del sector público. El RD 193/2023 se compromete a su vez a dar cumplimiento de la directiva DE 2019/882 sobre requisitos de productos y servicios TIC aplicables a la contratación pública. Si la primera directiva obligaba principalmente al sector público, la segunda directiva obliga también a las empresas privadas que ofrezcan determinados servicios públicos. Ya el RD 1112/2018, en su disposición

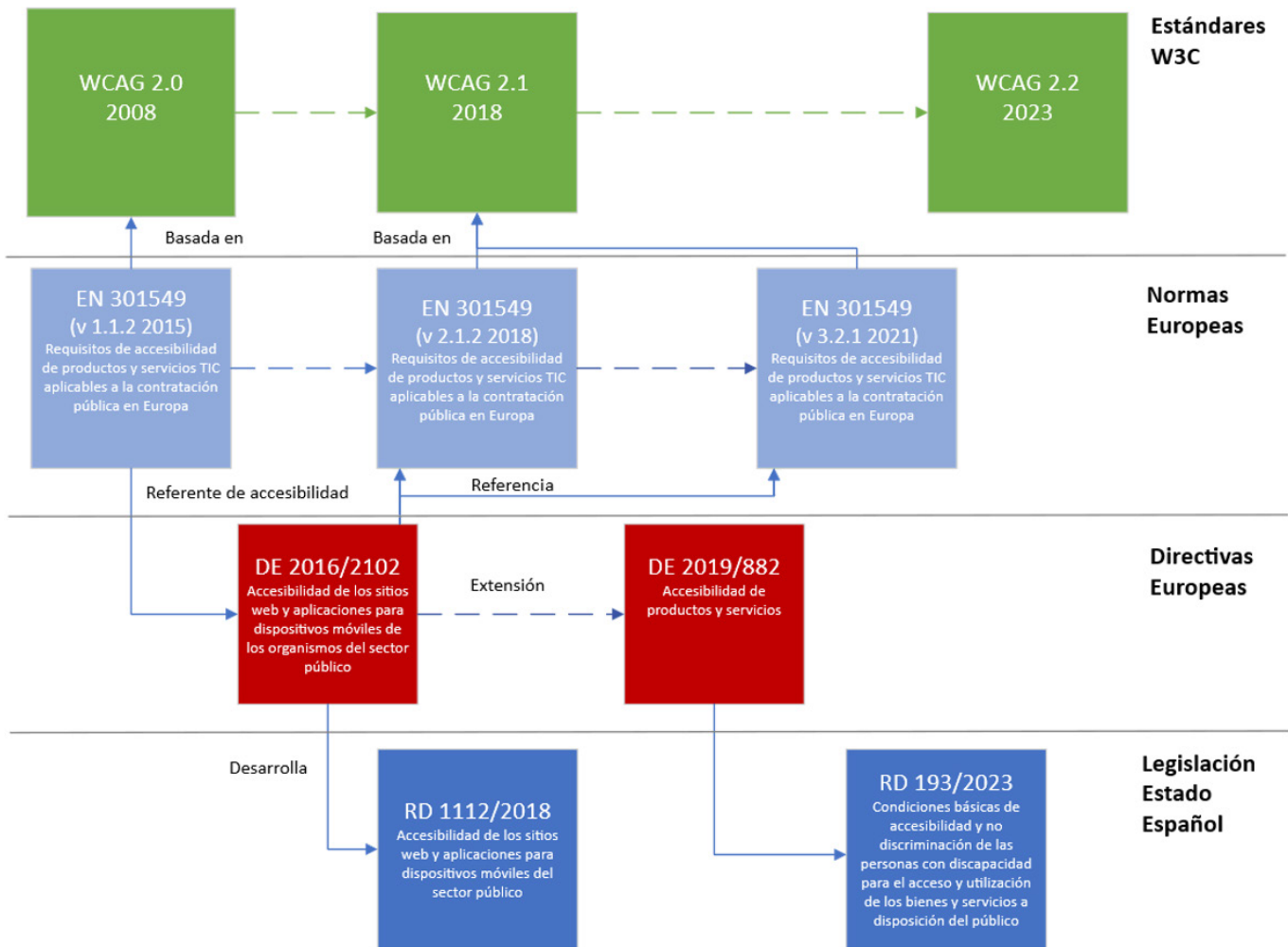


Figura 1 Esquema resumen de legislación y normativa relacionada con la accesibilidad web en el ámbito estatal.

adicional primera, incluía una cláusula que obliga a cumplir los criterios de accesibilidad a "los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles que reciban financiación pública para su diseño o mantenimiento".

Si bien las instituciones públicas realizan importantes esfuerzos para cumplir la normativa, como realizar informes de revisión de la accesibilidad cada 3 años (como poco) y mandarlas al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital [2], no está tan claro que las instituciones privadas, obligadas por ley cuando reciben financiación pública en el desarrollo de sus páginas web, estén realizando el mismo nivel de esfuerzo. La reciente implantación del "Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia", que incluye financiación para la realización de páginas web mediante el denominado "Kit Digital", ofrece una excelente oportunidad para contrastar empíricamente el grado de cumplimiento de las

normas de accesibilidad por parte de empresas obligadas. Para arrojar luz sobre este aspecto, planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- El grado de cumplimiento de la normativa de accesibilidad por parte de empresas privadas obligadas al cumplimiento de la norma, ¿es comparable al grado de cumplimiento por parte de instituciones públicas?
- En caso negativo, ¿cuáles son los aspectos que más alejan ambos tipos de instituciones desde el punto de vista de la accesibilidad web?



