



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DEL
RECICLAJE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA UTILIZANDO LA
TECNOLOGÍA DE BASE DE DATOS NO-SQL Y EL FRAMEWORK
EXPRESS**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

AUTOR: FREDDY ORLANDO LEMA MIRANDA

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DEL
RECICLAJE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA UTILIZANDO LA
TECNOLOGÍA DE BASE DE DATOS NO-SQL Y EL FRAMEWORK
EXPRESS**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

AUTOR: FREDDY ORLANDO LEMA MIRANDA

DIRECTOR: DR. JULIO ROBERTO SANTILLÁN CASTILLO

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Freddy Orlando Lema Miranda.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Freddy Orlando Lema Miranda, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de enero de 2021

Freddy Orlando Lema Miranda

060502293-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, “**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DEL RECICLAJE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE BASE DE DATOS NO-SQL Y EL FRAMEWORK EXPRESS**”, realizado por el señor: **FREDDY ORLANDO LEMA MIRANDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. PhD Omar Salvador Gómez Gómez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

28/06/2021

Dr. Julio Roberto Santillán Castillo
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

28/06/2021

Ing. MSc Marco Vinicio Ramos Valencia
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

28/06/2021

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios que me guía, me da fuerzas, me ayuda a salir adelante, a mis padres, mis hermanos, mi esposa y todos mis seres queridos. Cada uno de ellos aportaron para que yo pudiera llegar hasta donde estoy, cosechando el éxito, cumpliendo un sueño y una meta para mi vida, gracias a sus consejos y apoyo pude alcanzar este logro. A todos los que conformaron la vida estudiantil, amigos y profesores que en toda la carrera nos brindaron apoyo, conocimiento, amistad tanto en las actividades estudiantiles y personales, a todos ellos dedico este trabajo de titulación.

Freddy

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradeciéndole a Dios por darme las fuerzas para salir adelante todos los días, a mis padres Valentín y Laura que, con su esfuerzo, dedicación, valores y apoyo moral y económico me guiaron en toda mi vida hasta el día de hoy para ser una persona responsable y honesta, a mis hermanos que me apoyaron cuando lo necesitaba y a mi esposa que con su dedicación, amabilidad y respeto me apoyó en todo momento. A toda la comunidad politécnica conformada por amigos, profesores y trabajadores en general que hicieron una vida estudiantil provechosa, gratificante e inolvidable a todos ellos muchas gracias.

Freddy

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	7
1.1 Sistemas web.....	7
1.2 Arquitectura de software.....	8
1.3 Arquitectura N capas.....	9
1.3.1 <i>Arquitectura 3 capas Cliente Servidor</i>	9
1.3.2 <i>Componentes de la arquitectura Cliente Servidor</i>	10
1.4 Transferencia de representación de estado (REST)	11
1.5 Lenguajes de programación para la web	12
1.5.1 <i>JavaScript</i>	12
1.5.2 <i>Lenguaje PHP</i>	13
1.5.3 <i>Lenguaje Phyton</i>	13
1.6 NodeJs	15
1.7 Framework Express.....	17
1.8 Framework Angular	14
1.9 Base de datos NoSQL.....	18
1.10 MongoDB	20
1.11 Norma ISO/IEC 9126.....	23
1.11.1 <i>ISO/IEC 9126-3</i>	24
1.12 Cuestionarios para medir la usabilidad	26

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	28
2.1	Diseño de la investigación.....	28
2.1.1	<i>Tipo de Investigación</i>	28
2.1.2	<i>Métodos de Investigación</i>	28
2.1.3	<i>Técnicas de Investigación</i>	29
2.2	Revisión de sistemas web similares.....	29
2.3	Análisis e interpretación de la revisión de sistemas web similares	30
2.4	Fase de planificación.....	31
2.4.1	<i>Personas y roles involucrados en el proyecto</i>	31
2.4.2	<i>Product Backlog</i>	32
2.4.3	<i>Sprint Backlog</i>	34
2.5	Fase de desarrollo.....	36
2.5.1	<i>Diseño de la Base de Datos</i>	36
2.5.2	<i>Diccionario de datos</i>	37
2.5.3	<i>Estándar de codificación</i>.....	40
2.5.4	<i>Arquitectura del sistema</i>.....	41
2.5.5	<i>Diseño de la interfaz de usuario</i>	42
2.5.6	<i>Historias de Usuario</i>.....	50
2.5.7	<i>Manual de Usuario</i>.....	51
2.6	Fase de finalización	51
2.6.1	<i>BurnDown Chart</i>.....	52

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	53
3.1	Determinación de los tipos de usuario y el tamaños de la muestra poblacional.....	53
3.2	Parámetros de medición de la calidad.....	54
3.3	Análisis de la usabilidad del sistema	57
3.4	Métrica de evaluación: Entendimiento	59
3.5	Métrica de evaluación: Aprendizaje	60
3.6	Métrica de evaluación: Operabilidad.....	60
3.7	Métrica de evaluación: Atracción.....	61
3.8	Métrica de evaluación: Conformidad de la usabilidad.....	62
3.9	Evaluación de la calidad del sistema	64

CONCLUSIONES.....68

RECOMENDACIONES.....69

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Familia estándar ISO/IEC 9126.....	25
Tabla 1-2:	Roles del proyecto.	41
Tabla 2-2:	Método de la camiseta.	42
Tabla 3-2:	Product Backlog	43
Tabla 4-2:	Sprint Backlog	44
Tabla 5-2:	Diccionario de datos Colección Mensaje.	38
Tabla 6-2:	Diccionario de datos Colección Chat	38
Tabla 7-2:	Diccionario de datos Colección Usuario	39
Tabla 8-2:	Diccionario de datos Colección Publicación.	39
Tabla 9-2:	Diccionario de datos Colección Residuo.....	40
Tabla 10-2:	Diccionario de datos Colección Postulaciones.....	40
Tabla 11-2:	Ejemplo de aplicación estándar LowerCamelCase.....	41
Tabla 12-2:	Especificaciones de los componentes de la interfaz del sistema	42
Tabla 13-2:	Historia de Usuario.....	50
Tabla 14-2:	Prueba de Aceptación.	50
Tabla 15-2:	Tarea de Ingeniería.	51
Tabla 16-2:	Actividades de finalización.	51
Tabla 1-3:	Cálculo de la muestra por estratos de igual tamaño	53
Tabla 2-3:	Parámetros para la medición de la usabilidad.	55
Tabla 3-3:	Sub características de la usabilidad	55
Tabla 4-3:	Normas para la conformidad de la usabilidad	55
Tabla 5-3:	Métrica de Entendimiento	59
Tabla 6-3:	Métrica de Aprendizaje	60
Tabla 7-3:	Métrica de Operabilidad	61
Tabla 8-3:	Métrica de Atracción	62
Tabla 9-3:	Métrica Conformidad de la usabilidad	63
Tabla 10-3:	Evaluación de la usabilidad del sistema web.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Ejemplo de codificación con el Framework Express.....	27
Figura 2-1:	Componentes de una base de datos de MongoDB.....	31
Figura 3-1:	Comunicación entre una aplicación cliente y un servidor MongoDB.	32
Figura 4-1:	Representación de una Colección con relación de contención.	33
Figura 5-1:	Representación de una relación entre colecciones.....	34
Figura 6-1:	Modelo de tabla de métrica.....	36
Figura 7-1:	Modelo de tabla evaluación del software.....	36
Figura 1-2:	Diagrama de la base de datos.....	37
Figura 2-2:	Diagrama de la Arquitectura del sistema.	41
Figura 3-2:	Bosquejo de la interfaz sistema.....	43
Figura 4-2:	Interfaz Iniciar Sesión.....	43
Figura 5-2:	Interfaz Registro.....	44
Figura 6-2:	Interfaz Inicio.....	44
Figura 7-2:	Interfaz Mis Postulaciones.....	45
Figura 8-2:	Interfaz Mis Recolecciones.....	45
Figura 9-2:	Interfaz Crear Publicación.	46
Figura 10-2:	Interfaz Mis Publicaciones.....	46
Figura 11-2:	Interfaz Postulaciones de la Publicación.....	47
Figura 12-2:	Interfaz Mis Mensajes.....	47
Figura 13-2:	Interfaz Mensajes.....	48
Figura 14-2:	Interfaz Notificaciones.....	48
Figura 15-2:	Interfaz Configuración del Perfil.	49
Figura 16-2:	Interfaz Perfil Ecológico.....	49
Figura 1-3:	Muestreo estratificado desproporcional.....	54
Figura 2-3:	Preguntas Cuestionario SUS.....	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Burndown Chart	52
Gráfico 1-3: Evaluación de la usabilidad del sistema web	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Historias de Usuario

Anexo B: Manual de Usuario del sistema

Anexo C: Encuesta Usabilidad

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

REST	Transferencia de estado representacional
BD	Base de datos
JSON	Notación de objeto de JavaScript
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
IDE	Entorno de desarrollo integrado
HMTL	Lenguaje de marcas de hipertexto
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertextos
API	Interfaz de programación de aplicaciones

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue el desarrollo del sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba. Se optó por la creación de este sistema debido a la falta de herramientas tecnológicas en el sector del reciclaje. Para el desarrollo se aplicó la metodología Scrum la cual permitió definir los roles y tipos que estarán presentes en el desarrollo del proyecto para trabajar de manera conjunta fomentando la cooperación. Por medio del Sprint Backlog se definieron las 16 iteraciones que se desarrollaron en cada una de las semanas de trabajo. Adicionalmente, en la codificación del sistema se utilizó el framework Express que permitió construir el sistema web de forma rápida y eficiente; por otra parte, se empleó el framework Angular para la interfaz de usuario del sistema. Para el almacenamiento de los datos se utilizó la tecnología de base de datos NoSQL que permite mejorar el rendimiento y la escalabilidad. Finalmente, para la evaluación de la usabilidad se utilizó la encuesta como técnica de investigación y el estándar ISO/IEC 9126-3 para la medición de métricas internas, posteriormente al realizar el estudio se obtuvo que el sistema cumple con un 87.6% de usabilidad. Se concluye que el sistema es usable como herramienta para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba. Se recomienda utilizar las tecnologías Express y MongoDB en el desarrollo de sistemas por sus características y ventajas que brindan al desarrollar aplicaciones web.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA DE SOFTWARE>, <METODOLOGÍA DE DESARROLLO ÁGIL (SCRUM)>, <USABILIDAD>, <FRAMEWORK EXPRESS>, <RECICLAJE>, <SISTEMAS DE GESTIÓN>



1212-DBRAI-UPT-2021

ABSTRACT

The main objective of this work was to develop a web system to manage recycling in the city of Riobamba. We chose to create this system because the lack of technological tools in the recycling area. For the development, we applied the methodology Scrum, which allowed to define the roles and types that will be present in the development of the project to work jointly and to foster cooperation. Through the Sprint Backlog, we defined the 16 iterations that were developed in each of the work weeks. Additionally, we utilized Express framework in the codification of the system that allowed building the web system in a fast and efficient manner. Moreover, we utilized the Angular framework for the interface of the system user. We utilized the NoSQL database technology for data storage, which allows improving the performance and scalability. Finally, we utilized the survey as a research technique for the evaluation of usability and the ISO / IEC 9126-3 standard for the measurement of internal metrics. Subsequently, when conducting the study, we obtained that the system meets 87.6% usability. We concluded that the system is usable as tool for recycling management in the city of Riobamba. We recommend utilize the Express and MongoDB technologies in the system development due to their characteristics and advantages that they provide when developing web applications.

Key words: <TECNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCE>, <SOFTWARE ENGINEERING>, <AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT METHODOLOGY (SCRUM)>, <USABILITY>, <FRAMEWORK EXPRESS>, <RECYCLING>, <MANAGEMENT SYSTEM>

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas web han aportado en la mejora considerable del tiempo en que se realizan gestiones de grandes cantidades de información, facilitando la comunicación desde cualquier parte planeta a través de las conexiones hacia la red. Esto ha permitido que distintos sectores utilicen la tecnología para automatizar sus procesos.

En el presente trabajo de titulación se desarrolló un sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba, con la finalidad de que el sistema permita comunicar y gestionar por medio de publicaciones los residuos sólidos que deseen reciclar cualquiera de los usuarios registrados, el sistema se desarrolló con los frameworks Express y Angular, para el almacenamiento se utilizó MongoDB que es una tecnología de base de datos NoSQL, cabe recalcar que el sistema es adaptable a cualquier dispositivo.

El documento está dividido en cuatro capítulos los cuales se mencionan a continuación:

En el inicio del documento se da a conocer la problemática que incide a desarrollar el sistema para la gestión del reciclaje, también se menciona la justificación de este trabajo, así como los objetivos que se deberán cumplir al finalizar el desarrollo del proyecto.

El **CAPÍTULO I** hace referencia a la conceptualización de todos los términos que estuvieron inmersos en el desarrollo del proyecto, además se presentan las tecnologías Express y bases de datos NoSQL, debido a que fueron las principales tecnologías que se utilizaron para codificar todas las funcionalidades del sistema.

El **CAPÍTULO II** se desarrolló el sistema web para la gestión del reciclaje a través de la metodología de desarrollo ágil SCRUM, en esta metodología existen tres fases: planificación en donde se definen todos los requisitos del sistema a través de historias técnicas y de usuario, personas que están involucrados en el proyecto y planificación que tiene que cumplir el equipo de desarrollo. En la siguiente fase se desarrolló todas las historias definidas anteriormente. Por último, En la fase final se realiza el cierre de desarrollo del proyecto.

Finalmente, en el **CAPÍTULO III** se dan a conocer los resultados que se obtuvieron al realizar el análisis de la usabilidad del estándar ISO/IEC 9216-3 para la medición de métricas internas de la calidad de software con las subcaracterísticas de: Atracción, Entendimiento, Conformidad, Operabilidad y Aprendizaje.

ANTECEDENTES

La industria del reciclaje en la ciudad tiene entre sus principales servicios: compra de papel, cartón, plásticos, metales reciclables y venta de materias primas recicladas para uso industrial. Otras empresas además de ofrecer los servicios anteriores se encargan del manipuleo, pesaje, transporte, destrucción, clasificación, embalaje y disposición final técnica de los productos reciclables.

Estos productos reciclables son adquiridos mediante la visita directa de los usuarios que pueden ser personas recicladoras que recorren la ciudad o también pueden ser los mismos propietarios de dichos desechos, estos pueden ir con una frecuencia semanal o diaria según sea el caso a los centros de acopio o plantas procesadoras, algunas empresas cuentan con flotas de vehículos para realizar la compra de materiales a domicilio.

“De forma diaria en la ciudad de Riobamba se arrojan 150 toneladas de basura, pero no hay una ordenanza que obligue a los ciudadanos a separar los desechos. Toda la basura, incluidos el papel, el cartón, el plástico, vidrio y latas, se arroja en el mismo contenedor sin diferenciación” (El Telégrafo, 2019).

Actualmente existen sitios web en los cuales las personas pueden reciclar, ya sea mediante la venta de ésta en forma de chatarra, o iniciativas de empresas de recolección de basura, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Graham Reciclaje

Esta empresa promueve la industria del reciclaje contando con un sitio web para brindar información y además con centros de acopio para que las personas puedan reciclar cualquier tipo de residuo sólido.

Cash for electronic scrap USA

Esta empresa tiene un sitio web en el cual las personas pueden enviar su basura electrónica a través de empresas de correo en los Estados Unidos como FEDEX y reciben dinero a cambio.

EBay

A través de esta plataforma de comercio electrónico las personas venden su basura tecnológica como chatarra.

En el Ecuador específicamente en la ciudad de Guayaquil (Bajaña Rodríguez, 2015) en su trabajo desarrolló un sistema web para la optimización del proceso de recolección de residuos electrónicos reciclables, específicamente computadoras y sus partes, que les permitirá a las personas reciclar o donar sus computadoras de escritorio, laptops y partes de computadoras. Este sistema tuvo una gran limitación ya que solo se enfocaba al reciclaje de equipos electrónicos mas no al reciclaje de residuos sólidos que es donde se encuentra la mayor cantidad de elementos a reciclar.

