

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Software**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**“DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB PARA VISUALIZACIÓN DE
INFORMACIÓN DEL MICROBIOMA ANTÁRTICO (PLATAFORMA GENÓMICA
ANTÁRTICA)”**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero de Software

Línea de investigación

Desarrollo, aplicación de software y ciber security (seguridad cibernética)

Autor:

Juan Gerardo Yáñez Dicado

Director:

MSC. Cosme MacArthur Ortega Bustamante

Ibarra – Ecuador

2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723819361		
APELLIDOS Y NOMBRES:	YANEZ DICADO JUAN GRARDO		
DIRECCIÓN:	Santo Domingo de los Colorados		
EMAIL:	jgyanezd@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0998173694

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB PARA VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DEL MICROBIOMA ANTÁRTICO (PLATAFORMA GENÓMICA ANTÁRTICA).
AUTOR (ES):	YANEZ DICADO JUAN GERARDO
FECHA	31/07/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA DE SOFTWARE
DIRECTOR/A:	MSc. Cosme MacArthur Ortega Bustamante
ASESOR/A:	MSc. Tania Elizabeth Oña Rocha

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de julio de 2025

EL AUTOR:



ESTUDIANTE

Yánez Dicado Juan Gerardo
1723819361

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 31 de julio de 2025

MSc. Cosme MacArthur Ortega Bustamante

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte: en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

MSc. Cosme MacArthur Ortega Bustamante
Director de trabajo de titulación

DEDICATORIA

“La acción es la clave fundamental de todo éxito”

Pablo Picasso

Dedico este trabajo a mi padre y a mi madre, por no rendirse conmigo y por darme los alientos que necesitaba cuando ya no podía más.

A las personas que creyeron en mí y aún más a los que no creyeron, porque fueron fuente de inspiración.

Y a mí, por tener el valor de cambiar mi historia, de levantarme luego de tocar fondo y por no convertirme en lo que otros decían, si no en lo que yo quería.

Yánez Dicado Juan Gerardo

AGRADECIMIENTOS

“Si he visto más lejos, ha sido porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes.”

Pablo Picasso

Quiero agradecer a Dios, por iluminar el camino en las noches más oscuras y en los momentos más difíciles.

A mi familia, por nunca dejar de creer en mí y seguir teniendo fe en mis decisiones.

A mis docentes y tutores, por no negarme su conocimiento y compartirlo sin esperar más que mi propia superación personal, espero no decepcionarlos.

A mis amigos, porque fueron parte de mi construcción personal durante todo este proceso, de momentos únicos e irrepetibles, por estar en las buenas y apoyarme en las malas.

A todas las personas que, directa o indirectamente, aportaron algo valioso en este proceso, muchas gracias por ser parte de este logro.

A mis compañeros y amigos de la cooperativa, que también han sido parte de este proceso importante y han aportado su conocimiento y experiencia sin habérselos pedido.

Y finalmente, aun más importante, a Belén y a nuestra mascota Mandarin, que me hallaron cuando estaba perdido, herido, irreconocible y jamás dejaron de creer en mí. Gracias por ayudarme a pelear contra el mundo y por estar ahí, todo el tiempo posible.

Sin ustedes, este esfuerzo no habría tenido el mismo significado.

Yáñez Dicado Juan Gerardo

CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
OBJETIVOS	2
Objetivo General	2
Objetivos específicos	2
METODOLOGÍA.....	2
JUSTIFICACIÓN	3
CAPÍTULO 1	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Importancia de plataformas de visualización de información.	5
1.2. Frameworks y herramientas para desarrollo web	6
CAPÍTULO 2	15
2. DESARROLLO	15
2.1. Fase 1. Pre – juego.....	15

2.2.	Fase 2. Juego	33
2.3.	Fase 3. Post – juego	63
	CAPÍTULO 3	71
3.	RESULTADOS	71
3.1.	Metodología de evaluación.....	71
3.2.	Encuesta CSUQ.....	71
3.3.	Evaluación de la accesibilidad.....	94
	Conclusiones.....	104
	Recomendaciones	105
	Bibliografía	106
	Anexos.....	108

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Árbol de Problemas.....	2
Ilustración 2. Web frameworks and technologies - Stack Overflow 2023 - Todos los usuarios.....	8
Ilustración 3. Web frameworks and technologies - Stack Overflow 2023 - Desarrolladores Profesionales	8
Ilustración 4. Web frameworks and technologies - Stack Overflow 2023 - Aprender a Programar	9
Ilustración 5. Most Popular Backend Framework January 2023	10
Ilustración 6. Arquitectura del software.....	29
Ilustración 7. Diagrama ER del esquema de Auditoría	30
Ilustración 8. Diagrama ER del esquema de Configuración	31
Ilustración 9. Diagrama ER del esquema de Estudio Antártico	31
Ilustración 10. Diagrama ER del esquema de Microbioma.....	32
Ilustración 11. Diagrama ER del esquema de Parametrización.....	32
Ilustración 12. Diagrama ER del esquema de Usuario	33
Ilustración 13. Pregunta 3. ¿Pude completar mi trabajo rápidamente usando esta aplicación web?	83
Ilustración 14. Pregunta 11. ¿La información provista por la aplicación fue efectiva para ayudarme a completar mi trabajo?.....	84
Ilustración 15. Pregunta 15. ¿La aplicación tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga?.....	85
Ilustración 16. Pregunta 5. ¿Fue fácil aprender a usar esta aplicación web?	86
Ilustración 17. Pregunta 9. ¿La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) provista con esta aplicación era clara?	86
Ilustración 18. Pregunta 16. ¿En general, estoy satisfecho con esta aplicación web?	87

Ilustración 19. Pregunta 1. ¿En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar esta aplicación web?	88
Ilustración 20. Pregunta 2. ¿Fue sencillo usar esta aplicación web?	88
Ilustración 21. Pregunta 4. ¿Me sentí cómodo usando esta aplicación web?	89
Ilustración 22. Pregunta 6. ¿Creo que podría ser productivo usando rápidamente esta aplicación web?	90
Ilustración 23. Pregunta 10. ¿Fue fácil encontrar la información que necesitaba?.....	90
Ilustración 24. Pregunta 7. ¿La aplicación web dio mensajes de error que me indicaron claramente cómo solucionar problemas?.....	91
Ilustración 25. Pregunta 8. ¿Cada vez que cometía un error al utilizar la aplicación, podía recuperarme fácil y rápidamente?	92
Ilustración 26. Pregunta 12. ¿La organización de la información en las pantallas de la aplicación fue clara?	92
Ilustración 27. Pregunta 13. ¿La interfaz de esta aplicación web fue agradable?	93
Ilustración 28. Pregunta 14. ¿Me gustó usar la interfaz de esta aplicación web?	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición de roles de Scrum	16
Tabla 2. Historia de usuario HU – 001	17
Tabla 3. Historia de usuario HU – 002.....	17
Tabla 4. Historia de usuario HU – 003.....	18
Tabla 5. Historia de usuario HU – 004.....	18
Tabla 6. Historia de usuario HU – 003.....	19
Tabla 7. Historia de usuario HU – 006.....	19
Tabla 8. Historia de usuario HU – 007.....	20
Tabla 9. Historia de usuario HU – 008.....	21
Tabla 10. Historia de usuario HU – 009.....	21
Tabla 11. Historia de usuario HU – 010	22
Tabla 12. Historia de usuario HU – 011	22
Tabla 13. Historia de usuario HU – 012.....	23
Tabla 14. Historia de usuario HU – 013.....	23
Tabla 15. Historia de usuario HU – 014.....	24
Tabla 16. Historia de usuario HU – 015.....	25
Tabla 17. Historia de usuario HU – 016.....	25
Tabla 18. Estimación de esfuerzo.....	26
Tabla 19. Product Backlog	27
Tabla 20. Matriz de planificación – Sprint 0.....	28
Tabla 21. Planificación del Sprint.....	33
Tabla 22. Matriz de Planificación – Sprint 1	33
Tabla 23. Matriz de Planificación – Sprint 2	35
Tabla 24. Matriz de Planificación – Sprint 3	36
Tabla 25. Matriz de Planificación – Sprint 4	37
Tabla 26. Sprint Backlog - Sprint 1	39

Tabla 27. Revisión de Sprint 1.....	40
Tabla 28. Revisión de Sprint 1.....	41
Tabla 29. Revisión de Sprint 1.....	42
Tabla 30. Revisión de Sprint 1.....	43
Tabla 31. Revisión de Sprint 1.....	43
Tabla 32. Revisión de Sprint 1.....	44
Tabla 33. Revisión de Sprint 1.....	45
Tabla 34. Revisión de Sprint 1.....	46
Tabla 35. Retrospectiva Sprint 1.....	47
Tabla 36. Sprint Backlog – Sprint 2.....	48
Tabla 37. Revisión Sprint 2.....	49
Tabla 38. Revisión Sprint 2.....	50
Tabla 39. Revisión Sprint 2.....	52
Tabla 40. Retrospectiva Sprint 2.....	53
Tabla 41. Sprint Backlog - Sprint 3.....	54
Tabla 42. Revisión Sprint 3.....	55
Tabla 43. Revisión Sprint 3.....	56
Tabla 44. Revisión Sprint 3.....	57
Tabla 45. Retrospectiva Sprint 3.....	58
Tabla 46. Sprint Backlog - Sprint 4.....	59
Tabla 47. Revisión Sprint 4.....	61
Tabla 48. Revisión Sprint 4.....	62
Tabla 49. Retrospectiva Sprint 4.....	63
Tabla 50. Pruebas de aceptación.....	64
Tabla 51. Despliegue Backend.....	69
Tabla 52. Despliegue Frontend.....	70
Tabla 53. Encuesta CSUQ.....	72
Tabla 54. Escala de Likert.....	73

Tabla 55. Resultados de las encuestas	74
Tabla 56. Cálculo de media - Pregunta 1	76
Tabla 57. Cálculo de medias general	77
Tabla 58. Cálculo de la desviación estándar - Pregunta 1	79
Tabla 59. Resumen de desviaciones estándar.....	80
Tabla 60. Criterios de evaluación WCAG 2.1 AA	96
Tabla 61. Resultados de la evaluación de accesibilidad	99
Tabla 62. Resumen de cumplimiento por principio WCAG 2.1	101

RESUMEN

La Universidad Técnica del Norte se ha destacado como una de las pocas universidades que realiza investigación antártica apoyando con expedicionarios, recolección de muestras y posterior análisis, todo de la mano del INOCAR. Ha participado en 8 expediciones brindando apoyo técnico y científico. La exhibición y centralización de estos resultados es de suma importancia para reconocer el trabajo realizado y brindar a los estudiantes una fuente de información confiable. Para facilitar la comprensión y ayudar a la interpretación de los resultados de estas investigaciones se ha creado una plataforma web que, mediante gráficos interactivos e interfaces intuitivas y accesibles permite visualizar información consistente y confiable.

En primer lugar, se realizó un marco contextual para conocer cuales serían las mejores herramientas, frameworks, librerías de visualización, librerías de gráficos, etc. para desarrollar esta plataforma.

Luego se desarrolló esta plataforma, utilizando el marco de referencia de desarrollo ágil SCRUM. Se utilizó el Framework REACT en conjunto con las tecnologías de nodejs y PostgreSQL.

Finalmente se verificó el cumplimiento de la subcaracterística de accesibilidad, perteneciente a la característica de usabilidad de la norma ISO/IEC 25010 mediante las pautas de la WCAG 2.1 Nivel AA. Se completó validando el nivel de usabilidad de la plataforma mediante la encuesta CSUQ.

Palabras claves: visualización de datos, usabilidad, accesibilidad investigación antártica, microbioma, ISO/IEC 25010

ABSTRACT

The Technical University of the North has stood out as one of the few universities that conducts Antarctic research, supporting expeditions, sample collection, and subsequent analysis, all in collaboration with INOCAR. It has participated in eight expeditions, providing technical and scientific support. The display and centralization of these results is of utmost importance in recognizing the work carried out and providing students with a reliable source of information. To facilitate understanding and aid in the interpretation of the results of this research, a web platform has been created that, through interactive graphics and intuitive and accessible interfaces, allows for the visualization of consistent and reliable information.

First, a contextual framework was created to determine the best tools, frameworks, visualization libraries, graphics libraries, etc. to develop this platform.

Then, the platform was developed using the SCRUM agile development framework. The REACT Framework was used in conjunction with nodejs and PostgreSQL technologies.

Finally, compliance with the accessibility sub-feature, which is part of the usability feature of the ISO/IEC 25010 standard, was verified using the WCAG 2.1 Level AA guidelines. This was completed by validating the platform's usability level using the CSUQ survey.

Keywords: data visualization, usability, accessibility, Antarctic research, microbiome, ISO/IEC 25010

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador es uno de los 56 países que ha firmado el Tratado Antártico (Tratado Antártico, 2019), lo que le ha permitido al país un amplio trabajo investigativo de alrededor de 200 investigaciones en 25 expediciones, en un periodo comprendido desde el año 1987 hasta 2023 (INOCAR, s.f.). El fin fundamental de recibir un espacio de “soberanía” en la costa antártica, es cumplir con el objetivo del Tratado Antártico que menciona que es un continente dedicado a la paz y la investigación. Sin embargo, la falta de centralización de los resultados ha causado problemas eminentes al momento de compartir esta información dentro del territorio ecuatoriano. El INOCAR (El Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador) guarda registro historial en su portal web tan solo de 44 investigaciones realizadas en 11 expediciones desde 2010 (Campañas Antárticas, 2017). Y el acceso a resultados se limita a un informe presentado en PDF, dificultando la comprensión inmediata y el compartir de la información.

La falta de centralización de los resultados en las investigaciones que Ecuador desarrolla en especial el relacionado con el estudio de microorganismos, y la inexistencia de un portal web unificador capaz de permitir la centralización de los resultados de cada investigación mediante una categorización adecuada, son los motivos por lo cual la accesibilidad a la información generada se ve afectada de forma negativa y se plantea en 2023 como un problema evidente. Lo que se desea alcanzar con esta investigación del grupo de investigación Antártica GIAN-UTN y el INOCAR es transformar la forma en que una entidad, institución, o proyecto a nivel país (Ecuador), expone los resultados de su investigación desarrollada en la Antártida.

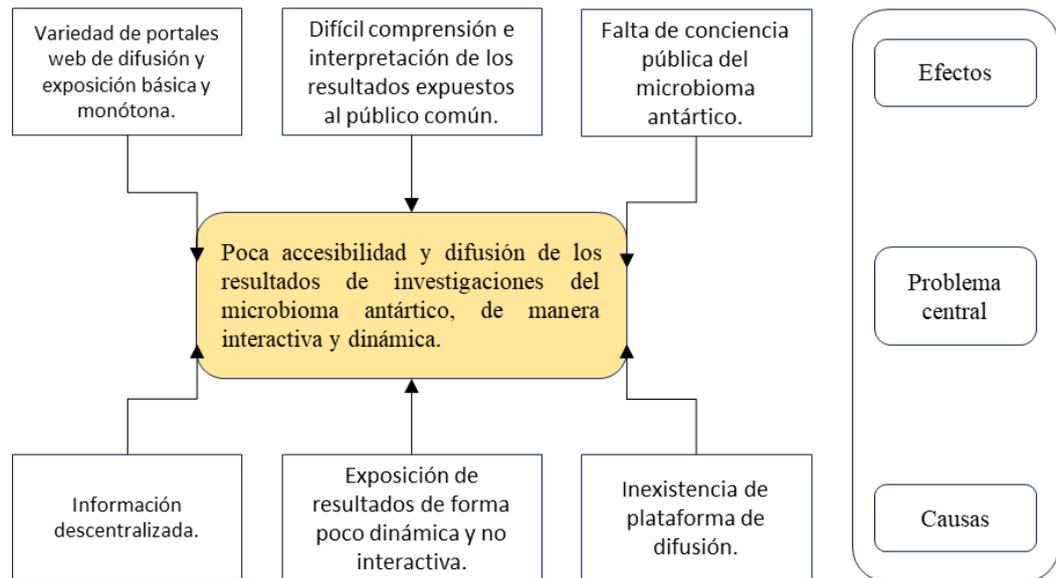


Ilustración 1. Árbol de Problemas

OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar una plataforma web para la visualización de información del microbioma Antártico (Plataforma Genómica Antártica).

Objetivos específicos

- Elaborar un marco teórico sobre plataformas o herramientas web para potencializar la visualización de la información.
- Construir una plataforma web, interactiva e intuitiva, para la visualización de información del microbioma Antártico.
- Validar que la plataforma web cumpla con los requisitos de accesibilidad y usabilidad utilizando la norma ISO/IEC 25010.

METODOLOGÍA

Para cumplir con el primer objetivo, se llevará a cabo una investigación con respecto a las tecnologías para potenciar la visualización de información. Para ello, se realizará una revisión exhaustiva de literatura obtenida de bases de datos bibliográficas proporcionadas por

la Universidad Técnica del Norte, con la finalidad de identificar tecnologías relevantes y adecuadas con los requerimientos específicos.

Para cumplir el segundo objetivo, se utilizará la metodología de desarrollo ágil Scrum y será adaptada para funcionar con un solo programador. Se trabajará con las herramientas analizadas en el previo marco teórico en conjunto con la parte interesada, validando en cada iteración funcionalidades añadidas.

Para cumplir con el tercer objetivo, se llevará a cabo una metodología de pruebas de software incluyendo la identificación de los requisitos de pruebas y la selección de las técnicas de pruebas adecuadas, mediante herramientas como podrían ser Selenium o SonarQube para pruebas de usabilidad y Axe para pruebas de accesibilidad, entre otras herramientas. Cabe mencionar que se usará la norma ISO/IEC 25010 para definir los criterios de evaluación y los requisitos de pruebas.

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo pretende contribuir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible N4 “Educación de Calidad”, puesto que, la plataforma de visualización de datos pondrá al alcance del público no especializado, información del biogenoma de la Antártida de una manera comunicativa y dinámica para su fácil procesamiento asegurando la compartición de la información y potenciando la autoeducación con información de calidad. Se basa en la importancia de contribuir al avance del conocimiento en el campo del biogenoma de la Antártida mediante una plataforma de visualización de datos que no solo mejorará la accesibilidad y comprensión de la información, sino que también permitirá una recopilación de datos más efectiva y la exposición de muchas investigaciones futuras. Estudiar el microbioma a través del ADN es crucial para

analizar la diversidad biológica en ecosistemas de la Antártida. Esta investigación será la base para futuros estudios en relación con el microbioma antártico en aspectos como cambio climático, capacidades de adaptación, y su potencial biotecnológico. La presente investigación representaría en el primer proyecto de ADN ambiental Antártico del Ecuador, en donde se explora toda la diversidad microbiana y planctónica. (Oceanográfico, De, & Armada)

Los beneficiarios directos sería la Universidad Técnica del Norte y el INOCAR que es responsable de la investigación antártica en el Ecuador, los docentes encargados del proyecto de investigación y la comunidad científica, mientras que, los beneficiarios indirectos sería la ciudadanía en general y las personas interesadas en el estudio de los microorganismos y divulgación científica.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Importancia de plataformas de visualización de información.

La visualización de información es la representación de datos tratados y organizados mediante herramientas visuales para facilitar su comprensión (Giraldo, 2020). Los datos, o información, pueden ser obtenidos de diversas fuentes, como investigaciones, experimentación, descubrimientos, etc. Y es vital que esta información pueda ser transmitida de manera contundente. La exploración de conjuntos de información grandes (big data) o pequeños (data) permite la comparación de información, y la identificación de nuevos patrones en línea con el tema de los datos (Chuctaya, Raúl, Parraga, & Hugo, 2023). En hilo con estas definiciones, una plataforma de visualización de información es toda plataforma web capaz de presentar datos cuantitativos o cualitativos de manera visual, que previamente realiza una recolecta de datos, pudiendo ser de diversas fuentes, los limpia, los transforma y los expone mediante herramientas visuales como gráficos, dashboard's, infografías, etc.

Existen infinidad de atributos visuales para lograr una correcta representación gráfica de los datos, que variarán su efectividad con base en el contexto en que se los use. Algunas de estas herramientas podrían ser las siguientes: Cuadros, Tablas, Gráficos, Mapas, Infografía, Dashboards, Gráfico de área, Gráfico de barras, Diagramas de caja y bigotes, Nube de burbujas, Gráfico de bala, Cartograma, etc. (Salesforce, Tableau, 2023).

La importancia de las plataformas de visualización de información radica en el proceso que conlleva estimular la comprensión del interesado para que este pueda generar conocimiento propio a partir de la observación de datos y de su representación. El objetivo de una plataforma de visualización de datos es lograr la

comunicación visual. Una correcta presentación de datos combina el arte de la visualización y la ciencia detrás de los datos visualizados (Chuctaya, Raúl, Parraga, & Hugo, 2023).

1.2. Frameworks y herramientas para desarrollo web.

Para el desarrollo de una plataforma web existen una gran variedad de herramientas que les facilitan el trabajo a los desarrolladores. Un framework es un marco de trabajo que cuenta con un conjunto de herramientas que proporciona una base para el desarrollo de aplicativos webs. El desarrollo web consta de dos partes fundamentales: el frontend y el backend. El frontend es el área de la página web con la que el usuario final interactúa diariamente (Presta, 2021). Es la parte de la aplicación que interactúa con el cliente y viceversa. El backend es el área de la página web del lado del servidor. En este se tiene acceso a la base de datos, se configuran funciones automatizadas y para el cliente no es visible este lado. Desde estas definiciones, los frameworks existen tanto para frontend como para backend. Un framework para frontend brinda herramientas para el desarrollo de la interfaz de la aplicación, brindando interacción y dinamismo, y el framework para backend suelen ser librerías que brindan funciones de acceso a base de datos, enrutamiento URL, seguridad, entre otras (Presta, 2021). Para el desarrollo de la Plataforma Genómica Antártica se optarán por utilizar los frameworks más actuales y que estén vigentes a nivel mundial.

Herramientas de uso masivo a nivel mundial: Stack Overflow: 2023 Developer Survey

Realizando una comparativa, en el año 2023 según el último informe de Stack Overflow presentado en mayo, se realizó una encuesta sobre el uso de tecnologías web y frameworks a más de 70,000 usuarios activos, dando como resultado que **Node.js** es preferido por aproximadamente el 42.65 % de los usuarios que respondieron la encuesta, seguido de **React** con un 40.58 % de los votos a favor. Para completar este podio con las cinco tecnologías más utilizadas, en tercer lugar, está **jQuery** con el 21.98 %, seguido de

Express con el 19.28 % y **Angular** con el 17.46 % (Stack Overflow, 2023). Si clasificamos este podio, observaremos que tres de estas tecnologías son para desarrollo de frontend (React, jQuery y Angular), mientras que las otras dos tecnologías restantes son para desarrollar backend, curiosamente uno basado en otro (Node.js y Express que están basados en Node). Estos son los resultados de todos los usuarios que respondieron la encuesta; sin embargo, este informe puede ser filtrado por “Desarrolladores Profesionales” y “Aprender a programar”. Estos últimos serían los usuarios que están aprendiendo aún a programar. Otros desarrolladores que se hallarían en el nivel intermedio pertenecen a la categoría “Otros Codificadores”. Si filtramos el informe por las respuestas de los Desarrolladores Profesionales, las herramientas que a nivel general están en el top 5 no cambian, más que de posiciones. Sería el siguiente top: según más de 56,000 desarrolladores considerados profesionales (56,742 exactamente), la tecnología que más se usa en este 2023 es **React** con el 42.87 %, seguida de **Node.js** con un 42.73 %, en tercer lugar, se mantiene **jQuery** con el 22.87 %, seguido de **Angular** con un 19.89 % y finalmente en el top 5 **Express** con el 19.51 % de los votos. Recordemos que en este top se hallan treinta y cuatro diferentes tecnologías. Y si ahora filtramos el top por los desarrolladores que aún están empezando a incursionar en estas tecnologías que son más de 3,000 usuarios (3942 exactamente) nos encontraremos que en primer lugar se halla nuevamente **Node.js** con un 42.44 % de los votos, seguidos de **React** con el 36.66 %, en tercer lugar, se halla **Express** con el 20.8 %, le sigue **jQuery** con el 15.4 % y finalmente en el top 5 esta **Next.js** con el 15.12 %.