Figura 3: Criterios a cumplir en cada uno de los tres niveles de conformidad de las Pautas WCAG-2.1.



Figura 2: Esquema del procedimiento experimental seguido en el trabajo.

La primera pregunta permitirá arrojar luz sobre el estado actual de la cuestión en el panorama estatal, mientras que la segunda nos permitirá saber aquellos criterios en los que se cometen más errores de accesibilidad lo que, a futuro, permitirá realizar recomendaciones para que los desarrolladores eviten los incumplimientos frecuentes y consigan hacer desarrollos accesibles. Por tanto, la intención de este trabajo es la de ayudar a introducir mejoras en el desarrollo web poniendo el acento en los aspectos que deben cumplirse para satisfacer la legislación vigente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para dar respuesta a las preguntas de investigación, se elabora el estudio empírico descrito en la figura 2. Se selecciona una muestra de páginas web teniendo en cuenta las observaciones y los objetivos del estudio. Se configuran dos conjuntos de páginas web, uno de ellos de servicios públicos de la administración y otro de ellos de páginas web de entidades privadas con obligaciones derivadas del RD 1112/2018 (en la sección 2.1 se ofrecen más detalles). Para cada una de las páginas se evalúa su grado de accesibilidad. Como resultado de esta caracterización se configura una tabla de atributos relacionados con la accesibilidad que incluye el grupo al que pertenece cada página web (en la sección 2.2 se muestra el procedimiento y se describen los atributos). Por último, se realiza una comparativa entre grupos que permite comparar si existen diferencias entre grupos y también, determinar en qué aspectos relacionados con la accesibilidad se observan las principales diferencias (sección 2.3). En esta sección se describen los detalles relativos a estas tres fases iniciales. Los resultados y conclusiones se presentan en las secciones 3 y 4 del artículo.

2.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Limitamos el ámbito de estudio a páginas web a instituciones residentes en el estado español por haber empleado un real decreto de ámbito nacional como referencia con respecto a las obligaciones a cumplir. Renunciamos a realizar un muestreo aleatorio por la dificultad de disponer de un catálogo que represente de forma abierta y fiable todo el espacio de páginas web de las entidades que el espacio de páginas web potencialmente analizables. Como alternativa a la selección aleatoria, teniendo en cuenta los objetivos de este estudio, optamos por un muestreo no aleatorio de tipo deliberado (porposing or judgmental sampling [3]) basado en representatividad y relevancia, en el que se eligen dos subconjuntos de páginas web de entidades objetivamente aludidas en el real decreto.

Por el lado de las instituciones públicas (Grupo **GrPUB** en la figura 2) se eligen sitios web del Gobierno de España. Se asume que las páginas correspondientes a este dominio tienen, no sólo la obligación legal, sino también un compromiso con la accesibilidad por responsabilidad corporativa y por imagen. Por el lado de las instituciones privadas (Grupo **GrPRI** en la figura 2) se eligen sitios web de empresas que hayan recibido financiación del "Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España -Financiado por la Unión Europea- Next Generation EU (Programa Kit Digital)". El "Kit Digital" [4] proporciona ayudas económicas para empresas de hasta 50 trabajadores. Estas ayudas están divididas en diferentes categorías de soluciones de digitalización, dentro de las cuales la primera de ellas hace referencia al desarrollo de sitios web para

Heurística	Revisión por parte de un experto en accesibilidad utilizando pautas y principios establecidos. [27]
Automática	Revisión por parte de herramientas automáticas de evaluación que analizan el código fuente y el contenido en busca de problemas sin intervención humana. [28]
Por usuarios	Revisión por usuarios reales (lo ideal es que incluya personas con discapacidad) que interactúan con el sitio web y proporcionen retroalimentación sobre su experiencia.[29]

Tabla 1: Clasificación de métodos de evaluación.

las empresas que reciben la ayuda. En las bases de estas ayudas, cuya cuantía es de 2.000€, está la exigencia de que los sitios web desarrollados cumplan los criterios de conformidad de nivel AA de las Pautas WCAG-2.1. Como se presenta en la figura 3, esto implica cumplir los 30 criterios del nivel A más 20 adicionales que tiene el nivel AA (50 en total). Existe un tercer nivel AAA que incluye 28 criterios más que se recomienda también su cumplimiento (pero quedan fuera del estudio al no ser obligatorios).

Las páginas web del grupo GrPUB se seleccionan tomando aquellas que pertenecen al dominio "gob.es". Para poder registrar un dominio en el dominio gob.es se requiere una verificación previa en el registrador de dominios ya que este dominio está reservado a Organismos Públicos e Instituciones gubernamentales del Gobierno de España [5]. Se crea una lista exhaustiva realizando una consulta en el buscador Google con la especificación site:.gob.es y se ha filtrado la salida para eliminar repeticiones.

Las páginas web del grupo GrPRI se seleccionan tomando webs que contienen el logotipo del plan financiador. En la convocatoria de subvenciones se impone como requisito incluir el logotipo, por lo que esta condición garantizaría que todas aquellas páginas web que contienen el mismo han sido financiadas con dinero público y, por lo tanto, están obligadas a cumplir los criterios de accesibilidad exigidos por ley.