En la ciudad de Riobamba los procesos de reciclaje se realizan de manera tradicional, algunas asociaciones cuentan con personas que con el fin de no incomodar a la ciudadanía realicen esta actividad en la noche y madrugada en los diferentes puntos de la ciudad de manera aleatoria, además de que el reciclaje por parte de la ciudadanía es limitado pues todavía no existe una conciencia colectiva sobre la importancia del manejo de residuos, esto ha originado que la industria del reciclaje no pueda identificar la ubicación de los elementos que se quieren reciclar, además de la información en general de los desechos y de las personas que quieran realizar dicho proceso.

Por lo expuesto anteriormente se propone el Desarrollo de un sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba utilizando la tecnología de base de datos No-SQL y el framework Express, esta herramienta permitirá ayudar a los habitantes y a la industria que realiza este proceso tener un control más organizado y saber exactamente la información en general de las personas y lo residuos sólidos que se quieran reciclar.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo lograr una adecuada usabilidad en la implementación del sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Qué tecnologías se van a utilizar para el desarrollo del sistema web para la gestión del reciclaje?

- ¿Qué módulos se implementarán en el sistema para la gestión del reciclaje?
- ¿La metodología SCRUM permitirá desarrollar el sistema web para la gestión del reciclaje en los tiempos previstos?
- ¿De qué manera se puede evaluar la usabilidad del sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba?

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Justificación teórica

El presente trabajo de titulación se realiza con el propósito de aportar a la temática de Sistemas de Gestión Ambiental, además de mostrar lo importante que puede ser ya que los resultados que ofrecen a largo plazo pueden ser muy significativos, entre los cuales pueden ser: beneficios económicos para la industria del reciclaje, ingresos extras para las personas que desean reciclar y contribuir a disminuir el impacto ambiental que producen muchas toneladas de desechos sólidos al día. (Córdova García, Vallejo López, 2013) mencionan que “la implementación de un plan de reciclaje puede contribuir a optimizar el uso de los materiales potencialmente reciclables, que podrían ser incorporados a nuevos procesos sin necesidad de ser depositados en el relleno sanitario”.

Con el uso sistema por parte del usuario final se podrá obtener información general de las personas que desean reciclar desde sus inmuebles o lugares de trabajo, los desechos reciclados, las empresas o personas recolectoras, el perfil de cada uno de los usuarios, la comunicación mediante un sistema de mensajería y por último se tendrá una sección en donde se tendrán las publicaciones y las principales novedades acerca de la temática.

Entre las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del sistema, se empleó el framework angular para realizar las interfaces gráficas, y del lado del servidor se empleó el framework Express, además de utilizar Visual Studio Code como IDE de desarrollo de scripts, para la base de datos se utilizó MongoDB, al ser herramientas conocidas y que contienen información detallada por toda la web. Dentro de las ventajas que presentan estas herramientas, es que pueden ser usadas para realizar sistemas en innumerables dispositivos (tablets, smartphones, páginas web, consolas) permitiendo el desarrollo de módulos y la construcción de servicios web, además

de que existe por cada herramienta una versión libre que tiene todo lo necesario para el procesamiento de la información, así como, vasta información de la que disponer en la web.

Justificación aplicativa

El desarrollo de sistemas informáticos ayudan a optimizar grandes cantidades de información, permitiendo automatizar los procesos que se llevan a cabo por cada una de las entidades, también permiten mejorar la comunicación ya que un sistema web puede ser accedido desde cualquier lugar del planeta que cuente con acceso a internet, es por ello que con este sistema se podrá gestionar la información de los ciudadanos, desechos sólidos, empresas o personas recicladoras, ver el perfil de los usuarios además de conocer las principales novedades acerca del tema, mejorando considerablemente la gestión de la información del proceso de reciclaje de la ciudad con un conjunto de funcionalidades que permitirán satisfacer dichas necesidades.

El sistema web contará con diferentes módulos para los usuarios los cuales son:

Módulo de Autenticación

Este módulo contará con los datos necesarios para el ingreso y registro en el sistema.

Módulo Reciclar

Este apartado los usuarios que se registraron y deseen reciclar podrán ingresar los datos que corresponderán a los elementos que desean reciclar.

Módulo Recolectar

Cualquier usuario registrado en el sitio web puede ser un recolector. Para recolectar debe dar clic sobre el botón “Postular”, el cual presenta un mensaje de éxito o error dependiendo si no ha postulado anteriormente.

Módulo Perfil ecológico

Cuando un usuario recicla o recolecta, automáticamente se genera un perfil ecológico, el cual tiene información acerca de las publicaciones realizadas por el usuario.

Módulo de mensajería.

Permitirá el envío y recepción de mensajes entre los usuarios del sistema.

Módulo de Publicaciones y Novedades.

Cualquier usuario registrado podrá realizar publicaciones de acuerdo con la temática.

Estos módulos representan básicamente las relaciones que se quieren sistematizar y esquematizar a través del sistema informático, siendo todos los usuarios los encargados de la gestión de la información del reciclaje.

La investigación se encontrará acorde al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 de la república del Ecuador en el eje “Economía al servicio de la comunidad”, su objetivo número 5 “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.”, en su política 5.4 “Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica.”. Así como también se encontrará acorde a las líneas y programas de investigación de la ESPOCH, en el eje de TICs, en la línea de investigación de “Tecnologías de la Información y la Comunicación” en el programa de “Ingeniería de Software.” y acorde a la línea de investigación de la EIS (Escuela de Ingeniería en Sistemas) de “Ciencias” en el programa “Gestión de los sistemas de Información” en el ámbito “Gestión de la información”.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba utilizando la tecnología de base de datos No-SQL y el framework Express evaluando la usabilidad mediante la Norma ISO/IEC 9126-3.

Objetivos Específicos

- Analizar el Framework Express y la tecnología NoSQL para el desarrollo de la aplicación web.
- Desarrollar los módulos de la aplicación web para la gestión del reciclaje.
- Utilizar la metodología SCRUM para el desarrollo de la aplicación web.
- Realizar la evaluación de usabilidad mediante la Norma ISO/IEC 9126-3.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se dan a conocer mediante la conceptualización las tecnologías y herramientas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto. Esto permitió dar una idea general de los términos que se abordan en el presente estudio.

En el trabajo de titulación se ha optado por desarrollar un sistema web que permita gestionar información a partir determinados módulos, debido a que un sistema web permite la accesibilidad desde cualquier lugar y dispositivo.

1.1 Sistemas web

Un sistema web es un sistema que no ha sido instalado en la plataforma o sistema operativo. Es decir, están alojados en un servidor en Internet o red local conocida como Intranet. Su apariencia es muy similar a los sitios web que solemos ver, pero estos sistemas tienen funciones muy poderosas que pueden dar respuestas a situaciones específicas.

Un sistema web se puede utilizar en cualquier navegador web independientemente del sistema operativo. Para utilizar estas aplicaciones, no es necesario instalarlas en todos los equipos, ya que los usuarios se pueden conectar al servidor que aloja el sistema (Báez, 2012).

A continuación, se listan algunas ventajas y desventajas de los sistemas o aplicaciones web:

Ventajas

- La aplicación web utiliza tecnología conocida entre la mayoría de los desarrolladores.
- Pueden ser ejecutadas en cualquier sistema operativo.
- Se pueden ejecutar a través de una simple dirección URL.
- Ahorro de costos ya que no se instala desde una tienda de aplicaciones nativa.
- Su beneficio más importante es el precio, desarrollar aplicaciones web es lo más económico.

Desventajas

- Si la aplicación web no está diseñada para adaptarse a cualquier dispositivo tendrá dificultades al abrirlo en otros dispositivos como celulares.
- Los costos que se ahorra en ocasiones se invierten para mejorar la plataforma y hacerla óptima para que se reproduzca en cualquier dispositivo.
- Si su sitio web falla, habrá un problema con la aplicación. Además, debe tener una conexión a Internet para ejecutar el sistema.
- Al no encontrarlo en las tiendas nativas, perderá visibilidad.
- Restringirá el acceso a determinadas funciones de hardware del dispositivo (Badal, 2017).

En este trabajo se ha decidido implementar un sistema web actualmente el internet es uno de los medios tecnológicos más utilizados por las personas; cualquier tipo de plataforma web que es de uso general se aloja en un servidor de aplicaciones permitiendo el ahorro de espacio en las computadoras a diferencia de las aplicaciones de escritorio que deben estar previamente instaladas, una de las facilidades por lo cual se opta por desarrollar una aplicación web es que se puede trabajar en cualquier lugar y sin ser dependiente de algún componente o sistema operativo.

Para la construcción de este sistema web en primer lugar se tomó en cuenta la arquitectura que nos va a permitir estructurar los diferentes componentes que conformaran el sistema. La arquitectura permite conocer de manera general el funcionamiento básico del sistema.

1.2 Arquitectura de software

Es el arte de proyectar, construir y diseñar aplicaciones informáticas, también define la forma de trabajar de un sistema como es la construcción de nuevos módulos, sin embargo, hay que tomar en cuenta las necesidades y los requisitos que plantean los clientes para que el sistema cumpla con todos los requisitos (Martínez, 2016).

A continuación, se presentan las siguientes características que debe poseer cada arquitectura dependiendo del tipo de sistema que se vaya a implementar.

- Parte del diseño de software
- Representa alto nivel de la estructura del sistema
- Incluyen patrones que revisan la estructura de los componentes.
- Para garantizar la calidad del sistema se debe tomar algunos aspectos como: organización, planificación y la gestión de los riesgos.
- Los requerimientos del sistema y los atributos de calidad van de la mano, al ser parte de estos.

- Si el diseño o planteamiento de la arquitectura es malo al final se verán reflejados todos los problemas derivados de los errores cometidos (Cervantes, 2018).

Existen diversos tipos de arquitectura que se pueden utilizar para la construcción de los sistemas web, para el desarrollo de este proyecto se utilizó la arquitectura N capas que es básicamente la distribución de cada una de las funcionalidades o roles que van a cumplir cada componente.

1.3 Arquitectura N capas

El estilo de arquitectura conocido como N capas se basa en la distribución jerárquica de roles y responsabilidades para dividir eficazmente los problemas a resolver. Cada una de las capas representan un rol de acuerdo con la funcionalidad para la que fueron establecidas, además de representar la comunicación entre cada una de las capas (Chininin, 2012).

Esta arquitectura menciona algunas características:

- Descomponer los servicios de manera que la mayoría de las interacciones solo ocurran entre capas adyacentes.
- La capa de aplicación puede residir en la misma computadora o puede distribuirse entre varias computadoras.
- La comunicación entre los componentes de cada una de las capas se establece por medio de interfaces que están dentro de su reconocimiento.
- Agrega responsabilidades y abstracciones de nivel inferior a cada nivel.

1.3.1 Arquitectura 3 capas cliente servidor

La arquitectura cliente servidor de 3 capas consta de: el servidor de base de datos, un servidor de lógica empresarial y el cliente o un grupo de clientes. Por lo general para el servidor se cuenta con un ordenador que posee hardware y software de altas prestaciones con las siguientes funciones: actuar como un almacén de datos, actuar como un gestor de aplicaciones y servidor de base de datos.

En esta arquitectura, los clientes son dispositivos de cualquier sistema operativo que hacen algún tipo de petición hacia el servidor que este a su vez procesa la petición comunicándose con el servidor de base de datos si lo requiere (Schiaffarino, 2019).

1.3.2 Componentes de la arquitectura Cliente Servidor

Red: Una red es un grupo de clientes, servidores y bases de datos conectados, en el que se ha establecido un protocolo de transmisión de información.

Cliente: El concepto de cliente se refiere al solicitante del servicio, el cliente puede ser una computadora o una aplicación informática, necesita información en la red para funcionar.

Servidor: Un servidor se refiere a un proveedor de servicios, que a su vez puede ser una computadora o una aplicación informática que envía información a otros agentes en la red.

Protocolo: Permite el flujo de toda la información de una red a través de un conjunto de reglas y especificaciones establecidas regularmente de forma específica y clara.

Servicio: Un servicio es un conjunto de información diseñado para responder a las necesidades del cliente. La información puede ser correos electrónicos, música, mensajes simples entre software, videos, etc.

Base de datos: Son centros de información en donde se pueden almacenar o eliminar los datos de los sistemas informáticos.

A continuación, se listan algunas ventajas y desventajas de esta arquitectura:

Ventajas

- Esta arquitectura es particularmente adecuada para redes medianas o grandes que requieren alta confiabilidad.
- Los clientes tienen poca influencia en el programa y sus necesidades de gestión son menores.
- Los recursos comunes a todos los usuarios se gestionan en el servidor. De esta forma se evitan situaciones como la redundancia o inconsistencia de la información en los centros de datos.
- Al tener un mecanismo de autenticación central, la posibilidad de acceso incorrecto se puede reducir en gran medida.
- Los clientes se pueden agregar o eliminar sin afectar el funcionamiento de la red.

Desventajas

- Debido a los altos requisitos técnicos en el lado del servidor, los costos de instalación y mantenimiento son altos.
- Los servidores dependen de la red y si por alguna razón dejan de funcionar o el rendimiento es malo, eso afecta a toda la infraestructura del sistema (Aimbsor, 2017).

Uno de los componentes del sistema web que se va a desarrollar es el servidor la lógica de negocios que es en donde se realiza todas las funciones para la gestión de los datos por medio de una Api REST, esta tecnología permite la comunicación entre diferentes sistemas y los recursos pueden ser accedidos a través de una URL.

1.4 Transferencia de representación de estado (REST)

La tecnología REST es utilizada para la comunicación de varios sistemas que se basan en el protocolo HTTP, con esta interfaz se pueden obtener datos además de generarlos, también se pueden realizar operaciones y devolverlos en formatos como JSON y XML.

JSON es uno de los formatos más utilizados en la actualidad, la razón es que en comparación con XML es más fácil de entender y también más ligero. Elegir uno será cuestión de la lógica y necesidades de cada proyecto. Los verbos más utilizados en REST y por decir son un estándar son: GET, POST, PUT y DELETE; esto lo hace siguiendo la convención de HTTP. De aquí surge una alternativa a SOAP (Rosa Moncayo, 2018).

A continuación, se mencionan algunas características:

- Es un protocolo que no posee un estado definido, es decir que en cada una de las peticiones tiene los datos necesarios para ser ejecutados lo cual es ventajoso tanto para los clientes y servidores. Cabe recalcar que la memoria caché es utilizada en algunas aplicaciones con el fin de dar un menor tiempo de respuestas a las solicitudes, ya que almacena los datos sin tener que realizar una consulta a la base de datos. Sin embargo, no siempre es recomendable realizar esto.
- Existen operaciones definidas para cualquier sistema que use REST las cuales se mencionan a continuación: GET, POST, DELETE, PUT.
- Cada objeto en esta tecnología se opera a partir del EndPoint o URI. Ese es la única manera de llamar a cualquier recurso ya que funciona como su identificador único, también nos facilita de algún modo gestionar la información ya sea agregando o eliminando información, o si queremos compartir ese recurso con aplicaciones de terceros.

- Es un sistema por capas posee una arquitectura entre cada uno de los componentes y cada una de ellas tiene una funcionalidad específica dentro del sistema (Bbvaapimarket, 2016).

Entre las ventajas de la tecnología REST están:

Ofrece la independización entre el servidor de aplicaciones y los clientes, es decir separa toda la interfaz o FrontEnd de los usuarios del servidor de lógica de negocios o Backend. Eso tiene algunas ventajas cuando se hacen desarrollos. Por ejemplo, la portabilidad mejora de manera abismal ya que es independiente, la escalabilidad aumenta y por supuesto da paso a que los distintos componentes que se desarrollan puedan evolucionar de forma independiente (Bbvaapimarket, 2016).

Para la implementación de la Api REST del sistema web es necesario un lenguaje de programación de lado del servidor, estos lenguajes permiten procesar las solicitudes de los clientes y generar respuestas que pueden ser en algunos formatos el más conocido JSON.