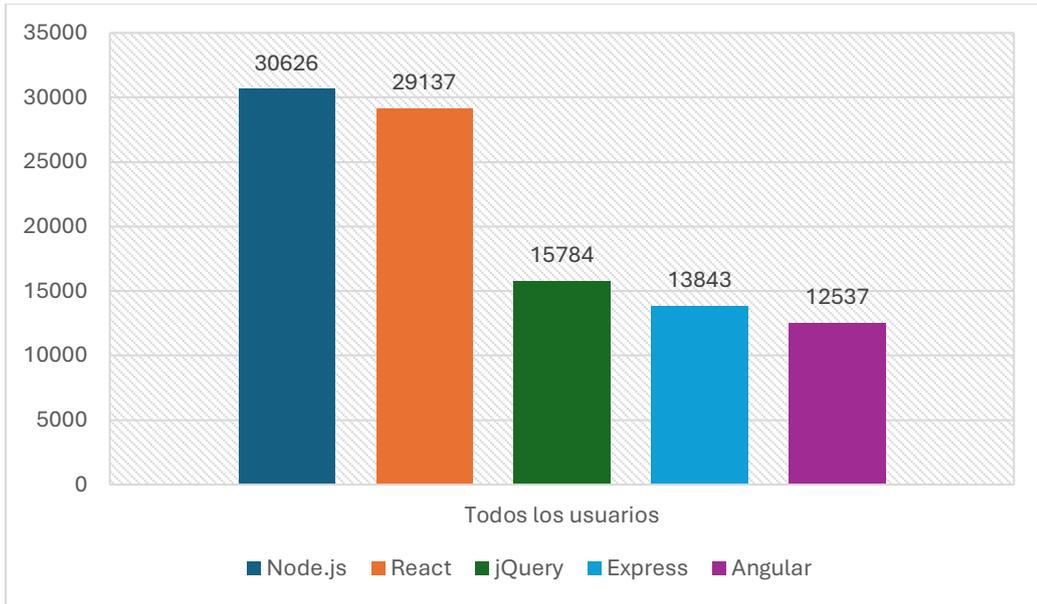


Ilustración 2. Web frameworks and technologies - Stack Overflow 2023 - Todos los usuarios

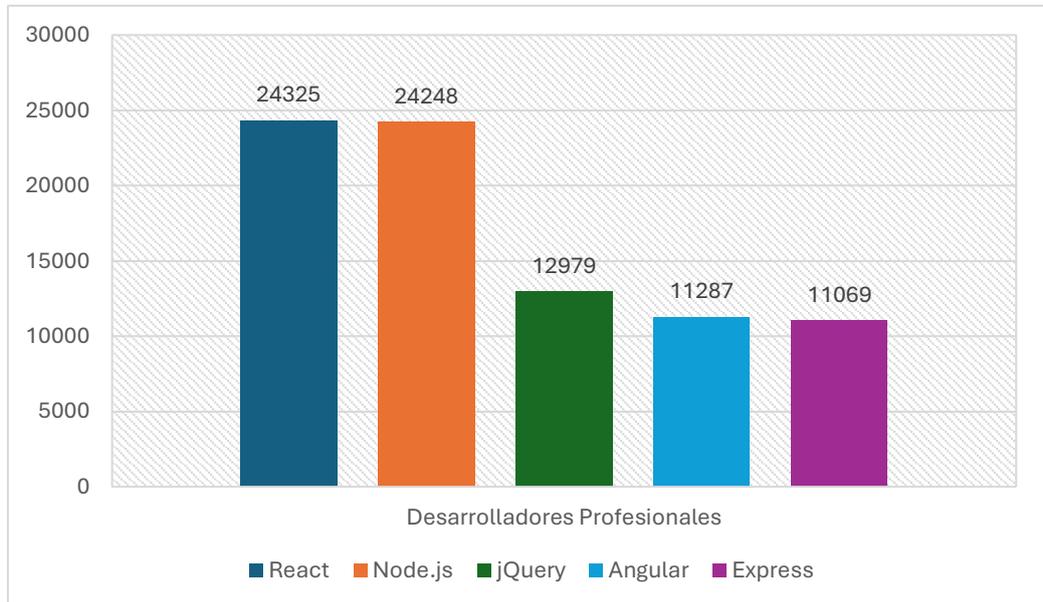


Ilustración 3. Web frameworks and technologies - Stack Overflow 2023 - Desarrolladores Profesionales

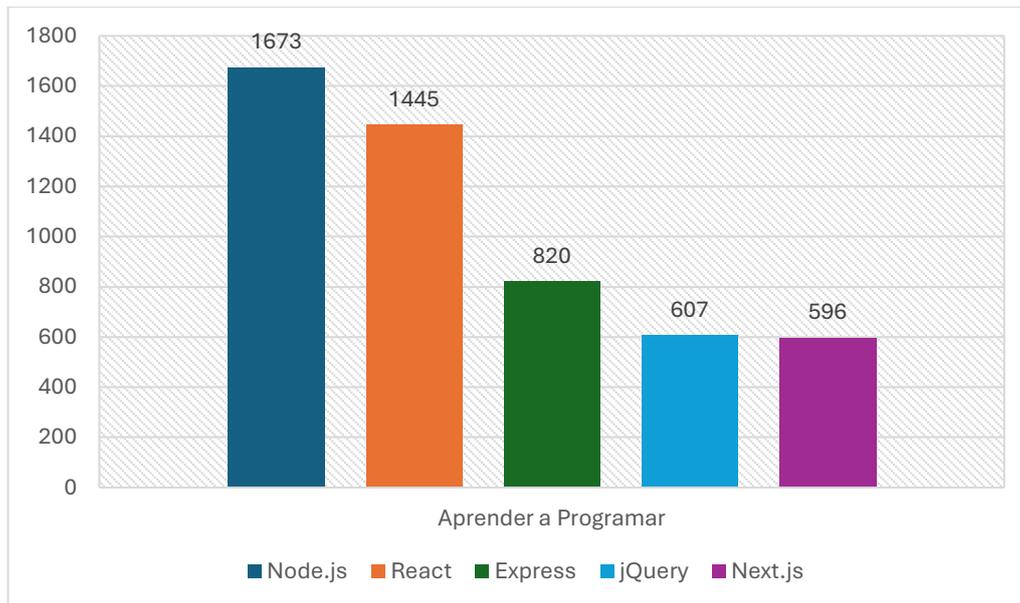


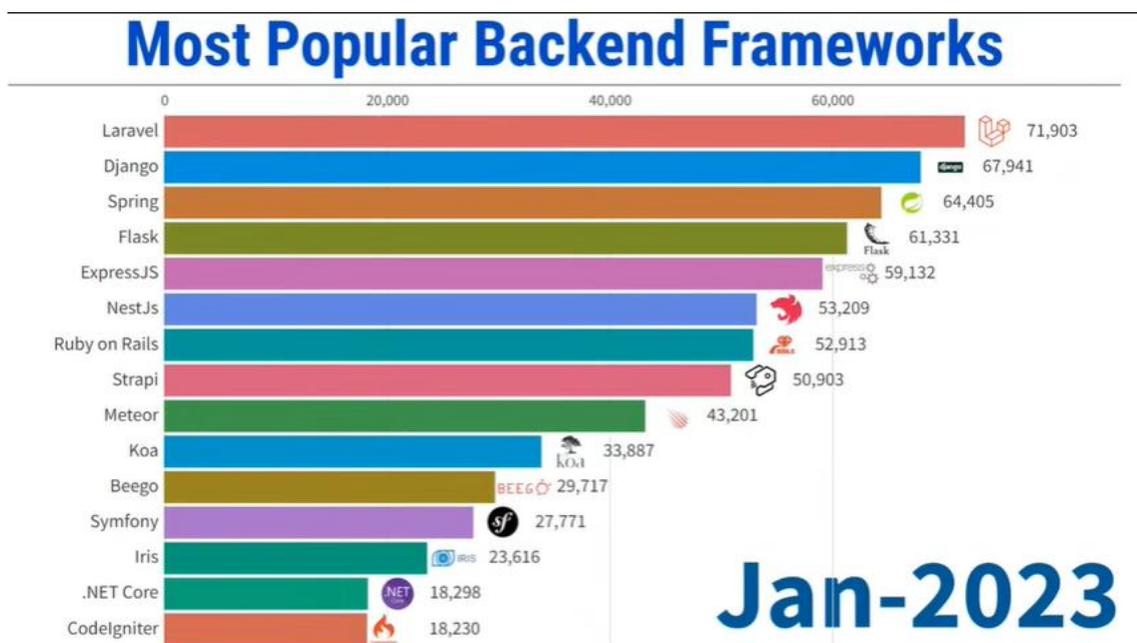
Ilustración 4. Web frameworks and technologies - Stack Overflow 2023 - Aprender a Programar

Podemos concluir luego de haber realizado estas comparaciones, que para el desarrollo del backend una buena opción es Node.js, ya que es un framework preferido tanto como profesionales como aprendices y también se puede considerar utilizar Express basado en Node.js, si requerimos funcionalidad adicional. Node.js y Express han resultado ser útiles tanto para profesionales como para aprendices por su potencia y fácil uso, además de que resulta útil utilizar el mismo lenguaje (JavaScript) tanto del lado del servidor como del lado del cliente. Asimismo, observamos que React es una herramienta común entre profesionales y estudiantes. Por la misma razón, React resulta ser un framework de fácil aprendizaje para nuevos desarrolladores y con plantillas a disposición tan potentes como otros frameworks. Cabe resaltar el gusto mayoritario por los profesionales, en Angular, y para los principiantes Next.js.

Backend

Otro análisis enfocado únicamente a los frameworks para backend más utilizados a nivel mundial realizado en función de las estrellas del archivo de Git Hub

(Statistics & Data, 2023) indica, que en enero de 2023 el framework más utilizado para desarrollo de backend a nivel mundial es Laravel. Este top indica que en primer lugar de uso se halla Laravel con una calificación en estrellas recibidas de 71,903, seguido de Django con 67,941, en tercer lugar, Spring con 64,405, le sigue Flask con 61,331 y finalmente en la quinta posición Express con 59,132 (Statistics & Data, 2023). Aquí podemos observar más variedad de frameworks en atributos y características, ya que en primer lugar se halla Laravel, un marco de trabajo escrito en PHP, que viene a ser una derivación de Symfony (Statistics & Data, 2023). Y no menos diferente, le sigue Django, un framework hecho para trabajar con Python.



5. Ilustración 5. Most Popular Backend Framework January 2023

Nota: Captura de pantalla obtenida de Statistics and Data. [Statistics and data]. (2023, 1 de enero). Most Popular Backend Frameworks - 2012/2023 [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=S9Jcl254DZI&ab_channel=Statisticsanddata

Sin embargo, durante el desarrollo de esta plataforma se optará por contar con una ventaja sobre el uso del mismo lenguaje tanto en el frontend como en el backend, optando así por frameworks basados en JavaScript para ambas partes.

Norma ISO/IEC 25010.

Un producto de software, o un sistema informático, es visto como una propuesta que debe ser capaz de generar un valor en condiciones determinadas. Dicho valor puede ser medido por diferentes factores, y este determina la calidad del software. Existen diferentes estándares creados para medir la calidad del producto de software y sus partes, como interfaces, procesos, código, etc. Algunos ejemplos son **ISO 9001, ISO 33000, ISO 25010**, etc.

La norma **ISO 25010**, es la norma de calidad de un software por excelencia. Ya que se pueden armar sistemas de evaluación de calidad basados en los dos modelos que ofrece esta norma. Publicada oficialmente en 2011, esta norma ofrece dos modelos de calidad, para definir parámetros de evaluación. La calidad del software **en uso** y la calidad del **producto de software** (Paneiva, 2023). El modelo de calidad del software en uso se mide cuando existe interacción humana con el software y cómo este reacciona en condiciones determinadas, conformándose por 5 características medibles. Mientras que el modelo de calidad del producto evalúa las propiedades dinámicas y estáticas del software que definen su funcionamiento, conformado por 8 características medibles.

La Plataforma Genómica Antártica será evaluada, basándose en el modelo de calidad del producto de software. Este modelo cuenta con las siguientes características de evaluación: eficiencia de desempeño, adecuación funcional, portabilidad, fiabilidad, seguridad, usabilidad, mantenibilidad y compatibilidad (ISO

25000, 2022). Específicamente, se evaluará la característica de **usabilidad**, y dentro de esta, puntualmente la subcaracterística de **accesibilidad** del software.

La usabilidad dentro de este modelo nos dice que se trata de la capacidad del software de ser entendido, aprendido y usado por el usuario, asegurando ser atractivo para el mismo y siendo fundamental el ser fácil de intuir su uso, concepto basado en lo expresado por la ISO/IEC 9126 (Serrano Mascaraque, 2009).

La ISO/IEC 9241 aporta al entendimiento de que la usabilidad se refiere a la capacidad de un producto para lograr de manera efectiva, eficiente y satisfactoria los objetivos específicos de usuarios particulares, dentro de un contexto de uso específico (Serrano Mascaraque, 2009).

Mientras que la accesibilidad, es la capacidad del software de poder ser usado por la más amplia gama de usuarios, de diferentes características, cualidades y capacidades o discapacidades.

A pesar de definirse con conceptos diferentes, dentro del génesis de ambas palabras, sus definiciones y diversas interpretaciones tienen una relación cercana: el usuario, su comodidad y alcance de sus objetivos. Dígase entonces que el fin en común de estos conceptos es lograr que el usuario experimente menos percances negativos durante el uso de un software, pues la accesibilidad intentará ganarles a las discapacidades del usuario durante el tiempo en el que este accede a la información, Y la usabilidad intentará mejorar la experiencia del usuario mientras este accede a la información (Serrano Mascaraque, 2009). Sin embargo, son conceptos fácilmente demostrables que no son dependientes del otro. Puede existir la usabilidad sin accesibilidad, y la accesibilidad sin usabilidad. Pero, ¿cómo es esto posible? Otra vez, el concepto que une a estas palabras, también las separa: el usuario. Existe una gama amplia de usuarios de diferentes características, capacidades y discapacidades. Es por esto que una plataforma web puede ser de alta usabilidad y alta accesibilidad —para un solo tipo de usuario—. El caso contrario sería una plataforma web

que incluya a muchos tipos de usuarios, pero que sea de difícil comprensión y su uso de lento aprendizaje.

Existen dentro de la industria, distintas herramientas para la evaluación del cumplimiento de una norma ISO y es más recomendable la validación de estas normas a través de software especializado como software de auditoría, que hacerlo de manera manual, llevando una persona la documentación y validación, ya que existe un mayor margen de error humano (Paneiva, 2023). Dicho lo anterior, una forma de validar y verificar el cumplimiento de la subcaracterística de accesibilidad dentro de la Plataforma Genómica Antártica es mediante el uso del software de auditoría **Lumiform**.

Lumiform

Es una aplicación de inspección que nos permite crear hojas de verificación, mediante lo que se conoce como hoja de construcción (Paneiva, 2023). Esto permite crear listas de control de calidad. A su vez, garantiza el cumplimiento de las actividades planteadas dentro del rango de tiempo indicado (cronograma). Mediante su sistema de notificaciones incluidas, todos los miembros que forman parte del proceso son notificados sobre actividades, tareas, y problemas durante la validación. Genera informes automáticamente a partir de las hojas de control con el fin de identificar mejoras y también situaciones que pudieran resultar problemáticas en un futuro (Paneiva, 2023).

Otra herramienta, desarrollada para evaluar la accesibilidad específicamente de plataformas web, es TAW. El Test de Accesibilidad Web (TAW) es un conjunto de herramientas que evalúan de una página web, tres tipos de tecnologías, que son: HTML, JavaScript, y CSS. Está basado en las pautas propuestas de W3C Web Content Accessibility Guidelines, WCAG [WCAG]. Este software, valida, estudia y

analiza las páginas que son añadidas para su evaluación, con la finalidad de hallar errores, identificar controles o procesos débiles que luego serán mostrados en un informe automático al desarrollador, para lograr luego de las correcciones, páginas web más accesibles a una mayor cantidad de usuarios diferentes. El reporte exhibe una variante de la página original que incorpora iconos señalando la prioridad de cada inconveniente según las pautas WCAG. Además, proporciona enlaces con explicaciones detalladas de cada problema identificado. Asimismo, destaca aquellos problemas que requieren una verificación manual para una comprensión más exhaustiva y efectiva del estado de accesibilidad.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO

Para iniciar el desarrollo de la plataforma web, se ha planificado trabajar de manera paralela en el backend y el frontend, asegurando una gestión eficiente de la información y su presentación. En esta etapa del proyecto se adoptará el marco de trabajo Scrum, el cual permitirá organizar las tareas en iteraciones cortas, garantizando entregas frecuentes y mejoras continuas.

El backend de la plataforma se diseñará pensando en las estructuras de datos necesarias para guardar los resultados tratados de las investigaciones realizadas por el grupo GIAN de la UTN (investigación antártica). Además, en él se guardarán tablas de control, de configuración, parametrización e información de especímenes antárticos con la finalidad de asegurar el acceso eficiente y seguro a toda esta información. De la misma manera el frontend se desarrollará como una interfaz de usuario intuitiva que permita visualizar de manera efectiva toda la información almacenada en el backend, explorar e interactuar con los datos obtenidos de las investigaciones y facilitar el acceso a la información. El objetivo es crear una experiencia de usuario que facilite la comprensión y el análisis eficiente de la información científica mostrada.

2.1. Fase 1. Pre – juego

La fase de pre-juego es un elemento fundamental en Scrum para el desarrollo del software, debido a que, permite estructurar las etapas fundamentales del proceso. Durante esta fase, se definen roles, eventos y artefactos, los cuales serán las bases para una arquitectura de trabajo ágil que potencie la eficiencia del equipo. Además, se priorizan tareas y se alinean las responsabilidades con el objetivo final, garantizando una gestión iterativa con capacidades de adaptación que minimice riesgos y maximice el valor entregado al cliente.

Definición de roles de Scrum

En esta sección se asignan los roles Scrum a los integrantes del proyecto “DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB PARA VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DEL MICROBIOMA ANTÁRTICO (PLATAFORMA GENÓMICA ANTÁRTICA)”. A continuación, en la Tabla 1, se detallan los roles y una descripción corta del cargo e institución del equipo de trabajo.

Tabla 1. Definición de roles de Scrum

Nombre	Rol	Cargo
Msc. MacArthur		Director de Trabajo
Cosme Ortega Bustamante	Product Owner	de Integración Curricular (Docente UTN)
Juan Gerardo Yáñez Dicado	Scrum Master	Estudiante de la carrera de software UTN
Juan Gerardo Yáñez Dicado	Desarrollador	Estudiante de la carrera de software UTN
Msc. Tania Oña	Stakeholders	Asesor (Docente UTN)

Fuente: Elaboración propia

Historias de usuario

Las historias de usuario detallan los requerimientos de la plataforma web, asignando cada tarea a un integrante del equipo según las prioridades definidas por su impacto en los objetivos del proyecto. Incluyen estimaciones de tiempo para facilitar la planificación y gestión eficiente, garantizando que los hitos se cumplan dentro de los plazos establecidos. Este enfoque asegura una distribución equitativa del trabajo, identifica posibles obstáculos y contribuye a la entrega de un producto final que cumpla con las expectativas del cliente y los usuarios finales.

Tabla 2. Historia de usuario HU – 001

Historia de usuario		
ID: HU – 001	Usuario: Usuario no registrado	
Nombre: Registro de nuevos usuarios		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	NO	10
Descripción	Como usuario no registrado Quiero registrarme en el sistema ingresando mi información personal y una contraseña segura Con la finalidad de acceder a las funcionalidades del sistema	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Acceder a la página de registro desde la página principal. • Verificar que la identificación o correo electrónico no esté ya registrada. • Si existen errores en el formulario, se muestra un mensaje de error claro y preciso. • Al enviar el formulario con éxito, el sistema envía un correo de verificación • El usuario debe poder completar el registro haciendo clic en un enlace de verificación en el correo electrónico enviado. 		

Tabla 3. Historia de usuario HU – 002

Historia de usuario		
ID: HU – 002	Usuario: Usuario registrado	
Nombre: Inicio de sesión		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 001	8
Descripción	Como usuario registrado Quiero iniciar sesión en el sistema con mis credenciales Con la finalidad de acceder a las funcionalidades del sistema según mi rol	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar correo electrónico y contraseña en la página de inicio de sesión 		

- Validar las credenciales (correo electrónico y contraseña)
- Redirigir al usuario según su rol (administrador o usuario normal)
- Mostrar mensaje de error si las credenciales son incorrectas
- Implementar bloqueo temporal después de tres intentos fallidos.

Tabla 4. Historia de usuario HU – 003

Historia de usuario		
ID: HU – 003	Usuario: Usuario	
Nombre: Diseño Responsivo		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	NO	15
Descripción	Como usuario Quiero poder utilizar la plataforma en dispositivos tanto móviles como de escritorio Para acceder a la información desde cualquier lugar	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Correcto funcionamiento en dispositivos móviles • Correcto funcionamiento en dispositivos de escritorio 		

Tabla 5. Historia de usuario HU – 004

Historia de usuario		
ID: HU – 004	Usuario: Usuario registrado	
Nombre: Exploración de Microbioma por islas		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	15
Descripción	Como usuario registrado Quiero visualizar las islas Greenwich, Robert, Dee y Barrientos en un mapa y el microbioma presente en cada una	

Para conocer su distribución geográfica

Criterios de aceptación:

- Permitir seleccionar entre las diferentes islas
 - Visualizar datos generales de la isla seleccionada
 - Permitir seleccionar un espécimen específico y visualizar su información
 - Zoom y desplazamiento en gráficos
-

Tabla 6. Historia de usuario HU – 003

Historia de usuario		
ID: HU – 005	Usuario: Usuario registrado	
Nombre: Expediciones		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	15
Descripción	Como usuario registrado Quiero ver el listado de expediciones realizadas por la UTN, incluyendo los expedicionarios, muestras recolectadas y galería de imágenes Para conocer cuándo, dónde y por quiénes se han recolectado las muestras presentadas y profundizar en los hallazgos de cada campaña.	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• Permitir selección de expediciones• Visualizar los datos generales, lista de expedicionarios, galería de imágenes• Visualizar un mapa con los especímenes antárticos identificados en dicha expedición• Zoom y desplazamiento en gráficos		

Tabla 7. Historia de usuario HU – 006

Historia de usuario	
ID: HU – 006	Usuario: Usuario registrado

Nombre: Visualización de datos del microbioma antártico		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	15
Descripción	<p>Como usuario registrado</p> <p>Quiero visualizar la información detallada de los especímenes antárticos</p> <p>Con la finalidad de obtener información actualizada</p>	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Permitir selección de especímenes antárticos • Visualizar los datos generales, bases nitrogenadas, cadena de ADN • Visualizar en qué islas se encuentra presente dicho espécimen 		

Tabla 8. Historia de usuario HU – 007

Historia de usuario		
ID: HU – 007	Usuario: Usuario registrado	
Nombre: Gestión de perfil		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	8
Descripción	<p>Como usuario registrado</p> <p>Quiero acceder a mi perfil y poder cambiar mi contraseña</p> <p>Para poder ver mi información personal y mantener segura mi cuenta</p>	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Visualizar mi información personal ingresada en los campos del registro de usuario • Permitir el cambio de contraseña • Validar ingreso de la contraseña actual para poder actualizar una nueva contraseña 		

Tabla 9. Historia de usuario HU – 008

Historia de usuario		
ID: HU – 008	Usuario: Usuario registrado	
Nombre: Acceso interactivo al contenido		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	12
Descripción	Como usuario registrado Quiero poder utilizar un botón interactivo en la página de inicio que me lleve a un panel visual Para poder explorar la plataforma de forma más atractiva	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Permitir elegir tres menús, al visor de islas, de expediciones y del microbioma antártico • Incluir en la introducción un video sobre la antártica de fondo • Incluir un control para activar y desactivar el volumen 		

Tabla 10. Historia de usuario HU – 009

Historia de usuario		
ID: HU – 009	Usuario: Administrador	
Nombre: Gestión de usuarios		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	10
Descripción	Como administrador Quiero gestionar (visualizar, modificar, desactivar) los usuarios del sistema Con la finalidad de controlar el acceso y los roles	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Listar todos los usuarios registrados • Filtrar usuario por rol, estado, fecha de registro • Capacidad de cambiar rol de usuario • Activar o desactivar cuentas de usuario 		

Tabla 11. Historia de usuario HU – 010

Historia de usuario		
ID: HU – 010	Usuario: Administrador	
Nombre: Control de acceso a contenido		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	Todas	12
Descripción	Como administrador	
	Quiero definir a qué páginas tiene acceso cada rol definido en el sistema	
	Con la finalidad de gestionar el acceso controlado al contenido pertinente para cada rol	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Elegir el rol de un Combo Box con todos los roles disponibles • Buscar y crear un registro de enlace entre el rol y todas las páginas registradas • Permitir, habilitar o deshabilitar el permiso a cada página por separado 		

Tabla 12. Historia de usuario HU – 011

Historia de usuario		
ID: HU – 011	Usuario: Administrador	
Nombre: Gestión de dominios permitidos		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU - 002	8
Descripción	Como administrador	
	Quiero definir los dominios permitidos durante el registro de usuario	
	Para brindar el acceso a instituciones específicas	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Listar todos los dominios registrados • Permitir registrar un nuevo dominio • Permitir modificar o eliminar un dominio existente registrado • Ordenar los dominios listados por nombre, secuencial de registro, etc. • Incluir campo de búsqueda 		

Tabla 13. Historia de usuario HU – 012

Historia de usuario		
ID: HU – 012	Usuario: Administrador	
Nombre: Parametrización del sistema		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU - 002	17
Descripción	Como administrador	
	Quiero gestionar (registrar, modificar, y eliminar) registros en tablas básicas como nacionalidad, tipos de identificación, estados, roles y nuevas páginas del sistema. para normalizar la entrada de datos	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Listar todos los registros • Permitir ingresar registros • Permitir modificar o eliminar registros existentes • Ordenar los registros listados, por cualquier columna de su tabla • Incluir campo de búsqueda 		

Tabla 14. Historia de usuario HU – 013

Historia de usuario		
ID: HU – 013	Usuario: Administrador	
Nombre: Parametrización del microbioma antártico		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU - 002	21
Descripción	Como administrador	
	Quiero gestionar (registrar, modificar, y eliminar) registros en tablas del microbioma antártico como espécimen antártico, filo, orden, familia, género, especie, islas, y metabolitos.	

para normalizar la entrada de datos y construir una base científica

Criterios de aceptación:

- Listar todos los registros
 - Permitir ingresar registros
 - Permitir modificar o eliminar registros existentes
 - Ordenar los registros listados, por cualquier columna de su tabla
 - Incluir campo de búsqueda
-

Tabla 15. Historia de usuario HU – 014

Historia de usuario		
ID: HU – 014	Usuario: Administrador	
Nombre: Parametrización de estudios antárticos		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU - 002	17
Descripción	Como administrador Quiero gestionar (registrar, modificar, y eliminar) registros en tablas de los estudios antárticos como bases antárticas, expediciones, expedicionarios, investigaciones y muestras recolectadas. para normalizar la entrada de datos y documentar el trabajo de campo	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• Listar todos los registros• Permitir ingresar registros• Permitir modificar o eliminar registros existentes• Ordenar los registros listados, por cualquier columna de su tabla• Incluir campo de búsqueda		

Tabla 16. Historia de usuario HU – 015

Historia de usuario		
ID: HU – 015	Usuario: Administrador	
Nombre: Bitácora de auditoría		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	Todas	8
Descripción	Como administrador Quiero mantener un registro de las siguientes actividades: inicio de sesión, cambio de contraseña e inicio de sesión fallido. Con la finalidad de garantizar la seguridad y trazabilidad	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Registro de inicio y cierre de sesión • Log de cambios en configuraciones • Registro de acciones de usuarios • Almacenar IP y hora de cada actividad • Filtrar registros por usuario, fecha, tipo de acción 		

Tabla 17. Historia de usuario HU – 016

Historia de usuario		
ID: HU – 016	Usuario: Administrador	
Nombre: Configuración de remitente		
Prioridad:	Dependencia:	Estimación:
Alta	HU – 002	8
Descripción	Como administrador Quiero configurar el remitente del correo de la plataforma Para que las notificaciones lleguen de una entidad definida	
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Precarga de los datos previamente registrados • Si no hay correo configurado, se mostrará la interfaz para registrar uno nuevo 		

-
- Se permitirá ingresar el nombre del usuario del correo, nombre de la institución que representa, clave de uso, y correo
-

Product Backlog

El Product Backlog juega un papel central en el desarrollo al proporcionar una lista de tareas planificadas que se ejecutarán a lo largo del proyecto para cumplir con los requisitos del sistema. Además, puede ser modificado durante el desarrollo, incorporando nuevas características inesperadas o corrigiendo errores que impactan en el sistema

Por otro lado, el sistema de tallas de camisetas, también conocido como T-Shirt Size, es una herramienta útil para estimar proyectos, permitiendo registrar el tiempo o esfuerzo necesario para actividad. Esta técnica asigna una tabla de camiseta a cada proyecto o tarea, desde XS (más simple) hasta XXL (más complejo).

Se han considerado las tallas más relevantes para la estimación de este proyecto, las cuales se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18. Estimación de esfuerzo

Estimación	Talla de camiseta
1 – 2 (días)	XS
3 – 5 (días)	S
1 – 2 (semanas)	M
2 – 4 (semanas)	L
1 – 2 (meses)	XL
+2 meses	XXL

Con base en esta estimación de esfuerzo, se ha desarrollado el Product Backlog que se encuentra detallado en la Tabla 19, la cual contiene la información necesaria que describe las actividades a realizar.

Tabla 19. Product Backlog

ID Historia de usuario	Descripción	Estimación
HU - 001	Registro de nuevos usuarios	S
HU - 002	Inicio de sesión	S
HU - 003	Diseño Responsivo	XL
HU - 004	Exploración de Microbioma por islas	L
HU - 005	Expediciones	L
HU - 006	Visualización de datos del microbioma antártico	L
HU - 007	Gestión de perfil	S
HU - 008	Acceso interactivo al contenido	M
HU - 009	Gestión de usuarios	S
HU - 010	Control de acceso al contenido	S
HU - 011	Gestión de dominios permitidos	S
HU - 012	Parametrización del sistema	XL
HU - 013	Parametrización del microbioma antártico	XL
HU - 014	Parametrización de estudios antárticos	XL
HU - 015	Bitácora de auditoría	S
HU - 016	Configuración de remitente	S

Sprint 0 Arquitectura

Para el sprint 0, se realizó la planificación del proyecto detallando la definición de los requerimientos funcionales y la documentación de Scrum. Durante esta fase

inicial también se definió la arquitectura tecnológica y se estableció el modelo entidad-relación de la base de datos, para posteriormente realizar la configuración del entorno de desarrollo. En la Tabla 20, se puede observar detallada la planificación inicial.

Tabla 20. Matriz de planificación – Sprint 0

Asistentes		Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Objetivo		Definir la arquitectura tecnológica
Duración	Fase de desarrollo	Tarea
1	Planificación	Asignar funciones y responsabilidades a cada miembro del equipo.
1	Planificación	Llevar a cabo la reunión de arranque con todos los integrantes del equipo Scrum.
2	Análisis	Recopilar y especificar los requerimientos del usuario.
3	Planificación	Construir el Product Backlog priorizando las funcionalidades mas importantes.
4	Planificación	Detallar el Sprint Backlog con las tareas específicas para cada historia de usuario.
2	Diseño	Seleccionar las tecnologías que se utilizarán durante el desarrollo.
3	Diseño	Preparar y configurar el entorno de desarrollo.
2	Diseño	Planificar la estructura inicial de la base de datos
2	Diseño	Elaborar un diagrama del modelo de la base de datos
Total 20		

Arquitectura del software

La plataforma web para el Microbioma Antártico es un sistema dinámico que integra tres módulos principales: un módulo de autenticación y seguridad que gestiona el registro, inicio de sesión y control de acceso de usuarios con diferentes roles; un módulo de visualización de datos que permite la presentación interactiva de información del microbioma

mediante gráficos, filtros y exportación; un módulo de administración para configurar parámetros, gestionar usuarios y generar reportes.