Para instrumentalizar la búsqueda de direcciones se emplean los buscadores Google y Bing junto con scripts¹ programados en JavaScript para descargar el resultado de la búsqueda. Para localizar las webs de GrPUB el término de búsqueda en Google es "site:.gob.es" y para localizar las webs de GrPRI el término de búsqueda es el logotipo del plan financiador de la versión con búsqueda de imágenes del buscador Bing. Se hace una selección balanceada que tiene en cuenta el orden de relevancia en la búsqueda y la repetición de subdominios y enlaces dentro de un mismo dominio, como se detalla en la sección 3 de resultados.

Para la muestra GrPUB, se ha trabajado con los 200 primeros resultados de búsqueda de "site:.gob.es" y, a través de un script desarrollado para obtener los dominios raíz de la búsqueda y eliminar los repetidos, se obtuvo una muestra de 94 sitios web únicos. Por otra parte, con la búsqueda en Bing imágenes a través de la imagen de "Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia", gracias a otro script, se obtiene una muestra de GrPRI de 91 sitios web únicos. En este caso, se hace una revisión preliminar para suprimir sitios web que, a simple vista, no debieran formar parte de la muestra (páginas web públicas o de dominios extranjeros), obteniendo así una muestra de 64 sitios web. Para trabajar con muestras del mismo tamaño, la muestra de GrPUB se reduce a los 64 primeros sitios web del listado.

¹ Los scripts utilizados, al igual que las muestras utilizadas y los informes obtenidos con Rastreador OAW, se encuentran disponibles en: <https://github.com/javieralvar/tesis/tree/main/articulo-dyna>

Nivel	Criterio	GrPUB				GrPRI				Diferencia 0 F % GrPRI-GrPUB	
		0 F %	1 P %	0.5 P %	- P %	0 F %	1 P %	0.5 P %	- P %		
A	1.1	Existencia de alternativas textuales	34,4%	64,1%		1,6%	50,0%	50,0%		15,6%	
A	1.2	Uso de encabezados	34,4%	62,5%	3,1%		87,5%	9,4%	3,1%	53,1%	
A	1.3	Uso de listas	21,9%	78,1%			34,4%	65,6%		12,5%	
A	1.4	Tablas de datos	4,7%	12,5%		82,8%	1,6%	6,3%	92,2%	-3,1%	
A	1.5	Agrupación estructural	23,4%	76,6%			71,9%	28,1%		48,4%	
A	1.6	Separación de contenido y presentación	29,7%	70,3%			64,1%	35,9%		34,4%	
A	1.7	Identificación del idioma principal	100,0%	0,0%			100,0%	0,0%		0,0%	
A	1.8	Navegación con javascript accesible y control..	12,5%	87,5%			12,5%	87,5%		0,0%	
A	1.9	Formularios y etiquetas	21,9%	64,1%		14,1%	50,0%	35,9%	14,1%	28,1%	
A	1.10	Formularios y estructura	6,3%	78,1%	1,6%	14,1%	7,8%	56,3%	35,9%	1,6%	
A	1.11	Título de página y de marcos	20,3%	79,7%			26,6%	73,4%		6,3%	
A	1.12	Enlaces descriptivos	59,4%	39,1%		1,6%	87,5%	12,5%		28,1%	
A	1.13	Cambios de contexto	1,6%	98,4%			0,0%	100,0%		-1,6%	
A	1.14	Compatibilidad	48,4%	51,6%			73,4%	26,6%		25,0%	
Subtotales			29,9%	61,6%	0,3%	8,1%	47,7%	42,0%	0,2%	10,2%	17,7%
AA	2.1	Identificación de los cambios de idioma	100,0%	0,0%			96,9%	3,1%		-3,1%	
AA	2.2	Legibilidad y contraste	21,9%	78,1%			39,1%	60,9%		17,2%	
AA	2.3	Maquetación adaptable	7,8%	92,2%			23,4%	76,6%		15,6%	
AA	2.4	Múltiples vías de navegación	17,2%	82,8%			64,1%	35,9%		46,9%	
AA	2.5	Independencia del dispositivo	25,0%	75,0%			68,8%	31,3%		43,8%	
AA	2.6	Navegación consistente	14,1%	84,4%		1,6%	12,5%	87,5%		-1,6%	
Subtotales			31,0%	68,8%	0,0%	0,3%	50,8%	49,2%	0,0%	0,0%	19,8%
Totales			30,2%	63,8%	0,2%	5,8%	48,6%	44,1%	0,2%	7,1%	18,4%

Tabla 2: Distribución de resultados por grupo de los resultados de la evaluación de los distintos criterios de accesibilidad.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Existen tres métodos fundamentales para la evaluación de la accesibilidad (ver Tabla 1): los basados en opiniones de usuarios, los basados en juicios de expertos y los que se apoyan en evaluaciones automáticas. Las evaluaciones automáticas no tienen validez legal para certificar la accesibilidad de un sitio web puesto que la conformidad de muchos criterios requiere de un análisis manual. Sin embargo, estas evaluaciones se usan con frecuencia en las de accesibilidad, no solo por razones económicas, sino porque son objetivas y repetibles, cualidades apreciadas al medir la calidad de los productos. En las evaluaciones heurísticas también se utilizan las evaluaciones automáticas como filtro previo a la emisión de informes, porque pueden permitir encontrar detalles que pasen desapercibidos a los expertos. En el contexto de la evaluación de la accesibilidad, donde las opiniones de los usuarios pueden depender de sus características concretas (discapacidad auditiva, visual...), las evaluaciones realizadas con herramientas automáticas presentan la ventaja de ofrecer una referencia común e independiente de la discapacidad concreta de cada usuario.