1.5 Lenguajes de Programación para la web

Actualmente, para el desarrollo de sistemas o plataformas web existen una gran variedad de lenguajes y tecnologías. Cuando recién empezó la era de las páginas web existían lenguajes de programación que eran limitados, porque solo permitían realizar sitios estáticos sin ningún dinamismo. Sin embargo, a lo largo del tiempo el desarrollo para la creación de sitios ha evolucionado en lenguajes que permiten que las plataformas sean dinámicas. Estos nuevos avances permiten a los usuarios interactuar más con la página y mejorar la experiencia de navegación, ya no es solo un panel que muestra la información (PiensaSolutions, 2017).

1.5.1 JavaScript

Permite a los sitios web la incorporación del dinamismo. Permite la creación de páginas web con contenido dinámico, gracias a que los scripts que permiten los distintos tipos de funcionalidades se ejecutan del lado cliente, aunque también por medio del framework como NodeJS se puede ejecutar de lado del servidor, en cuanto a su sintaxis es muy parecido a otros lenguajes como C o Java.

Ventajas

- Es un lenguaje fácil de aprender ya que su curva de aprendizaje es sencilla. Además, la sintaxis que se maneja es muy parecido a otros lenguajes como Java o el conocido C. La comunidad que está detrás de esta tecnología es muy grande y consolidada
- Se ejecuta del lado de los clientes es decir en el navegador reduciendo la carga significativamente en el servidor.
- Permite crear interfaces dinámicas a través de formularios, efectos en los elementos, cambiar colores de fuentes, etc.

Desventajas

- Los scripts son más fáciles de hacerlo vulnerable ya que el código puede ser visto en el cliente
- Puede ser desactivado por parte del usuario por error o por desconocimiento (Herrera, 2020).

1.5.2 Lenguaje PHP

Este lenguaje es Open Source es decir código abierto, cuenta con una gran popularidad alrededor de todo el mundo, permite el desarrollo de páginas web pudiendo adaptarse con gran facilidad para incrustarse en el lenguaje de marcado HTML.

Ventajas

- Es un lenguaje que posee una curva de aprendizaje baja.
- Es fácil para el desarrollo configurar sus entornos.
- La configuración e integración con bases de datos pagados y código libre.
- Es un lenguaje que permite ejecutarse en distintas plataformas.
- El código escrito en este lenguaje no se puede ver en el cliente porque se ejecuta en un servidor.

Desventajas

- Si no se configuran correctamente se puede dejar brechas abiertas en cuanto a la seguridad que con el paso del tiempo pueden generar problemas (Tapia, 2018).

1.5.3 Lenguaje Python

Es un lenguaje de programación que se usa principalmente en el manejo de una gran cantidad de datos conocido como Big Data, inteligencia artificial, pruebas y para el desarrollo de sitios web,

es un lenguaje interpretado y multiplataforma. Estas características lo catapultan como el lenguaje que puede ser utilizado para realizar cualquier tipo de sistema debido a que cuenta con bibliotecas extensas para ser utilizadas por cualquiera persona (Angeles, 2020).

Ventajas

- La curva de aprendizaje es bajo y es muy fácil de aprender por su sintaxis para aplicaciones sencillas.
- Es de código abierto ya que puede ser utilizados por cualquier tipo de usuario.
- La comunidad y documentación que respaldan a este lenguaje son extensos que facilitan el aprendizaje para los usuarios que se están iniciando.
- Es un lenguaje multiplataforma se puede usar en cualquier sistema operativo.

Desventajas

- En cuanto al hosting para las aplicaciones realizados con este lenguaje la mayoría no tienen soporte y su configuración es complicada.
- La curva de aprendizaje aumenta si se comienza con el desarrollo de sistemas web (Angeles, 2020).

En el trabajo de titulación se utilizó el lenguaje JavaScript en el Backend con NodeJS y su framework Express y en el FrontEnd el framework Angular, se escogieron estas tecnologías por sus ventajas y también porque se cuenta con la experiencia en el desarrollo de sistemas web.

Para construir la interfaz de usuario del sistema web se utilizó el framework Angular del popular lenguaje JavaScript. Este framework permite construir aplicaciones de una sola página, además por sus características y ventajas se optó por utilizar esta tecnología.

1.6 Framework Angular

Es un framework FrontEnd que permite el desarrollo web, con este se pueden crear aplicaciones SPA que son aplicaciones de una sola página, sigue un patrón de diseño Modelo Vista Controlador. Al utilizar este patrón permite separar el diseño de la página con la lógica que es en donde se codifican todas las funcionalidades. De esta manera la parte visual no tiene conocimiento de lo que pasa en la capa de lógica, pero esto no impide que tenga el control sobre el cuerpo de la web o DOM, permitiendo que el contenido se actualice cuando sea necesario (Galán, 2020).

A continuación, se mencionan algunas ventajas y desventajas de usar Angular:

Ventajas

- Mantenido por Google.
- Gran grupo y ecosistema.
- Enlace de datos bidireccional.
- Uso de TypeScript.
- Soporte para carga diferida.
- Inyección de dependencia.
- Potente enrutador.
- Soporte para Ionic.
- Disponibilidad de paquetes.

Desventajas

- Curva de estudio más pronunciada.
- Capacidades limitadas de optimización de motores de búsqueda.
- Demasiadas variaciones.
- Gran cantidad de código repetitivo (Colma, 2020).

Como se menciona anteriormente para la implementación del Backend del sistema se utilizó el entorno de ejecución para JavaScript denominado NodeJS. El mismo se puede ejecutar en un servidor gracias a una gran cantidad de bibliotecas y paquetes que aportan herramientas poderosas en el desarrollo de cualquier sistema.

1.7 Node.js

Es un entorno de tiempo de ejecución de JavaScript que es multiplataforma y de código abierto que permite a los desarrolladores usar JavaScript para crear varias herramientas y aplicaciones del lado del servidor. Se puede ejecutar directamente en un servidor para crear el Backend de un sinnúmero de aplicaciones como aplicaciones de chat, streaming, etc. De tal manera que ya no solo se ejecutará en el explorador. En la actualidad NodeJs tiene soporte para APIs tradicionales incluyendo HTTP, además ofrece una gran cantidad de bibliotecas gracias al gestor de paquetes NPM (Mozilla, 2018).

NodeJs es orientado a eventos, por lo que permite desarrollar sistemas y aplicaciones web escalables, al no existir bloqueos de procesos (NodeJs, 2019).

A continuación, se mencionan ventajas y desventajas de NodeJs las cuales se presentan a continuación:

Ventajas

- **Código fuente abierto:** sin lugar a duda, el software de código abierto actual se desarrolla más rápido y es mejor aceptado por los usuarios. Además de ser completamente gratuito, también puede descargar el código fuente para analizarlo y crear su propio código abierto basado en él. Proyecto de código.
- **Optimización de recursos:** la naturaleza asincrónica de NodeJS nos permite administrar mejor los recursos.
- **Desarrollo ágil:** permite crear aplicaciones de forma sencilla y rápida, a diferencia de otros lenguajes como C# o Java que requieren una gran cantidad de clases para iniciar un proyecto.
- **FullStack:** dado que este lenguaje se puede ejecutar tanto en el cliente y el servidor, se puede utilizar tanto para crear aplicaciones BackEnd y FrontEnd.
- **Modularidad:** como ya se ha comentado, NodeJS es muy modular, lo que nos permite utilizar solo los módulos que necesitamos sin causar ningún otro problema.

Desventajas

- **Tipos dinámicos:** JavaScript te permite enviar un objeto indefinido como parámetro, solo necesitas abrir y cerrar las llaves { } y poner el contenido dentro de él, lo que dificulta saber qué valor puedes enviar
- **Callbacks:** Aunque, como ya hemos analizado, esto puede hacer un mejor uso de los recursos, pero lo cierto es que los callbacks son un quebradero de cabeza porque cada paso es funcional y es difícil seguir el código.
- **Refactorización:** si ha realizado una refactorización importante en un proyecto de JavaScript, definitivamente entenderá, porque es casi imposible refactorizar sin que haya problemas, porque el tipeado débil y los tipos dinámicos dificultan que los IDE determinen cómo realizar la refactorización.
- **Librerías estándar:** esta es una de las bibliotecas más poderosas. De hecho, hay una biblioteca que puede resolver todos los problemas que puedas encontrar, pero el problema es

que hay muchas bibliotecas que pueden resolver el mismo problema, por lo que es difícil elegir entre uno u otro. Además, todos avanzan a un ritmo diferente, en lugar de trabajar juntos para mejorar la versión por defecto.

- **Arquitectura:** el nivel de arquitectura de las aplicaciones NodeJS es mucho más bajo que los lenguajes de programación como Java, porque todo se basa en funciones que son exportadas desde clases. Y rara vez se ven patrones arquitectónicos o patrones de diseño que se implementen en este lenguaje (Blancarte, 2017).

NodeJs cuenta con varios frameworks para el desarrollo de aplicaciones en el lado del servidor. Uno de ellos es Express que permite agilizar el desarrollo de cualquier proyecto mediante bibliotecas, paquetes y herramientas, además este framework cuenta con una gran comunidad de desarrolladores para soporte.

1.8 Framework Express

Express es un framework relativamente pequeño de NodeJs que permite simplificar sus APIs y además añade algunas funcionalidades extras. Facilita la organización de la funcionalidad de las aplicaciones con middleware y enrutamiento; agrega utilidades útiles a los objetos HTTP de NodeJs y define un estándar de extensibilidad de fácil implementación (Hahn, 2016).

Características

- **Middleware:** A diferencia de Vanilla NodeJs, donde sus solicitudes fluyen a través de una sola función, Express tiene una pila de middleware, que es efectivamente un conjunto de funciones.
- **Enrutamiento:** El enrutamiento es muy parecido al middleware, pero las funciones se llaman solo cuando visita una URL específica con un método HTTP específico. Puede ejecutar un controlador de solicitudes solo cuando el navegador visita `yourwebsite.com/about`, por ejemplo.
- **Extensiones:** Express amplía los objetos de solicitud y respuesta con métodos y propiedades adicionales para la conveniencia del desarrollador.
- **Vistas:** Permiten renderizar HTML de forma dinámica (Hahn, 2016).

Este framework a pesar de ser bastante pequeño cuenta con una gran comunidad de desarrolladores que han colaborado para crear extensos paquetes middleware que son capaces de resolver cualquier inconveniente al momento de desarrollar un sistema web utilizando esta

tecnología, las librerías creadas permiten abordar con diversos aspectos como: sesiones, cookies, seguridad, etc (Mozilla, 2018).

En la **Figura 1-1** se puede observar un ejemplo de la codificación de una aplicación sencilla en NodeJS bajo el framework Express.

```
var express = require('express')
var app = express()

app.get('/', function (req, res) {
  res.send('Hello World!')
})

var server = app.listen(3000, function () {

  var host = server.address().address
  var port = server.address().port

  console.log('Example app listening at http://%s:%s', host, port)

})
```

Figura 1-1: Ejemplo de codificación con el Framework Express.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

La aplicación se iniciará en el servidor en el puerto 3000 para la conexión. Cuando el usuario visite la URL visualizará **Hello World** Para las solicitudes a la página principal. Para cada URL que no esté definida responderá con un 404 **Not Found**.

Para el almacenamiento de la información del sistema web se escogió la tecnología de Bases de datos NoSQL. Esta tecnología brinda algunas ventajas una de ellas es que permite trabajar con grandes cantidades de información mejorando el rendimiento y la escalabilidad.

1.9 Bases de datos NoSQL

NoSQL es un término utilizado en varias tecnologías donde la naturaleza de los datos no requiere un modelo relacional. Las tecnologías NoSQL permiten trabajar con una mayor cantidad de datos, mayor disponibilidad, escalabilidad y rendimiento.

Los tipos más comunes de almacenes de datos NoSQL son:

- Almacén de documentos: los datos se guardan y organizan como una colección de documentos. El esquema del modelo es flexible y cada colección puede manejar cualquier número y cada colección puede manejar cualquier número de campos. Por ejemplo, MongoDB usa un documento de tipo BSON y CouchDB usa un documento JSON.
- Almacén de clave-valor: los datos se almacenan como pares clave-valor sin un valor predefinido esquema. Los valores se recuperan de sus claves. Por ejemplo, Apache Cassandra, Dynamo, HBase y Amazon SimpleDB.
- Almacenamiento basado en gráficos: los datos se almacenan en estructuras gráficas con nodos, bordes y propiedades, para la obtención y almacenamiento de datos utiliza la teoría de grafos. Este tipo de bases de datos son excelentes cuando se requiere la representación de relaciones. Por ejemplo, Neo4js, InfoGrid y Horton (Cuesta, 2013).

Este tipo de bases de datos busca mejorar los inconvenientes que se generan en cuanto a rendimiento y escalabilidad de BigData, debido a que las bases de datos SQL o relaciones no pueden debido a su diseño, NoSQL para realizar esto cuenta con una gran variedad de arquitecturas y tecnologías que permiten abordar estos problemas. Una de las razones para elegir este tipo de bases de datos es cuando se requiere procesar y analizar grandes cantidades de información que no se encuentran estructuradas, y estos pueden estar almacenados en distintos sitios en la web (Rouse, 2015).

A continuación, se mencionan algunas ventajas y desventajas de las bases de datos no relacionales.

Ventajas

- **Hay bases de datos de código abierto no relacionadas.** Las tecnologías de código abierto suelen aportar grandes beneficios a la comunidad de desarrolladores, por ejemplo, en términos de precio, no se requieren servidores con una gran cantidad de recursos, no poseen una estructura de datos definida y los datos pueden ser diversos y heterogéneos.
- **Su escalamiento es muy sencillo.** Este tipo de bases de datos buscan la forma de agregar más servidores para que puedan manejar mayores cargas de datos, lo que permite a las empresas asignar equipos en función de las actividades a realizar.
- **Economía.** Utilizan servidores de bajo costo para administrar la cantidad de datos y transacciones que realizan de esa manera permiten almacenar y el procesar más datos a un precio más bajo.

- **No crean cuellos de botella.** Como lo hacen las bases de datos SQL o relacionales, debido a que este tipo de base de datos para ejecutar una sentencia debe transcribir una por una cada una de las sentencias y si se incluyen sentencias más complejas esto conllevaría a un problema mayor en cuanto a rendimiento (Espinoza y Rosa, 2013).

Desventajas

- **Soporte.** En ocasiones el soporte de parte de proveedores de estas bases de datos NoSQL no son los adecuados cuando los sistemas de las empresas presentan fallas de cualquier tipo.
- **Experiencia.** No es fácil encontrar personas con conocimientos técnicos suficientes que permitan a la empresa enfocarse en la base de datos para sus aplicaciones, debido a que este tipo de tecnología no es muy usada como lo son las bases de datos relacionales.
- **Administración.** El objetivo de la base de datos es proporcionar una solución de gestión desde cero, esto es un problema porque su instalación y mantenimiento no es tan sencillo.
- **Compatibilidad.** Las consultas para este tipo de bases difieren mucho y son únicas, por ejemplo, si se está acostumbrado a las consultas de las bases de datos relacionales. Además, cuentan con su API propia (Espinoza y Rosa, 2013).

Como se menciona anteriormente una estas bases NoSQL es Mongo DB que es una base de datos no relacional que trabaja a partir de colecciones y documentos; almacenando la información como BSON que es una representación binaria de JSON.

1.10 MongoDB

MongoDB es escalable, flexible y potente por lo que se puede considerar para uso general. Combinando las características que lo representa como índices secundarios, consultas de rango, clasificación, agregaciones e índices geoespaciales y la capacidad de escalar horizontalmente. MongoDB es una base de datos de documentos con la escalabilidad y flexibilidad que se desea junto con las consultas y la indexación que necesita. Para poder escalar horizontalmente y tener alta disponibilidad MongoDB se basa en la distribución de su núcleo, de esta manera permite también la distribución geográfica además de que todas estas funcionalidades sean fáciles de usar. MongoDB es gratuito y de código abierto, publicado bajo GNU Affero General Licencia pública (Robledano, 2019).