Para el desarrollo de la plataforma web se tiene previsto emplear Node.js junto con Express.js en la capa servidor, mientras que el frontend será construido utilizando el framework React. La base de datos seleccionada para la gestión de la información es PostgreSQL. El sistema adoptará la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) y se desarrollará siguiendo la metodología ágil Scrum. Al concluir el proyecto, se evaluará la usabilidad de la aplicación según los criterios establecidos en la norma ISO/IEC 25010, utilizando el cuestionario de usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ). La arquitectura general del proyecto se muestra en la Ilustración 6.

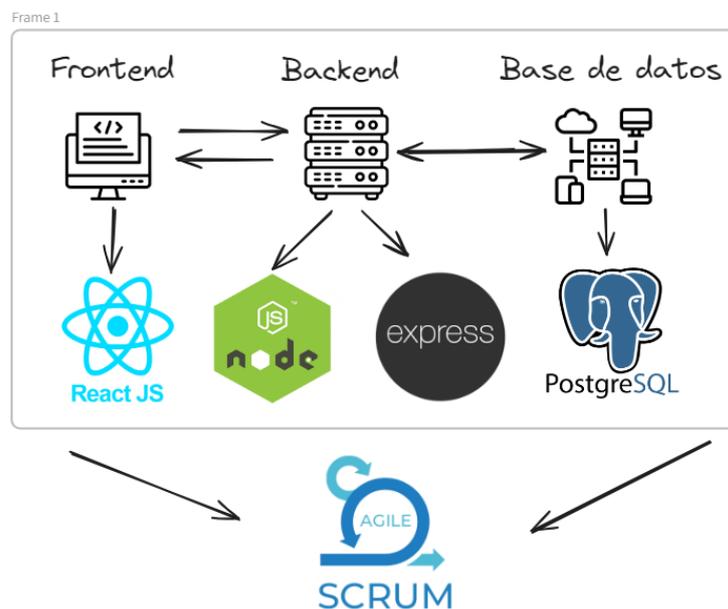


Ilustración 6. Arquitectura del software.

Diseño de la base de datos

En esta etapa se diseñó el diagrama entidad-relación a partir de los requisitos funcionales definidos en la fase de análisis, lo cual permitió modelar de manera estructurada las entidades, atributos y sus respectivas relaciones, incluyendo las cardinalidades correspondientes. Para la implementación del sistema de gestión de

base de datos (SGBD) se optó por PostgreSQL, debido a su alto rendimiento, conformidad con estándares, extensibilidad y capacidad para gestionar grandes volúmenes de datos, asegurando así una solución robusta, eficiente y escalable en entornos de producción.

A continuación, en las ilustraciones siguientes se presentan los diagramas correspondientes a los distintos esquemas que conforman la base de datos de la plataforma: auditoría, configuración, estudio antártico, microbioma, parametrización y usuario. Cada esquema ha sido diseñado de acuerdo con principios de normalización, permitiendo una organización sistemática y modular de los datos que técnicamente facilita el mantenimiento y la escalabilidad. Se detallan entidades, atributos, y relacionales.

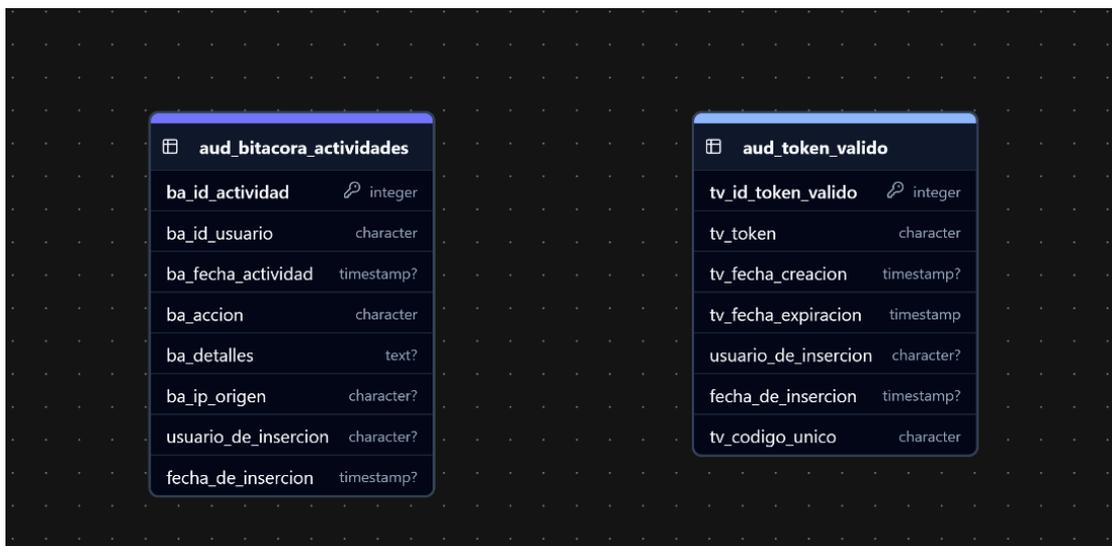


Ilustración 7. Diagrama ER del esquema de Auditoría

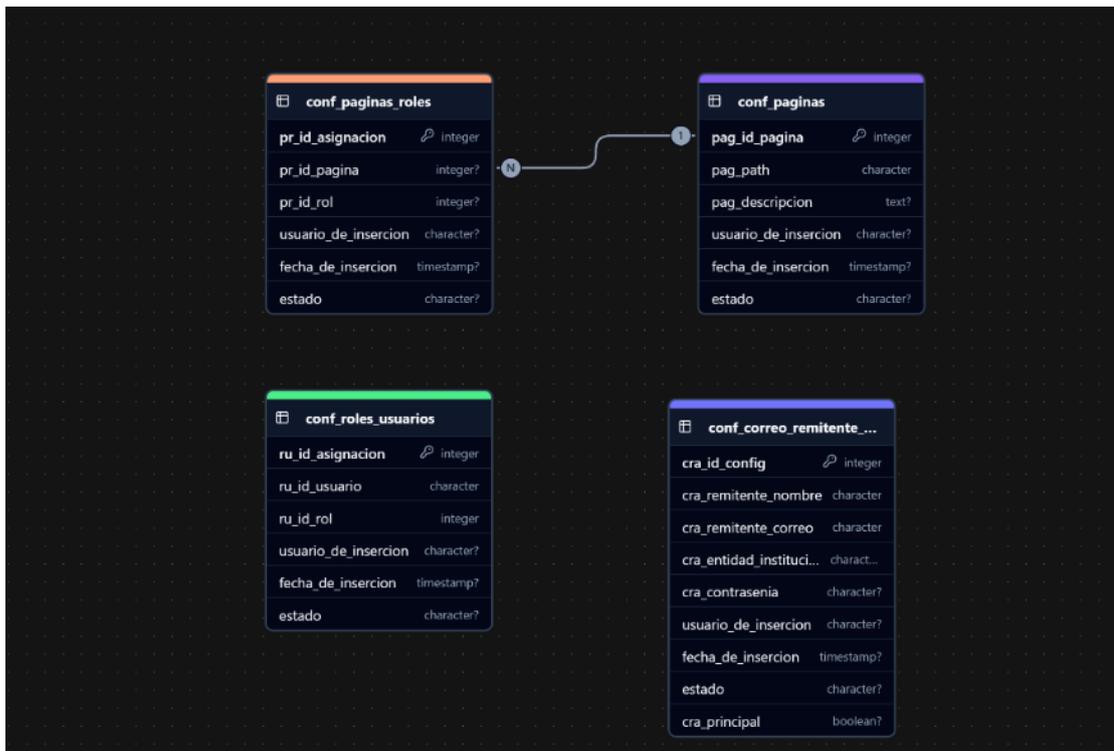


Ilustración 8. Diagrama ER del esquema de Configuración

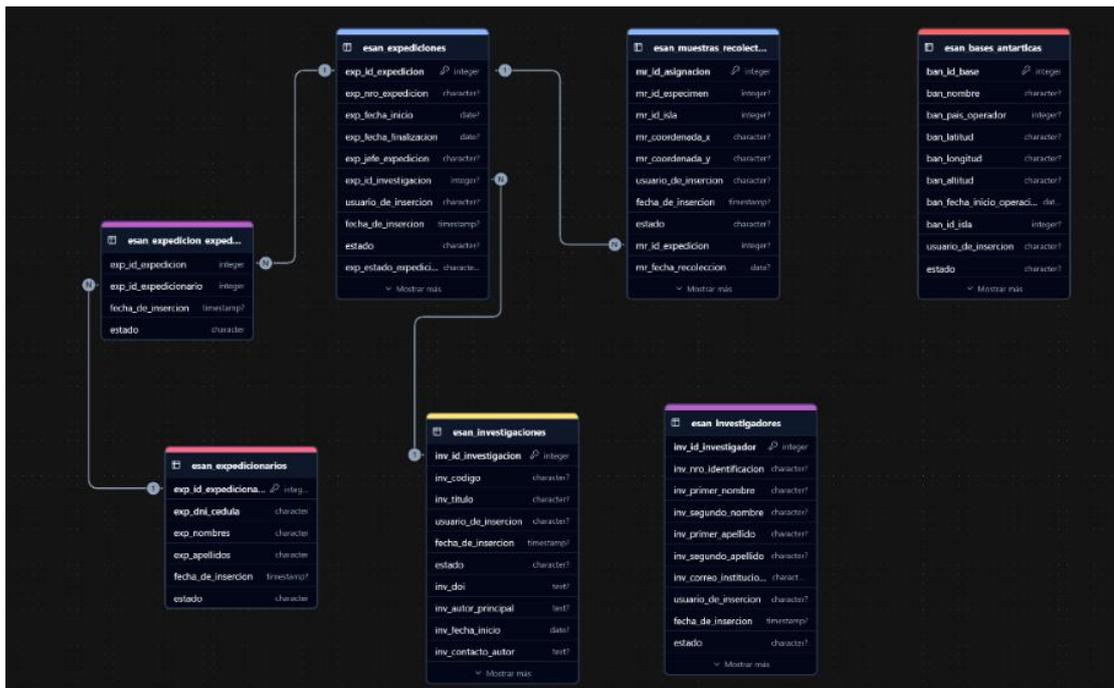


Ilustración 9. Diagrama ER del esquema de Estudio Antártico

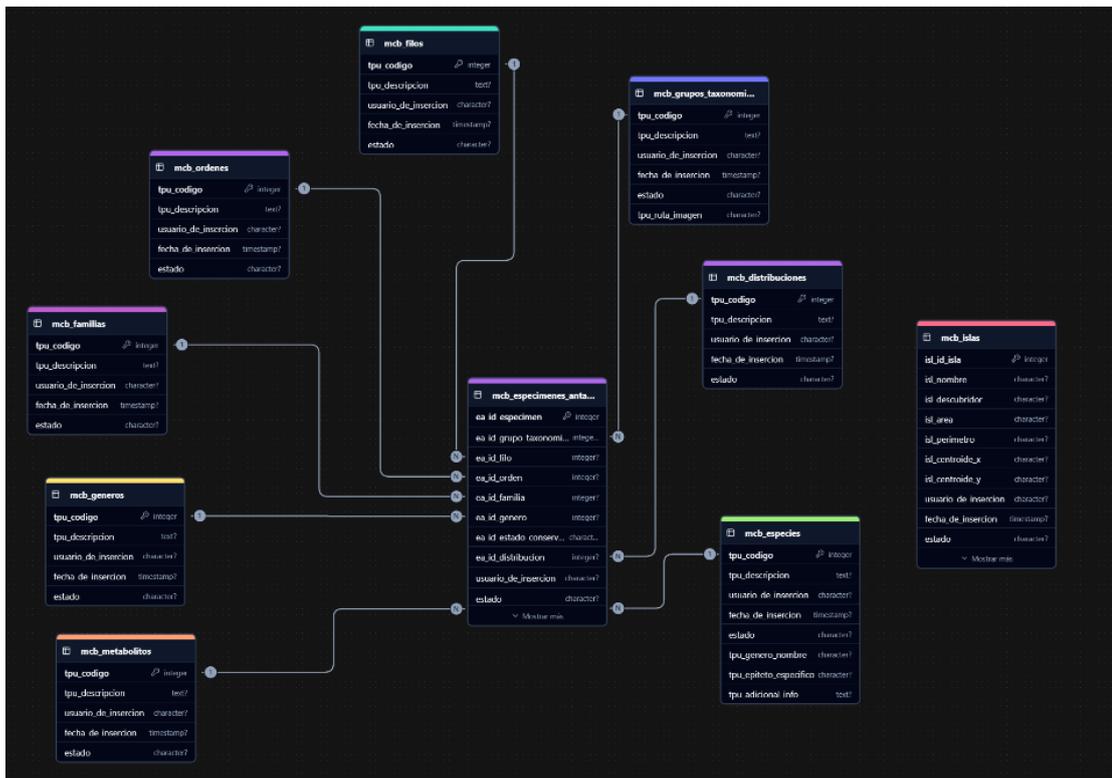


Ilustración 10. Diagrama ER del esquema de Microbioma

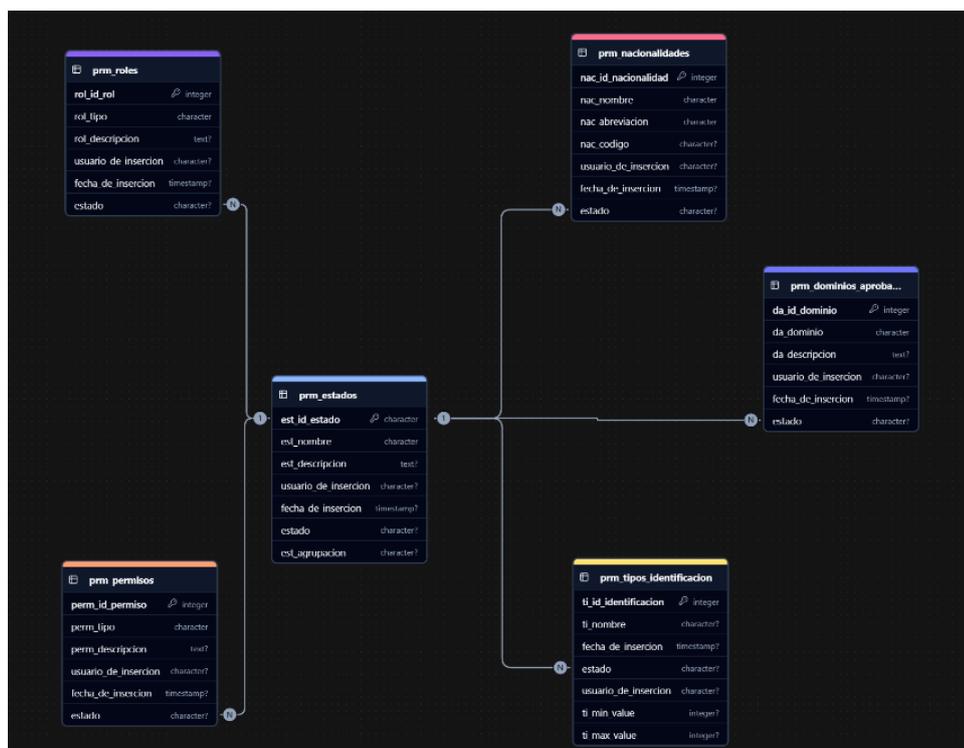


Ilustración 11. Diagrama ER del esquema de Parametrización

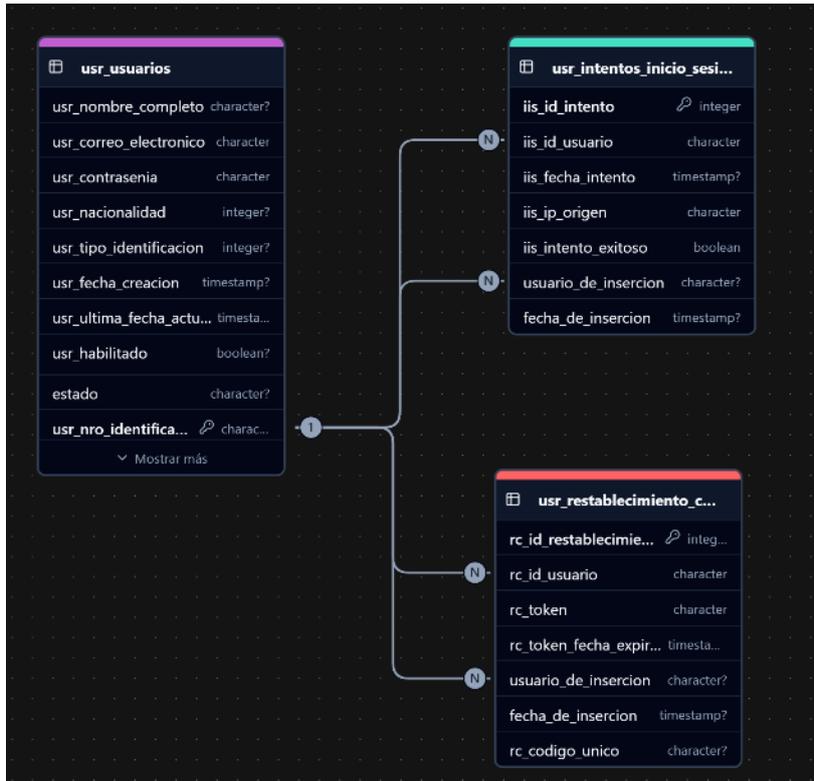


Ilustración 12. Diagrama ER del esquema de Usuario

2.2. Fase 2. Juego

Planificación de Sprint

Tabla 21. Planificación del Sprint

Sprint	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración (horas)
Sprint 0	07/10/2024	11/10/2024	20
Sprint 1	14/10/2024	15/11/2024	120
Sprint 2	18/11/2024	07/02/2025	300
Sprint 3	10/02/2025	21/03/2025	150
Sprint 4	24/03/2025	02/05/2025	150

A continuación, se describen los distintos sprints planificados, detallando las tareas asignadas a cada uno junto con su respectiva estimación de tiempo en horas para su ejecución.

Tabla 22. Matriz de Planificación – Sprint 1

Sprint 1		
ID	Tarea	Horas

HU – 001: Registro de nuevos usuarios		
TA – 01	Diseñar UI del formulario de registro	3
TA – 02	Implementar validaciones de campos en frontend	2
TA – 03	Desarrollar endpoint para crear usuario y encriptar contraseña	3
TA – 04	Verificar duplicados de email o identificación	2
TA – 05	Implementar envío de correo de verificación	3
TA – 06	Activar cuenta al validar el enlace del correo	2
HU – 002: Inicio de sesión		
TA – 07	Diseñar UI para inicio de sesión	3
TA – 08	Crear endpoint para autenticar credenciales	3
TA – 09	Generar las cookies de sesión	2
TA – 10	Redireccionar según el rol de usuario	3
TA – 11	Manejo de error y bloqueo tras tres intentos fallidos	4
HU – 007: Gestión de perfil		
TA – 12	Crear interfaz de perfil con datos personales	5
TA – 13	Permitir edición de contraseña con validación de actual	5
TA – 14	Agregar endpoint para actualizar la contraseña	5
HU – 009: Gestión de usuarios		
TA – 15	Listar todos los usuarios registros	3
TA – 16	Filtrar por rol, estado y fecha	4
TA – 17	Cambiar el rol de un usuario	4
TA – 18	Activar/desactivar usuario	4
HU – 010: Control de acceso al contenido		
TA – 19	Crear interfaz de asignación de páginas por rol	4
TA – 20	Backend para registrar accesos por rol y página	4
TA – 21	Control de acceso basado en roles	4
TA – 22	Habilitar/deshabilitar páginas por rol	3
HU – 011: Gestión de dominios permitidos		
TA – 23	Listar dominios permitidos	3
TA – 24	Crear interfaz para registrar/editar dominios	4
TA – 25	Backend para CRUD de dominios	4
TA – 26	Validar el correo electrónico del usuario contra los dominios permitidos en el registro e inicio de sesión	4
HU – 015: Bitácora de auditoría		
TA – 27	Registrar inicio/cierre de sesión, cambios críticos y errores	6
TA – 28	Almacenar IP, hora y tipo de acción	4

TA – 29	Crear interfaz para filtrar logs por usuario, acción y fecha	5
HU – 016: Configuración de remitente		
TA – 30	UI para cargar datos de configuración SMTP (Outlook)	4
TA – 31	Backend para guardar y recuperar configuración	6
TA – 32	Validar existencia de configuración al inicio del sistema	4
Total, de horas		120

Tabla 23. Matriz de Planificación – Sprint 2

Sprint 2		
ID	Tarea	Horas
HU – 012: Parametrización del sistema		
TA – 01	Levantar requerimientos de tablas básicas a parametrizar	6
TA – 02	Diseñar la estructura de base de datos y relaciones para tablas parametrizables	10
TA – 03	Crear UI general para administración de parámetros del sistema	10
TA – 04	Implementar CRUD backend para nacionalidades	10
TA – 05	Implementar CRUD backend para tipo de identificación, estados, roles y páginas	10
TA – 06	Crear filtros, búsqueda y ordenamiento en frontend	10
TA – 07	Agregar validaciones de integridad de datos	8
TA – 08	Probar integraciones de roles y páginas del sistema	10
TA – 09	Pruebas de navegación de consistencia y flujos de navegación	8
TA – 10	Documentar procedimientos de parametrización	8
HU – 013: Parametrización del microbioma antártico		
TA – 11	Definir estructura jerárquica para los datos biológicos del microbioma	8
TA – 12	Crear estructura relacional en base de datos para microbioma	10
TA – 13	UI para visualización y edición jerárquica de taxonomía biológica	12
TA – 14	Implementar backend para manejo de relaciones entre entidades taxonómicas	12
TA – 15	CRUD para cada tabla: Espécimen Antártico, Filo, Orden, Familia, Género, Especie, Islas y Metabolitos	14
TA – 16	Interfaz para asociación de especímenes a islas y metabolitos	10
TA – 17	Implementar búsquedas y filtros en las vistas administrativas	10

TA – 18	Validación de consistencia de datos (sin duplicados, claves foráneas)	8
TA – 19	Pruebas de integración con otras vistas científicas	8
TA - 20	Documentación del modelo de datos y uso del módulo	8
HU – 014: Parametrización de estudios antárticos		
TA – 21	Levantar requerimientos funcionales de estudios científicos	6
TA – 22	Crear modelo de datos para estudios, expediciones y muestras	10
TA – 23	Desarrollar UI para gestión de bases antárticas y expediciones	12
TA – 24	Implementar backend para CRUD de entidades científicas	12
TA – 25	Crear sección para asociar expedicionarios con expediciones	10
TA – 26	Integrar imágenes, archivos y documentación en muestras	10
TA – 27	Agregar filtros por año, ubicación y tipo de investigación	10
TA – 28	Verificación de relaciones cruzadas con microbioma y ubicación	8
TA – 29	Pruebas de carga y consistencia de grandes volúmenes de datos	10
TA - 30	Documentación técnica y operativa del módulo	12
Total, de horas		300

Tabla 24. Matriz de Planificación – Sprint 3

Sprint 3		
ID	Tarea	Horas
HU – 004: Exploración de Microbioma por islas		
TA – 01	Implementar mapa base con las islas Greenwich, Robert, Dee y Barrientos	8
TA – 02	Crear interfaz de selección de islas y datos asociados	6
TA – 03	Backend para consulta de microbioma por isla	6
TA – 04	Mostrar datos generales de la isla seleccionada	6
TA – 05	Implementar selección de especímenes en la isla y mostrar detalles	8
TA – 06	Añadir zoom y desplazamiento en el visor interactivo (ArcGIS Pro)	6
TA – 07	Pruebas de navegación entre islas y carga de datos	5
TA - 08	Documentar el uso del visor de islas y casos de prueba	5
HU – 005: Expediciones		
TA – 09	Crear interfaz para listado de expediciones	6

TA – 10	Backend para consulta de expediciones, expedicionarios y muestras	8
TA – 11	Visualizar datos generales de cada expedición	6
TA – 12	Integrar galería de imágenes por expedición	6
TA – 13	Mostrar lista de expedicionarios por expedición	6
TA – 14	Mostrar mapa con especímenes recolectados en la expedición	8
TA – 15	Implementar información detallada de cada expedición de manera sistemática	5
TA - 16	Validar flujos de navegación entre elementos relacionados	5
HU – 006: Visualización de datos del microbioma antártico		
TA – 17	Crear interfaz de selección de especímenes antárticos	6
TA – 18	Backend para consulta de datos biológicos detallados	8
TA – 19	Mostrar datos generales del espécimen (nombre, clasificación)	6
TA – 20	Mostrar bases nitrogenadas y cadena de ADN	8
TA – 21	Mostrar mapa de islas donde está presente el espécimen	8
TA – 22	Agregar filtros por taxonomía y ubicación	6
TA – 23	Pruebas de navegación entre especímenes e islas	4
TA - 24	Documentar componente de visualización científica	4
Total, de horas		150

Tabla 25. Matriz de Planificación – Sprint 4

Sprint 4		
ID	Tarea	Horas
HU – 003: Diseño Responsivo		
TA – 01	Analizar requerimientos de diseño responsivo para todos los módulos de la plataforma	6
TA – 02	Crear diseño base mobile-first (estructura general)	10
TA – 03	Implementar diseño responsivo para páginas públicas (inicio, login, registro)	10
TA – 04	Adaptar componentes existentes para tablets y pantallas grandes	8
TA – 05	Diseñar y aplicar medias queries en todos los layouts	10
TA – 06	Validar y ajustar formularios para pantallas pequeñas	6
TA – 07	Optimizar la navegación en dispositivos móviles	6
TA – 08	Aplicar pruebas de visualización multiplataforma y navegadores	8
TA – 09	Resolver errores de desbordamiento y escalabilidad visual	6

TA – 10	Pruebas de experiencia de usuario responsivo con retroalimentación	8
TA - 11	Documentar pautas de estilo y estructura responsivos para futuros módulos	10
HU – 008: Acceso interactivo ha contenido		
TA – 12	Crear interfaz de página de inicio con navegación atractiva	6
TA – 13	Implementar botón interactivo para acceso visual (visor de islas, expediciones, microbioma)	6
TA – 14	Diseñar animaciones de entrada y efectos visuales	6
TA – 15	Incluir video de introducción sobre la Antártida como fondo interactivo	5
TA – 16	Agregar controles de reproducción y volumen al video	4
TA – 17	Conectar los botones a cada módulo correspondiente	6
TA – 18	Validar experiencia visual y compatibilidad en diferentes resoluciones	5
TA – 19	Pruebas de usabilidad con usuarios reales o simulados	6
TA – 20	Documentar interacción y estructura del acceso visual	6
Total, de horas		150

Sprint 1

Planificación del Sprint 1

Durante la planificación del Sprint 1, el equipo de desarrollo identificó como prioridad establecer la base del sistema de autenticación, control de acceso y configuraciones administrativas esenciales. Asimismo, para su respectiva realización se establecieron responsables, prioridades técnicas y se definieron los criterios de éxito para cada historia.

Objetivo del Sprint 1

Establecer el sistema de autenticación, el acceso básico y establecer las bases visuales y de configuración mínima.

Duración del Sprint 1

El Sprint 1 fue planificado para una duración total de 120 horas, distribuidas a lo largo de 24 días laborales. Para cumplir con este cronograma, se dedicaron 5 horas de trabajo cada día de lunes a viernes (motivos laborales).