Son muchos los trabajos de investigación que emplean herramientas de evaluación automática. Posiblemente la herramienta más empleada en el contexto actual de investigación es WAVE [6], un programa propiedad de la Utah State University² que fun-

Título	ASPAYM Castilla y León Apoyo a la discapacidad
URL	https://www.aspaymcyj.org/
Puntuación media	8.40
Nivel de adecuación estimado	AA

Verificación	Valor	Modalidad
1.1 Existencia de alternativas textuales	1	Pasa
1.2 Uso de encabezados	1	Pasa
1.3 Uso de listas	1	Pasa
1.4 Tablas de datos	No aplica	Pasa
1.5 Agrupación estructural	1	Pasa
1.6 Separación de contenido y presentación	0	Falla
1.7 Identificación del idioma principal	1	Pasa
1.8 Navegación con javascript accesible y control de usuario	1	Pasa
1.9 Formularios y etiquetas	1	Pasa
1.10 Formularios y estructura	1	Pasa
1.11 Título de página y de marcos	1	Pasa
1.12 Enlaces descriptivos	1	Pasa
1.13 Cambios de contexto	1	Pasa
1.14 Compatibilidad	0	Falla

Verificación	Valor	Modalidad
2.1 Identificación de los cambios de idioma	1	Pasa
2.2 Legibilidad y contraste	1	Pasa
2.3 Maquetación adaptable	1	Pasa
2.4 Múltiples vías de navegación	1	Pasa
2.5 Independencia del dispositivo	0	Falla
2.6 Navegación consistente	1	Pasa

Figura 4: Ejemplo de tabla generada por el Rastreador OAW

² WAVE Web Accessibility Evaluation Tools <https://wave.webaim.org>

³ <https://www.achecks.org>

⁴ <https://www.tawdis.net>

⁵ <https://www.totalvalidator.com>

⁶ <https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/>

⁷ <https://chrome.google.com/webstore/detail/lighthouse>

⁸ <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=jaws>

⁹ <https://www.deque.com/axe-devtools-accessibility-testing>

¹⁰ <https://www.siteimprove.com/>

¹¹ <https://nibbler.insites.com>

¹² <https://administracionelectronica.gob.es/ctt/oaw/descargas>

ción con la política del pago por uso y que ha sido empleado en numerosos estudios, entre otros recientes [7][8][9][10][11][12]. Otros sistemas como ACkecks³, Taw⁴, TotalValidator⁵ también se emplean frecuentemente [13][10][14] y otros como AccessMonitor⁶, Lighthouse⁷, Jaws⁸, AxeDevTool⁹, SiteImprove¹⁰ o Nibbler¹¹ se emplean en menor grado. El Gobierno de España dispone de una herramienta propia para la evaluación de la accesibilidad. El Observatorio de Accesibilidad Web pone a disposición de la comunidad el Rastreador OAW con licencia EUPL (Licencia Pública de la Unión Europea) [15] para realizar test automáticos que comprueban el nivel de accesibilidad de las páginas web. En este trabajo optamos por emplear Rastreador OAW WCAG 2.1 (versión 5.3.1)¹² frente a otras opciones porque, al tener esa licencia, se trata de una herramienta de código abierto (software cuyo código fuente es de libre acceso para inspeccionar, modificar y/o mejorar) y cuenta con el apoyo de las instituciones públicas, motivos estos de especial importancia al estar comprobando niveles de cumplimiento de la legalidad que obliga al propio Gobierno de España, tanto para cumplirla como para velar por hacerla cumplir.

El Observatorio de Accesibilidad Web ha desarrollado la Metodología de Seguimiento Simplificado UNE-EN 301549:2022 sobre requisitos de accesibilidad para productos y servicios TIC. Esta norma a su vez está alineada con el estándar WCAG 2.1 del W3C. Para cada web, el Rastreador OAW genera un informe con 20 verificaciones de accesibilidad, 14 de nivel "A" y 6 de nivel "AA" (ver figura 4 con un ejemplo de informe). Por cada uno de estos 20 criterios analizados, ofrece una valoración binaria tipo "Pasa/Falla" con las variantes para el cumplimiento total ("1 P"), incumplimiento total ("0 F"), cumplimiento parcial ("0.5 P") o la no aplicabilidad del criterio ("- P") cuando la página no contenga los elementos evaluados en la verificación (por ejemplo, si no tiene tablas, el criterio 1.4 dará como resultado "- P"). En base a los resultados obtenidos en estos criterios, el informe determina el nivel de conformidad:

- Conformidad nivel AA: dos o menos criterios de nivel A y como mucho uno de nivel AA con incumplimiento total ("0 F").
- Conformidad nivel A: dos o menos criterios de nivel A y más de un criterio de nivel AA con incumplimiento total ("0 F").
- No válido (no conforme con las WCAG 2.1): más de dos criterios de nivel A con incumplimiento total ("0 F").