MongoDB ofrece alto rendimiento, al estar escrito en C++, aprovecha de manera considerable los recursos que están disponible en la máquina, al estar licenciado bajo una licencia GNU AGPL 3.0, es posible adaptarlo a nuestras necesidades (Robledano, 2019).

MongoDB tiene la intención ser utilizado para propósito general, A continuación, se listan algunas características que lo hacen único (Chodorow, 2013).

- Índice: se puede agregar índices secundarios, para que las consultas se ejecuten con mayor rapidez y también proporciona una función única, compuesta, geoespacial y de índice de texto completo.
- Agregación: para las consultas admite agregaciones, que le permiten construir agregaciones complejas a partir de fragmentos simples y permiten que la base de datos los optimice.
- Almacenamiento de archivos: para almacenar archivos de tamaño considerable admite protocolos fáciles de implementar.

Componentes de una base de datos de MongoDB

A través de colecciones son representadas las bases de datos en MongoDB. Y un conjunto de documentos que representan que podrían representar entidades son los que componen cada colección.

Para facilitar al usuario los documentos se representan en formato JSON ver **Figura 2-1**. Para realizar cualquier operación como consultas, inserciones, eliminaciones o modificaciones se utiliza el lenguaje JavaScript a través de una terminal, esto facilita la interacción entre los usuarios y los documentos de tipo JSON (Galvis, 2015).

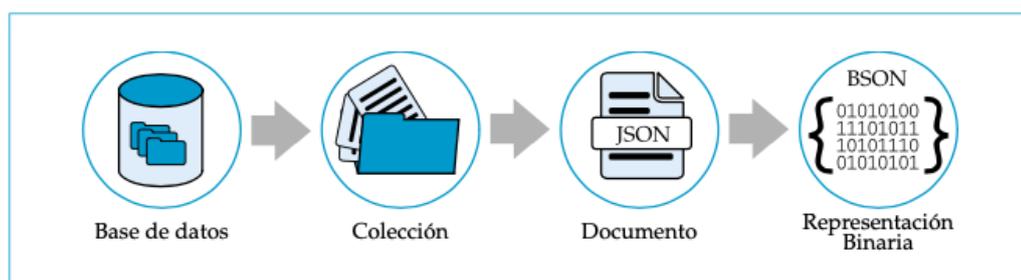


Figura 2-1: Componentes de una base de datos de MongoDB.

Fuente: (Galvis, 2015, p.11).

En la **Figura 3-1** se puede observar la representación de BSON que no es otra cosa que la representación de JSON en forma binaria, esto permite aumentar la eficiencia para el transporte, codificación y decodificación de los datos (Galvis, 2015).

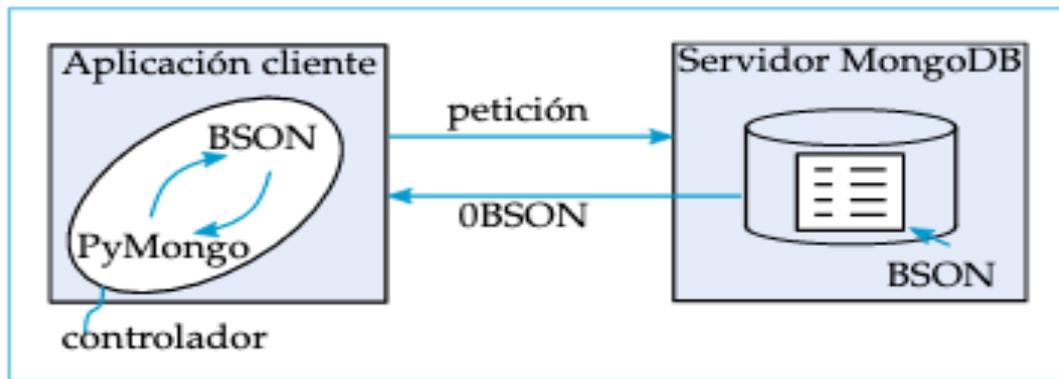


Figura 3-1: Esquema de comunicación entre una aplicación cliente y un servidor MongoDB.

Fuente: (Galvis, 2015, p.11).

Colecciones y Documentos

Las colecciones son representaciones de varios documentos bajo un nombre que los representa, MongoDB crea una sola colección después de crear el primer documento, en la **Figura 4-1** se puede ver la representación de una colección junto con el documento con una relación de contención, también los campos o atributos de los documentos.

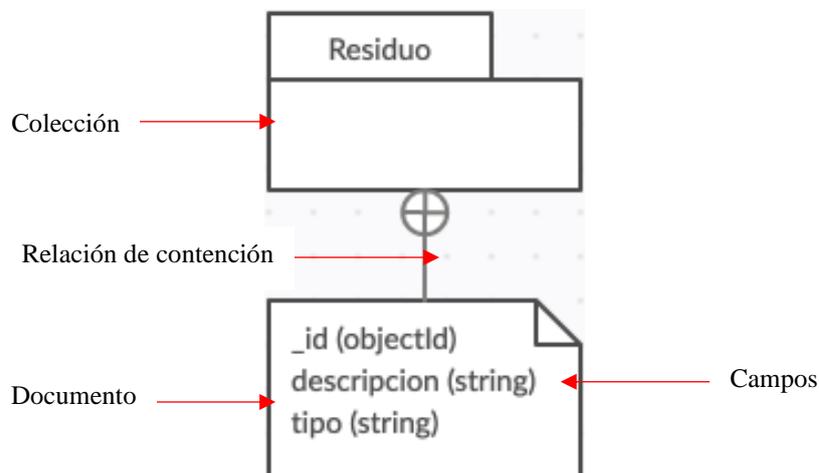


Figura 4-1: Representación de una colección con relación de contención.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Diagrama orientado a documentos.

Galvis (2015) en su trabajo de titulación propone una serie de símbolos para representar gráficamente los diferentes tipos de esquemas que se puede hacer en MongoDB ver la **Figura 5-**

1. Esto hace que la representación y comprensión se simplifique y sea más fácil de entender, a través del modelamiento de cada una de las colecciones que conforman las bases de datos.

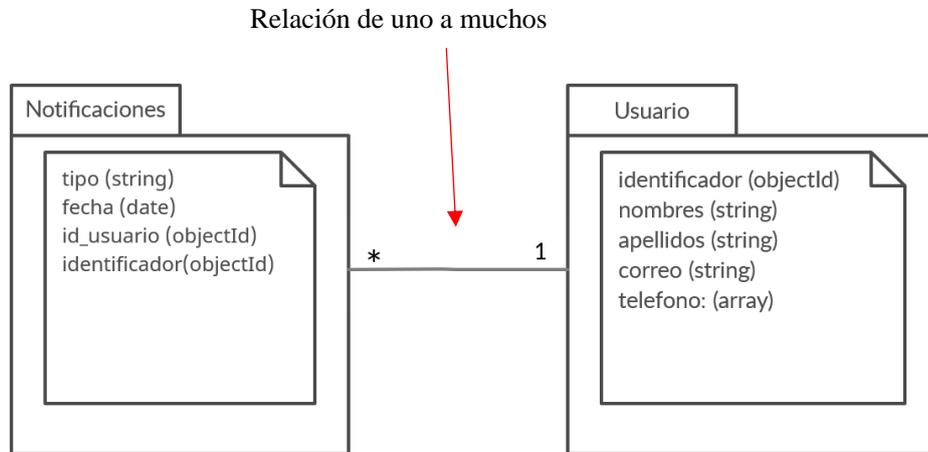


Figura 5-1: Representación de una relación entre colecciones.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En el sistema web se ha planteado realizar una evaluación de usabilidad para ello se escogió el estándar ISO/IEC 9126 que permite medir la calidad de software mediante seis características las cuales se mencionan posteriormente.

1.11 Norma ISO/IEC 9126

ISO estableció un estándar internacional para la evaluación de la calidad de productos de software basado en el estándar ISO-9126. El estándar se publicó en 1992 con el nombre Evaluación de productos de software y tecnología de la información: características de calidad y pautas de uso. El cual determina las características de calidad de los productos de software. El estándar ISO-9126 dispone que para describir un componente de calidad de software en una o más características, existen seis las cuales se listan a continuación: portabilidad, usabilidad, eficiencia, confiabilidad, mantenibilidad y funcionalidad; a su vez cada una de ellas están compuestas por subcaracterísticas, que permiten evaluar la calidad del sistema o producto (Cataldi, 2000).

Esta norma consta de 4 familias de estándares las cuales se mencionan a continuación en la **Tabla 1-1**.

Tabla 1-1: Familia estándar ISO/IEC 9126

Estándar	Objetivo
ISO/IEC 9126-1	Modelo de calidad
ISO/IEC 9126-2	Métricas externas
ISO/IEC 9126-3	Métricas internas
ISO/IEC 9126-4	Métricas de calidad de uso

Fuente: (Siabato, 2008)

Realizado por: Lema Freddy, 2021

1.11.1 ISO/IEC 9126-3

Permiten medir la calidad interna del software, regularmente esta métrica se aplica durante el diseño y la codificación con el propósito de se logre la calidad externa y de uso. Los productos que no están en producción o que están en fase de desarrollo deben utilizar métricas internas para su evaluación. Esto permite predecir la calidad del software además de realizar acciones de corrección o mejoramiento en etapas tempranas (Mena, 2006).

El proyecto técnico se evaluará con la característica de usabilidad, que es la capacidad que posee el software de ser atractivo, fácil de usar, fácil de entender y fácil de controlar (Diplomado en Gestión de la Calidad del Software, 2015).

El criterio de usabilidad contiene 5 atributos los cuales se mencionan a continuación:

- **Entendimiento:** esta es una manera fácil de utilizar la mayoría de las tareas de la aplicación en el menor tiempo posible.
- **Aprendizaje:** es la capacidad del producto para que el usuario aprenda a utilizarlo de forma fácil.
- **Operabilidad:** es la capacidad que el producto ofrece para ser controlado u operado en todo momento.
- **Atracción:** Es la armonía que se crea en la aplicación para hacerla atractiva los usuarios.
- **Conformidad de la usabilidad:** es la capacidad de que el producto se rija a normas y estándares para la usabilidad (Diplomado en Gestión de la Calidad del Software, 2015).

A continuación en la **Figura 6-1**, Según Mena (2006) se presenta un modelo que se usará posteriormente para las tablas de cada una de las métricas que se van a evaluar.

Nombre:	Funciones evidentes
Propósito:	Qué proporción de las funciones del sistemas son evidentes al usuario.
Método de aplicación:	Contar las funciones evidentes al usuario y comparar con el número total de funciones.
Medición, fórmula:	$X = A/B$ A = número de funciones (o tipos de funciones) evidentes al usuario B = total de funciones (o tipos de funciones)
Interpretación:	$0 \leq X \leq 1$ Entre más cercano a 1, mejor.
Tipo de escala:	absoluta
Tipo de medida:	$X = \text{count}/\text{count}$ A = count B = count
Fuente de medición:	Especificación de requisitos Diseño Informe de revisión
ISO/IEC 12207 SLCP:	Verificación Revisión conjunta
Audiencia:	Requeridores Desarrolladores

Figura 6-1: Modelo de tabla de métrica

Fuente: (Mena, 2006)

Además, en la **Figura 7-1** se presenta el modelo de la tabla que se va a utilizar para realizar la evaluación de la calidad de software.

Característica	Subcaracterística	Métrica	Nivel Requerido	Nivel Obtenido
Funcionalidad	Adecuidad			
	Exactitud			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad			
Fiabilidad	Madurez			
	Tolerancia a fallos			
	Recuperabilidad			
	Tolerancia a fallos			
...	...			

Figura 7-1: Modelo de tabla evaluación del software

Fuente: (Mena, 2006)

Para realizar la evaluación de la usabilidad existen diversos cuestionarios que permiten a través de sus preguntas obtener el porcentaje de usabilidad que cumple un determinado sistema.

1.12 Cuestionarios para medir la usabilidad

SUS

System Usability Scale conocido como SUS, por sus preguntas reducidas y de gran precisión es tal vez uno de los cuestionarios que más se conocen para realizar este tipo de evaluaciones, su función principal es medir el nivel de usabilidad que posee un sistema o herramienta, está compuesto por 10 preguntas valoradas utilizando la escala de Likert, al finalizar la totalidad de las puntuaciones se transforma en una escala del 1 al 100 (Angulo y Robles, 2014).

SUMI

Software Usability Measurement Inventory es utilizado desde la percepción del usuario final para evaluar la calidad de un sistema, además, se puede utilizar para evaluar productos que son nuevos o versiones anteriores para realizar comparaciones y tomar decisiones para el desarrollo de nuevos productos. Contiene 50 preguntas que se valoran en la escala del 1 al 3 (Floría Cortés, 2000).

WAMMI

Este cuestionario se enfoca en medir la satisfacción del usuario, a través de un cuestionario en donde los usuarios comparan las expectativas que tienen acerca de un determinado producto con lo que realmente experimentan al estar interactuando con dicho producto. Consta de un cuestionario estandarizado de 20 declaraciones y además una base de datos que es única e internacional (wammi, 2020).

USE

Este cuestionario fue fundado en 2001 por Lund y se ha utilizado para evaluar la usabilidad de sistemas web además de aplicaciones de salud, también se caracteriza por evaluar la satisfacción por parte de los usuarios y utilidad, se considera uno de los más completos, para su implementación es sencilla y rápida por lo que guarda parecido con el cuestionario de SUS, consta de 30 preguntas con una valoración del 1 al 7 en la escala de Likert. Este y los demás cuestionarios se deben aplicar recomendablemente cuando los usuarios hayan finalizado con la prueba del sistema (Angulo y Robles, 2014).

Para la evaluación de la usabilidad mediante el estándar ISO/IEC 9126-3 del sistema se escogió el cuestionario estandarizado de SUS por su simplicidad y gran precisión con sus 10 preguntas que se pueden contestar en poco tiempo. Para la encuesta se adaptarán algunas de sus preguntas para evaluar algunas de las subcaracterísticas específicamente las siguientes: Atracción, Aprendizaje y Operabilidad.

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen las técnicas de investigación, métodos y la metodología que se utilizó para el desarrollo del sistema web que permite gestionar la información del reciclaje en la ciudad de Riobamba.

Para el desarrollo del sistema web se usó el tipo de investigación aplicada, empleando los métodos de investigación deductivo, sintético e inductivo. Además, las técnicas de investigación siguientes: encuesta y revisión de literatura concerniente al tema. Para concluir en cuanto a la metodología de desarrollo se empleó la metodología ágil denominada Scrum que permite planificar actividades para elaborar entregables y regulares del producto final.

La metodología Scrum cuenta con 3 fases de trabajo las cuales son: planificación, desarrollo y fase de cierre o de finalización.

2.1 Diseño de la investigación

2.1.1 *Tipo de investigación*

En el presente trabajo de titulación se hizo uso de la investigación aplicada, porque se cuenta con conocimientos que se han ido adquiriendo durante toda la carrera, además, la experiencia en el desarrollo de sistemas web que permitan manejar información. Esto permitirá elaborar un sistema de calidad para el usuario final.

2.1.2 *Métodos de investigación*

Los métodos de investigación que permitieron realizar el trabajo de titulación son:

- **Sintético:** Este método nos permite partir de lo esencial hacia un todo, es decir se utilizará para ir realizando cada uno de los módulos que conformarán todo el sistema.

- **Deductivo:** Consiste en ir de lo general a lo particular basándose en el razonamiento y la lógica, se aplicará para reunir información para el marco teórico donde se estudiarán las tecnologías que se utilizan para desarrollar el sistema.
- **Inductivo:** Se emplea este método para realizar el marco de resultados es decir la evaluación de la usabilidad del sistema.

2.1.3 *Técnicas de investigación*

Para recopilar información necesaria para el desarrollo del sistema se hizo uso de las técnicas siguientes:

- **Revisión de literatura:** Permite estudiar y analizar las tecnologías que se van a utilizar para el desarrollo del sistema, como también la revisión de sistemas similares para tener un conocimiento más general del proyecto de titulación.
- **Encuesta:** Se aplicará una encuesta de manera online con preguntas relacionadas a cada una de las subcaracterísticas de la usabilidad a los miembros de la fundación ASORMALIM que se dedican a la recolección de residuos para el reciclaje y a habitantes del barrio los Laureles. El resultado de los datos obtenidos se analizará en el Capítulo III de este documento.