Tabla 26. Sprint Backlog - Sprint 1

Sprint 1		
Fecha	14 de octubre, 2024	
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Scrum Team	
ID	Tarea	Horas
	HU – 001: Registro de nuevos usuarios	
TA – 01	Diseñar UI del formulario de registro	3
TA – 02	Implementar validaciones de campos en frontend	2
TA – 03	Desarrollar endpoint para crear usuario y encriptar contraseña	3
TA – 04	Verificar duplicados de email o identificación	2
TA – 05	Implementar envío de correo de verificación	3
TA – 06	Activar cuenta al validar el enlace del correo	2
	HU – 002: Inicio de sesión	
TA – 07	Diseñar UI para inicio de sesión	3
TA – 08	Crear endpoint para autenticar credenciales	3
TA – 09	Generar las cookies de sesión	2
TA – 10	Redireccionar según el rol de usuario	3
TA – 11	Manejo de error y bloqueo tras tres intentos fallidos	4
	HU – 007: Gestión de perfil	
TA – 12	Crear interfaz de perfil con datos personales	5
TA – 13	Permitir edición de contraseña con validación de actual	5
TA – 14	Agregar endpoint para actualizar la contraseña	5
	HU – 009: Gestión de usuarios	
TA – 15	Listar todos los usuarios registros	3
TA – 16	Filtrar por rol, estado y fecha	4
TA – 17	Cambiar el rol de un usuario	4
TA – 18	Activar/desactivar usuario	4
	HU – 010: Control de acceso al contenido	
TA – 19	Crear interfaz de asignación de páginas por rol	4
TA – 20	Backend para registrar accesos por rol y página	4

TA – 21	Control de acceso basado en roles	4
TA – 22	Habilitar/deshabilitar páginas por rol	3
	HU – 011: Gestión de dominios permitidos	
TA – 23	Listar dominios permitidos	3
TA – 24	Crear interfaz para registrar/editar dominios	4
TA – 25	Backend para CRUD de dominios	4
TA – 26	Validar el correo electrónico del usuario contra los dominios permitidos en el registro e inicio de sesión	4
	HU – 015: Bitácora de auditoría	
TA – 27	Registrar inicio/cierre de sesión, cambios críticos y errores	6
TA – 28	Almacenar IP, hora y tipo de acción	4
TA – 29	Crear interfaz para filtrar logs por usuario, acción y fecha	5
	HU – 016: Configuración de remitente	
TA – 30	UI para cargar datos de configuración SMTP (Outlook)	4
TA – 31	Backend para guardar y recuperar configuración	6
TA – 32	Validar existencia de configuración al inicio del sistema	4
	Total, de horas	120

Revisión del Sprint 1

Durante la revisión del Sprint 1, el equipo presentó los avances realizados conforme a los objetivos establecidos en la planificación. Posteriormente, se evaluó el cumplimiento de las historias de usuario relacionadas con los módulos de autenticación, gestión de usuario, control de acceso, dominios permitidos, bitácora de auditoría y configuración de remitente. La demostración funcional permitió validar que las tareas técnicas fueron completadas satisfactoriamente y se atendieron los criterios de aceptación definidos para cada historia.

Tabla 27. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se presentó el flujo completo de registro de usuario, desde la carga del formulario hasta la validación del correo electrónico. Se implementaron controles de validación en frontend y backend para evitar datos

duplicados en el correo o identificación, así como validaciones de contraseña segura. El sistema genera un correo de verificación con un enlace único para completar la activación de la cuenta, y se validó correctamente su funcionamiento mediante pruebas manuales.

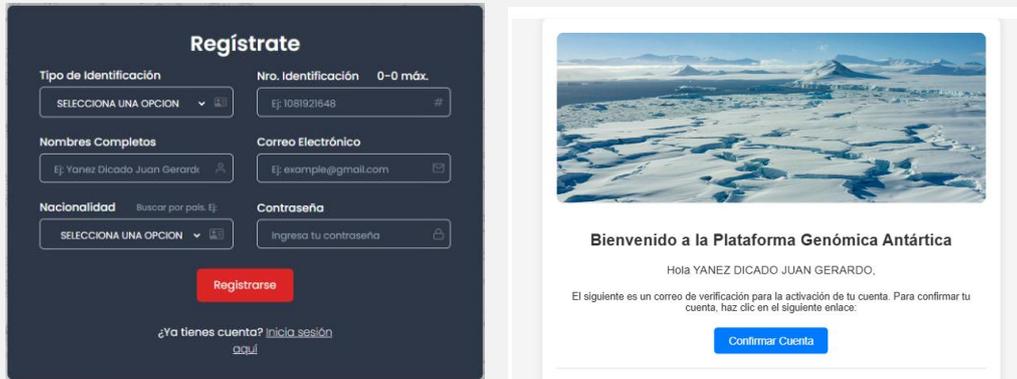


Tabla 28. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se validó el inicio de sesión mediante el ingreso de credenciales y la posterior autenticación con tokens en cookies de sesión. Se probó la redirección automática según el rol del usuario, así como el sistema de bloqueo temporal tras tres intentos fallidos. Además, se comprobó el manejo adecuado de errores, con mensajes para el usuario ante credenciales inválidas o cuentas inactivas.





Tabla 29. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se presentó la sección de perfil, donde el usuario puede ver su información registrada. Se implementó la funcionalidad para actualizar la contraseña, mediante el control de la validación de la contraseña actual antes de permitir el cambio. Se verificó que la actualización de clave se guardara correctamente en la base de datos y que se mantuviera el nivel de seguridad previsto.

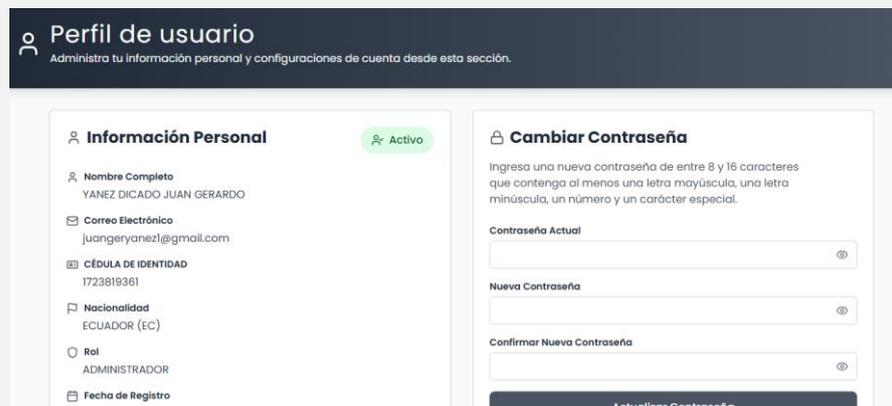
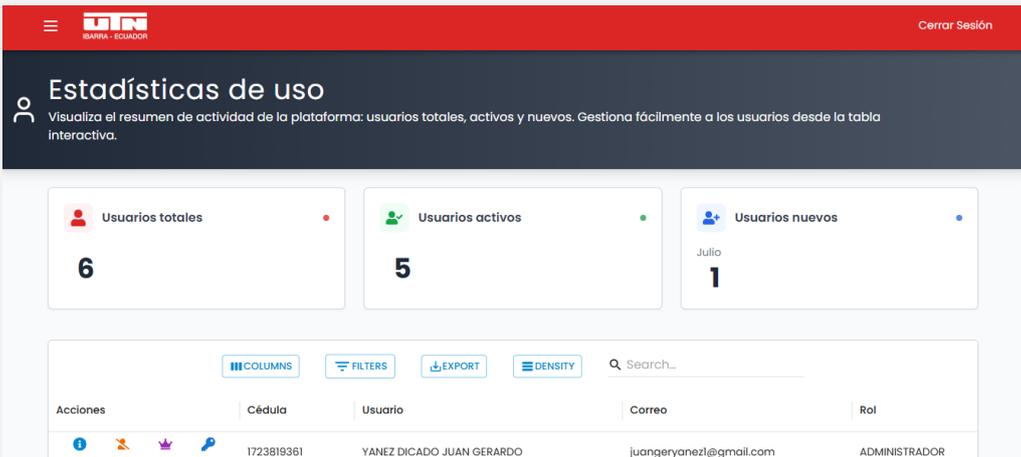
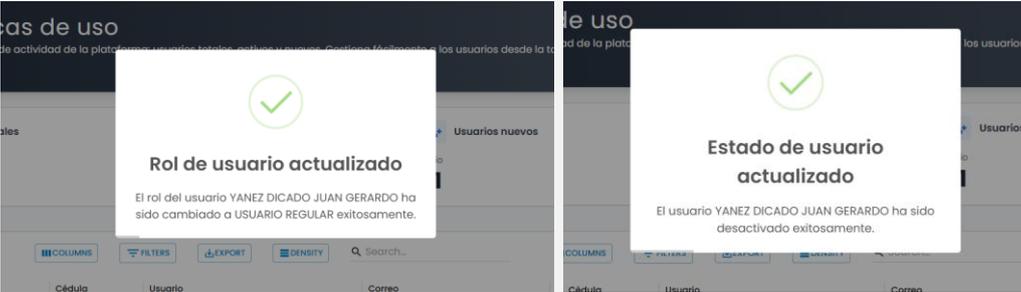


Tabla 30. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se implementó el panel de administración de usuarios, permitiendo listar, filtrar, modificar roles y activar o desactivar cuentas. El sistema muestra la información esencial de cada usuario. La funcionalidad fue validada correctamente desde la interfaz y el backend, garantizando la consistencia de los datos en estas funcionalidades.



The screenshot shows a dashboard titled 'Estadísticas de uso' (Usage Statistics) for UIN Ibarra - Ecuador. It features three summary cards: 'Usuarios totales' (6), 'Usuarios activos' (5), and 'Usuarios nuevos' (1 for July). Below these is a table of users with columns for 'Acciones', 'Cédula', 'Usuario', 'Correo', and 'Rol'. The user 'YANEZ DICADO JUAN GERARDO' is highlighted.



Two screenshots show success messages: 'Rol de usuario actualizado' (User role updated) and 'Estado de usuario actualizado' (User status updated), both indicating that the user 'YANEZ DICADO JUAN GERARDO' was successfully updated.

Tabla 31. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se mostró la gestión de permisos de acceso por rol, con una interfaz intuitiva que permite asignar y revocar acceso a páginas específicas del

sistema, permitiendo controlar el acceso a rutas protegidas según los permisos establecidos en la base de datos. La funcionalidad fue aprobada asignando distintos roles y verificando su acceso a las diferentes secciones.

Roles y Páginas

Aquí podrás indicar las páginas a las que cada rol tiene acceso. Para hacerlo, elije uno de los roles presentados y asigne las páginas adecuadas.

Gestión de Permisos por Rol

Seleccionar Rol

SELECCIONA UNA OPCION

🔍 Buscar

Permisos de páginas 0 registros encontrados

☰ COLUMNS
🔍 FILTERS
📄 EXPORT
⌵ DENSITY
🔍 Search...

Dar permiso	Descripción	Path

Seleccionar Rol

ADMINISTRADOR

🔍 Buscar

Permisos de páginas 112 registros encontrados

☰ COLUMNS
🔍 FILTERS
📄 EXPORT
⌵ DENSITY
🔍 Search...

Dar permiso	Descripción	Path
<input checked="" type="checkbox"/>	PÁGINA DE ACTUALIZACIÓN DE NACIONALIDADES	/settings/parameterization/nationaliti...
<input checked="" type="checkbox"/>	PÁGINA DE REGISTRO DE NACIONALIDADES	/settings/parameterization/nationaliti...
<input checked="" type="checkbox"/>	PÁGINA DE INICIO - ROLES	/settings/parameterization/rol
<input checked="" type="checkbox"/>	PÁGINA DE ACTUALIZACIÓN DE ROLES	/settings/parameterization/rol/update
<input checked="" type="checkbox"/>	PÁGINA DE ACTORES DE ROLES	/settings/parameterization/rol/actors

Tabla 32. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se verificó el módulo para gestionar dominios de correo permitidos. El sistema permite agregar, editar o eliminar dominios y utiliza esta lista para validar que los correos registrados pertenezcan a instituciones

autorizadas. El módulo incluye una interfaz sencilla y un campo de búsqueda que facilita la administración de los registros.

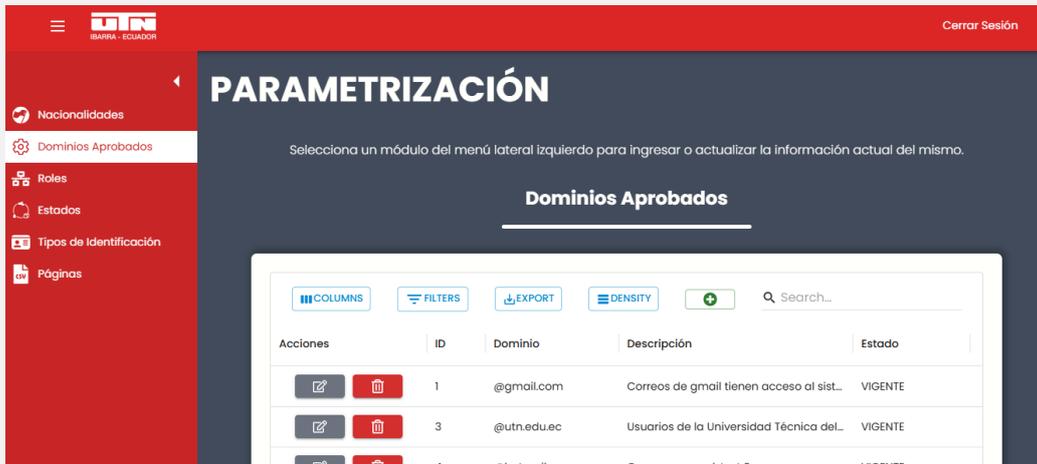
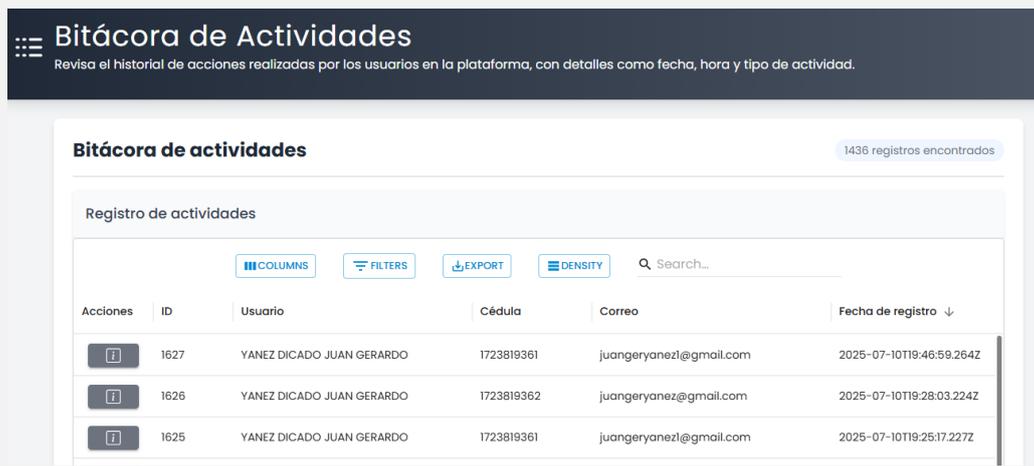


Tabla 33. Revisión de Sprint 1.

Fecha: 15 de noviembre de 2024

Asistentes: Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders

Descripción: Se mostró la bitácora de auditoría donde se registran eventos de riesgo o advertencias como inicio o cierre de sesión, intentos fallidos y cambios en configuraciones sensibles como clave del usuario. Los registros incluyen información de usuario, fecha/hora, dirección IP y tipo de acción.



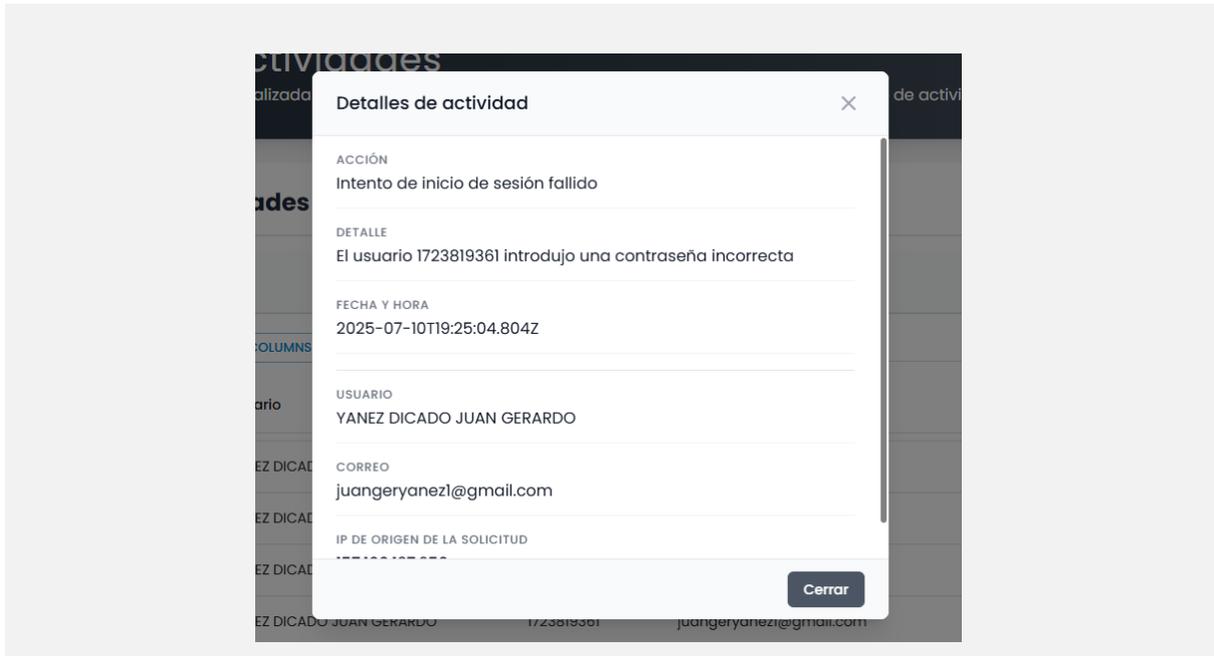


Tabla 34. Revisión de Sprint 1.

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se presentó la funcionalidad para configurar los datos del remitente de correos del sistema (nombre, correo, contraseña de aplicación y organización). Esta configuración es utilizada por los módulos que requieren enviar notificaciones por correo electrónico.



Retrospectiva

Tabla 35. Retrospectiva Sprint 1

Fecha:	15 de noviembre de 2024
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador Stakeholders
Título	Descripción
¿Qué salió bien del sprint?	Se completaron las ocho historias de usuario previstas sin retraso, el flujo de autenticación es totalmente funcional y probado. Hubo una buena coordinación entre frontend y backend para la respectiva integración.
¿Qué no salió como se esperaba?	Algunas validaciones del formulario de registro tomaron más tiempo del planificado, hubo serias complicaciones con la integración del sistema de envío de correos en el ambiente local. La bitácora de auditoría inicial no incluía el detalle de IP, lo que tuvo que corregirse durante el desarrollo.
¿Qué mejoras se implementarán?	Documentar mejor, los requisitos técnicos de integraciones externas, anticipar pruebas de integración en ambientes locales y refinar estimaciones de tareas pequeñas con alto impacto técnico.

Sprint 2

Planificación del Sprint 2

Durante la planificación del Sprint 2, se estableció como objetivo desarrollar los módulos de parametrización de datos, los cuales permitieron al administrador gestionar tablas de configuración del sistema. Estas funcionalidades son importantes y necesarias para garantizar una adecuada normalización de datos, facilitando así la administración y escalabilidad de la plataforma.

Objetivo del Sprint 2

Implementar la administración de datos del sistema mediante CRUD.

Duración del Sprint 2

El Sprint 2 fue planificado con una duración de 300 horas distribuidas a lo largo de 60 días laborables. Para cumplir con este cronograma, se dedicaron 5 horas de trabajo cada día de lunes a viernes (motivos laborales).

Tabla 36. Sprint Backlog – Sprint 2

Sprint 2		
Fecha	18 de noviembre de 2024	
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Scrum Team	
ID	Tarea	Horas
HU – 012: Parametrización del sistema		
TA – 01	Levantar requerimientos de tablas básicas a parametrizar	6
TA – 02	Diseñar la estructura de base de datos y relaciones para tablas parametrizables	10
TA – 03	Crear UI general para administración de parámetros del sistema	10
TA – 04	Implementar CRUD backend para nacionalidades	10
TA – 05	Implementar CRUD backend para tipo de identificación, estados, roles y páginas	10
TA – 06	Crear filtros, búsqueda y ordenamiento en frontend	10
TA – 07	Agregar validaciones de integridad de datos	8
TA – 08	Probar integraciones de roles y páginas del sistema	10
TA – 09	Pruebas de navegación de consistencia y flujos de navegación	8
TA – 10	Documentar procedimientos de parametrización	8
HU – 013: Parametrización del microbioma antártico		
TA – 11	Definir estructura jerárquica para los datos biológicos del microbioma	8
TA – 12	Crear estructura relacional en base de datos para microbioma	10
TA – 13	UI para visualización y edición jerárquica de taxonomía biológica	12
TA – 14	Implementar backend para manejo de relaciones entre entidades taxonómicas	12
TA – 15	CRUD para cada tabla: Espécimen Antártico, Filo, Orden, Familia, Género, Especie, Islas y Metabolitos	14
TA – 16	Interfaz para asociación de especímenes a islas y metabolitos	10
TA – 17	Implementar búsquedas y filtros en las vistas administrativas	10

TA – 18	Validación de consistencia de datos (sin duplicados, claves foráneas)	8
TA – 19	Pruebas de integración con otras vistas científicas	8
TA - 20	Documentación del modelo de datos y uso del módulo	8
HU – 014: Parametrización de estudios antárticos		
TA – 21	Levantar requerimientos funcionales de estudios científicos	6
TA – 22	Crear modelo de datos para estudios, expediciones y muestras	10
TA – 23	Desarrollar UI para gestión de bases antárticas y expediciones	12
TA – 24	Implementar backend para CRUD de entidades científicas	12
TA – 25	Crear sección para asociar expedicionarios con expediciones	10
TA – 26	Integrar imágenes, archivos y documentación en muestras	10
TA – 27	Agregar filtros por año, ubicación y tipo de investigación	10
TA – 28	Verificación de relaciones cruzadas con microbioma y ubicación	8
TA – 29	Pruebas de carga y consistencia de grandes volúmenes de datos	10
TA - 30	Documentación técnica y operativa del módulo	12
Total, de horas		300

Revisión del Sprint 2

Al finalizar el Sprint 2, se llevó a cabo una reunión de revisión en la que el equipo presentó a los asistentes las funcionalidades implementadas relacionadas con la parametrización del sistema. Las tareas ejecutadas incluyeron la creación de interfaces administrativas, endpoints backend y validaciones para entidades involucradas. La revisión permitió validar que cada historia cumpliera con sus objetivos funcionales y técnicos.

Tabla 37. Revisión Sprint 2

Fecha:	7 de febrero de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se implementaron formularios administrativos para gestionar tablas maestras. Cada módulo permite registrar, editar, eliminar y buscar registros, con validaciones para evitar duplicados. También se incluyeron opciones para ordenar columnas y filtros por criterios. Los

datos se integran con los módulos de autenticación y control de acceso para garantizar consistencia.

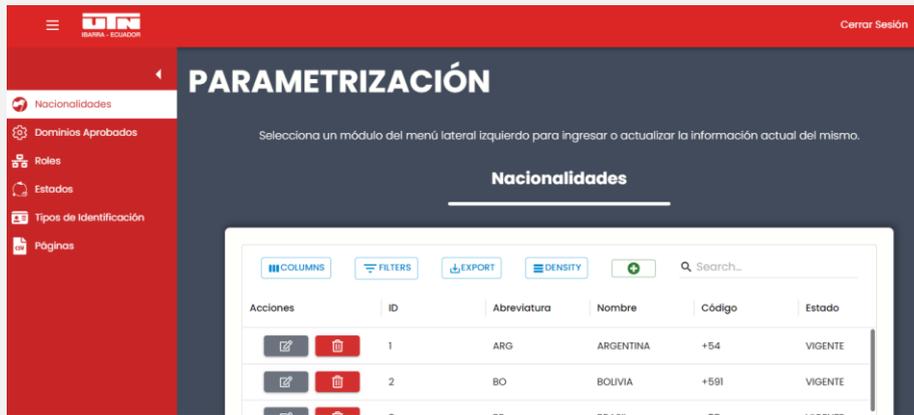


Tabla 38. Revisión Sprint 2

Fecha:

7 de febrero de 2025

Asistentes

Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders

Descripción Se presentó la gestión de entidades biológicas relacionadas con el microbioma. Se validó que todas las operaciones CRUD, funcionaran correctamente. Además, se incluyó la lógica jerárquica entre niveles taxonómicos y se garantizó la integridad referencial entre relaciones biológicas. La interfaz permite búsquedas, ordenamiento y filtrado.



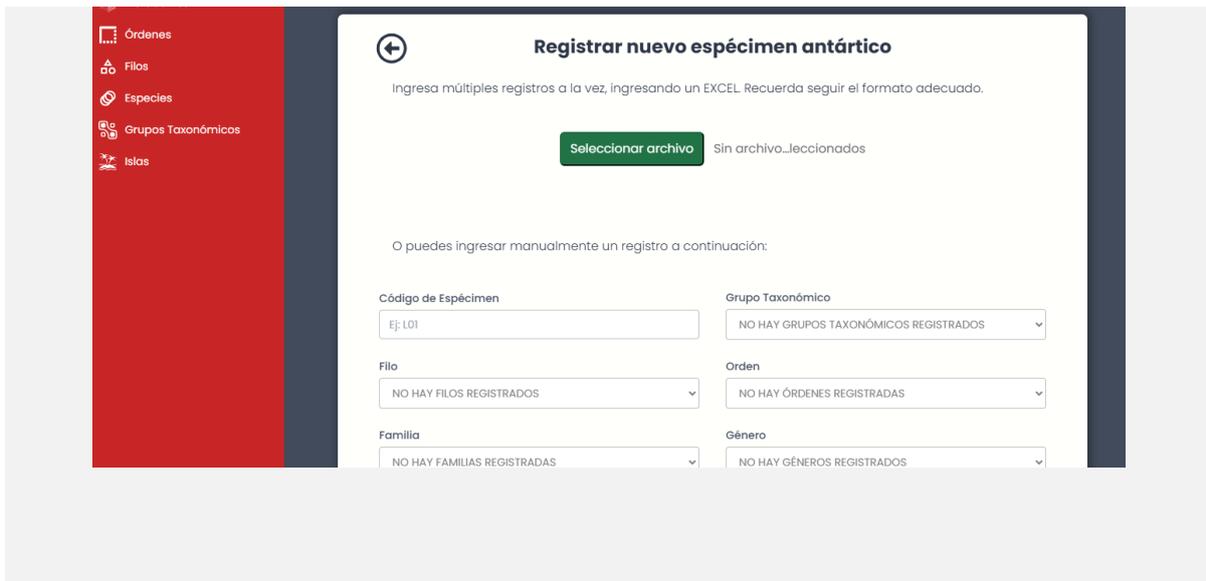
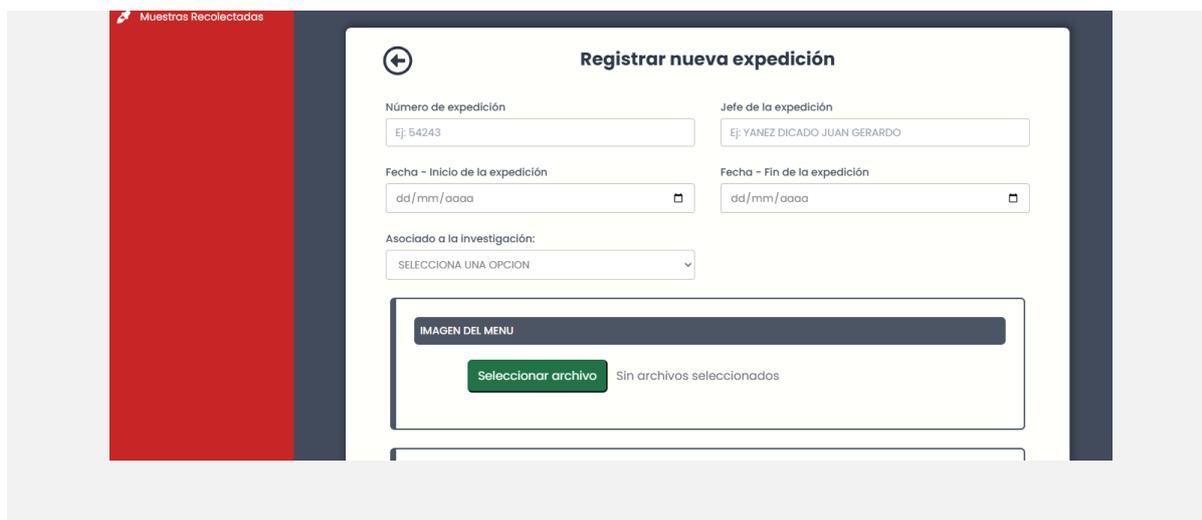


Tabla 39. Revisión Sprint 2

Fecha:	7 de febrero de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se desarrolló la gestión de entidades vinculadas con las expediciones científicas. La interfaz permite CRUD completo, ordenamiento por columnas y filtros. Se validaron las relaciones entre entidades y se verificó que los registros se reflejen correctamente en los módulos de visualización científica posteriores.