Junto al nivel de conformidad, el informe ofrece también una nota numérica (del 0 al 10) que está en relación con las verificaciones realizadas. Para calcular esta nota, se suma 1 punto por cada criterio con cumplimiento total ("1 P"), 0,5 puntos por los que tienen cumplimiento parcial ("0.5 P") y el resultado de la suma se divide por el número de criterios que se han evaluado, es decir, 20 menos los que dieron como resultado no aplicabilidad del criterio ("- P"). Además del nivel de conformidad y de la nota numérica, el informe aporta también recomendaciones de mejora para solucionar los problemas detectados. Para realizar esta asignación de valores, la herramienta realiza 105 comprobaciones que tienen que ver con los distintos criterios impuestos por la norma.

2.3. COMPARACIÓN DE GRUPOS

Para comparar los grupos se plantea un test hipótesis sobre las diferencias en los valores de las características de accesibilidad de las páginas web en ambos grupos. Primero se visualiza la distribución de los valores de las características empleando diagramas de barras. Los valores numéricos del nivel global de accesibilidad se comparan también gráficamente empleando box-plots. Para evaluar si las diferencias entre grupos son estadísticamente significa-

tivas se emplea el test de comparación de porcentajes Chi Square para la evaluación de las diferentes características y el t-test de significatividad estadística para la comparación de los niveles globales de accesibilidad.

Se utilizan las librerías de Python matplotlib.pyplot para la visualización de gráficos (pyplot.boxplot y pandas.DataFrame.plot(type=bar)) y scipy.stats para los tests estadísticos (ttest_ind, mannwhitneyu y chi2_contingency). Se emplea pandas y numpy para acumular valores de los archivos de características. Se tabulan los resultados por criterios de verificación para identificar los errores cometidos con mayor frecuencia. El código de los scripts empleados para realizar el procedimiento experimental descrito se encuentra en <https://github.com/javieralvar/tesis/tree/main/articulo-dyna>.

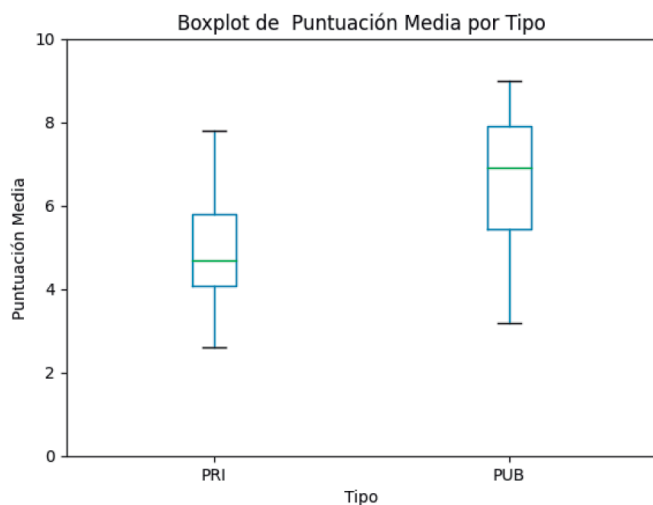
3. RESULTADOS

La tabla 2 muestra la distribución de los resultados para cada uno de los criterios de accesibilidad que analiza el Rastreador OAW por grupo. Con respecto a los criterios de nivel A, la columna final muestra que la principal diferencia está en el criterio 1.2 relativo al uso de encabezados (53 puntos porcentuales de diferencia). Existen también marcadas diferencias en lo que hace referencia a los criterios 1.5, 1.6, 1.9, 1.12 y 1.14 con diferencias entre 25 y 53 puntos porcentuales. Con respecto al nivel AA, la principal diferencia está en los apartados 2.4 relativo a las múltiples vías de navegación con 47 puntos de diferencia, y en el apartado 2.5, independencia del dispositivo con un 44%. Al aplicar el test Chi-square sobre las distribuciones de resultados en conjunto (filas Subtotal de la tabla 2), comprobamos que las diferencias entre porcentajes para ambos grupos son estadísticamente significativas con valores de pvalue igual 1.6e-15 y 1.2e-07 para "A" y "AA" respectivamente. En el apartado de discusión valoramos la importancia relativa del incumplimiento de alguno de los criterios analizados.

Las páginas de GrPUB mantienen valores inferiores al 35% en los porcentajes de incumplimiento de los criterios (columna OF) excepto en los criterios 1.12 y 1.14 y en los criterios relativos a la identificación y cambio de idioma, el 1.7 y 2.1. Estos dos últimos criterios, tras una comprobación manual, observamos que la medida ofrecida por la versión utilizada del Rastreador OAW en estos criterios no es fiable, ya que la versión utilizada ofrece falsos negativos, motivo por el cual se excluyen del estudio y se recalcula, siguiendo la metodología del Rastreador OAW[16], el cumplimiento de las Pautas WCAG 2.1 a nivel A y AA.

Con respecto a la valoración global de la puntuación media del nivel de accesibilidad de las páginas web, la figura 5 muestra los boxplots correspondientes a las puntuaciones obtenidas por ambos grupos. Las diferencias son estadísticamente (pvalue = 3.5e-13 t-test).