2.2 **Revisión de sistema web similares**

CFES USA

Es una de las corporaciones de reciclaje de metales preciosos más grandes de América del Norte, la compañía maneja tanto volumen que son capaces de ofrecer a sus clientes rendimientos inmejorables en todos sus metales preciosos electrónicos y chatarra de computadora.

Esta empresa a través de empresas que envían correo las personas pueden enviar la chatarra electrónica que deseen y a cambio de eso reciben dinero.

Graham Reciclaje

Es una empresa que fomenta la preservación del planeta, a través cadenas de centros de acopio, cuenta con personal altamente calificado para realizar todas estas tareas.

Esta empresa a través de una plataforma web informa a los usuarios los servicios que cuenta para ofrecer, además el sitio web pone a disposición información acerca de los productos que la empresa recibe para su reciclaje.

Reciclar

Es una empresa que se encarga de la clasificación, transporte destrucción, embalaje, manipuleo, pesaje, y disposición final técnica de los productos reciclables. Compra estos materiales todo el año.

También cuenta con un sitio web en donde presenta información acerca de, sus servicios, compras, ventas, noticias, contacto. En el apartado para gestionar sus compras y ventas cuentan con un formulario en donde la ciudadanía puede ingresar los datos de lo que quieren comprar o vender.

Recynter

Empresa que se encarga del manipuleo y pesaje de todo tipo de residuos en el país beneficiando al cuidado del medio ambiente. Esta empresa cuenta con un sitio web informativo que permite conocer cuáles son sus servicios en general, también cuenta con formularios en donde la ciudadanía puede vender sus residuos a esta entidad.

2.3 Análisis e interpretación de la revisión de sistemas web similares

Las empresas mencionadas anteriormente cuentan con plataformas web para dar a conocer sus servicios como recicladores de residuos, estos pueden ser de todo tipo desde residuos como: metales ferrosos, metales no ferrosos, equipos de electrónica, papel, cartón, plástico, etc. Sin embargo, la mayoría de estos sitios web solo se limitan a informar de los servicios y de la información en general de la empresa. O a su vez cuentan con formularios sencillos en donde las personas o empresas pueden llenar la información acerca de los residuos que quieren vender o comprar.

Esto conlleva a concluir que a través de un sistema web se puede presentar información acerca de cualquier empresa que realiza servicios de reciclaje facilitando la comunicación con los clientes que están interesados en el tema, es importante mencionar que también se puede gestionar las compras y ventas iniciales por medio de formularios en donde los interesados pueden llenar la información para su posterior contacto con la empresa.

2.4 Fase de planificación

Para establecer la planificación de este proyecto se implementará la metodología de desarrollo ágil SCRUM, que se basa en establecer el Product Backlog que es una lista en donde se establecen los requisitos que se han definido juntamente con el Product Owner, y el Sprint Backlog que es la planificación realizada por iteraciones que cuentan con historias de técnicas y de usuario que se deberán ir cumpliendo en cada una de ellas.

2.4.1 Personas y roles involucrados en el proyecto

Los roles descritos en la **Tabla 1-2** son los definidos en base a la metodología SCRUM. Teniendo en total 3 roles, como (Product Owner) tenemos a ASORMALIM que participa como el dueño del sistema web. El (Scrum Master) es el director del proyecto y por último el desarrollador que se encargara de la codificación de las funcionalidades del sistema.

Tabla 1-2: Roles del proyecto.

Persona	Rol
ASORMALIM	Product Owner
Ing. Julio Santillán	Scrum Master
Freddy Lema	Desarrollador

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Se utilizó el método de talla de ropa conocido como T-Shirt Sizes para realizar la estimación de las tareas, en la **Tabla 2-2** se detallan la talla y los puntos estimados que se designarán a la duración que se tendrá en cada Sprint, también se establece que la duración del sprint equivale a 40 puntos una semana, ya que se trabajará 8 horas al día los cinco días laborables de la semana.

Tabla 2-2: Método de la camiseta.

Talla	Puntos estimados	Horas de Trabajo
S	5	5
M	10	10
L	20	20
XL	40	40

Fuente:(CalidadSoftware, 2014)

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.4.2 Product Backlog

Se establecieron 17 requisitos funcionales para el desarrollo del sistema del reciclaje, cada uno de estos representan una historia de usuario conocido como HU-01, para las historias técnicas se representan como HT-03. El Product Backlog, representado en la **Tabla 3-2**, contiene las 17 historias de usuario y 06 historias técnicas, cada una de estas historias están priorizadas con las etiquetas: ALTA, MEDIA Y BAJA.

Tabla 3-2: Product Backlog

ID	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD	PUNTOS ESTIMADOS	TALLA
HT_01	Como desarrollador deseo diseñar la base de datos del sistema para la gestión del reciclaje.	ALTA	40	XL
HT_02	Como desarrollador deseo establecer un estándar de codificación para la gestión del reciclaje.	ALTA	20	L
HT_03	Como desarrollador deseo diseñar la arquitectura del sistema para la gestión del reciclaje.	ALTA	20	L
HT_04	Como desarrollador necesito diseñar la interfaz de usuario para la gestión del reciclaje.	ALTA	40	XL
HU_01	Como desarrollador necesito codificar la Api REST de todas las colecciones del sistema.	ALTA	40	XL
HU_02	Como usuario público deseo iniciar sesión en el sistema.	ALTA	20	L
HU_03	Como usuario autenticado requiero agregar una nueva publicación para reciclar.	ALTA	40	XL
HU_04	Como usuario autenticado requiero modificar una publicación para reciclar.	ALTA	40	XL

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Tabla 3b-2: Continuación de la tabla 3-2

ID	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD	PUNTOS ESTIMADOS	TALLA
HU_05	Como usuario autenticado requiero eliminar una nueva publicación para reciclar.	ALTA	40	XL
HU_06	Como usuario autenticado requiero listar mis publicaciones para reciclar.	ALTA	40	XL
HU_07	Como usuario autenticado requiero ver mis recolecciones asignadas.	MEDIA	20	L
HU_08	Como usuario autenticado requiero ver mis postulaciones a publicaciones para reciclar.	MEDIA	20	L
HU_09	Como usuario autenticado requiero eliminar mis postulaciones realizadas a una publicación.	MEDIA	20	L
HU_10	Como usuario autenticado requiero asignar una postulación a mi publicación para reciclar.	MEDIA	20	L
HU_11	Como usuario autenticado requiero ver mi perfil ecológico.	MEDIA	40	XL
HU_12	Como usuario autenticado requiero enviar mensajes a los usuarios registrados en el sistema.	MEDIA	40	XL
HU_13	Como usuario autenticado requiero ver las publicaciones de los usuarios registrados en el sistema.	BAJA	40	XL
HU_14	Como usuario autenticado requiero postular a las publicaciones de reciclaje de otros usuarios.	BAJA	20	L
HU_15	Como usuario autenticado requiero ver mis notificaciones.	BAJA	20	L

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Tabla 3c-2: Continuación de la tabla 3b-2

ID	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD	PUNTOS ESTIMADOS	TALLA
HU_16	Como usuario autenticado requiero regístrame en el en el sistema.	BAJA	20	L
HU_17	Como usuario autenticado requiero modificar mi perfil	BAJA	20	L
HT_05	Como desarrollador necesito elaborar la documentación del sistema.	BAJA	20	L
HT_06	Como desarrollador necesito realizar el despliegue del sistema en el servidor.	BAJA	20	L
TOTAL		620		

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.4.3 Sprint Backlog

Al establecer los requisitos y definirlos en el Product Backlog se procede realizar el Sprint Backlog el cual contiene todas las historias técnicas y de usuario definidas anteriormente. La **Tabla 4-2** contiene los detalles del Sprint Backlog organizados por iteraciones, representado una guía que el desarrollador debe seguir para cumplir con cada una de las historias, además de cumplir con las fechas establecidas en cada una de ellas.

Tabla 4-2: Sprint Backlog

SPRINT	ID	Fecha Inicio	Fecha Fin	PUNTOS ESTIMADOS	TOTAL
1	HT_01	01/10/2020	07/10/2020	40	40
2	HT_02	08/10/2020	10/10/2020	10	40
	HT_03	11/10/2020	15/10/2020	10	
	HT_04	16/10/2020	21/10/2020	20	
3	HU_01	22/10/2020	31/10/2020	40	40
4	HU_02	01/11/2020	03/11/2020	20	40
	HU_16	04/11/2020	07/11/2020	20	
5	HU_03	08/11/2020	14/11/2020	40	40
6	HU_04	15/11/2020	21/11/2020	40	40
7	HU_05	22/11/2020	30/11/2020	40	40
8	HU_06	01/12/2020	07/12/2020	40	40
9	HU_07	08/12/2020	14/12/2020	20	40
	HU_08	15/12/2020	21/12/2020	20	
10	HU_09	22/12/2020	31/12/2020	20	40
	HU_10	01/01/2021	07/01/2021	20	

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Tabla 4b-2: Continuación de la tabla 4-2

11	HU_11	08/01/2021	14/01/2021	40	40
12	HU_12	15/01/2021	21/01/2021	40	40
13	HU_13	22/01/2021	31/01/2021	40	40
14	HU_14	01/02/2021	03/02/2021	20	40
	HU_15	04/02/2021	07/02/2021	20	
15	HU_17	08/02/2021	10/02/2021	20	40
	HT_05	11/02/2021	13/02/2021	20	
16	HT_06	14/02/2021	17/02/2021	20	20
Total				620	620

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.5 Fase de desarrollo

En esta fase se llevará a cabo las actividades para el desarrollo del sistema web, el proyecto cuenta con un total de 16 Sprint cada uno planificado con un máximo de 40 puntos estimados o 1 semana a excepción del último Sprint se trabajará 20 puntos y de los Sprint número 2, número 9 y número 10 que se trabajarán 40 puntos estimados en dos semanas.

2.5.1 *Diseño de la Base de Datos*

La Base de Datos para el sistema de gestión del reciclaje será diseñado e implementado con tecnología no SQL específicamente en MongoDB, por lo cual se establecerá el diagrama que representará el esquema propuesto para la base de datos del sistema gestión del reciclaje.

A continuación, en la **Figura 1-2** se puede visualizar el diagrama de la base de datos del sistema web.

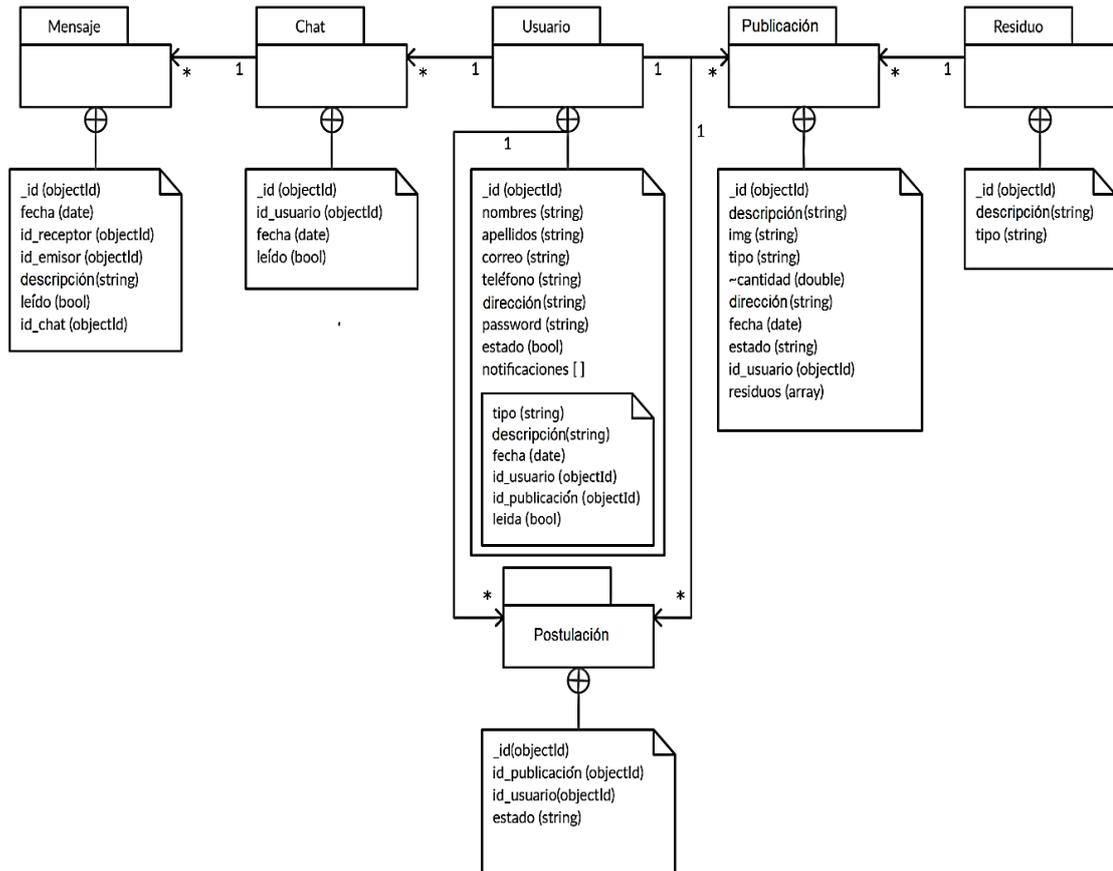


Figura 1-2: Diagrama de la base de datos.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

La base de datos está compuesta con 6 colecciones que representan a las entidades que conformarán el sistema con sus respectivos documentos que tienen los atributos de cada colección con los que se estarán interactuando para realizar las diferentes funcionalidades del sistema web para la gestión del reciclaje.

2.5.2 Diccionario de datos

El diccionario de datos de la BD permitirá conocer las características de los tipos de datos que se estarán manejando en el sistema, además de brindar información de respaldo para actualizaciones y mantenimiento por el equipo de desarrollo.

A continuación, en las tablas se describen el diccionario de datos de cada uno de los documentos.

Documento Mensaje

En la **tabla 5-2** se representan los atributos del documento Mensaje cada uno de estos con su respectivo tipo de dato y la descripción.

Tabla 5-2: Diccionario de datos Colección Mensaje.

Campo	Tipo	Descripción
_id	ObjectId	Almacena el identificador del mensaje
fecha	Date	Almacena la fecha
id_receptor	ObjectId	Almacena el identificador del receptor del mensaje
id_emisor	ObjectId	Almacena el identificador del emisor del mensaje
descripcion	String	Almacena la descripción del mensaje
leido	Boolean	Almacena si el mensaje fue leído.
id_chat	ObjectId	Almacena el identificador del chat al que pertenece el mensaje

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Documento Chat

En la **tabla 6-2** se representan los atributos del documento Chat cada uno de estos con su respectivo tipo de dato y la descripción.

Tabla 6-2: Diccionario de datos Colección Chat

Campo	Tipo	Descripción
_id	ObjectId	Almacena el identificador del chat
fecha	Date	Almacena la fecha
id_usuario	ObjectId	Almacena el identificador del usuario al que pertenece al chat
leido	Boolean	Almacena si el mensaje fue leído.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

DOCUMENTO USUARIO

En la **tabla 7-2** se representan los atributos del documento Usuario cada uno de estos con su respectivo tipo de dato y la descripción.

Tabla 7-2: Diccionario de datos Colección Usuario

Campo	Tipo	Descripción
_id	ObjectId	Almacena el identificador del usuario
nombres	String	Almacena los nombres
apellidos	String	Almacena los apellidos
correo	String	Almacena el correo
telefono	String	Almacena el teléfono
direccion	String	Almacena la dirección
password	String	Almacena la contraseña
estado	Boolean	Almacena el estado
notificaciones	Array	Almacena las notificaciones del usuario

Realizado por: Lema Freddy, 2021

DOCUMENTO PUBLICACIÓN

En la **tabla 8-2** se representan los atributos del documento Publicación cada uno de estos con su respectivo tipo de dato y la descripción.