Retrospectiva

Tabla 40. Retrospectiva Sprint 2

Fecha:	7 de febrero de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Título	Descripción
¿Qué salió bien del sprint?	Se cumplió con el objetivo de implementar las tres historias de usuario con 100 horas cada una. La interfaz administrativa fue consistente y reutilizable entre los módulos.
¿Qué no salió como se esperaba?	Para los asistentes, el diseño UI/UX no fue satisfactorio para la plataforma web.
¿Qué mejoras se implementarán?	Se mejorará la interfaz UI/UX, se documentará mejor la estructura relacional de las tablas maestras y se crearán componentes reutilizables para formularios.

Sprint 3

Planificación del Sprint 3

En la planificación del Sprint 3, el equipo definió como objetivo principal el desarrollo de los módulos de exploración interactiva de datos científicos. Estas funcionalidades permiten a los usuarios registrados acceder a información

georreferenciada de especímenes recolectados en diferentes islas, así como visualizar los resultados de las expediciones antárticas realizadas por la universidad. Se priorizó la carga de datos y la experiencia del usuario mediante interfaces interactivas, mapas y gráficos.

Objetivo del Sprint 3

Permitir el acceso visual e interactivo a los datos de microbioma y expediciones.

Duración del Sprint 3

El Sprint 3 fue diseñado para una duración total de 150 horas, dentro de un periodo de 30 días laborables. Para cumplir con esta planificación, se dedicó 5 horas de trabajo cada día de lunes a viernes (motivos laborales).

Tabla 41. Sprint Backlog - Sprint 3

Sprint 3		
Fecha	10 de febrero de 2025	
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Scrum Team	
ID	Tarea	Horas
HU – 004: Exploración de Microbioma por islas		
TA – 01	Implementar mapa base con las islas Greenwich, Robert, Dee y Barrientos	8
TA – 02	Crear interfaz de selección de islas y datos asociados	6
TA – 03	Backend para consulta de microbioma por isla	6
TA – 04	Mostrar datos generales de la isla seleccionada	6
TA – 05	Implementar selección de especímenes en la isla y mostrar detalles	8
TA – 06	Añadir zoom y desplazamiento en el visor interactivo (ArcGIS Pro)	6
TA – 07	Pruebas de navegación entre islas y carga de datos	5
TA – 08	Documentar el uso del visor de islas y casos de prueba	5
HU – 005: Expediciones		
TA – 09	Crear interfaz para listado de expediciones	6
TA – 10	Backend para consulta de expediciones, expedicionarios y muestras	8
TA – 11	Visualizar datos generales de cada expedición	6
TA – 12	Integrar galería de imágenes por expedición	6

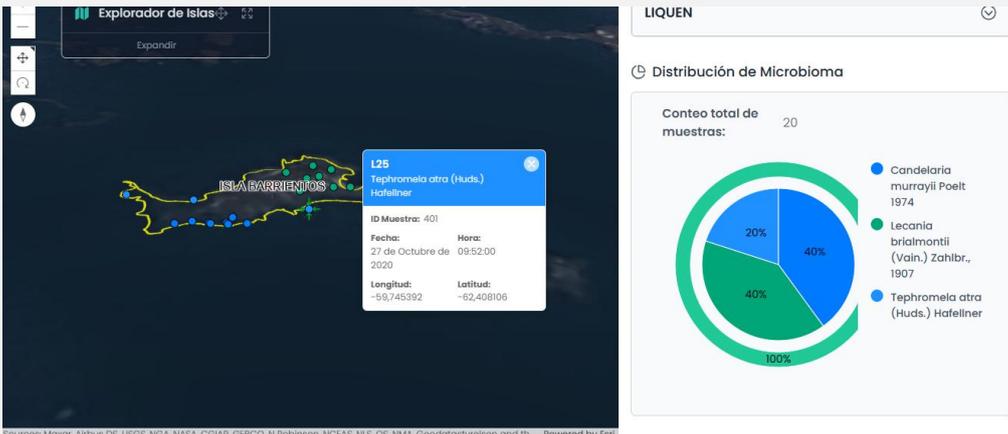
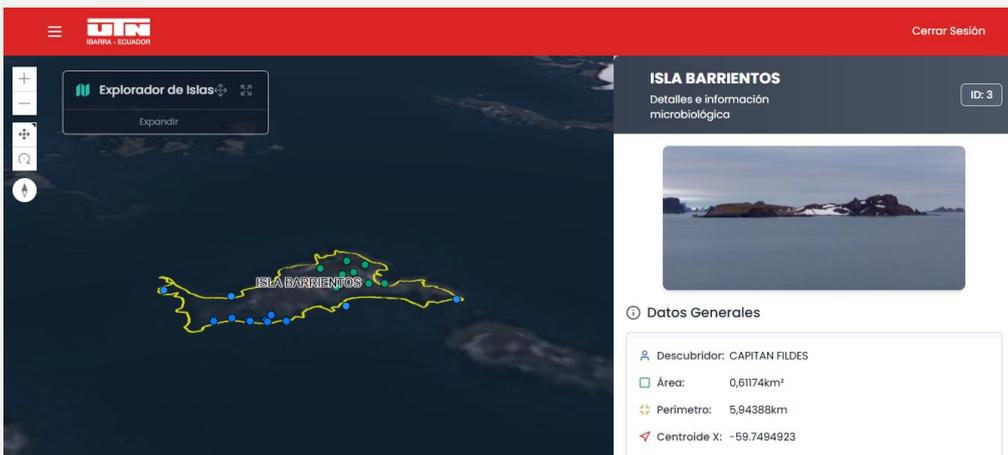
TA – 13	Mostrar lista de expedicionarios por expedición	6
TA – 14	Mostrar mapa con especímenes recolectados en la expedición	8
TA – 15	Implementar información detallada de cada expedición de manera sistemática	5
TA - 16	Validar flujos de navegación entre elementos relacionados	5
HU – 006: Visualización de datos del microbioma antártico		
TA – 17	Crear interfaz de selección de especímenes antárticos	6
TA – 18	Backend para consulta de datos biológicos detallados	8
TA – 19	Mostrar datos generales del espécimen (nombre, clasificación)	6
TA – 20	Mostrar bases nitrogenadas y cadena de ADN	8
TA – 21	Mostrar mapa de islas donde está presente el espécimen	8
TA – 22	Agregar filtros por taxonomía y ubicación	6
TA – 23	Pruebas de navegación entre especímenes e islas	4
TA - 24	Documentar componente de visualización científica	4
Total, de horas		150

Revisión del Sprint 3

Durante la revisión del Sprint 3, el equipo presentó a los asistentes los avances relacionados con los módulos científicos. Se hizo una demostración del visor de islas, la carga de información de las expediciones y la navegación, a través de un almanaque, de especímenes del microbioma, recalcando la visualización de datos interactivos.

Tabla 42. Revisión Sprint 3

Fecha:	21 de marzo de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se implementó una interfaz con un mapa interactivo 3D (ArcGIS Pro) que permite seleccionar las islas Greenwich, Robert, Dee y Barrientos. Al seleccionar una isla, se hace un zoom mostrando puntos donde se muestran los especímenes recolectados. Se incluyeron los controles de zoom, desplazamientos y un panel lateral con detalles de cada muestra recolectada.



Sources: Maxar, Airbus DS, USGS, NOAA, NASA, CGIAR, GEBCO, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatasyreisen and th... Powered by Esri

Tabla 43. Revisión Sprint 3

Fecha:	21 de marzo de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se desarrolló un apartado de expediciones científicas realizadas por la UTN. El sistema permite visualizar las expediciones por orden de realización, además se muestra un resumen general, galería de

imágenes asociadas, investigadores participantes y un visor de especímenes recolectados durante la expedición.

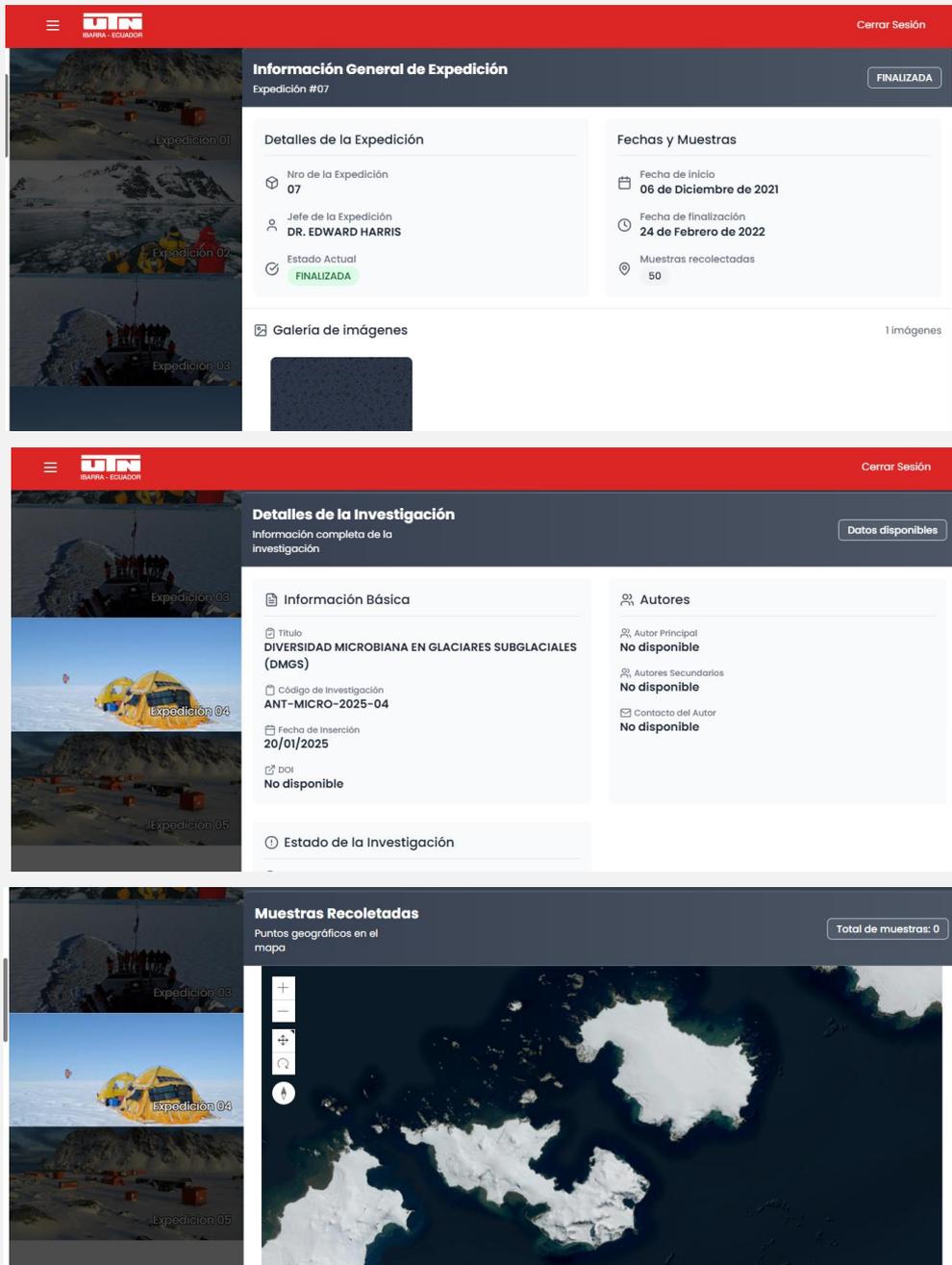


Tabla 44. Revisión Sprint 3

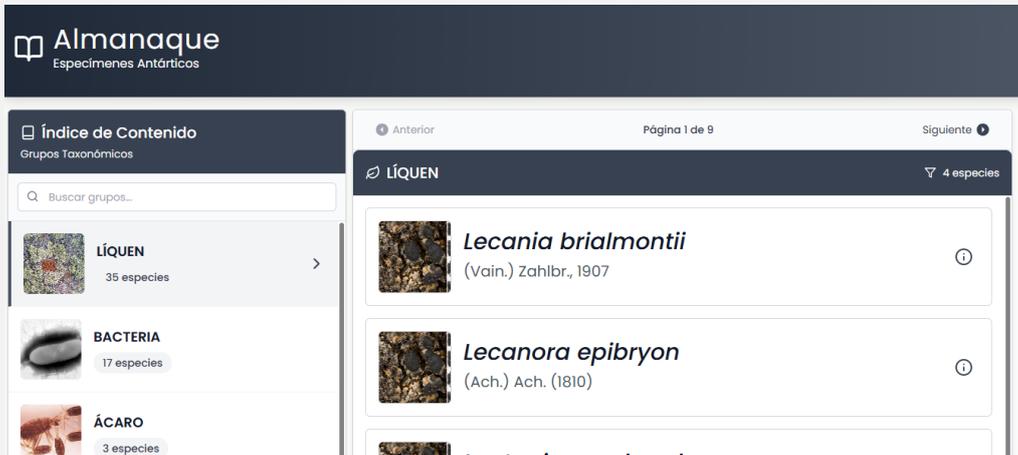
Fecha:

21 de marzo de 2025

Asistentes

Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders

Descripción Se presentó un apartado que permite visualizar la información detallada de cada espécimen antártico registrado en el sistema. Los usuarios pueden ver esta información en forma de un almanaque interactivo. Se puede apreciar información como bases nitrogenadas, secuencias de ADN y ubicación geográfica de la recolección.



Retrospectiva

Tabla 45. Retrospectiva Sprint 3

Fecha:	21 de marzo de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders

Título	Descripción
¿Qué salió bien del sprint?	La integración de datos científicos con mapas y gráficos fue exitosa. Se mejoró la experiencia del usuario final y se logró cargar datos en tiempo real.
¿Qué no salió como se esperaba?	La carga de datos de expediciones con múltiples relaciones entre tablas requirió más tiempo del esperado, sobre todo procesar datos multimedia como las imágenes.
¿Qué mejoras se implementarán?	Se desarrollará un sistema de precarga y paginación para mejorar el rendimiento, además se modularizarán los componentes de mapas para su reutilización.

Sprint 4

Planificación del Sprint 4

En la planificación del Sprint 4, se realizaron tareas enfocadas en mejorar la experiencia del usuario a través de una interfaz adaptable y un acceso visual atractivo al contenido. Se dividió el trabajo en dos aspectos: por un lado, el diseño responsivo, que garantiza la adecuada visualización y usabilidad de la plataforma en diferentes dispositivos, por otro lado, la creación de un menú interactivo como punto de partida a las funcionalidades principales de la plataforma.

Objetivo del Sprint 4

Mejorar la experiencia de usuario y la navegación general del sistema.

Duración del Sprint 4

El Sprint 4 fue diseñado para una duración total de 150 horas, dentro de un periodo de 30 días laborables. Para cumplir con esta planificación, se dedicó 5 horas de trabajo cada día de lunes a viernes (motivos laborales).

Tabla 46. Sprint Backlog - Sprint 4

Sprint 4	
Fecha	24 de marzo de 2025

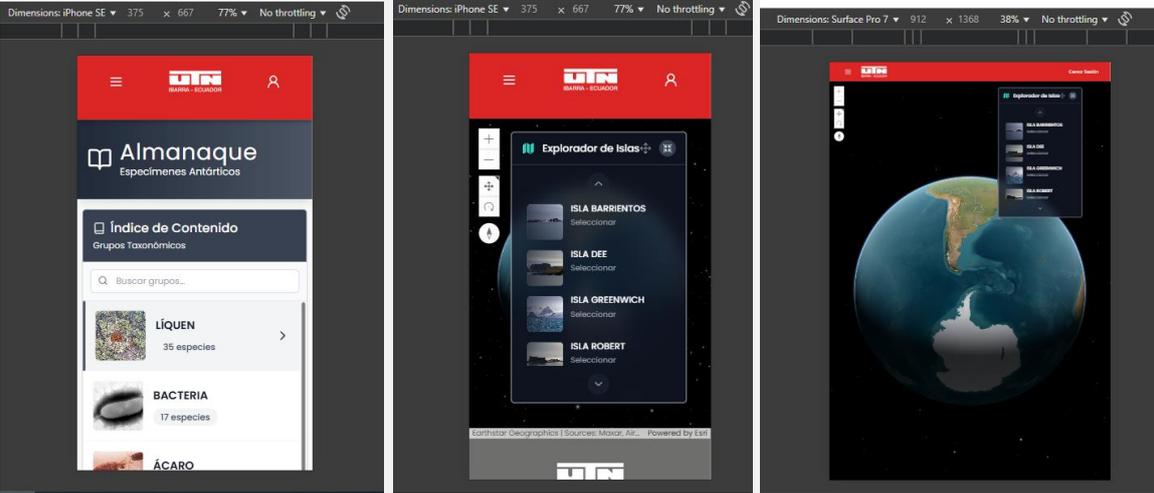
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Scrum Team	
ID	Tarea	Horas
HU – 003: Diseño Responsivo		
TA – 01	Analizar requerimientos de diseño responsivo para todos los módulos de la plataforma	6
TA – 02	Crear diseño base mobile-first (estructura general)	10
TA – 03		10
Implementar diseño responsivo para páginas públicas (inicio, login, registro)		
TA – 04	Adaptar componentes existentes para tablets y pantallas grandes	8
TA – 05	Diseñar y aplicar medias queries en todos los layouts	10
TA – 06	Validar y ajustar formularios para pantallas pequeñas	6
TA – 07	Optimizar la navegación en dispositivos móviles	6
TA – 08	Aplicar pruebas de visualización multiplataforma y navegadores	8
TA – 09	Resolver errores de desbordamiento y escalabilidad visual	6
TA – 10	Pruebas de experiencia de usuario responsivo con retroalimentación	8
TA - 11	Documentar pautas de estilo y estructura responsivo para futuros módulos	10
HU – 008: Acceso interactivo ha contenido		
TA – 12	Crear interfaz de página de inicio con navegación atractiva	6
TA – 13	Implementar botón interactivo para acceso visual (visor de islas, expediciones, microbioma)	6
TA – 14	Diseñar animaciones de entrada y efectos visuales	6
TA – 15	Incluir video de introducción sobre la Antártida como fondo interactivo	5
TA – 16	Agregar controles de reproducción y volumen al video	4
TA – 17	Conectar los botones a cada módulo correspondiente	6
TA – 18	Validar experiencia visual y compatibilidad en diferentes resoluciones	5
TA – 19	Pruebas de usabilidad con usuarios reales o simulados	6
TA – 20	Documentar interacción y estructura del acceso visual	6
Total, de horas		150

Revisión del Sprint 4

En la revisión del Sprint 4 se presentó a los asistentes la nueva interfaz visual implementada en la plataforma. Se destacaron los avances en la compatibilidad con diferentes tamaños de pantalla (diseño responsivo) y el desarrollo de un menú de inicio visual con navegación con botones interactivos. También se mostró una introducción multimedia, demostrando el enfoque visual del proyecto.

Tabla 47. Revisión Sprint 4

Fecha:	2 de mayo de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	Se implementó un diseño responsivo utilizando un enfoque mobile – first. La UI se adaptó a distintos dispositivos mediante el uso de breakpoints y diseño fluido. Se optimizó la experiencia de usuario en pantallas pequeñas, se ajustaron los componentes visuales, menús colapsables y se efectuaron pruebas en navegadores y dispositivos móviles para validar la correcta visualización y funcionamiento. También se integraron animaciones reajustables y ajustes en layouts de columnas y navegación lateral.



The image displays three screenshots of the application interface on different devices. The first two are for an iPhone SE (375 x 667 pixels, 77% zoom), showing a mobile-optimized view with a red header, a search bar, and a list of taxonomic groups like 'LÍQUEN' and 'BACTERIA'. The third screenshot is for a Surface Pro 7 (912 x 1368 pixels, 38% zoom), showing a desktop-optimized view with a large globe and a sidebar menu.

Tabla 48. Revisión Sprint 4

Fecha:	02 de mayo de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Descripción	<p>Se desarrolló una pantalla de inicio interactiva que actúa como un menú hacia los módulos principales del sistema. Se incluyó un video de introducción sobre la Antártida como fondo, se agregaron botones que permiten al usuario acceder directamente al visor de islas, expediciones o microbioma. También se validó la carga eficiente del video y la navegabilidad hacia las rutas designadas según cada módulo.</p>



Retrospectiva

Tabla 49. Retrospectiva Sprint 4

Fecha:	02 de mayo de 2025
Asistentes	Product Owner, Scrum Master, Desarrollador, Stakeholders
Título	Descripción
¿Qué salió bien del sprint?	Se logró una excelente integración del diseño responsivo, mejorando la experiencia del usuario. La página de inicio ofrece una navegación clara y atractiva.
¿Qué no salió como se esperaba?	Hubo problemas en la compatibilidad del video en ciertos navegadores móviles; algunos elementos visuales necesitaron una reestructuración para evitar desbordamientos.
¿Qué mejoras se implementarán?	Se adoptará un enfoque de pruebas recurrentes e iterativas en dispositivos móviles reales y se agregarán opciones para video adaptativo según el ancho de banda del usuario.

2.3. Fase 3. Post – juego

Pruebas de aceptación

La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos durante la ejecución de las pruebas de aceptación. En ella, se detallan las funcionalidades evaluadas,

verificando que la plataforma web cumpla con los criterios definidos previamente para cada historia de usuario, asegurando así que las características implementadas respondan a los requerimientos establecidos por el cliente y los usuarios finales.

Tabla 50. Pruebas de aceptación

ID HU	Nombre	Funcionalidad	Aceptación	
			Si	No
HU - 001	Registro de nuevos usuarios	Acceder a la página de registro desde la página principal.	X	
HU - 001	Registro de nuevos usuarios	Verificar que la identificación o correo electrónico no esté ya registrada	X	
HU - 001	Registro de nuevos usuarios	Si existen errores en el formulario, se muestra un mensaje de error claro y preciso.	X	
HU - 001	Registro de nuevos usuarios	Al enviar el formulario con éxito, el sistema envía un correo de verificación	X	
HU - 001	Registro de nuevos usuarios	El usuario debe poder completar el registro haciendo clic en un enlace de verificación en el correo electrónico enviado	X	
HU - 002	Inicio de sesión	Ingresar correo electrónico y contraseña en la página de inicio de sesión	X	
HU - 002	Inicio de sesión	Validar las credenciales (correo electrónico y contraseña)	X	
HU - 002	Inicio de sesión	Redirigir al usuario según su rol (administrador o usuario normal)	X	
HU - 002	Inicio de sesión	Mostrar mensaje de error si las credenciales son incorrectas	X	

HU - 002	Inicio de sesión	Implementar bloqueo temporal después de tres intentos fallidos.	X
HU - 003	Diseño responsivo	Correcto funcionamiento en dispositivos móviles	X
HU - 003	Diseño responsivo	Correcto funcionamiento en dispositivos de escritorio	X
HU - 004	Exploración de microbioma por islas	Permitir seleccionar entre las diferentes islas	X
HU - 004	Exploración de microbioma por islas	Visualizar datos generales de la isla seleccionada	X
HU - 004	Exploración de microbioma por islas	Permitir seleccionar un espécimen específico y visualizar su información	X
HU - 004	Exploración de microbioma por islas	Zoom y desplazamiento en gráficos	X
HU - 005	Expediciones	Permitir selección de expediciones	X
HU - 005	Expediciones	Visualizar los datos generales, lista de expedicionarios, galería de imágenes	X
HU - 005	Expediciones	Visualizar un mapa con los especímenes antárticos identificados en dicha expedición	X
HU - 005	Expediciones	Zoom y desplazamiento en gráficos	X
HU - 006	Visualización de datos del microbioma antártico	Permitir selección de especímenes antárticos	X
HU - 006	Visualización de datos del microbioma antártico	Visualizar los datos generales, bases nitrogenadas, cadena de ADN	X

HU - 006	Visualización de datos del microbioma antártico	Visualizar en qué islas se encuentra presente dicho espécimen	X
HU – 007	Gestión de perfil	Visualizar mi información personal ingresada en los campos del registro de usuario	X
HU – 007	Gestión de perfil	Permitir el cambio de contraseña	X
HU – 007	Gestión de perfil	Validar ingreso de la contraseña actual para poder actualizar una nueva contraseña	X
HU – 008	Acceso interactivo ha contenido	Permitir elegir tres menús, al visor de islas, de expediciones y del microbioma antártico	X
HU – 008	Acceso interactivo ha contenido	Incluir en la introducción un video sobre la antártica de fondo	X
HU – 008	Acceso interactivo ha contenido	Incluir un control para activar y desactivar el volumen	X
HU – 009	Gestión de usuarios	Listar todos los usuarios registrados	X
HU – 009	Gestión de usuarios	Filtrar usuario por rol, estado, fecha de registro	X
HU – 009	Gestión de usuarios	Capacidad de cambiar rol de usuario	X
HU – 009	Gestión de usuarios	Activar o desactivar cuentas de usuario	X
HU – 010	Control de acceso al contenido	Elegir el rol de un combo box con todos los roles disponibles	X
HU – 010	Control de acceso al contenido	Buscar y crear un registro de enlace entre el rol y todas las páginas registradas	X

HU – 010	Control de acceso al contenido	Permitir, habilitar o deshabilitar el permiso a cada página por separado	X
HU – 011	Gestión de dominios permitidos	Listar todos los dominios registrados	X
HU – 011	Gestión de dominios permitidos	Permitir registrar un nuevo dominio	X
HU – 011	Gestión de dominios permitidos	Permitir modificar o eliminar un dominio existente registrado	X
HU – 011	Gestión de dominios permitidos	Ordenar los dominios listados por nombre, secuencial de registro, etc.	X
HU – 011	Gestión de dominios permitidos	Incluir campo de búsqueda	X
HU – 012	Parametrización del sistema	Listar todos los registros	X
HU – 012	Parametrización del sistema	Permitir ingresar registros	X
HU – 012	Parametrización del sistema	Permitir modificar o eliminar registros existentes	X
HU – 012	Parametrización del sistema	Ordenar los registros listados, por cualquier columna de su tabla	X
HU – 012	Parametrización del sistema	Incluir campo de búsqueda	X
HU – 013	Parametrización del microbioma antártico	Listar todos los registros	X
HU – 013	Parametrización del microbioma antártico	Permitir ingresar registros	X
HU – 013	Parametrización del microbioma antártico	Permitir modificar o eliminar registros existentes	X

HU – 013	Parametrización del microbioma antártico	Ordenar los registros listados, por cualquier columna de su tabla	X
HU – 013	Parametrización del microbioma antártico	Incluir campo de búsqueda	X
HU – 014	Parametrización de estudios antárticos	Listar todos los registros	X
HU – 014	Parametrización de estudios antárticos	Permitir ingresar registros	X
HU – 014	Parametrización de estudios antárticos	Permitir modificar o eliminar registros existentes	X
HU – 014	Parametrización de estudios antárticos	Ordenar los registros listados, por cualquier columna de su tabla	X
HU – 014	Parametrización de estudios antárticos	Incluir campo de búsqueda	X
HU – 015	Bitácora de auditoría	Registro de inicio y cierre de sesión	X
HU – 015	Bitácora de auditoría	Log de cambios en configuraciones	X
HU – 015	Bitácora de auditoría	Registro de acciones de usuarios	X
HU – 015	Bitácora de auditoría	Almacenar IP y hora de cada actividad	X
HU – 015	Bitácora de auditoría	Filtrar registros por usuario, fecha, tipo de acción	X
HU – 016	Configuración de remitente	Precarga de los datos previamente registrados	X
HU – 016	Configuración de remitente	Si no hay correo configurado, se mostrará la interfaz para registrar uno nuevo	X

HU – 016	Configuración de remitente	Se permitirá ingresar el nombre del usuario del correo, nombre de la institución que representa, clave de uso, y correo.	X
----------	----------------------------	--	---

Despliegue

El backend de la plataforma web se desplegó en el servicio gratuito que ofrece Vercel, el cual se seleccionó por su facilidad de integración con repositorio Git, su capacidad de realizar despliegues automáticos en cada cambio y su compatibilidad con entorno de desarrollo modernos como lo es Node.js con Express.js, este servicio proporciona una infraestructura escalable y confiable, con tiempos de respuesta óptimos y soporte para funciones sin servidor, lo que facilita la entrega continua.