Los informes de la caracterización de las páginas web, indican que tan sólo el 11% de las empresas que recibieron financiación para hacer el sitio web (grupo GrPRI) son accesibles acorde a las pautas WCAG 2.1 a nivel AA, mientras que en los sitios web del gobierno de España el 62% cumplen con la normativa de accesibilidad establecida. La razón para que no se pasen los test está en el bajo porcentaje de resultados "1P". En el caso de los criterios necesarios para obtener el nivel de accesibilidad "A", sólo el 42% de los resultados obtiene la valoración "1P" en GrPRI, mientras que para GrPUB ese porcentaje se eleva al 62%. En el caso del nivel "AA", la diferencia también es del 20% (49% vs 69%). Como consecuencia, los porcentajes de valores "OF" son más altos en las webs "GrPRI".



Estadísticas para GrPRI		Estadísticas para GrPUB	
count	64.000000	count	64.000000
mean	4.767188	mean	6.757812
std	1.223974	std	1.527609
min	2.600000	min	3.200000
25%	4.075000	25%	5.450000
50%	4.700000	50%	6.900000
75%	5.800000	75%	7.900000
max	7.800000	max	9.000000

Figura 5: Boxplots y estadísticos relativos a la puntuación media de accesibilidad según ROAW en las muestras analizadas

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La muestra elegida permite dar respuesta a las preguntas de investigación y poner en evidencia las grandes diferencias que se observan en el grado de atención a los criterios de accesibilidad entre instituciones públicas y privadas. En otros trabajos del estado del arte, cuando se pone el foco en empresas privadas, suelen elegirse las empresas por su relevancia, sea por volumen de negocio [15], [17], [18] por sus posiciones en clasificaciones de sostenibilidad [19] (Dow Jones Sustainability World Index 2018) o de prestigio [20], exhaustivas por sector (bancos [21]). En nuestro caso, se ha seguido un criterio práctico que garantiza que estas empresas están obligadas a cumplir con el estándar. Frente a las aproximaciones previas encontradas en el estado del arte, en este caso, no se trata de grandes empresas, sino de empresas pequeñas que han recibido financiación pública para contratar a los llamados agentes digitalizadores que están obligados a desarrollar sitios web accesibles. Con respecto a la elección de páginas del grupo del sector público, nos hemos centrado en las webs gubernamentales, no sólo porque que la obligación de cumplir la norma es muy clara, sino también porque la herramienta empleada para comprobar dicho cumplimiento pertenece a la misma institución. En trabajos futuros, el estudio podría hacerse extensivo a otras instituciones locales o autonómicas. Otros trabajos del estado del arte analizan universidades [22] [23], hospitales [7][10] o bibliotecas [24]. Como resultado de este trabajo, el equipo investigador dispone de herramientas para realizar otros trabajos de comparación sectorial que serán realizados en trabajos futuros, pero parecía apropiado focalizar el estudio para poder dar respuesta a las preguntas de investigación.

Por lo general, a la hora de desarrollar una página web se hace uso de gestores de contenido (con WordPress a la cabeza) o frameworks que ayudan y agilizan el proceso. Estas herramientas están preparadas para crear sitios web accesibles, pero la falta de conocimiento de los desarrolladores en materia de accesibilidad los lleva a crear barreras de accesibilidad. Observando los resultados de los criterios analizados, se puede observar que existe una diferencia significativa respecto a la muestra analizada de GrPUB, en los criterios que exigen un trabajo más activo por parte del desarrollador para conseguir no crear barreras de accesibilidad. Por ejemplo, a la hora de utilizar encabezados se han de usar de forma jerárquica (criterio 1.2), pero es más fácil utilizarlos según el estilo que tienen por defecto en vez de andar modificando las hojas de estilo. Al igual que es más cómodo hacer uso de elemen-

tos desaconsejados a la hora de presentar información, como son las tablas de maquetación o contenido que transmite información desde las hojas de estilo con los pseudoelementos :before o :after (criterio 1.6).

Volviendo a los gestores de contenidos, en los que se desarrollan la práctica totalidad de las webs analizadas, podemos acuñar el término "errar por defecto" para referirnos a los errores cometidos por emplear los valores que estos gestores ofrecen como valores por defecto, por ejemplo el atributo ALT vacío en imágenes que aportan información, saltos de niveles de encabezados, ausencia del foco en determinados plugins, ... Una tendencia de presente y de futuro es el empleo de técnicas de Inteligencia Artificial para incluir valores automáticamente a estos campos de información que normalmente aparecen vacíos[25].

Cabe preguntarse si la causa de la diferencia entre los dos grupos es debida a que la cantidad de dinero que reciben las empresas en el kit digital es relativamente baja en comparación con el presupuesto que puede tener la administración del estado para hacer los desarrollos web. Desde la experiencia de los autores de este artículo defendemos que el hecho de que la ayuda económica recibida no sea alta no puede ser excusa porque el cumplimiento de los criterios figura en la convocatoria de antemano, el volumen de trabajo que supone implementarlos no es tanto y la accesibilidad, al ser normativa, debe ser prioritaria. Alguno de los errores es debido en ocasiones a la preocupación de lograr un buen diseño con el mayor ahorro de tiempo posible. Otros, como los formularios mal etiquetados y estructurados (criterios 1.9), el uso de enlaces que no son descriptivos (criterio 1.12), el lenguaje mal estructurado (ausencia de DTD válido o código HTML y CSS no procesable) o el foco de teclado incorrectamente señalado, probablemente se deban a la falta de formación sobre accesibilidad digital. Por último, debido a la sencillez de las webs de la mayoría de los casos de GrPRI, probablemente los desarrolladores han decidido prescindir de un mapa web o un buscador (criterio 2.4.), lo que también conlleva falta de accesibilidad de cara a encontrar los contenidos dentro de las webs.