Tabla 8-2: Diccionario de datos Colección Publicación.

Campo	Tipo	Descripción
_id	ObjectId	Almacena el identificador de la publicación
descripcion	String	Almacena la descripción de la publicación
img	String	Almacena la imagen
tipo	String	Almacena el tipo
cantidad	Double	Almacena la cantidad
direccion	String	Almacena la dirección
fecha	Date	Almacena la fecha
estado	Boolean	Almacena el estado
id_usuario	ObjectId	Almacena el identificador del usuario que hace la publicación
residuos	Array	Almacena los residuos de la publicación

Realizado por: Lema Freddy, 2021

DOCUMENTO RESIDUO

En la **tabla 9-2** se representan los atributos del documento Residuo cada uno de estos con su respectivo tipo de dato y la descripción.

Tabla 9-2: Diccionario de datos Colección Residuo.

Campo	Tipo	Descripción
_id	ObjectId	Almacena el identificador del residuo
descripcion	String	Almacena la descripción de la publicación
tipo	String	Almacena el tipo

Realizado por: Lema Freddy, 2021

DOCUMENTO POSTULACIONES

En la **tabla 10-2** se representan los atributos del documento Chat cada uno de estos con su respectivo tipo de dato y la descripción.

Tabla 10-2: Diccionario de datos Colección Postulaciones.

Campo	Tipo	Descripción
_id	ObjectId	Almacena el identificador de la postulación
id_publicacion	ObjectId	Almacena el identificador de la publicación
id_usuario	ObjectId	Almacena el identificador del usuario
estado	String	Almacena el estado de la postulación

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.5.3 *Estándar de codificación*

En la codificación del sistema para la gestión de reciclaje en la ciudad de Riobamba se definió estándares y normas de codificación, por diversos motivos como mantenibilidad, para que otros desarrolladores no tengan inconvenientes para comprender lo que se desarrolló en cada una de las funcionalidades.

En el desarrollo del sistema se utilizó la notación CamelCase que consiste en unir palabras sin dejar espacios entre ellas. Esta notación se divide en dos las cuales se mencionan a continuación, UperCamelCase y LowerCamelCase siendo la última la que se implementará en la codificación del sistema. A continuación, en la **Tabla 11-2** se tiene un ejemplo de aplicación de esta notación.

Tabla 11-2: Ejemplo de aplicación estándar LowerCamelCase

Componente	Nombre	Descripción
Variables	nombreUsuario String	Nombre de la variable con el respectivo tipo de dato
Métodos	usuarios Obtener ()	Nombre de la clase seguido del método.
Clases	usuarioController	Nombre de la clase seguido del módulo al que pertenece.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.5.4 Arquitectura del sistema

Definir la arquitectura del sistema es de suma importancia porque permite conocer como está estructurado el sistema de forma global, evidenciando el funcionamiento que existe entre los diferentes componentes.

A continuación, en la **Figura 2-2** se puede observar el diagrama de cómo fue implementado.

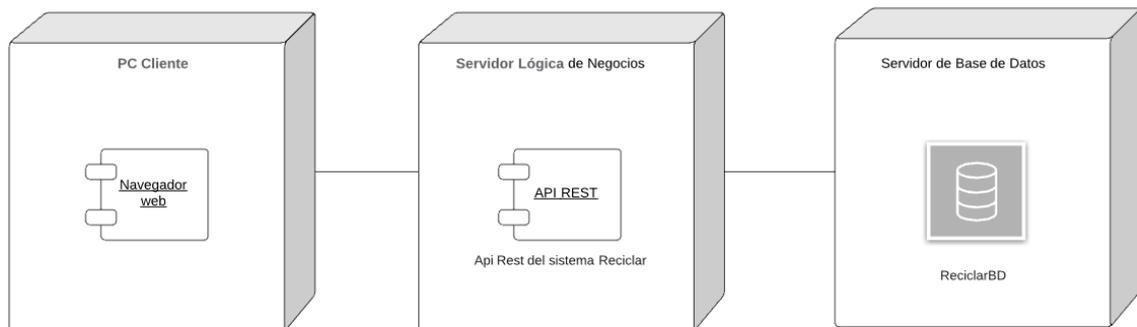


Figura 2-2: Diagrama de la Arquitectura del sistema.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Se basa en la arquitectura cliente servidor de 3 capas que nos permite separar la lógica del sistema, la lógica de los datos y la interfaz que se le presenta al usuario que en este caso sería el cliente. Los componentes en este patrón pueden ser modificados sin riesgo de afectar a los otros componentes ya que se encuentran aislados. También permite desarrollar de forma independiente cada uno de los componentes del sistema garantizando la modularidad y la escalabilidad del sistema.

2.5.5 Diseño de la interfaz de usuario

En este apartado se procedió a diseñar las interfaces de cada una de las funcionalidades que tendrá el sistema para lo cual se utilizó el framework angular que nos permite crear sistemas web de una sola página.

Los colores, la tipografía y el logo de la aplicación fueron escogidos con el Product Owner, de tal manera que al evaluar la usabilidad con el estándar ISO/IEC 9126-3 la interfaz del sistema sea atractiva, fácil de usar, fácil de controlar y fácil de entender.

A continuación, en la **Tabla 12-2** se describen las especificaciones que tendrán los diferentes componentes de la interfaz del sistema.

Tabla 12-2: Especificaciones de los componentes de la interfaz del sistema

COMPONENTE	UBICACIÓN	COLOR FONDO	COLOR TEXTO
Menú	Header	#0d2e44	#fff
Sección Reciclar	Section Left	#f0f2f5	#050505
Búsqueda	Header	#fff	#050505
Mensajes del sistema	Footer Right	#28a745, #fd7e14, #dc3545	#fff
Contenido	Section Right	#fff	#65676b, #050505

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 3-2** se puede apreciar el bosquejo que se realizó en el software Pencil el cual será la guía para el diseño de las interfaces que componen el sistema.



Figura 3-2: Bosquejo de la interfaz sistema

Realizado por: Lema Freddy, 2021

A continuación, en la **Figura 4-2** se puede observar la interfaz de usuario para la autenticación que tiene opciones de iniciar sesión, registro y recordar contraseña.

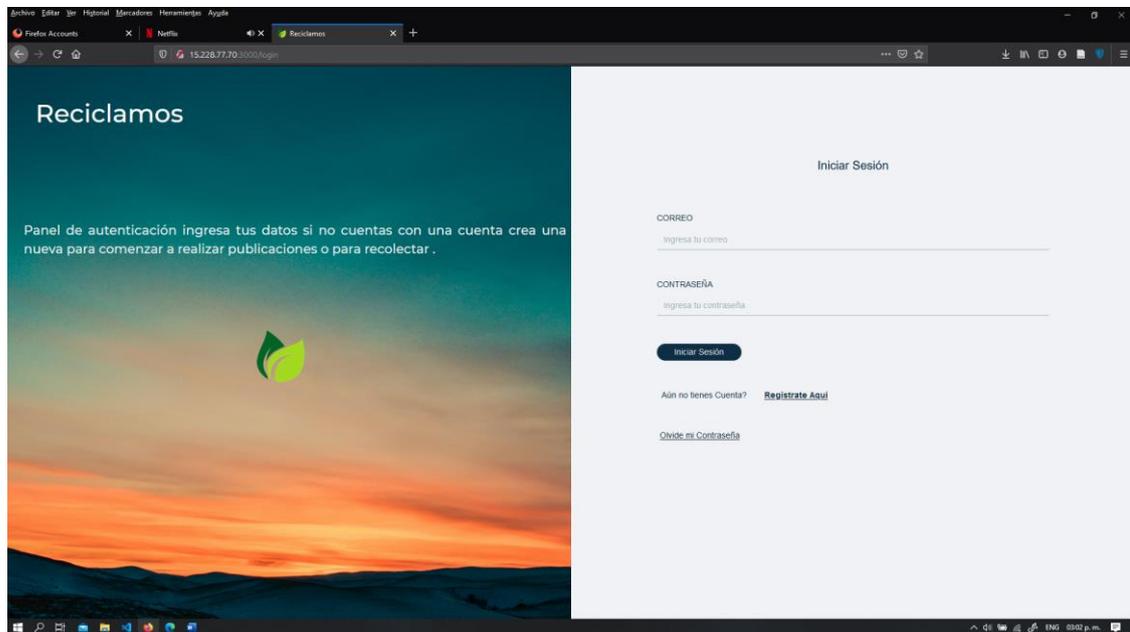


Figura 4-2: Interfaz Iniciar Sesión.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 5-2** se puede observar la interfaz de usuario que permite el ingreso de la información por parte del usuario para su respectivo registro.

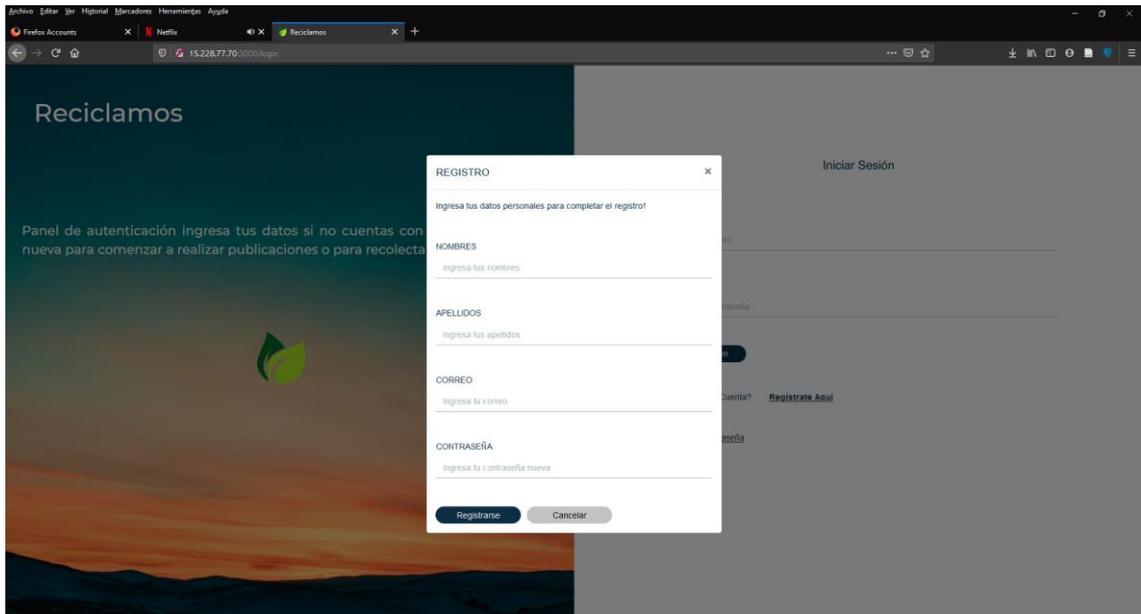


Figura 5-2: Interfaz Registro.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 6-2** se presenta la interfaz de usuario de la pantalla principal para los usuarios autenticados.

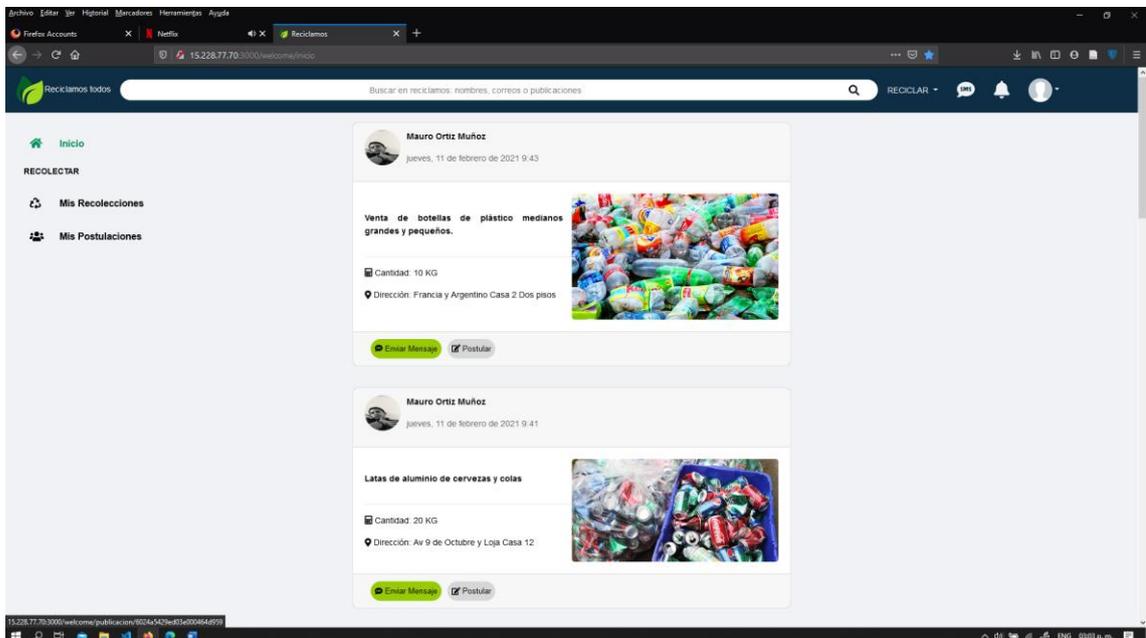


Figura 6-2: Interfaz Inicio.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 7-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a recolectar que permite a los usuarios listar sus postulaciones.

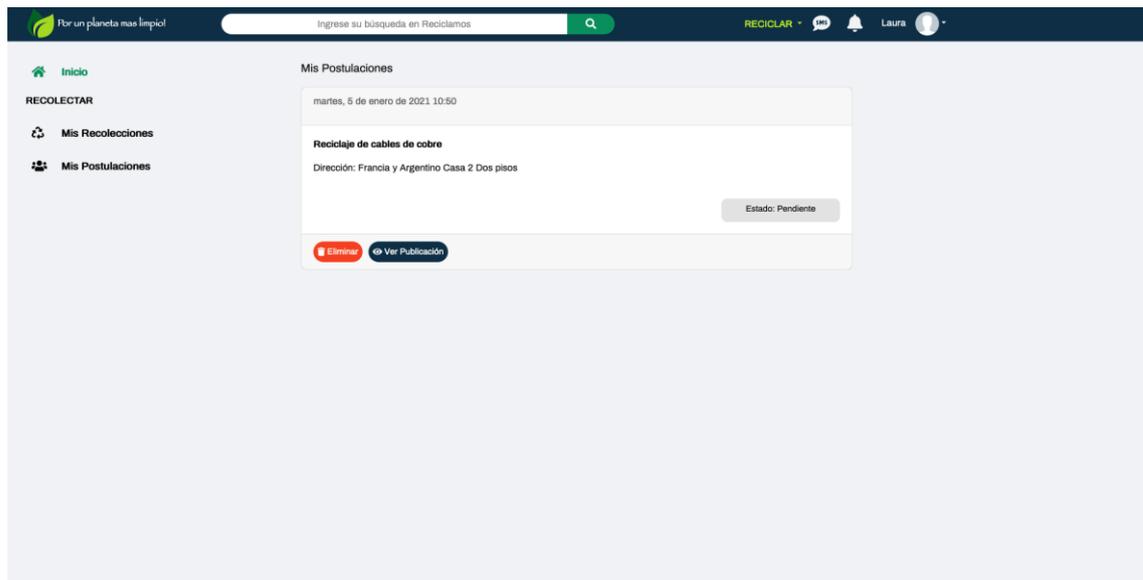


Figura 7-2: Interfaz Mis Postulaciones.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 8-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a recolectar que permite a los usuarios listar sus recolecciones.