Tabla 51. Despliegue Backend

Recursos de Despliegue		
Sistema Operativo	Amazon Linux 2 (basado en Red Hat Enterprise Linux)	
Servidor de despliegue	Vercel	
Enlace de la aplicación desplegada	https://plataformagenomicaantarticaapiweb.vercel.app/api/v1/	
Máquina	Almacenamiento	512 MB
	CPU	1 vCPU por función
	Memoria	1024 MB
Observaciones	En su capa gratuita, el servicio responde de manera óptima y eficiente a las solicitudes del frontend. Por otro lado, el dominio no es totalmente personalizado tiene un sufijo de vercel.app	

El frontend de la plataforma web Genómica Antártica también fue desplegado en Vercel, ya que esta plataforma permite el renderizado del lado del cliente. Esto resulta demasiado útil al utilizar mapas 3D de ArcGIS, pues el procesamiento se ejecuta directamente en el navegador del usuario, evitando sobrecargar los servidores de Vercel.

Tabla 52. Despliegue Frontend

Recursos de Despliegue		
Sistema Operativo	Amazon Linux 2 (basado en Red Hat Enterprise Linux)	
Servidor de despliegue	Vercel	
Enlace de la aplicación desplegada	https://plataforma-genomica-antarticautnec.vercel.app/	
Máquina	Almacenamiento	512 MB
	CPU	1 vCPU por función
	Memoria	1024 MB
Observaciones	En su capa gratuita, el servicio responde de manera óptima y eficiente a las solicitudes del frontend. Por otro lado, el dominio no es totalmente personalizado, tiene un sufijo de vercel.app	

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Metodología de evaluación

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos tras la evaluación de la Plataforma Web Genómica Antártica, con un enfoque técnico en la característica de usabilidad y la sub característica de accesibilidad, conforme a los lineamientos establecidos por la norma ISO/IEC 25010. Para la medición de la usabilidad, se aplicó el método CSUQ (Computer System Usability Questionnaire), un instrumento estandarizado que permite cuantificar la percepción del usuario respecto a la calidad de uso del sistema. En cuanto a la accesibilidad, se utilizaron los criterios de éxito definidos por las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG), específicamente en el nivel de conformidad AA, lo que posibilita evaluar si la plataforma es funcional para personas con diferentes capacidades.

Finalmente, los resultados fueron analizados de manera rigurosa con el fin de identificar áreas de mejora y verificar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio de la presente tesis.

3.2. Encuesta CSUQ

El cuestionario CSUQ es una herramienta ampliamente reconocida que permite evaluar qué tan fácil y agradable resulta interactuar con un sistema informático desde el punto de vista del usuario. Su aplicación es especialmente pertinente en plataformas web que requieren una alta interacción por parte del usuario, debido a la presencia de diversos elementos gráficos y componentes dinámicos. Por esta razón, el CSUQ se considera una opción muy apropiada para medir tanto la usabilidad como la percepción de calidad del sistema. Como explica James R. Lewis (Lewis, 2018), creador del instrumento, la versión abreviada del cuestionario incluye 16 preguntas,

aunque en su versión original contaba con 19 ítems (Vlachogianni & Tselios, 2023). Estos elementos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 53. Encuesta CSUQ (Lewis, 2018)

Preguntas de la encuesta CSUQ
1. ¿En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar esta aplicación web?
2. ¿Fue sencillo usar esta aplicación web?
3. ¿Pude completar mi trabajo rápidamente usando esta aplicación web?
4. ¿Me sentí cómodo usando esta aplicación web?
5. ¿Fue fácil aprender a usar esta aplicación web?
6. ¿Creo que podría ser productivo usando rápidamente esta aplicación web?
7. ¿La aplicación web dio mensajes de error que me indicaron claramente cómo solucionar problemas?
8. ¿Cada vez que cometía un error al utilizar la aplicación, podía recuperarme fácil y rápidamente?
9. ¿La información (como ayuda en línea, mensaje en pantalla y otra documentación) provista con esta aplicación era clara?
10. ¿Fue fácil encontrar la información que necesitaba?
11. ¿La información provista por la aplicación fue efectiva para ayudarme a completar mi trabajo?
12. ¿La organización de la información en las pantallas de la aplicación fue clara?
13. ¿La interfaz de esta aplicación web fue agradable?
14. ¿Me gustó usar la interfaz de esta aplicación web?
15. ¿La aplicación tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga?
16. ¿En general, estoy satisfecho con esta aplicación web?

Fuente: Adaptado de Lewis, J. R. (2018). *Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX*.

Según Lewis (Lewis, 2018), el cuestionario CSUQ se estructura en tres clases clave que permiten analizar distintos aspectos de usabilidad del sistema.

- **Utilidad del sistema (SysUse):** corresponde a las preguntas 1 a 6 del cuestionario y tiene como objetivo evaluar la experiencia general del usuario durante el uso del sistema, considerando aspectos como la eficiencia y la facilidad de aprendizaje.

- **Calidad de la información:** incluye a las preguntas 7 a 12, enfocadas en medir la claridad, precisión, relevancia y comprensión de la información que el sistema proporciona al usuario.
- **Calidad de la interfaz (IntQual):** están las preguntas 13 a 16 y se centra en aspectos afines con el diseño visual, la organización de los elementos y la funcionalidad de la interfaz gráfica del sistema.

Para recoger las opiniones de los usuarios sobre el sistema evaluado, se utilizó una escala tipo Likert de 7 niveles, en la que los participantes podían expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con distintas afirmaciones, desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo” (Almasi, Bahaadinbeigy, Ahmadi, Sohrabei, & Rabie, 2023). Este tipo de escala resulta especialmente útil para captar con mayor precisión cómo perciben los usuarios aspectos clave como la utilidad del sistema, su facilidad de uso y el nivel general de satisfacción durante la interacción.

Los puntos de la escala están acompañados por descriptores verbales que indican el nivel de acuerdo o desacuerdo, como se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 54. Escala de Likert (Academia Journals, 2020)

Valor	Respuesta
7	Totalmente en desacuerdo
6	Bastante en desacuerdo
5	En desacuerdo
4	Neutral
3	De acuerdo
2	Bastante de acuerdo
1	Totalmente de acuerdo

Recolección y organización de datos

La población objeto de estudio estuvo compuesta por 50 usuarios registrados en la plataforma web. Para establecer el tamaño adecuado de la muestra, se utilizó la fórmula estadística para poblaciones finitas, adoptando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Este cálculo determinó que se requería una muestra mínima de 44 participantes.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante una encuesta realizada través de Google Forms, aplicada una vez que los usuarios habían interactuado previamente con el sistema. Las respuestas obtenidas fueron registradas en una matriz de datos, en la cual cada fila representa los niveles de satisfacción respondidos por los encuestados, y cada columna corresponde a una de las preguntas del cuestionario. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de dicha encuesta en la siguiente tabla.

Tabla 55. Resultados de las encuestas

<i>Opción</i>	<i>Preguntas</i>															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bastante en desacuerdo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>En desacuerdo</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Neutral</i>	2	4	4	2	2	4	5	2	7	8	5	3	5	2	3	2
<i>De acuerdo</i>	17	14	16	11	16	15	8	8	18	15	14	12	14	12	11	9
<i>Bastante de acuerdo</i>	19	20	16	26	20	20	23	27	17	16	21	24	20	20	20	21
<i>Totalmente de acuerdo</i>	6	6	7	5	6	5	8	7	2	4	4	5	5	10	10	11
<i>Total</i>	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44

Interpretación de resultados

Previo al desarrollo del análisis estadístico, es fundamental detallar la información recolectada. El instrumento utilizado consistió en un cuestionario compuesto por 16 ítems con respuestas tipo Likert, organizadas en una escala ordinal de 1 a 7, donde el valor 1 indica “Totalmente en desacuerdo” y el valor 7 “Totalmente de acuerdo”. La tabla de resultados muestra, en cada celda, la cantidad de respuestas registradas para cada opción según la pregunta correspondiente. Se obtuvo un total de 44 participantes, número que se mantuvo constante en todo el cuestionario, lo cual asegura una base de datos homogénea para el análisis subsiguiente.

Cálculo de medias

Para obtener la media de cada ítem del cuestionario, es necesario aplicar el cálculo correspondiente a cada pregunta, utilizando los valores asignados a las opciones de respuesta y su respectiva frecuencia.

$$media_j = \frac{\sum_{i=1}^7 (valor_i \times frecuencia_{i,j})}{N}$$

Donde:

- j = índice de la pregunta (1 a 16)
- $valor_i$ = valor numérico de la opción (1 a 7)
- $frecuencia_{i,j}$ = número de respuestas para la opción i en la pregunta j
- N = 44 respuestas totales

Una vez definidas las variables, se llevaron a cabo los cálculos necesarios para obtener los valores desconocidos. Con el objetivo de ejemplificar el método utilizado, se incluye a continuación una tabla que muestra el cálculo detallado en la media correspondiente a la Pregunta 1. Esta ilustración permite comprender claramente la metodología aplicada antes de presentar los resultados generales del resto de los ítems del cuestionario.

Tabla 56. Cálculo de media - Pregunta 1

<i>Opción</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia (P1)</i>	<i>Producto</i>
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	1	0	0
<i>Bastante en desacuerdo</i>	2	0	0
<i>En desacuerdo</i>	3	0	0
<i>Neutral</i>	4	2	8
<i>De acuerdo</i>	5	17	85
<i>Bastante de acuerdo</i>	6	19	114
<i>Totalmente de acuerdo</i>	7	6	42
<i>Total</i>		44	249
	Media		5.66

La pregunta 1 obtuvo una media de 5.66 en una escala de 1 a 7, lo que indica un buen nivel de satisfacción con respecto a la facilidad de uso de la plataforma web. La mayoría de los usuarios eligieron opciones positivas como “De acuerdo” (17 respuestas), “Bastante de acuerdo” (19 respuestas) y “Totalmente de acuerdo” (6 respuestas), sumando un 95,4 % del total de respuestas. No se registraron respuestas en niveles de desacuerdo, y solo 2 participantes seleccionaron la opción Neutral. Estos resultados sugieren una experiencia de uso positiva y consistente, donde la percepción general apunta a que la plataforma web resulta fácil de usar.

De este modo, es posible observar el procedimiento aplicado para el cálculo de la media, el cual se aplicó de manera uniforme en las 16 preguntas del cuestionario. A continuación, se presenta una tabla resumen que indica las medias obtenidas para cada pregunta, con el propósito de proporcionar una visión global sobre la percepción de los usuarios en relación con la usabilidad evaluada en la Plataforma de Recursos Antárticos.

Tabla 57. Cálculo de medias general

<i>Pregunta</i>	<i>Media</i>
P1	5.66
P2	5.64
P3	5.55
P4	5.77
P5	5.68
P6	5.59
P7	5.77
P8	5.89
P9	5.32
P10	5.32
P11	5.55
P12	5.70
P13	5.57
P14	5.86
P15	5.84
P16	5.89
Total	90.59

Según los resultados obtenidos, la plataforma alcanzó un puntaje total de 90.59 en la encuesta CSUQ, lo cual refleja una percepción mayoritariamente positiva por parte de los usuarios en cuanto a su usabilidad. Al desglosar los promedios según las dimensiones propuestas por (Lewis, 2018), se observa un desempeño favorable en todos los aspectos evaluados.

En cuanto a la utilidad del sistema, que evalúa la facilidad de uso general, aprendizaje y eficiencia (P1 – P6), los promedios se ubicaron entre 5.55 y 5.77. Esto indica que los usuarios perciben la plataforma como intuitiva, eficiente y fácil de aprender a usar. Se destaca la pregunta P4 y P7, ambas con una media de 5.77, reflejando una valoración positiva en cuanto a la eficiencia y velocidad para completar tareas. Si bien P3 (5.55) y P6 (5.59) muestran puntajes ligeramente más bajos en este grupo, estos aún se mantienen en un rango alto, lo que sugiere oportunidades de mejora menores, posiblemente relacionadas con tiempos de respuesta o facilidad para corregir errores.

En el aspecto de calidad de la información (P7 – P12), los resultados son aún más favorables, con promedios entre 5.32 y 5.89. Las preguntas P8 (5.89) y P12 (5.70) alcanzan

las medias más altas en esta dimensión, lo que indica que la información proporcionada por la plataforma, incluyendo mensajes del sistema, ayuda en pantalla y retroalimentación, es clara, precisa y útil para completar las tareas. Aunque P9 y P10 obtuvieron la media más baja (5.32), esto no representa una deficiencia significativa, pero podría indicar cierta ambigüedad o exceso de información en esos elementos informativos.

Finalmente, la dimensión correspondiente a la calidad de la interfaz (P13 – P16) también presenta resultados sólidos, con medias entre 5.57 y 5.89. Se destacan P14 (5.86), P15 (5.84) y P16 (5.89), que reflejan una percepción muy favorable respecto al diseño visual, la consistencia de la interfaz y su alineación con las expectativas del usuario. Estos resultados sugieren que el diseño gráfico y la organización de la plataforma contribuyen positivamente a la experiencia general.

Desviación estándar

Además del cálculo de la media, se determinará la desviación estándar, ya que esta medida estadística permite analizar el grado de dispersión de las respuestas en relación con la media de cada ítem. En otras palabras, facilita la identificación del nivel de consenso o variabilidad entre las percepciones de los usuarios encuestados. Una desviación estándar baja sugiere que las respuestas están agrupadas cerca del valor promedio, mientras que una desviación alta indica una mayor dispersión de opiniones. A continuación, se muestra la fórmula empleada para su cálculo.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times f_i}{n}}$$

Donde

- σ = desviación estándar de la pregunta
- x_i = valor de cada opción de respuesta (1 a 7)
- \bar{x} = media de la pregunta
- f_i = frecuencia de respuestas para el valor x_i
- n = total de respuestas o encuestados, en este caso 44.

Con el objetivo de ejemplificar el procedimiento para calcular la desviación estándar, a continuación, se muestra el desarrollo aplicado a la Pregunta 1 del cuestionario. Este cálculo permite cuantificar la variabilidad o dispersión de las respuestas en torno a su media, que en este caso es 5.66. La tabla incluye los pasos intermedios que sustentan dicho cálculo.

Tabla 58. Cálculo de la desviación estándar - Pregunta 1

<i>Pregunta 1</i>					
Opción	<i>Valor V_i</i>	<i>$f_{I,1}$</i>	<i>$V_i - \bar{x}_1$</i>	<i>$(V_i - \bar{x}_1)^2$</i>	<i>$(V_i - \bar{x}_1)^2$</i>
1	1	0	-	21.7071281	0
			4.66		
2	2	0	-	13.38894628	0
			3.66		
3	3	0	-	7.070764463	0
			2.66		
4	4	2	-	2.752582645	5.505165289
			1.66		
5	5	17	-	0.43	7.38481405
			0.66		
6	6	19	0.34	0.116219008	2.208161157
7	7	6	1.34	1.79803719	10.78822314
<i>Total</i>					26
Desviación estándar					0.77

$$\sigma = \sqrt{\frac{26}{44}} = \sqrt{0.590909} \approx 0.77$$

Para la Pregunta 1, con una muestra de 44 respuestas, se observa una desviación estándar de 0.77, lo cual indica una baja variabilidad en las respuestas de los usuarios. Esta dispersión reducida sugiere que la mayoría de las opiniones se agruparon alrededor de la media (5.66), reflejando una percepción homogénea y mayoritariamente positiva respecto a la facilidad de uso de la plataforma.

Las opciones más bajas de la escala (1 a 3, es decir, desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “En desacuerdo”) no fueron seleccionadas por ningún participante, mientras que la opción “Neutral” (4) fue elegida solo por 2 personas. La gran mayoría

se concentró en niveles positivos: “De acuerdo” (17 respuestas), “Bastante de acuerdo” (19 respuestas) y “Totalmente de acuerdo” (6 respuestas).

El comportamiento de los datos muestra que las respuestas negativas se encuentran ausentes o muy alejadas del centro, mientras que las respuestas positivas están concentradas cerca o justo por encima de la media, aportando menos a la varianza total. Esto refuerza la idea de que la interfaz es considerada ampliamente fácil de usar y que las percepciones de los usuarios son consistentes y favorables.

Una vez comprendido el procedimiento y realizado el cálculo correspondiente, se aplicó la misma metodología a las 16 preguntas del cuestionario. Como resultado, se elaboró la siguiente tabla resumen que presenta las desviaciones estándar de cada ítem. Este análisis facilita la identificación de las preguntas con mayor o menor grado de consenso entre los usuarios, aspecto fundamental para interpretar la coherencia y uniformidad de sus percepciones.

Tabla 59. Resumen de desviaciones estándar

<i>Pregunta</i>	<i>DE</i>
<i>P1</i>	0.77
<i>P2</i>	0.83
<i>P3</i>	0.94
<i>P4</i>	0.70
<i>P5</i>	0.76
<i>P6</i>	0.81
<i>P7</i>	0.88
<i>P8</i>	0.71
<i>P9</i>	0.79
<i>P10</i>	0.95
<i>P11</i>	0.81
<i>P12</i>	0.76
<i>P13</i>	0.84
<i>P14</i>	0.81
<i>P15</i>	0.85
<i>P16</i>	0.91

Las desviaciones estándar para las preguntas del cuestionario CSUQ oscilan entre 0.70 y 0.95, lo que indica una variabilidad baja a moderada en las respuestas de los usuarios. Las preguntas con menor dispersión, como P4 (0.70), P8 (0.71) y P5 (0.76), reflejan un alto grado de consenso, especialmente en aspectos relacionados con la facilidad de uso, claridad de la información y eficiencia del sistema.

En contraste, las preguntas P3 (0.94), P10 (0.95) y P16 (0.91) presentan las desviaciones estándar más altas del conjunto, lo que sugiere una mayor diversidad de opiniones. Esto puede deberse a diferencias en la percepción de la rapidez del sistema, la calidad de los mensajes informativos o el diseño visual de la interfaz. Cabe destacar que, aunque estas desviaciones no son excesivamente altas, sí apuntan a que algunos usuarios experimentaron el sistema de forma distinta, posiblemente por condiciones individuales o de contexto durante el uso.

Análisis de confiabilidad

Con el fin de asegurar la confiabilidad del cuestionario CSUQ, se evaluó la consistencia interna de sus ítems, es decir, el grado de coherencia entre las respuestas proporcionadas en las diferentes preguntas que buscan medir la experiencia del usuario. Para este propósito, se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach, una medida estadística que permite determinar si los ítems del instrumento están interrelacionados y si, en conjunto, evalúan una misma dimensión subyacente; en este caso, la usabilidad del sistema. A continuación, se presenta la fórmula empleada para su cálculo.

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

Donde

- α = coeficiente de confiabilidad Alpha de Cronbach
- k = número de ítems del cuestionario
- $\sum \sigma_i^2$ = suma de las varianzas individuales de los ítems:

- σ_f^2 = varianza total del instrumento

Reemplazando la fórmula se obtiene lo siguiente:

$$\alpha = \frac{16}{15} \left(1 - \frac{10.83}{73.6892} \right) = \frac{16}{15} (1 - 0.146969) = \frac{16}{15} \times 0.8530 = \mathbf{0.91}$$

El cuestionario CSUQ alcanzó un alfa de Cronbach de 0.91, lo cual indica una excelente consistencia interna entre los ítems evaluados. Según los estándares establecidos en la literatura, un valor de $\alpha \geq 0.90$ se considera muy alto, lo que sugiere que las preguntas del instrumento miden de manera coherente la usabilidad percibida.

Este resultado afinaza la fiabilidad del cuestionario como herramienta para evaluar la experiencia de los usuarios con la plataforma web. La elevada correlación entre las preguntas refleja que los participantes respondieron de manera consistente y estable a lo largo de las diferentes clases del cuestionario (utilidad del sistema, calidad de la información y calidad de la interfaz).

Además, este nivel de confiabilidad permite interpretar los resultados de forma más firme, brindando mayor validez a las conclusiones obtenidas a partir de las medias, desviaciones estándar y comparaciones entre clases. Por lo tanto, se puede afirmar que el instrumento aplicado es adecuado y estadísticamente confiable para evaluar la usabilidad de la plataforma en el contexto del presente estudio.

Análisis de subcaracterísticas (ISO/IEC 25010)

Para analizar la usabilidad de la plataforma según la norma ISO/IEC 25010, se relacionaron las subcaracterísticas definidas por esta norma con las preguntas del cuestionario CSUQ. Esto permitió evaluar de forma más clara y directa cómo perciben los usuarios distintos aspectos de la usabilidad, a partir de sus propias respuestas.

Por un lado, la inteligibilidad, es decir, qué tan bien el usuario entiende el sistema y sus funciones, se evaluó con las preguntas 3, 11 y 15. Estas nos ayudan a saber si el sistema comunica bien su propósito y si el usuario entiende claramente cómo funciona. En cuanto al

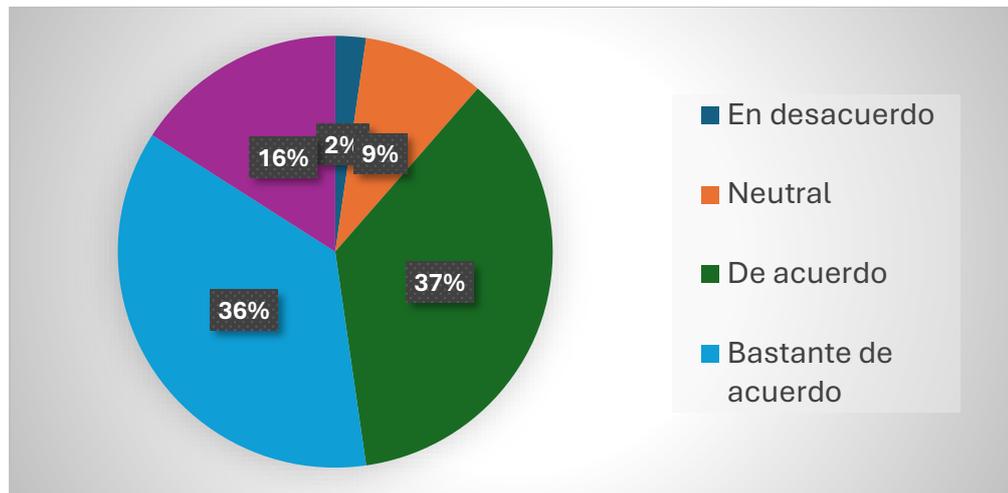
aprendizaje, se observó a través de las preguntas 5, 9 y 16, que están enfocadas en saber que tan fácil es para el usuario aprender a usar la aplicación. Esto nos da una idea de qué tan rápida o sencilla es la curva de aprendizaje del sistema.

La operabilidad se relaciona con la facilidad de uso y eficiencia al interactuar con la plataforma. Esta se abordó con las preguntas 1, 2, 4, 6 y 10, que permiten entender cómo se siente el usuario al usar el sistema: si le resulta ágil, claro y si el sistema responde bien a sus acciones. Otro aspecto importante es la protección ante errores, que se midió con las preguntas 7 y 8. Aquí se analizó si el sistema ayuda a evitar errores comunes y si ofrece formas claras de corregirlos cuando ocurren. Esto muestra qué tan tolerante es la plataforma frente a equivocaciones y si ayuda al usuario a recuperarse fácilmente.

Finalmente, la estética del sistema, que es cómo se ve y qué tan agradable resulta visualmente, se evaluó con las preguntas 12, 13 y 15. Estas preguntas recogen las impresiones del diseño, el atractivo visual y la forma en que se presenta la información en pantalla, lo cual influye mucho en que la experiencia de uso sea cómoda e intuitiva. Una vez establecida esta relación entre las preguntas del CSUQ y las subcaracterísticas de la norma ISO/IEC 25010, se procedió a analizar los resultados de la encuesta, que se muestran en los gráficos siguientes.

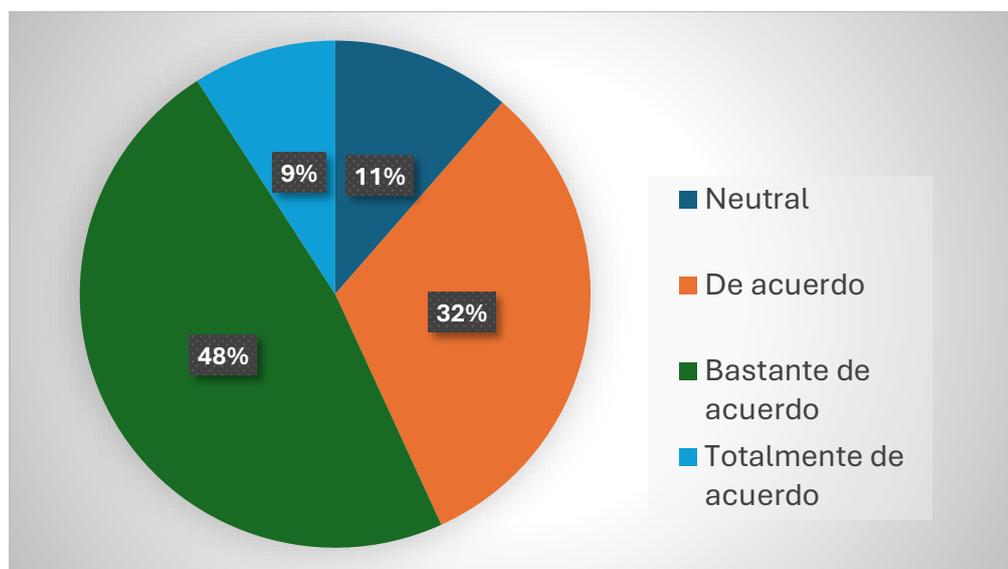
Inteligibilidad

Ilustración 13. Pregunta 3. ¿Pude completar mi trabajo rápidamente usando esta aplicación web? (Lewis, 2018)



Se muestra una valoración mayoritariamente positiva sobre la rapidez para completar tareas en la plataforma, ya que el 89 % de los usuarios eligió niveles de acuerdo, siendo las opciones “De acuerdo” y “Bastante de acuerdo” las más frecuentes. Solo un 9 % se mostró neutral y un 2 % expresó desacuerdo. Estos resultados indican que la mayoría de los usuarios percibe que la aplicación permite trabajar con agilidad, aunque existe un pequeño grupo con una experiencia menos eficiente.