En [26] se presentan los resultados de una encuesta entre empresas privadas para conocer el grado de interés que tienen sobre accesibilidad web y el impacto en el volumen de negocio. Se constata que la sensibilidad depende de las estrategias de responsabilidad corporativa, de la importancia relativa de existencia de la web en el negocio, la frecuencia de actualizaciones de la web, del tipo de clientes y de la disposición de los responsables. La

muestra elegida para GrPRI está integrada por webs desarrolladas con fondos europeos para empresas de hasta 50 trabajadores. En la mayoría de los casos se trata de webs sin gran complejidad, lo que debería suponer mayor facilidad a la hora de cumplir con el deber (según la normativa de las ayudas) de ser accesibles. Pero, como se ha observado, las empresas que han desarrollado estos sitios web no tuvieron en cuenta la accesibilidad en el desarrollo. También en [26] se apunta entre los motivos por los que las empresas no desarrollan webs accesibles, el hecho de que muchas empresas de desarrollo web carecen de un plan estratégico, desarrollando soluciones ad hoc, posiblemente con incompatibilidades de diseño corporativo o problemas de argumentación, lo que a menudo resulta en un fracaso en la implementación. Además, la cultura corporativa, el clima y los valores influyen en la resistencia de los empleados al cambio y en la toma de decisiones de gestión, concluyendo que, en muchos casos, la conciencia sobre el tema de la accesibilidad web no está presente en el sector privado. En este tipo de contexto, la difusión, la aplicación y la vigilancia de normas se hace más que necesaria y apuntamos como responsables de la situación al desconocimiento por parte de las empresas de la obligación de atender la norma cuando la empresa recibe financiación pública y la permisividad por parte de la administración pública.

Declaramos las siguientes limitaciones del estudio:

Como limitaciones del presente estudio, primero indicamos que los resultados de las evaluaciones se han obtenido con una herramienta automática sin realizar revisiones posteriores. Aunque se trata de la herramienta proporcionada por el Gobierno de España para realizar el servicio de diagnóstico en línea para las administraciones públicas, la certificación requiere de una revisión manual que no se ha realizado. Además, la muestra GrPUB se ha centrado en las instituciones del Gobierno, sin ampliar el alcance a instituciones locales o autonómicas; algunas instituciones locales podrían tener también limitaciones comparables a las de las empresas modificando las estadísticas del grupo GrPUB. El análisis sectorial del sector público será motivo de futuros estudios.