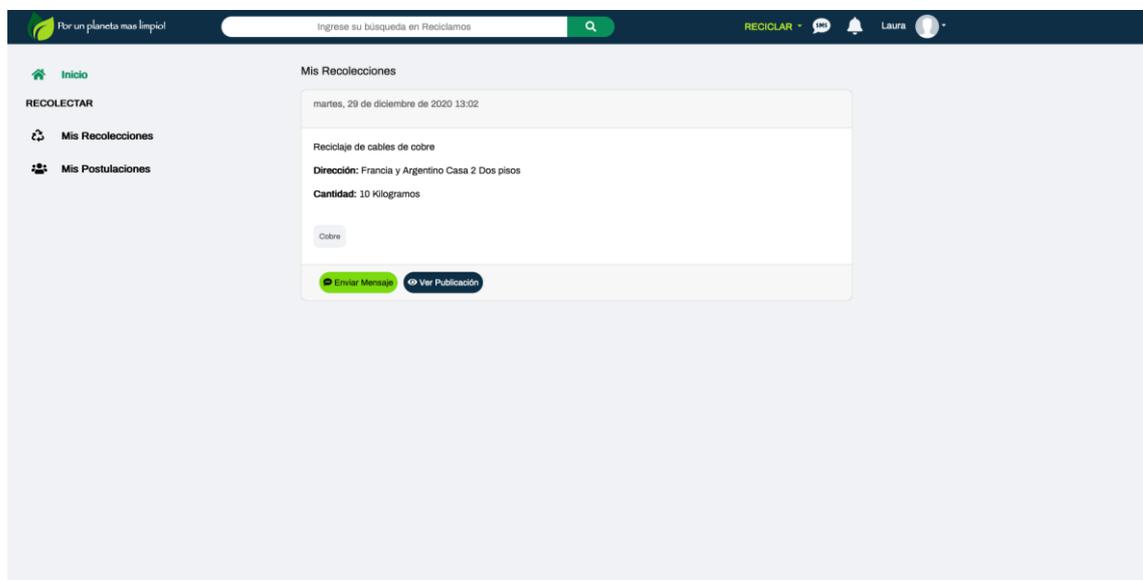


Figura 8-2: Interfaz Mis Recolecciones.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 9-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a reciclar que permite a los usuarios crear publicaciones para reciclar.

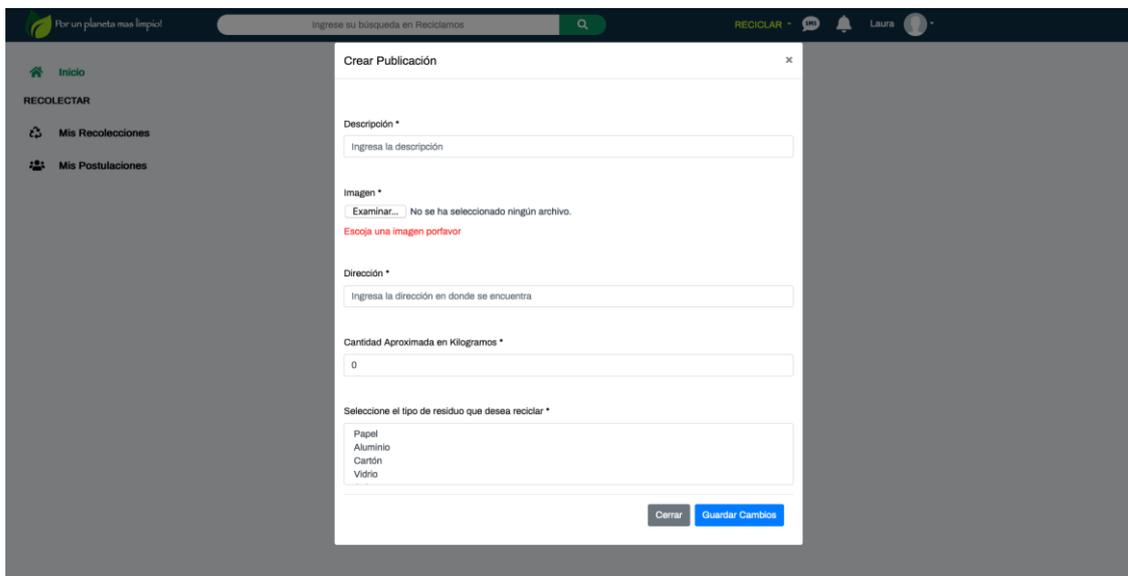


Figura 9-2: Interfaz Crear Publicación.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 10-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a recolectar que permite a los usuarios listar sus publicaciones realizadas.

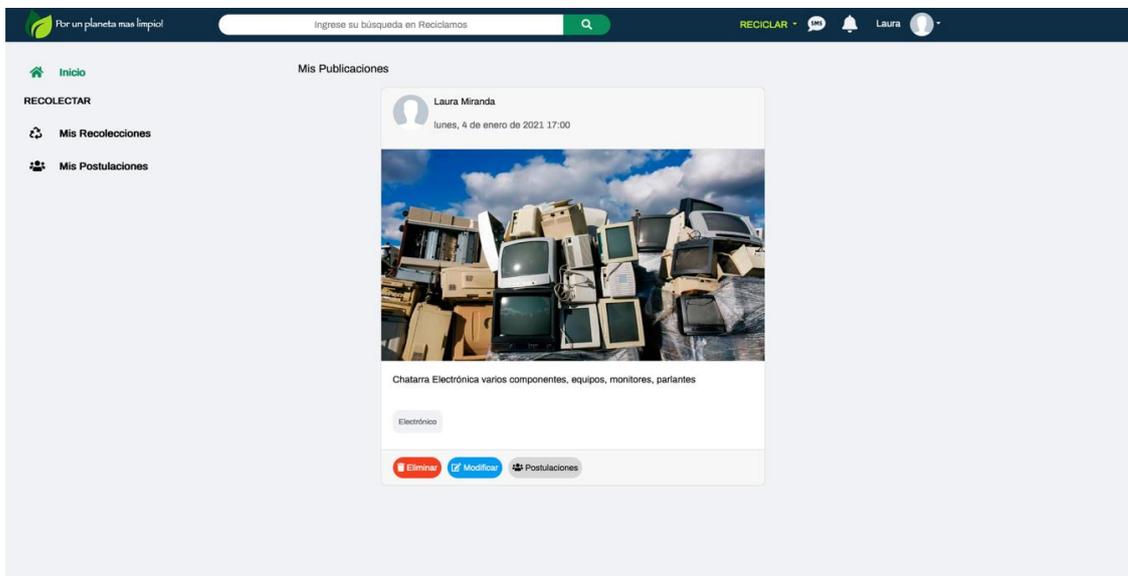


Figura 10-2: Interfaz Mis Publicaciones.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 11-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a reciclar que permite a los usuarios listar las postulaciones realizadas a una determinada publicación.

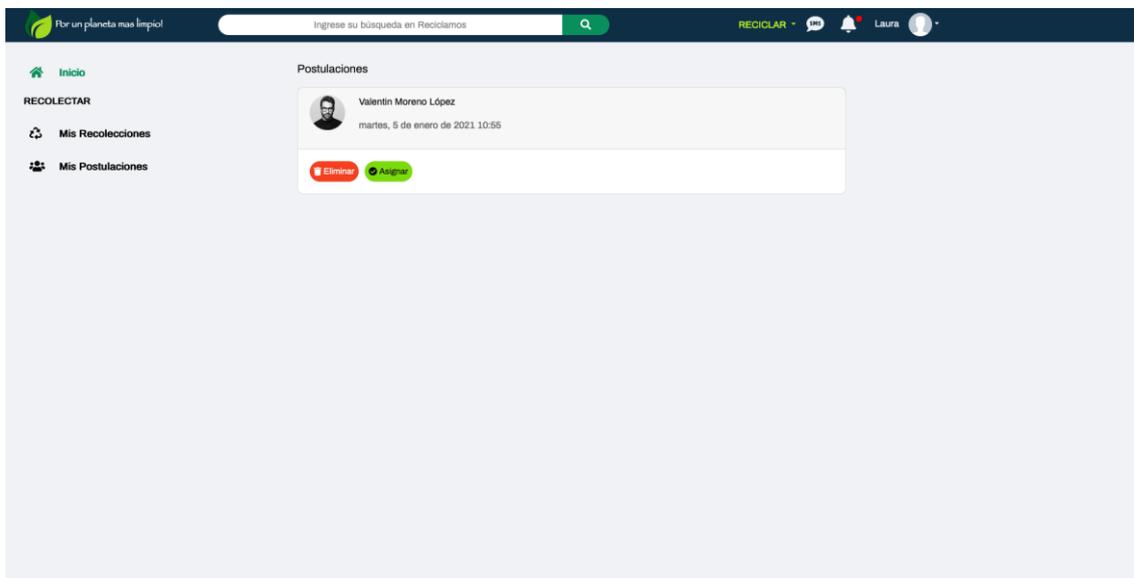


Figura 11-2: Interfaz Postulaciones de la Publicación.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 12-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a mensajería que permite a los usuarios listar sus mensajes.

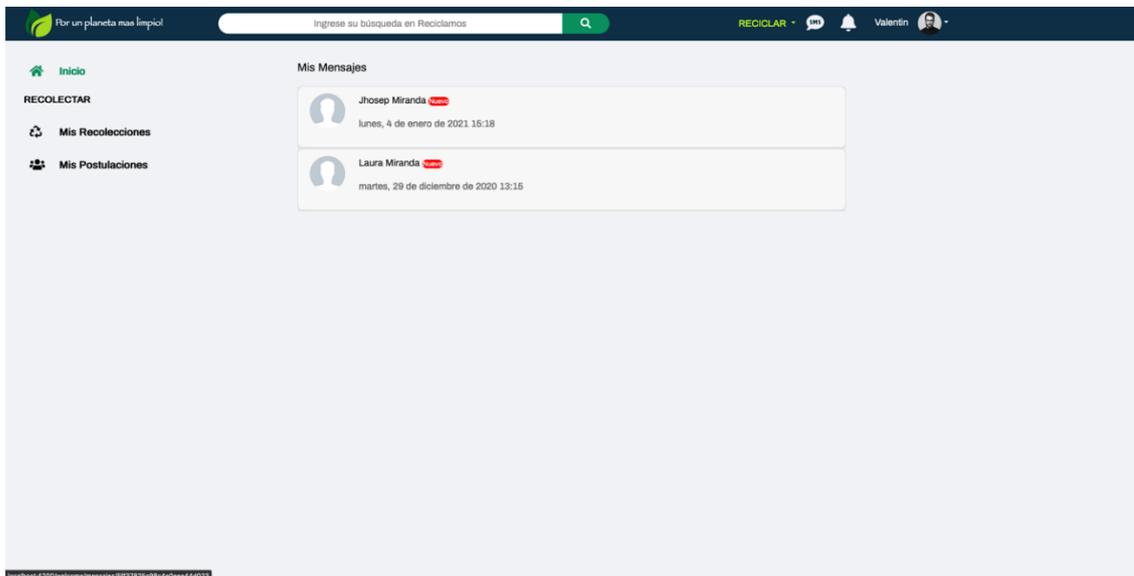


Figura 12-2: Interfaz Mis Mensajes.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 13-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo perteneciente a mensajería que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes de un determinado usuario.

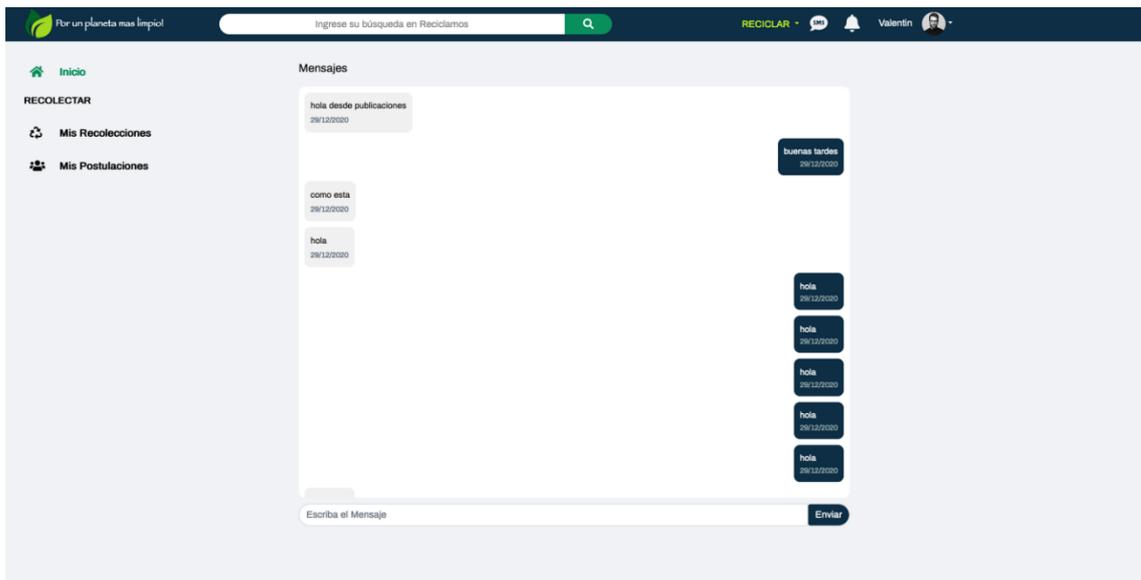


Figura 13-2: Interfaz Mensajes.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 14-2** se presenta la interfaz de usuario del módulo de notificaciones que permite a los usuarios listar las notificaciones de las actividades en las que este inmerso el usuario.

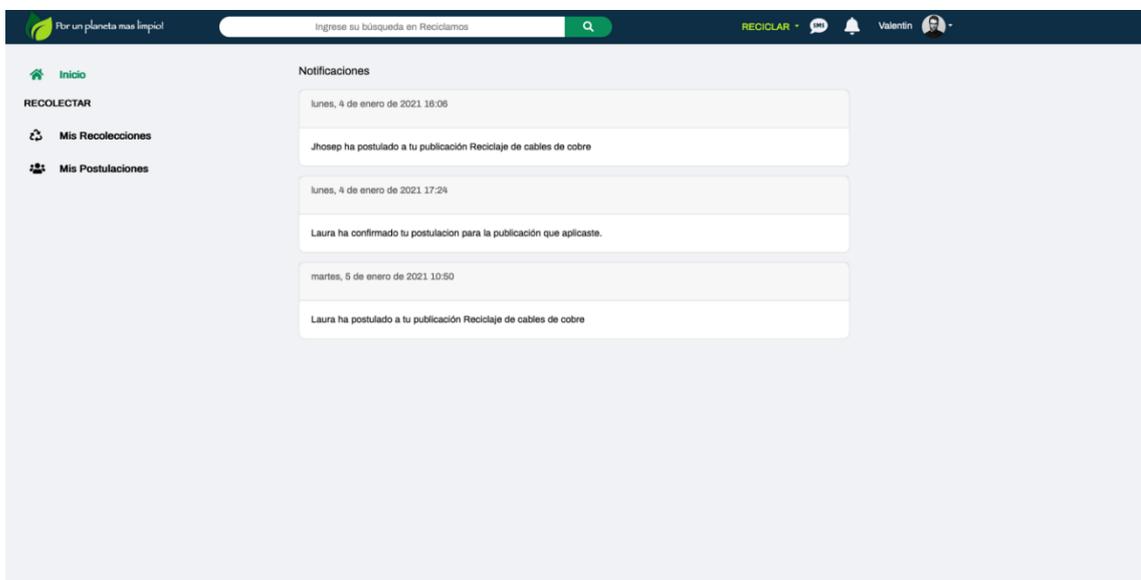


Figura 14-2: Interfaz Notificaciones.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 15-2** se presenta la interfaz de usuario que permite cambiar la configuración de los datos del usuario como información básica, contraseña y foto de perfil.