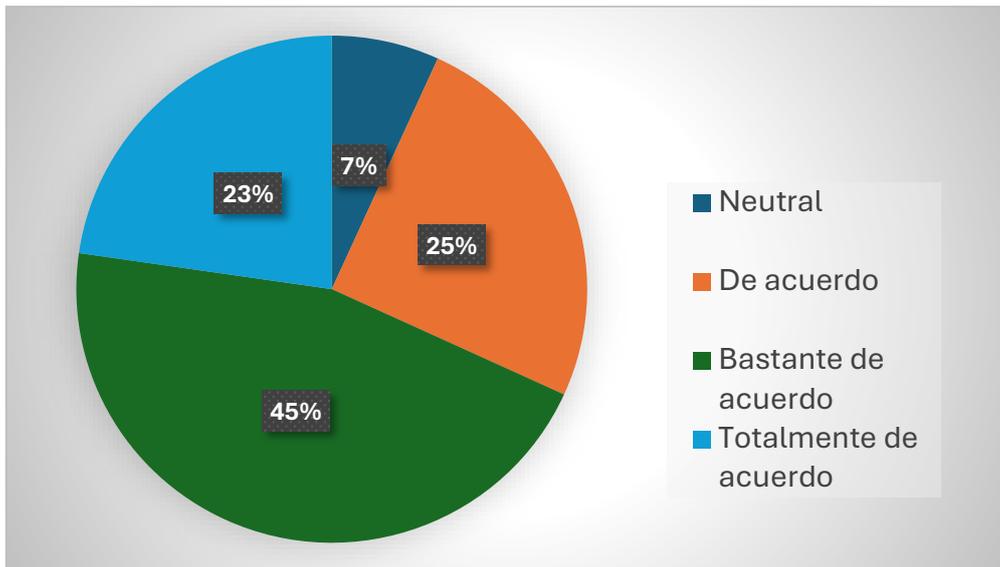
Ilustración 14. Pregunta 11. ¿La información provista por la aplicación fue efectiva para ayudarme a completar mi trabajo? (Lewis, 2018)



Los resultados reflejan una inclinación positiva sobre la efectividad de la información brindada por la plataforma, ya que el 89 % de los usuarios eligió niveles de acuerdo. Solo un

11 % se mantuvo en una posición neutral, y no se registraron respuestas en desacuerdo. Esto indica que, los usuarios consideran que la información fue útil y suficiente para completar sus tareas, con un alto grado de consenso positivo.

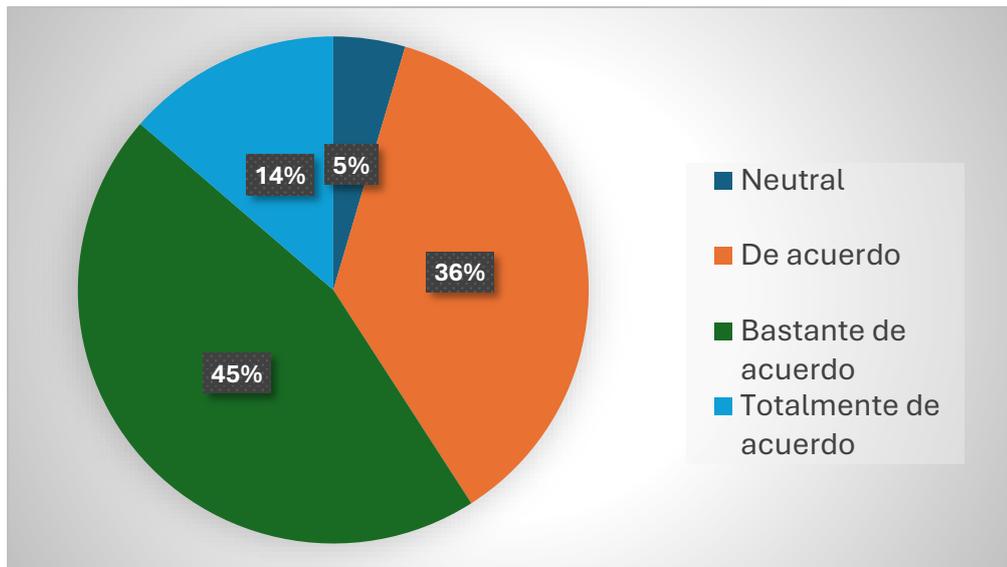
Ilustración 15. Pregunta 15. ¿La aplicación tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga? (Lewis, 2018)



La mayoría de los usuarios mostraron una opinión favorable respecto a que la aplicación cuenta con las funciones y capacidades esperadas, con un 93 % de respuestas en niveles de acuerdo. Solo un 7 % eligió la opción neutral, y no hubo respuestas en desacuerdo. Esto indica que los usuarios consideran que la plataforma cumple con sus expectativas funcionales.

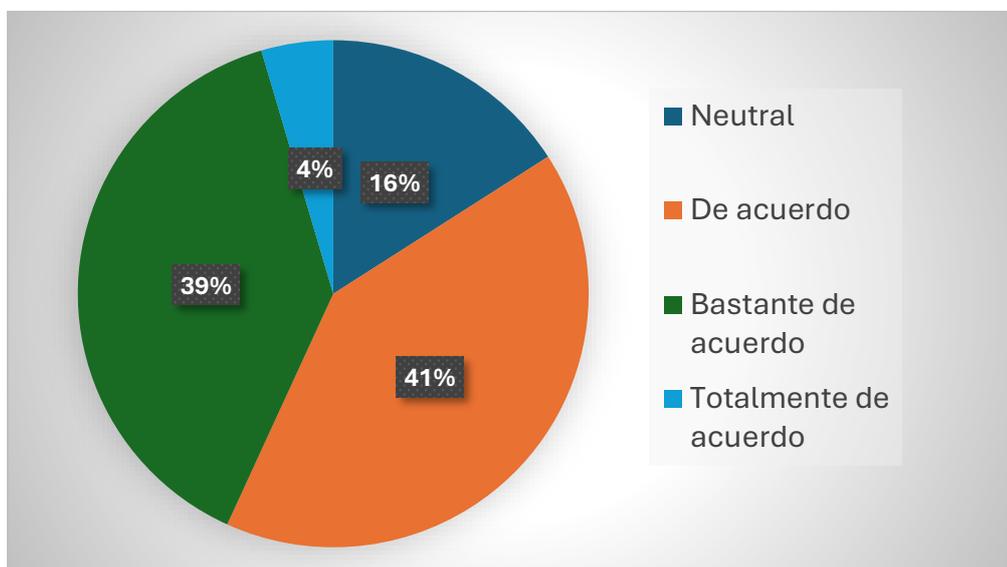
Aprendizaje

Ilustración 16. Pregunta 5. ¿Fue fácil aprender a usar esta aplicación web? (Lewis, 2018)



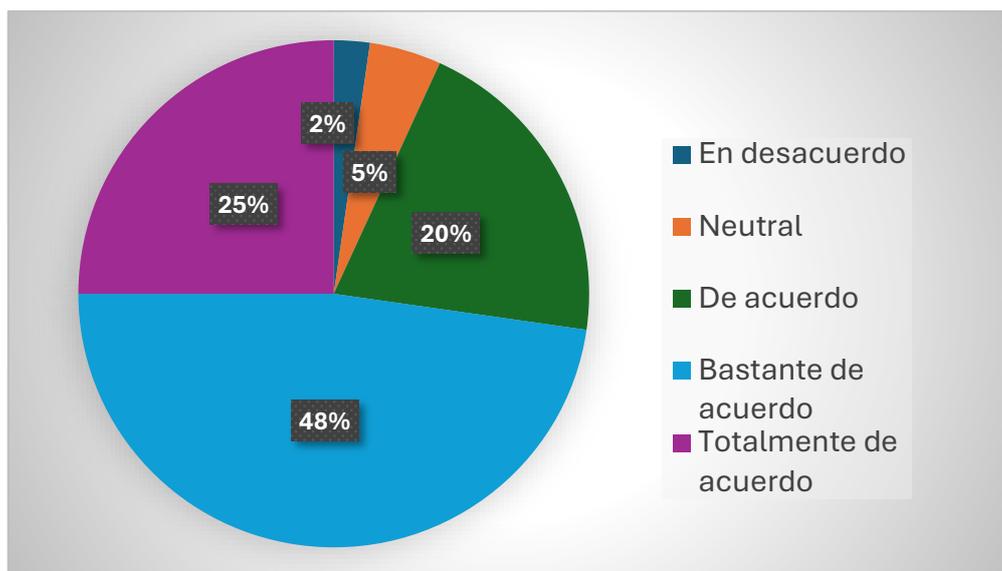
La mayoría de los usuarios consideró que fue fácil aprender a usar la aplicación, con un 95 % de respuestas positivas. Solo un pequeño 5 % se mantuvo neutral, y no se registraron opiniones negativas. Estos resultados reflejan que la plataforma ofrece una curva de aprendizaje accesible para sus usuarios.

Ilustración 17. Pregunta 9. ¿La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) provista con esta aplicación era clara? (Lewis, 2018)



La mayoría de los usuarios valoró positivamente la claridad de la información proporcionada por la aplicación, con un 84 % de respuestas en niveles de acuerdo. Un 16 % se respondió neutral, y no hubo respuestas negativas. Estos resultados indican que la información, como mensajes en pantalla, es mayormente clara y útil para los usuarios.

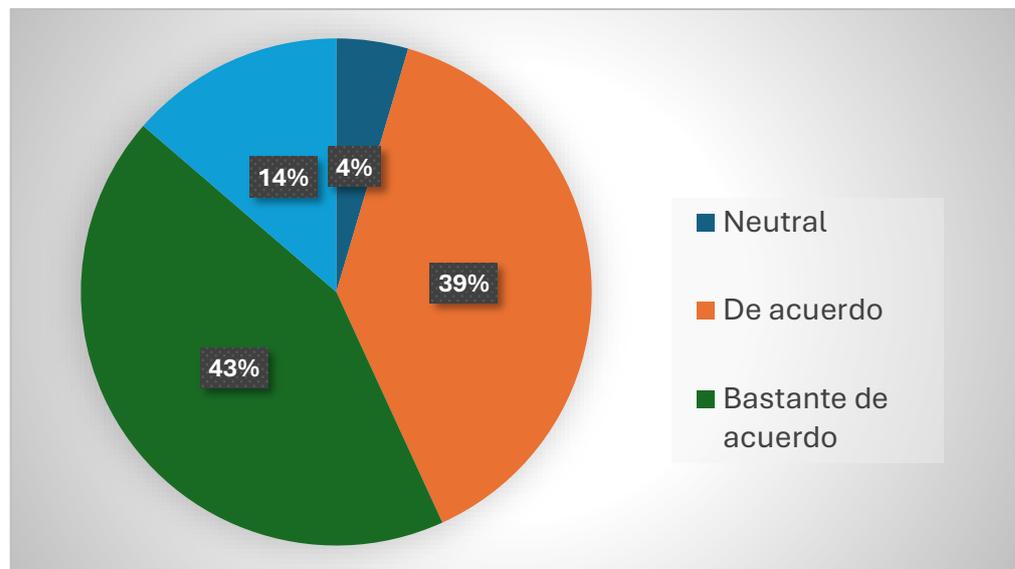
Ilustración 18. Pregunta 16. ¿En general, estoy satisfecho con esta aplicación web? (Lewis, 2018)



En la Pregunta 16, que evalúa la satisfacción general con la aplicación, la mayoría de los usuarios dió una opinión positiva, con un 93 % de respuestas en niveles de acuerdo. Solo un 7 % mostró opiniones neutrales o negativas, con un 5 % neutral y un 2 % en desacuerdo. Esto refleja un alto nivel de satisfacción general con la plataforma por parte de los usuarios.

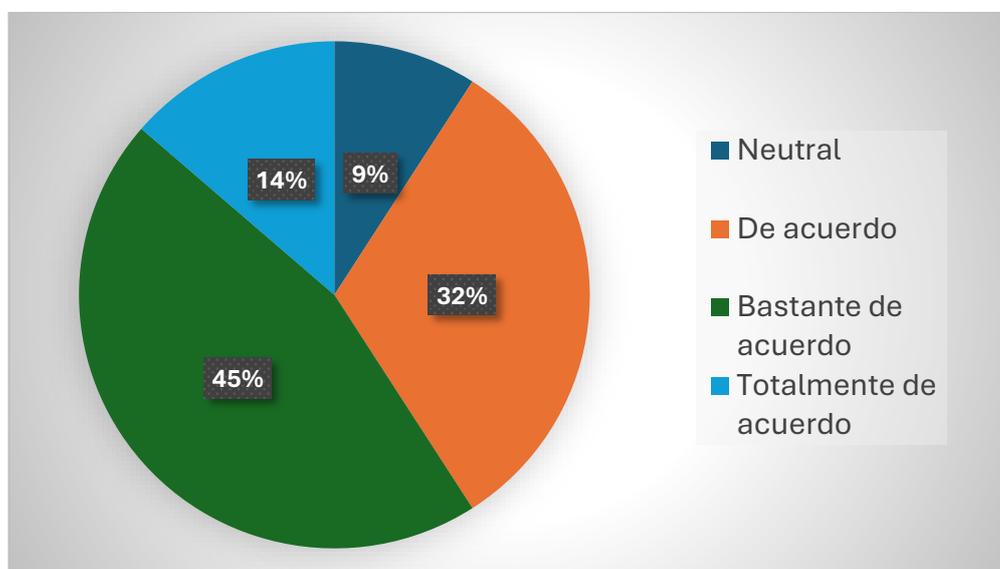
Operabilidad

Ilustración 19. Pregunta 1. ¿En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar esta aplicación web? (Lewis, 2018)



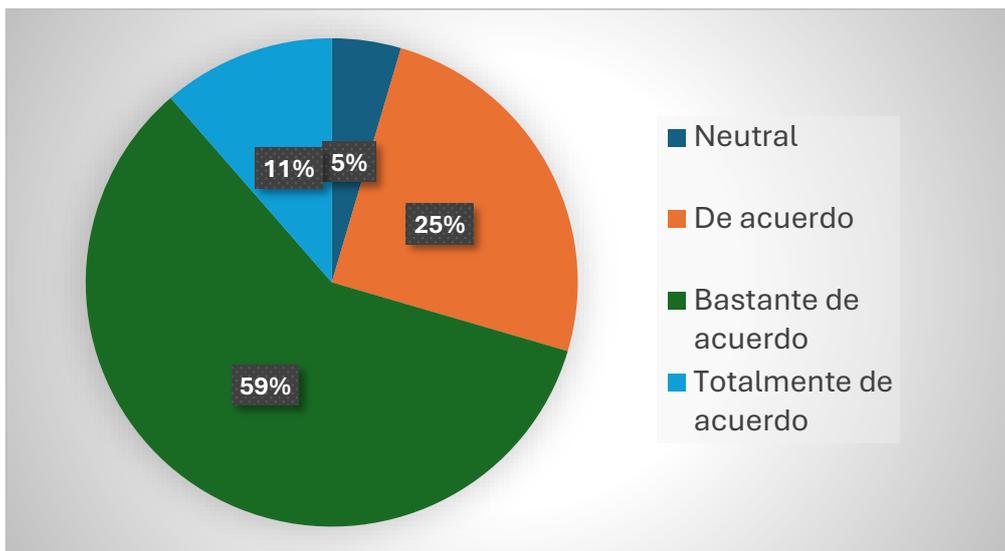
En la Pregunta 1, que evalúa la satisfacción general sobre la facilidad de uso de la aplicación, el 96 % de los usuarios respondió con niveles positivos. Solo un 4 % se mantuvo neutral, y no hubo respuestas en desacuerdo. Estos resultados indican que la mayoría de los usuarios considera que la plataforma es fácil de usar y satisface sus expectativas en ese aspecto.

Ilustración 20. Pregunta 2. ¿Fue sencillo usar esta aplicación web? (Lewis, 2018)



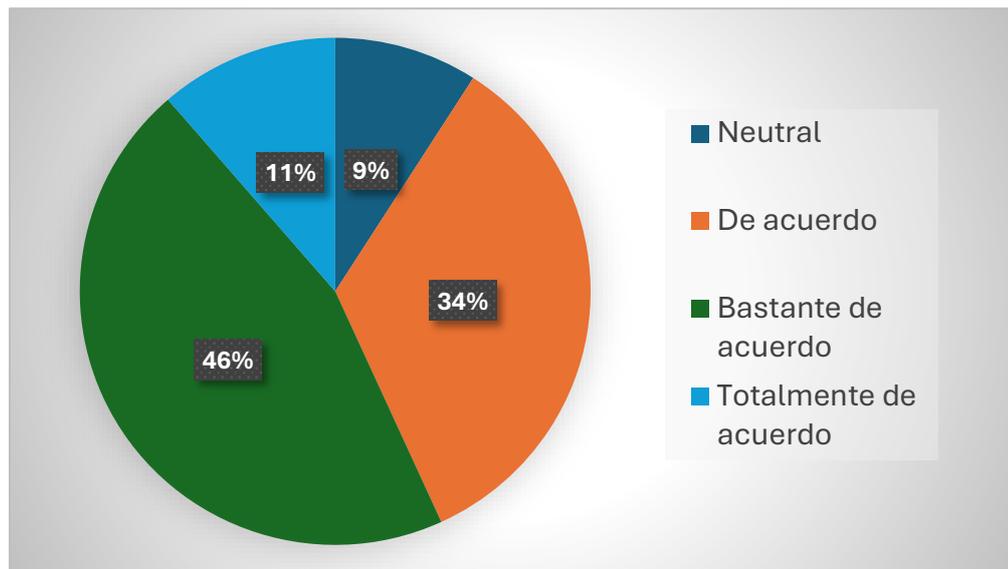
En la Pregunta 2, el 91 % de los usuarios indicó que usar la aplicación fue intuitivo, con un 45 % respondiendo “Bastante de acuerdo”, un 32 % “De acuerdo” y un 14 % “Totalmente de acuerdo”. Un 9 % se respondió neutral, y no hubo respuestas negativas. Estos resultados indican que la mayoría de personas percibe la plataforma como fácil de usar.

Ilustración 21. Pregunta 4. ¿Me sentí cómodo usando esta aplicación web? (Lewis, 2018)



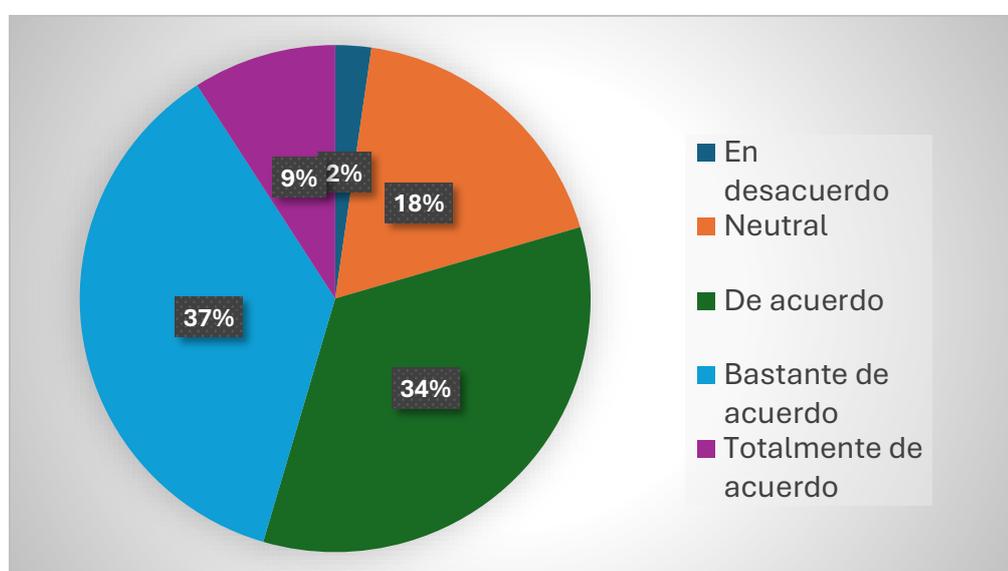
En la Pregunta 4, el 95 % de los usuarios se expresó cómodo de usar la aplicación. Un 59 % que respondió “Bastante de acuerdo”, un 25 % “De acuerdo” y un 11 % “Totalmente de acuerdo”. Solo un 5 % fue neutral y no se registraron respuestas negativas. Esto indica que la plataforma brinda una experiencia cómoda durante su uso.

Ilustración 22. Pregunta 6. ¿Creo que podría ser productivo usando rápidamente esta aplicación web? (Lewis, 2018)



En la Pregunta 6, el 91 % de los usuarios respondió positivamente, con un 45.45 % eligiendo “Bastante de acuerdo”, un 34 % “De acuerdo” y un 11 % “Totalmente de acuerdo”. Solo un 9 % se mantuvo neutral y no hubo respuestas en desacuerdo. Estos resultados sugieren que la mayoría de los usuarios percibe que la plataforma permite trabajar con rapidez y ser productivo.

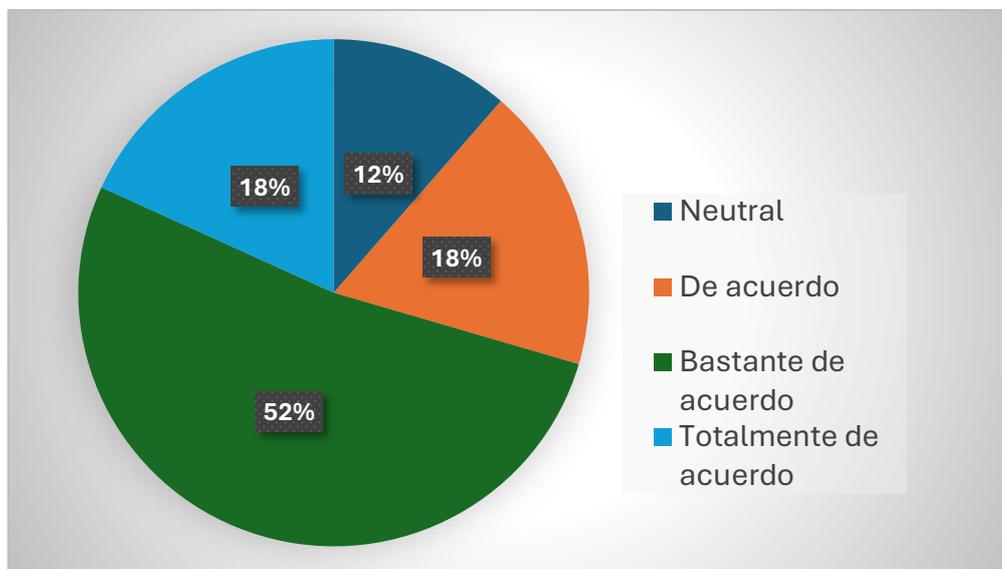
Ilustración 23. Pregunta 10. ¿Fue fácil encontrar la información que necesitaba? (Lewis, 2018)



En la Pregunta 10, el 80 % de los usuarios expresó algún nivel de acuerdo con la afirmación, distribuyéndose en un 37 % “Bastante de acuerdo”, un 34 % “De acuerdo” y el 9 % “Totalmente de acuerdo”. Un 18 % se mantuvo neutral y un 2 % indicó estar en desacuerdo. Aunque la mayoría considera que encontrar la información fue fácil, estos resultados dejan ver que hay margen de mejora en la organización o visibilidad de ciertos contenidos dentro de la aplicación.

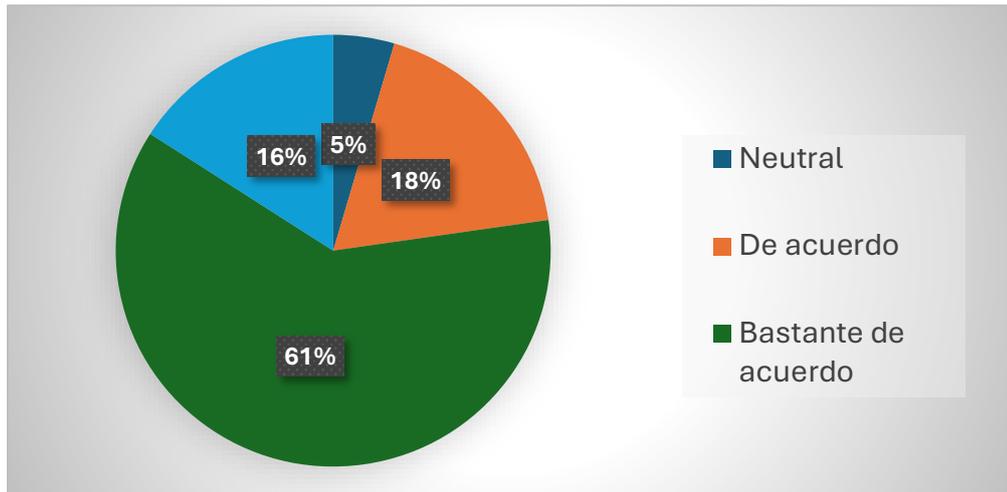
Protección ante errores de usuario

Ilustración 24. Pregunta 7. ¿La aplicación web dio mensajes de error que me indicaron claramente cómo solucionar problemas? (Lewis, 2018)



En la Pregunta 7, el 88 % de los usuarios respondió positivamente: 52 % eligió “Bastante de acuerdo”, un 18 % “De acuerdo” y un 18 % “Totalmente de acuerdo”. Un 12 % se mantuvo neutral y no se registraron respuestas en desacuerdo. Estos resultados indican que, en general, los usuarios consideran que los mensajes de error fueron claros y útiles para resolver problemas, aunque si hubo algunos usuarios poco convencidos.

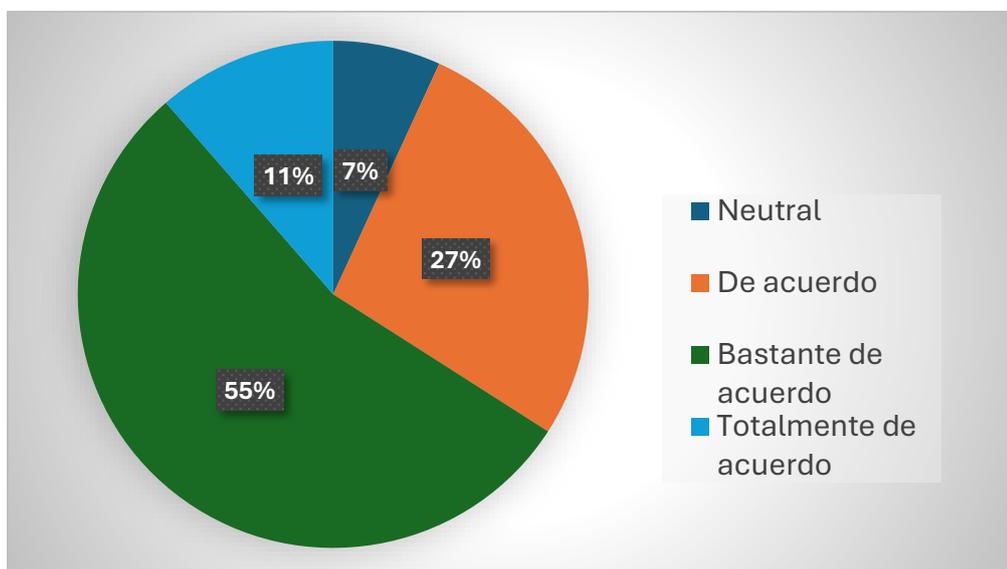
Ilustración 25. Pregunta 8. ¿Cada vez que cometía un error al utilizar la aplicación, podía recuperarme fácil y rápidamente? (Lewis, 2018)



En la Pregunta 8, el 95 % de los usuarios manifestó estar de acuerdo en algún nivel, con un 61 % seleccionando “Bastante de acuerdo”, un 18 % “De acuerdo” y un 16 % “Totalmente de acuerdo”. Solo un 5 % eligió la opción neutral y no hubo respuestas negativas. Esto refleja que la mayoría de los usuarios siente que el sistema permite recuperarse fácilmente cuando se comete un error, lo cual contribuye a una experiencia de uso fluida y sin frustraciones.