REFERENCIAS

- [1] DataReportal and "We are social," "Global internet penetration rate as of July 2023, by region," <https://www.statista.com/statistics/269329/penetration-rate-of-the-internet-by-region/>.
- [2] Gobierno de España, "Seguimiento y presentación de informes." Accessed: Jan. 31, 2024. [Online]. Available: https://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/pae_Estrategias/pae_Accesibilidad/implantacion-rd-1112-2018/monitorizacion_y_reporte.html
- [3] S. L. Lohr, *Sampling: design and analysis*. CRC press, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429298899>
- [4] Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Orden ETD/1498/2021, de 29 de diciembre, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de ayudas para la digitalización de pequeñas empresas, microempresas y personas en situación de autoempleo, en el marco de la Agenda España Digital 2025, el Plan de Digitalización PYMES 2021-2025 y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España -Financiado por la Unión Europea- Next Generation EU (Programa Kit Digital). Spain, 2021. Accessed: Oct. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.boe.es/eli/es/o/2021/12/29/etd1498>. DOI: <https://doi.org/10.33588/imagendiagnostica.1201.120>
- [5] Ministerio de Economía y Empresa, "Carta de Servicios: Dominios '.es.'" 2017. Accessed: Jul. 26, 2023. [Online]. Available: https://sede.red.gob.es/sites/sede/files/Carta%20de%20Servicios%20Dominios_0.pdf
- [6] L. R. Kasday, "A tool to evaluate universal Web accessibility," in Proceedings on the 2000 conference on Universal Usability, 2000, pp. 161-162. DOI: <https://doi.org/10.33588/imagendiagnostica.1201.120>
- [7] N. Alajarmeh, "Evaluating the accessibility of public health websites: an exploratory cross-country study," *Univers Access Inf Soc*, vol. 21, no. 3, pp. 771-789, 2022.
- [8] S. Alismail and W. Chipidza, "Accessibility evaluation of COVID-19 vaccine registration websites across the United States," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 28, no. 9, pp. 1990-1995, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocab105>
- [9] F. Rubáček, I. Jindřichovská, Z. Horváthová, and J. Abrahám, "Accessibility of websites of the European national tourism boards," 2020.
- [10] P. Acosta-Vargas, P. Hidalgo, G. Acosta-Vargas, M. Gonzalez, J. Guña-Moya, and B. Salvador-Acosta, "Challenges and improvements in website accessibility for health services," in *Intelligent Human Systems Integration 2020: Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2020): Integrating People and Intelligent Systems*, February 19-21, 2020, Modena, Italy, 2020, pp. 875-881.
- [11] M. Laamanen, T. Ladoñlahti, H. Puupponen, and T. Kärkkäinen, "Does the law matter? An empirical study on the accessibility of Finnish higher education institutions' web pages," *Univers Access Inf Soc*, pp. 1-17, 2022.
- [12] P. Johnson and M. Lilley, "Software Prototype for the Ensemble of Automated Accessibility Evaluation Tools," in *International Conference on Human-Computer Interaction*, 2022, pp. 532-539.
- [13] B. A. KHASAWNEH, "Websites Accessibility Compliance of Official Agencies for Disabilities," in *Proceedings of the 13th International Conference on Society and Information Technologies (ICSIT 2022)*, 2022, pp. 62-67.
- [14] P. Parajuli and E. Eika, "A comparative study of accessibility and usability of Norwegian university websites for screen reader users based on user experience and automated assessment," in *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Approaches and Supporting Technologies: 14th International Conference, UAHCI 2020*, 2020, pp. 300-310.
- [15] E. Commission, D.-G. for Informatics, and P. Schmitz, *European Union Public Licence (EURL) - Guidelines July 2021*. Publications Office, 2021. doi: [doi:10.2799/77160](https://doi.org/10.2799/77160).
- [16] Gobierno de España, "Metodología del Observatorio de Accesibilidad Web." Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: <https://administracionelectronica.gob.es/Pae/accesibilidad/metodologiaUNE2012v2>
- [17] Y. Akgül, A. O. Uymaz, and A. Baba, "Accessibility, usability, readability, and security analysis of company websites," 2023.
- [18] H. Singh and A. Singh, "Factors Influencing Web Accessibility of Corporate Information: Indian Evidence," *International Journal of E-Business Research (IJEBR)*, vol. 16, no. 3, pp. 1-19, 2020.
- [19] F. Conte, C. Coppola, D. Sardaneli, A. Vollero, and A. Siano, "Accessibility and social inclusion: an empirical investigation on the adoption of World Wide Web Consortium guidelines on corporate websites," *Sinergie Italian Journal of Management*, vol. 40, no. 2, pp. 89-107, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocab105>
- [20] E. T. Loiacono and S. McCoy, "Website accessibility: a cross-sector comparison," *Univers Access Inf Soc*, vol. 4, pp. 393-399, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10209-005-0003-y>
- [21] R. Gonçalves, J. Martins, J. Pereira, M. A.-Y. Oliveira, and J. J. P. Ferreira, "Enterprise web accessibility levels amongst the Forbes 250: Where art thou o virtuous leader?," *Journal of business ethics*, vol. 113, pp. 363-375, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-012-1309-3>
- [22] P. Acosta-Vargas, C. Ramos-Galarza, L. Salvador-Ullauri, G. E. Chanch'li, and J. Jadán-Guerrero, "Improve accessibility and visibility of selected university websites," in *Advances in Human Factors and Systems Interaction: Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conference on Human Factors and Systems Interaction*, July 16-20, 2020, USA, 2020, pp. 229-235.
- [23] B. R. Barricelli, E. Casiraghi, A. Dattolo, and A. Rizzi, "15 years of stanca act: are italian public universities websites accessible?," *Univers Access Inf Soc*, vol. 20, pp. 185-200, 2021. DOI: https://doi.org/10.1386/adch_00038_1
- [24] S. Panda and R. Chakravarty, "Evaluating the web accessibility of IIT libraries: a study of Web Content Accessibility Guidelines," *Performance Measurement and Metrics*, vol. 21, no. 3, pp. 121-145, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/PMM-02-2020-0011>
- [25] S. Abou-Zahra, J. Brewer, and M. Cooper, "Artificial intelligence (AI) for web accessibility: Is conformance evaluation a way forward?," in *Proceedings of the 15th International Web for All Conference*, 2018, pp. 1-4.
- [26] M.-L. Leitner, C. Strauss, and C. Stummer, "Web accessibility implementation in private sector organizations: motivations and business impact," *Univers Access Inf Soc*, vol. 15, pp. 249-260, 2016.
- [27] P. Acosta-Vargas, L. A. Salvador-Ullauri, and S. Luján-Mora, "A Heuristic Method to Evaluate Web Accessibility for Users With Low Vision," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 125634-125648, 2019, doi: [10.1109/ACCESS.2019.2939068](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939068).
- [28] M. Manca, V. Palumbo, F. Paternò, and C. Santoro, "The Transparency of Automatic Web Accessibility Evaluation Tools: Design Criteria, State of the Art, and User Perception," *ACM Trans. Access. Comput.*, vol. 16, no. 1, Mar. 2023, doi: [10.1145/3556979](https://doi.org/10.1145/3556979).
- [29] A. Nuñez, A. Moquillaza, and F. Paz, "Web Accessibility Evaluation Methods: A Systematic Review," in *Design, User Experience, and Usability. Practice and Case Studies*, A. Marcus and W. Wang, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 226-237. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41415-019-0016-1>