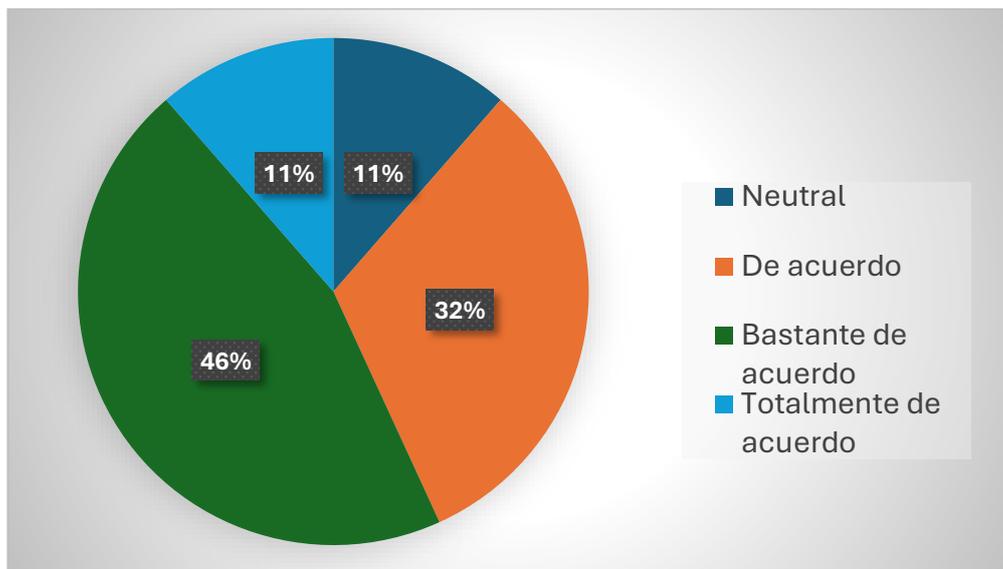
Estética

Ilustración 26. Pregunta 12. ¿La organización de la información en las pantallas de la aplicación fue clara? (Lewis, 2018)



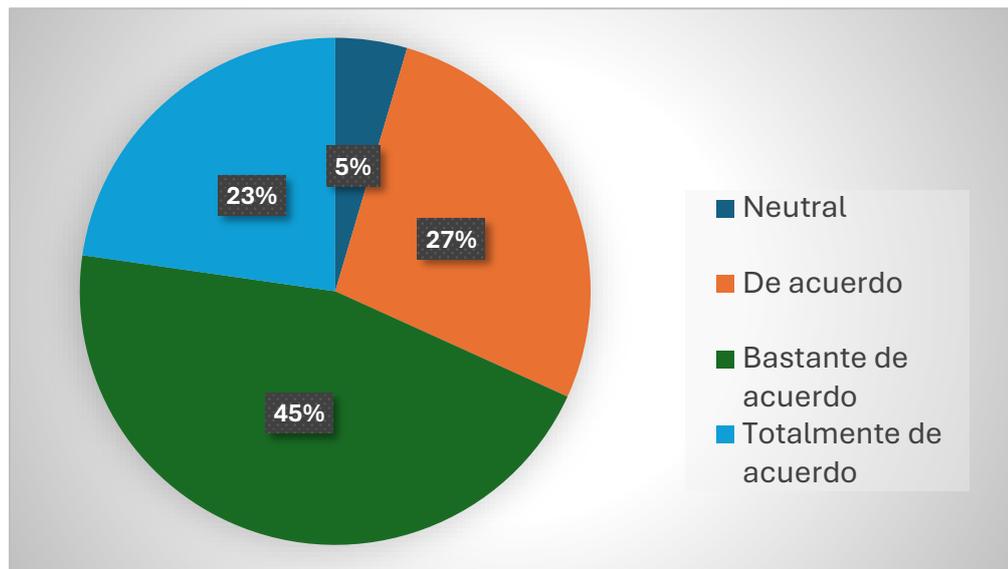
En la pregunta 12, el 93 % de los usuarios se mostró de acuerdo en distintos niveles, destacando un 55 % que eligió “Bastante de acuerdo”, seguido por un 27 % que marcó “De acuerdo” y el 11 % que optó por “Totalmente de acuerdo”. Solo un 7 % se mantuvo neutral, sin respuestas negativas. Esto sugiere que la mayoría encontró la organización de la información bien estructurada, clara, entendible, lo que les facilitó la navegación y comprensión del contenido en la aplicación.

Ilustración 27. Pregunta 13. ¿La interfaz de esta aplicación web fue agradable? (Lewis, 2018)



El 89 % de los encuestados tuvo una percepción positiva de la interfaz, con un 46 % indicando “Bastante de acuerdo”, un 32 % “De acuerdo” y el 11 % “Totalmente de acuerdo”. El 11 % restante se mantuvo en una posición neutral. Estos resultados reflejan que casi todos los usuarios consideraron que la interfaz es visual y estéticamente agradable, lo cual mejoró la experiencia general al interactuar con la plataforma.

Ilustración 28. Pregunta 14. ¿Me gustó usar la interfaz de esta aplicación web? (Lewis, 2018)



En esta última pregunta sobre diseño, el 95 % de los participantes expresó gusto por la interfaz: 45 % eligió “Bastante de acuerdo”, un 27 % “De acuerdo” y el 23 % “Totalmente de acuerdo”. Solo un 5 % fue neutral, sin respuestas negativas. Esto muestra que la interfaz fue bien recibida por los usuarios, generando una experiencia de uso placentera y positiva.

3.3. Evaluación de la accesibilidad

Fundamento normativo (WCAG 2.1)

La accesibilidad web busca que muchas personas, de diferentes condiciones y capacidades, puedan navegar y utilizar sitios web o aplicaciones de manera sencilla y sin barreras. Esto incluye a usuarios con dificultades visuales, auditivas, cognitivas, motoras, etc. Para lograrlo, se aplican lineamientos internacionales como las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web en su versión 2.1 (WCAG 2.1), desarrolladas por la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del Consorcio World Wide Web (W3C, 2018).

Estas pautas se basan en los cuatro principios esenciales que definen si un contenido digital puede ser considerado accesible: debe ser perceptible, operable, comprensible y robusto. Cada uno de estos principios busca asegurar que todas las personas, incluso

quienes utilizan tecnologías de asistencia, puedan percibir la información, interactuar con ella, entender su contenido y acceder a ella desde distintos dispositivos o plataformas (W3C, 2018).

El principio de perceptibilidad dicta que la información debe ser presentada de manera clara y detectable para todos los usuarios. La operabilidad requiere que el contenido pueda manejarse desde diferentes dispositivos, como teclados o lectores de pantalla. La comprensibilidad implica que el sistema sea fácil de usar y entender (intuitivo), y la robustez se refiere a que los contenidos sean compatibles con distintas tecnologías de usuario (W3C, 2018).

Estos principios se desarrollan en criterios de éxito organizados por niveles de conformidad: A, AA y AAA. El nivel A representa los requisitos mínimos, el nivel AA es el más recomendado para sitios institucionales, y el nivel AAA contiene requisitos más exigentes aplicables a contextos específicos (W3C, 2018).

Para esta evaluación se optó por implementar el nivel AA de accesibilidad, ya que representa un punto intermedio ideal entre lo técnicamente viable y lo que realmente es útil para los usuarios. Este nivel suele ser el más recomendado en sitios web públicos y educativos, ya que mejora notablemente la experiencia de las personas con algún tipo de discapacidad tanto con el uso como el aprendizaje y extracción de información. Adoptar estos estándares no solo optimiza el acceso, sino que también impulsa una web más inclusiva (Visser, Shrivastava, & Velinho, 2025).

Criterios seleccionados para la evaluación

Para evaluar de accesibilidad de la plataforma web, se optó por utilizar los criterios de las Pautas WCAG 2.1, centrándose en el nivel de conformidad AA. Esta elección se basó en la importancia de dichos criterios para asegurar que la experiencia de uso sea accesible e inclusiva para personas con diferentes tipos de discapacidad.

Los criterios seleccionados se agruparon según los cuatro principios fundamentales de accesibilidad: perceptible, operable, comprensible y robusto. A continuación, se detalla el conjunto de los 36 criterios considerados para esta evaluación.

Tabla 60. Criterios de evaluación WCAG 2.1 AA

Principio	Código	Nombre del criterio	Nivel
Perceptible	1.1.1	Contenido no textual	A
	1.2.1	Solo audio y solo video (pregrabado)	A
	1.2.2	Subtítulos (pregrabados)	A
	1.2.3	Audiodescripción (pregrabado)	AA
	1.3.1	Información y relaciones	A
	1.3.2	Secuencia con significado	A
	1.3.3	Características sensoriales	A
	1.4.1	Uso del color	A
	1.4.2	Control del audio	A
	1.4.3	Contraste (mínimo)	AA
	1.4.4	Cambio de tamaño del texto	AA

	1.4.5	Imágenes de texto	AA	
Operable	2.1.1	Teclado	A	
	2.1.2	Sin trampas para el foco	A	
	2.2.1	Tiempo ajustable	A	
	2.2.2	Pausar, detener, ocultar	A	
	2.3.1	Tres destellos o menos	A	
	2.4.1	Evitar bloques	A	
	2.4.2	Página titulada	A	
	2.4.3	Orden del foco	A	
	2.4.4	Propósito de los enlaces	A	
	2.4.5	Múltiples vías	AA	
	2.4.6	Encabezados y etiquetas	AA	
	2.4.7	Foco visible	AA	
	Comprensible	3.1.1	Idioma de la página	A
		3.1.2	Idioma de las partes	AA
3.2.1		Al recibir el foco	A	
3.2.2		Al recibir entradas	A	

Robusto	3.2.3	Navegación coherente	AA
	3.2.4	Identificación coherente	AA
	3.3.1	Identificación de errores	A
	3.3.2	Etiquetas o instrucciones	A
	3.3.3	Sugerencias ante errores	AA
	3.3.4	Prevención de errores	AA
	4.1.1	Procesamiento	A
	4.1.2	Nombre, función y valor	A

Este listado de verificación sirvió como herramienta guía para llevar a cabo el análisis de accesibilidad de la plataforma. En el proceso evaluativo, cada criterio fue examinado para determinar su cumplimiento, complementando la revisión con observaciones cualitativas que sustentan los resultados obtenidos.

Metodología de evaluación

La evaluación de la accesibilidad de la plataforma se hizo mediante un enfoque manual, sistemático y estructurado, basado en el análisis de 36 criterios del estándar WCAG 2.1 en su nivel de conformidad AA. Se utilizó un checklist organizado por los principios indicados anteriormente que sirvió como herramienta de verificación técnica y funcional.

El proceso evaluativo implicó una inspección directa de la parte visual de la plataforma (frontend) a través de navegadores como Google Chrome y Microsoft Edge, apoyándose en

herramientas especializadas como WAVE, Lighthouse y el inspector de accesibilidad de Chrome DevTools. Estas permitieron detectar errores comunes, validar el uso de etiquetas semánticas, verificar el contraste de color, el orden del foco y la navegación por teclado.

Cada criterio fue evaluado individualmente bajo dos posibles valoraciones: “Cumple” o “No cumple”. En los casos en que el cumplimiento fue parcial o incierto, se añadieron observaciones cualitativas que describen la situación encontrada, sus posibles causas y recomendaciones para su mejora. Cabe destacar que el análisis se centró en las vistas principales accesibles al usuario final, evaluando diversos tipos de contenido como formularios, enlaces, botones, textos, imágenes, videos, mapas, gráficos y estructuras de navegación.

Finalmente, los resultados se registraron en una tabla resumen que facilitó la identificación de fortalezas y áreas a mejorar en cuanto a accesibilidad. Este diagnóstico sirve como base para la interpretación de hallazgos y su impacto en la experiencia inclusiva que ofrece la plataforma.

Resultados de la evaluación

A continuación, se expone la evaluación de los 36 criterios seleccionados, estructurados según los cuatro principios de accesibilidad establecidos por las WCAG 2.1. Para cada criterio se especifica si la plataforma lo cumple o no, e incluye observaciones justificativas en los casos que requieren aclaración, explicación adicional o sugerencias de mejora.

Tabla 61. Resultados de la evaluación de accesibilidad

Principio	Código	Criterio	Nivel	¿Cumple?	Observación
<i>Perceptible</i>	1.1.1	Contenido no textual	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.2.1	Solo audio y solo video	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.2.2	Subtítulos (pregrabados)	A	Sí	

<i>Perceptible</i>	1.2.3	Audiodescripción (pregrabado)	AA	No	Los videos no incluyen autodescripción
<i>Perceptible</i>	1.3.1	Información y relaciones	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.3.2	Secuencia con significado	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.3.3	Características sensoriales	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.4.1	Uso del color	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.4.2	Control del audio	A	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.4.3	Contraste (mínimo)	AA	No	Texto gris claro en botones secundarios no cumple el ratio 4.5.1. Texto principal si cumple
<i>Perceptible</i>	1.4.4	Cambio de tamaño del texto	AA	Sí	
<i>Perceptible</i>	1.4.5	Imágenes de texto	AA	Sí	
<i>Operable</i>	2.1.1	Teclado	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.1.2	Sin trampas para el foco	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.2.1	Tiempo ajustable	A	No	En algunas las sesiones no pueden extenderse y toca renovar la sesión
<i>Operable</i>	2.2.2	Pausar, detener, ocultar	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.3.1	Tres destellos o menos	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.4.1	Evitar bloques	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.4.2	Página titulada	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.4.3	Orden del foco	A	Sí	
<i>Operable</i>	2.4.4	Propósito de los enlaces	A	No	Los enlaces principales son descriptivos, pero algunos necesitan contexto adicional
<i>Operable</i>	2.4.5	Múltiples vías	AA	Sí	
<i>Operable</i>	2.4.6	Encabezados y etiquetas	AA	Sí	
<i>Operable</i>	2.4.7	Foco visible	AA	Sí	
<i>Comprensible</i>	3.1.1	Idioma de la página	A	Sí	
<i>Comprensible</i>	3.1.2	Idioma de las partes	AA	Sí	
<i>Comprensible</i>	3.2.1	Al recibir el foco	A	Sí	
<i>Comprensible</i>	3.2.2	Al recibir entradas	A	Sí	

<i>Comprensible</i>	3.2.3	Navegación coherente	AA	Sí
<i>Comprensible</i>	3.2.4	Identificación coherente	AA	Sí
<i>Comprensible</i>	3.3.1	Identificación de errores	A	Sí
<i>Comprensible</i>	3.3.2	Etiquetas o instrucciones	A	Sí
<i>Comprensible</i>	3.3.3	Sugerencias ante errores	AA	Sí
<i>Comprensible</i>	3.3.4	Prevención de errores	AA	Sí
<i>Robusto</i>	4.1.1	Procesamiento	A	Sí
<i>Robusto</i>	4.1.2	Nombre, función, valor	A	Sí

Tras evaluar cada criterio de forma individual, se elaboró un resumen general que refleja la cantidad de criterios cumplidos en cada uno de los principios de accesibilidad establecidos por las WCAG 2.1.

Tabla 62. Resumen de cumplimiento por principio WCAG 2.1

Principio	Total, de criterios	Cumple	No cumple	Cumplimiento (%)
<i>Perceptible</i>	12	10	2	83,33 %
<i>Operable</i>	12	10	2	83,33 %
<i>Comprensible</i>	10	10	0	100.00 %
<i>Robusto</i>	2	2	0	100.00 %
Total, general	36	32	4	88.89 %

Los resultados indican que la Plataforma de Recursos Antárticos presenta un alto nivel de accesibilidad, alcanzando un 88.89 % de cumplimiento total con los criterios establecidos en las WCAG 2.1 a nivel AA. Destaca especialmente en los principios de comprensibilidad y robustez, donde logró un cumplimiento completo del 100 %. Asimismo, los principios de perceptibilidad y operabilidad muestran un buen desempeño, con un 83,33 % de criterios cumplidos en cada caso.

Sin embargo, existen algunos criterios dentro de perceptibilidad y operabilidad que requieren mejoras. La corrección de estos aspectos ayudaría a la experiencia de todos los usuarios, garantizando un acceso más inclusivo y efectivo. En conjunto, estas mejoras acercarán a la plataforma a un nivel de accesibilidad excelente y alineado con los estándares de calidad de las WCAG 2.1 Nivel AA.

Análisis e interpretación

Dentro del CheckList los puntos de mayor aplicación fueron los principios de comprensibilidad y robustez, que obtuvieron un cumplimiento del 100 %. Esto significa que la información presentada es clara y fácil de entender para los usuarios, y que la plataforma funciona correctamente con diferentes dispositivos y tecnologías de asistencia, lo cual es fundamental para garantizar una experiencia estable y accesible además de cumplir con los objetivos planteados.

Por otro lado, aunque los principios de perceptibilidad y operabilidad también muestran buenos resultados, con un 83,33 % de cumplimiento en cada uno, se identificaron algunos criterios que aún no se cumplen. Estas áreas pueden influir en la facilidad con la que los usuarios perciben el contenido o interactúan con la plataforma, especialmente aquellos con discapacidades sensoriales o motoras, lo que sugiere que existen oportunidades para mejorar.

Al abordar estas deficiencias, se puede optimizar la experiencia de uso, facilitando que todos los usuarios naveguen, comprendan y utilicen la plataforma de manera eficiente y sin barreras. Estas mejoras no solo aumentarán la accesibilidad, sino que también fortalecerán la satisfacción y la inclusión de un público más amplio.

Conclusiones

Se logró construir un marco teórico sólido que abarca los conceptos fundamentales y tecnologías actuales utilizadas en plataformas web orientadas a la visualización de datos. Este marco permitió comprender las mejores prácticas y estándares necesarios para diseñar interfaces que faciliten la interpretación clara y efectiva de información compleja, como la del microbioma antártico, sentando las bases para el desarrollo de una solución interactiva y accesible.

Se desarrolló una plataforma web que integra funcionalidades interactivas e intuitivas, orientadas a facilitar la exploración y análisis del microbioma antártico. Los resultados de la evaluación de usabilidad indican que la mayoría de los usuarios observan la plataforma como fácil de usar, con una curva de aprendizaje accesible y una experiencia visual agradable, lo que confirma que el diseño cumple con los requisitos para ofrecer una experiencia satisfactoria y eficiente.

La plataforma web fue evaluada bajo los estándares de usabilidad y accesibilidad definidos por la norma ISO/IEC 25010 y con listas de control basadas en los principios de las WCAG 2.1 Nivel AA, obteniendo un alto porcentaje de cumplimiento (88.89 %) en criterios clave de accesibilidad. Además, la encuesta de usabilidad reflejó un alto nivel de satisfacción general (media alrededor de 5.7 en escala 1-7) y un alfa de Cronbach de 0.91, indicando fiabilidad en las respuestas. Estos resultados confirman que la plataforma es accesible, usable y está alineada con los estándares internacionales, garantizando una experiencia inclusiva y efectiva para todos los usuarios.

Recomendaciones

Se recomienda profundizar en el estudio de nuevas tecnologías y frameworks que permitan mejorar la interactividad y capacidad gráfica de las plataformas, así como mantenerse actualizado en estándares de usabilidad y accesibilidad. Además, integrar metodologías centradas en el usuario durante el diseño puede optimizar la experiencia y asegurar que las necesidades reales sean atendidas.

Es recomendable implementar mejoras en la interfaz y la organización de contenidos, justamente en los aspectos relacionados con la perceptibilidad y operabilidad, donde algunos criterios no se cumplen completamente. Esto incluye optimizar la navegación por teclado, mejorar el contraste visual y reforzar la claridad en los mensajes de error y ayudas contextuales para facilitar la interacción de todos los usuarios.

Se recomienda efectuar evaluaciones regulares utilizando herramientas automatizadas y pruebas con usuarios reales, incluyendo personas con diferentes tipos de discapacidad. Esto permitirá detectar y corregir nuevas barreras o dificultades que puedan surgir con el uso continuo o actualizaciones. Además, se sugiere capacitar al equipo de desarrollo en las normas ISO/IEC 25010 y WCAG para mantener la calidad y accesibilidad en futuras versiones

Bibliografía

- Almasi, S., Bahaadinbeigy, K., Ahmadi, H., Sohrabei, S., & Rabie, R. (4 de Febrero de 2023). *Usability Evaluation of Dashboards: A Systematic Literature Review of Tools*. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9977530/>
- Canto de Gante, Á. G., Sosa González, W. E., Bautista Ortega, J., Escobar Castillo, J., & Santillán Fernández, A. (2020). *Academia Journals*. Obtenido de Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social: https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Fernandez-45/publication/361533522_Escala_de_Likert_Una_alternativa_para_elaborar_e_interpretar_un_instrumento_de_percepcion_social/links/62b736d0d49f803365b96810/Escala-de-Likert-Una-alternativa-para-elaborar-
- Chuctaya, Y., Raúl, J., Parraga, M., & Hugo, V. (2023). *Visualización de datos Item Type info:eu-repo/semantics/bachelorThesis*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/668390>
- Giraldo, V. (9 de Septiembre de 2020). *Visualización de datos: herramientas, técnicas y ejemplos [2020]*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/visualizacion-de-datos/>
- ISO 25000. (2022). *ISO 25010*. Obtenido de <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- Lewis, J. R. (9 de Enero de 2018). *Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/322348620_Measuring_Perceived_Usability_The_CSUQ_SUS_and_UMUX
- Oceanográfico, I., De, Y., & Armada, L. (s.f.). *MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN (I+D+i) PARA LA XXVI EXPEDICIÓN ANTÁRTICA ECUATORIANA*.

- Paneiva, B. (10 de Noviembre de 2023). *Control ISO 25010 - Calidad en Uso | Guía y Auditoría | Lumiform*. Obtenido de <https://lumiformapp.com/es/checklists-recursos/certificacion-iso-25010>
- Presta, M. (13 de Agosto de 2021). *Los 10 mejores marcos de frontend y backend*. Obtenido de <https://blog.back4app.com/es/los-10-mejores-marcos-de-frontend-y-backend/>
- Salesforce, Tableau. (14 de Diciembre de 2023). *¿Qué es la visualización de datos? Definición, ejemplos y recursos*. Obtenido de <https://www.tableau.com/es-mx/learn/articles/data-visualization>
- Serrano Mascaraque, E. (5 de Agosto de 2009). *Accesibilidad vs usabilidad web: evaluación y correlación*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2009000200004
- StackOverflow. (Mayo de 2023). *Stack Overflow Developer Survey 2023*. Obtenido de <https://survey.stackoverflow.co/2023/>
- Statistics & Data. (7 de 2023). *Most Popular Backend Frameworks – 2012/2023* -. Obtenido de <https://statisticsanddata.org/data/most-popular-backend-frameworks-2012-2023/>
- Visser, C., Shrivastava, R., & Velhinho, P. (16 de Abril de 2025). *WCAG Conformance Levels Explained*. Obtenido de Accessibility Checker: <https://www.accessibilitychecker.org/blog/wcag-conformance-levels/>
- Vlachogianni, P., & Tselios, N. (28 de Agosto de 2023). *Perceived Usability Evaluation of Educational Technology Using the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ): A Systematic Review*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/17/12954>
- W3C. (5 de Junio de 2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. Obtenido de <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

Anexos

Anexo A. Encuesta para evaluar la usabilidad

Plataforma Genómica Antártica

Encuesta CSUQ

Agradecemos su participación en esta encuesta que tiene como objetivo evaluar la usabilidad de la Plataforma Genómica Antártica. Este aplicativo cumple con la norma ISO/IEC 25010 en su característica de usabilidad.

La encuesta incluye preguntas relacionadas con la facilidad de uso y la experiencia con el sistema web.

Sus respuestas serán anónimas y trata con confidencialidad. El tiempo aproximado que tomará será de 8 minutos.

¡Gracias por su colaboración!

UTILIDAD DEL SISTEMA

¿En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar esta aplicación web? *

Totalmente de acuerdo

Bastante de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Bastante en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

¿Fue sencillo usar esta aplicación web? *

Totalmente de acuerdo

Bastante de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Bastante en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

¿Pude completar mi trabajo rápidamente usando esta aplicación web? *

Totalmente de acuerdo

Bastante de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Bastante en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

¿Me sentí cómodo usando esta aplicación web? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Fue fácil aprender a usar esta aplicación web? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Creo que podría ser productivo usando rápidamente esta aplicación web? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. - [Propietario del formulario de contacto](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios

CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

¿La aplicación web dio mensajes de error que me indicaron claramente cómo solucionar problemas? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo



¿Cada vez que cometía un error al utilizar la aplicación, podía recuperarme fácil y rápidamente? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿La información (como ayuda en línea, mensaje en pantalla y otra documentación) provista con esta aplicación era clara? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Fue fácil encontrar la información que necesitaba? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿La información provista por la aplicación fue efectiva para ayudarme a completar mi trabajo?

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿La organización de la información en las pantallas de la aplicación fue clara? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google - [Propietario del formulario de contacto](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios

CALIDAD DE LA INTERFAZ

¿La interfaz de esta aplicación web fue agradable? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Me gustó usar la interfaz de esta aplicación web? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿La aplicación tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿En general, estoy satisfecho con esta aplicación web? *

- Totalmente de acuerdo
- Bastante de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Bastante en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Anexo B. Resultados obtenidos de la encuesta por persona

Participante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Persona 1	5	4	5	6	5	5	4	6	4	5	7	5	4	5	4	6
Persona 2	6	6	7	6	6	7	6	6	6	5	7	6	7	7	6	7
Persona 3	7	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	6	6	7	7	6
Persona 4	5	6	5	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	7	6	5
Persona 5	5	5	5	6	6	5	6	6	6	5	5	6	5	6	5	7
Persona 6	7	5	6	5	6	5	6	6	5	4	6	7	5	6	6	5
Persona 7	5	5	6	5	6	6	7	6	5	5	6	6	6	5	7	5
Persona 8	6	6	7	6	6	7	6	7	6	7	7	7	7	7	6	7
Persona 9	5	6	4	6	6	6	4	6	5	5	4	6	5	5	4	5
Persona 10	6	6	7	7	6	5	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6
Persona 11	7	6	4	6	6	6	4	7	5	4	4	5	5	6	6	4
Persona 12	6	7	6	6	7	7	6	7	6	6	6	6	7	6	6	7
Persona 13	5	5	5	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Persona 14	6	5	6	6	5	7	5	6	4	7	5	6	5	5	6	6
Persona 15	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	3
Persona 16	5	5	5	6	5	6	5	6	6	5	5	6	6	5	5	5
Persona 17	6	6	6	5	6	6	7	6	6	6	6	7	6	6	7	6
Persona 18	5	4	5	4	5	6	6	4	6	5	5	5	4	4	6	6
Persona 19	5	5	5	6	4	5	6	5	5	5	6	5	5	6	6	5
Persona 20	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	6
Persona 21	7	5	5	6	5	4	5	5	5	4	5	4	6	4	5	4
Persona 22	7	6	6	7	7	6	6	7	6	6	6	6	6	7	7	7
Persona 23	6	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	6
Persona 24	5	6	6	6	6	6	7	6	5	5	5	7	7	6	7	7

Persona 25	6	5	5	6	5	5	6	6	5	5	5	6	6	6	7	6
Persona 26	6	6	7	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Persona 27	7	6	7	5	7	6	7	7	5	6	6	6	6	7	6	6
Persona 28	6	6	6	5	5	5	6	5	6	6	6	5	5	6	5	6
Persona 29	6	6	5	6	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	7
Persona 30	6	6	5	6	7	5	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6
Persona 31	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	7	7	6
Persona 32	6	7	6	5	6	6	6	7	5	5	6	5	6	6	5	6
Persona 33	5	5	5	6	5	4	5	6	4	4	5	5	4	7	6	6
Persona 34	5	6	6	6	5	5	6	6	5	4	6	6	6	5	6	5
Persona 35	5	6	5	5	5	5	6	6	4	4	6	6	6	6	6	5
Persona 36	6	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	6	5	5	6	6
Persona 37	5	5	5	7	5	5	4	6	4	3	4	4	4	4	6	6
Persona 38	6	7	6	6	7	5	6	6	7	6	6	7	7	7	6	7
Persona 39	6	5	5	5	6	6	5	6	6	4	5	6	5	5	5	7
Persona 40	6	7	7	6	6	5	6	6	7	6	6	6	6	7	7	7
Persona 41	5	5	4	6	5	4	5	6	5	7	5	5	4	5	6	6
Persona 42	4	4	4	6	5	6	6	5	4	6	4	6	5	5	4	5
Persona 43	6	7	7	5	5	7	7	6	6	7	6	6	6	6	7	7
Persona 44	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6