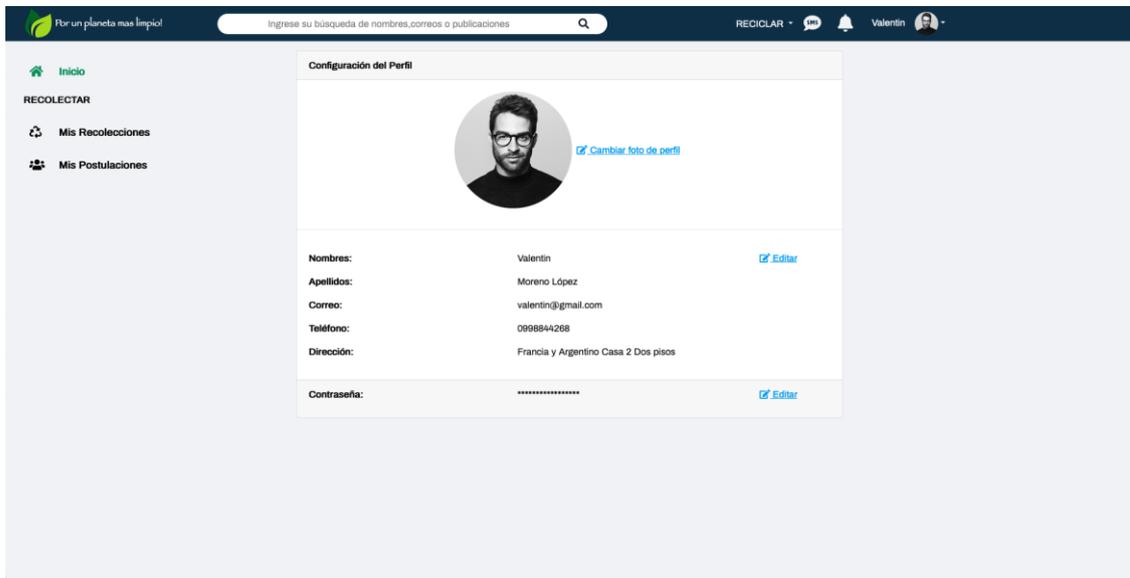


Figura 15-2: Interfaz Configuración del Perfil.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Figura 16-2** se presenta la interfaz de usuario que permite mostrar el perfil ecológico de cada usuario con los datos de publicaciones y postulaciones realizadas.

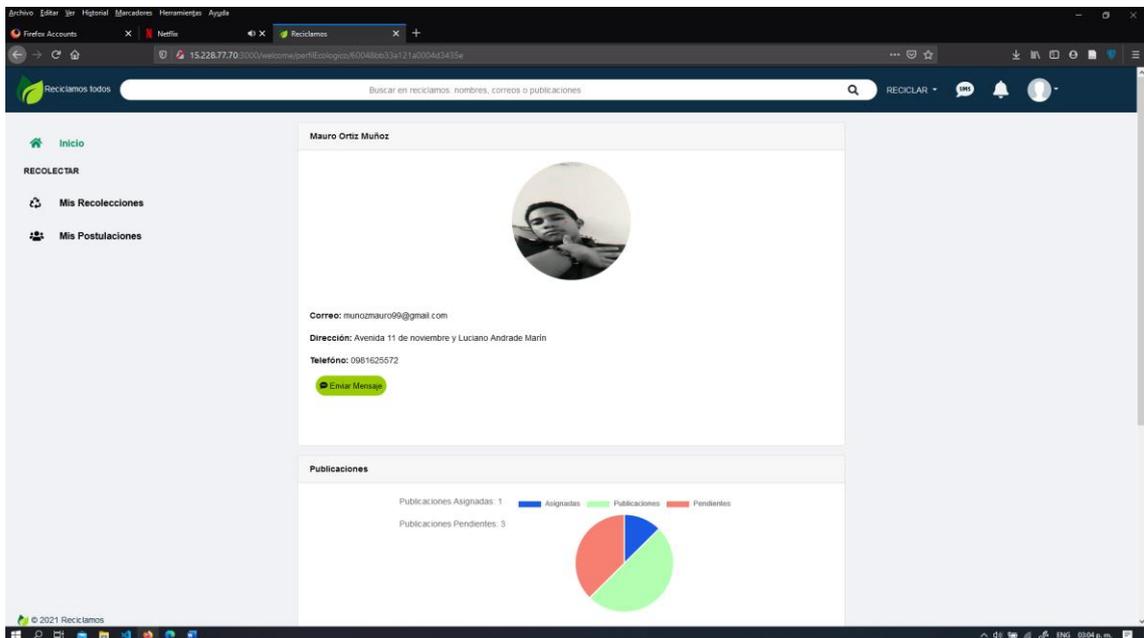


Figura 16-2: Interfaz Perfil Ecológico.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.5.6 Historias de Usuario

Las Historias de usuario son una representación de los requerimientos que fueron identificados para las funcionalidades que requieren los usuarios. Cada una de estas cuentan con algunos campos que se mencionan a continuación: Id o Número, Nombre, Usuario, Sprint Asignado, Fecha de Inicio, Fecha Fin, Descripción, Pruebas de Aceptación. A continuación, en la **Tabla 13-2**, se presentan un modelo de historia de usuario con su respectiva tarea de ingeniería y prueba de aceptación.

Tabla 13-2: Historia de Usuario.

HISTORIA DE USUARIO	
Número: HU01	Nombre de la Historia: Como usuario público deseo iniciar sesión en el sistema.
Usuario: Público	Sprint Asignado: 4
Puntos Estimados: 20	Puntos Reales: 20
Descripción: Como usuario deseo iniciar sesión para ingresar al sistema.	
Pruebas de Aceptación:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la página de inicio para utilizar las funcionalidades del sistema. 	

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En la **Tabla 14-2** se presenta la prueba de aceptación de la historia de usuario mencionada en la **Tabla 13-2**.

Tabla 14-2: Prueba de Aceptación.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: HU01-PA01	Nombre de la Historia: Como usuario público deseo iniciar sesión en el sistema.
Nombre de la Prueba: Ingresar al sistema como usuario público.	
Responsable: Freddy Lema	Fecha: 07/11/2020
Descripción: El usuario debe iniciar sesión en el sistema.	
Condiciones de Ejecución: El correo del usuario debe estar registrado en la base de datos	
Pasos de Ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la página de inicio de sesión del sistema para la gestión del reciclaje • Ingresar el mail del usuario en su respectivo campo • Ingresar la contraseña en su respectivo campo • Clic en iniciar sesión 	
Resultado Esperado: El usuario debe poder ingresar a la pantalla de inicio para utilizar las funcionalidades del sistema.	
Evaluación de la Prueba: Exitosa.	

Realizado por: Lema Freddy, 2021

A continuación, en la **Tabla 15-2** se presenta la tarea de ingeniería de la historia de usuario mencionada en la **Tabla 13-2**.

Tabla 15-2: Tarea de Ingeniería.

TAREA DE INGENIERÍA	
Sprint: 4	Número de Tarea: HU01-TI01
Nombre de la Historia: Como usuario público deseo iniciar sesión en el sistema.	
Nombre de la Tarea: Crear las entidades y clases que permitan autenticarse.	
Responsable: Freddy Lema	Tipo de Tarea: Desarrollo
Fecha Inicio: 04/11/2020	Fecha Fin: 07/11/2020
Descripción: Se deben crear las clases de acuerdo con las entidades existentes para iniciar sesión.	
Pruebas de Aceptación:	
<ul style="list-style-type: none"> • Clases y métodos existentes para iniciar sesión. 	

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Todas las demás historias de usuario están documentadas de la misma manera, para más información dirigirse al **anexo A**.

2.5.7 Manual de Usuario

Para que el usuario se familiarice con el sistema web se ha elaborado el manual de usuario que explica el funcionamiento y características básicas, para ver el manual dirigirse al **Anexo B**.

2.6 Fase de finalización

En esta etapa se realiza las diferentes actividades que se definieron para la culminación del sistema para la gestión del reciclaje, además se establece el BurnDown chart que hace referencia a la gestión del desarrollo del proyecto, es presentado como un gráfico en donde se muestra la velocidad en la que se completaron los requisitos planteados al inicio del desarrollo del sistema. A continuación, en la **Tabla 16-2**, se describe las actividades en la etapa de finalización del proyecto.

Tabla 16-2: Actividades de finalización.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
Documentación del sistema.	Elaborar el manual de usuario y técnico.	Desarrollador
Despliegue del sistema en el servidor web.	Instalación y despliegue del sistema en el servidor gratuito Heroku y AWS.	Desarrollador

Realizado por: Lema Freddy, 2021

2.6.1 *Burndown Chart*

Al finalizar el desarrollo del Sprint Backlog se presenta a continuación la Figura, que representa el progreso del proyecto a lo largo del tiempo de desarrollo, es parte esencial de cualquier proyecto ágil y es una forma simple y clara de mostrar lo que ocurre en cada sprint.

El **Gráfico 1-2** contiene dos líneas que representan los puntos reales (línea roja) y los puntos estimados (línea azul) de cada sprint, es una comparativa que nos ayudará a comprender como avanzó el desarrollo del proyecto.

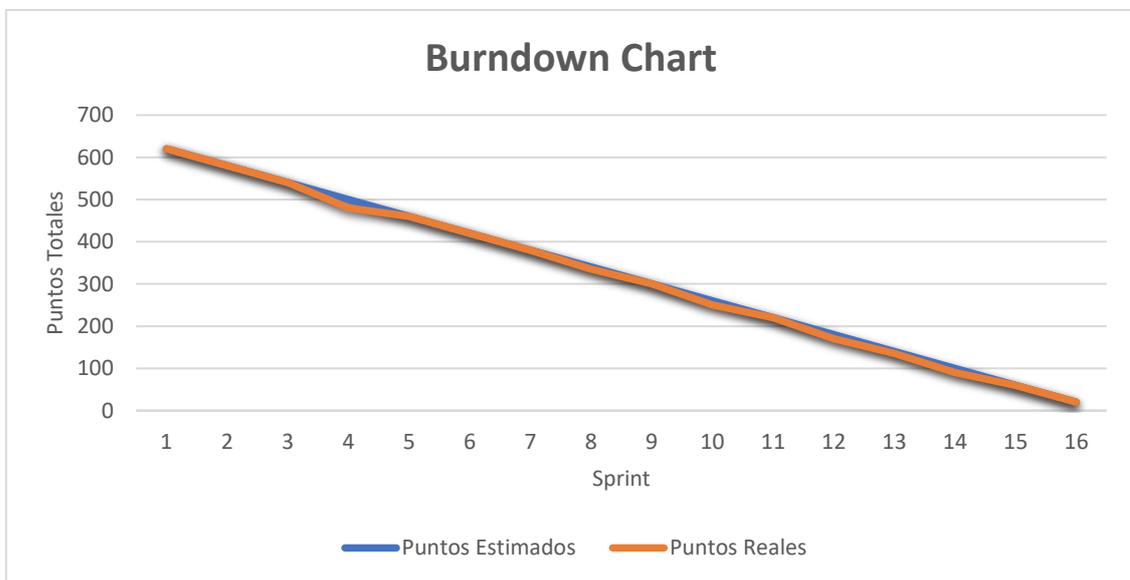


Gráfico 1-2: Burndown Chart.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

La estimación de acuerdo con el Product Backlog que se menciona en la **Tabla 3-2** fue de 620 puntos de trabajo, al finalizar el proyecto se trabajó con 580 puntos reales dando a conocer que la estimación por parte del desarrollador fue aproximada y permitió el desarrollo del proyecto sin complicaciones.

CAPÍTULO III

3 Marco de evaluación y análisis de resultados.

En el capítulo del marco de evaluación y análisis de los resultado se dan a conocer los resultados obtenidos a través de la aplicación de las metodologías y tecnologías que se especificaron para el desarrollo del proyecto, el trabajo de titulación denominado como “**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA GESTIÓN DEL RECICLAJE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE BASE DE DATOS NO-SQL Y EL FRAMEWORK EXPRESS**”, fue evaluado bajo el parámetro de usabilidad del estándar ISO/IEC 9126-3 a través de la técnica de la encuesta misma que se realizó a integrantes que forman parte de la asociación ASORMALIM.

3.1 Determinación de los tipos de usuario y el tamaño de la muestra poblacional.

Para la evaluación de la característica de usabilidad del sistema se empleó encuestas, las cuales sirven para recabar la opinión de los usuarios y medir la característica mediante el estándar ISO/IEC 9126-3. Con el muestreo aleatorio estratificado se agrupó cada uno de roles de usuario que van a utilizar el sistema, debido a que existen 2 los cuales son: recolector y publicador.

A continuación, en la **Tabla 1-3** se detalla el cálculo de la muestra por estratos de igual tamaño.

Tabla 1-3: Cálculo de la muestra por estratos de igual tamaño

L = Estrato	Estrato	Ni= Población
1	Recolectores	125
2	Publicadores	15
Total, N=		140

Fuente: (García, 2015)

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Donde:

El tamaño de cada estrato debe ser igual: $n_1 = n_2 = n_3 = \dots = n_i$

N = población

n = tamaño de la muestra para la encuesta = 30

L = número de estratos = 2

Ni = Número de unidades que se toman de cada estrato para la muestra.

Cálculo:

$$n1 = \frac{n}{L} = \frac{30}{2} = 15$$

Resultado:

El tamaño de cada estrato será de 15 usuarios de cada uno de los roles mencionados anteriormente.

En La **Figura 1-3** se muestra el total de la población selecta para la aplicación de la encuesta.

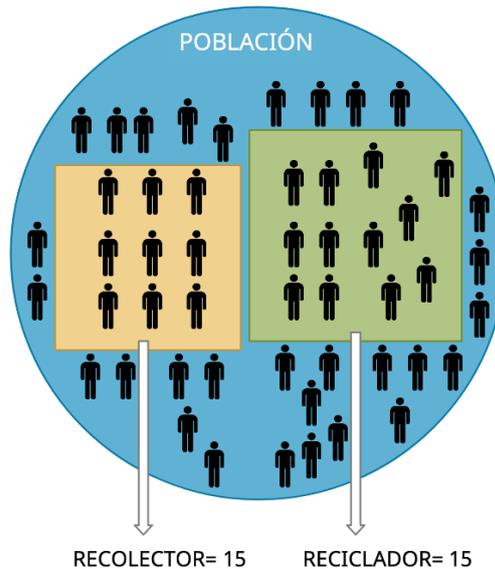


Figura 1-3: Muestreo estratificado desproporcional.

Realizado por: Lema Freddy, 2021

La aplicación de la encuesta será dirigida a un total de 30 personas de manera online, 15 representan al rol de publicadores de residuos del barrio los Laureles de la ciudad de Riobamba sugerido por la asociación debido a que en este sector se han dado capacitaciones sobre el reciclaje y los otros 15 al rol de personas que realizan la recolección de los residuos de la asociación ASORMALIN, según Alroobaea y Mayhew (2014) 20 o más personas es la cantidad suficiente para realizar un estudio de usabilidad, estas personas son escogidas de manera aleatoria en cada estrato (Otzen y Manterola, 2017).

3.2 Parámetros de medición de la calidad.

Los parámetros y métricas que se utilizaron para evaluar el sistema nos permiten establecer cuan usable es el sistema web, la usabilidad del estándar ISO/IEC 9126-3 está compuesta por cinco subcaracterísticas las cuales son: entendimiento, aprendizaje, operabilidad, atracción y

conformidad de la usabilidad. A continuación, en la **Tabla 2-3** se detallan los parámetros para la medición de la calidad del sistema.

Tabla 2-3: Parámetros para la medición de la usabilidad.

NIVEL DE ACEPTACIÓN	RANGO DE ACEPTACIÓN
Alta	0,71 – 1,00
Media	0,36 – 0,70
Baja	0,00 – 0,35

Fuente: (Mena, 2006).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

A continuación, en la **Tabla 3-3** se presentan las subcaracterísticas de la usabilidad con su nivel de aceptación requerido.

Tabla 3-3: Sub características de la usabilidad

CARACTERÍSTICA	SUB CARACTERÍSTICAS	NIVEL DE ACEPTACIÓN REQUERIDA
Usabilidad	Entendimiento	Alta
	Aprendizaje	Alta
	Operabilidad	Media
	Atracción	Media
	Conformidad de la usabilidad	Media

Fuente: (Mena, 2006).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

El sistema también deberá regirse a un conjunto mínimo de normas o estándares para la conformidad de usabilidad. A continuación, en la **Tabla 4-3** se detallan las normas heurísticas definidas por Jakob Nielsen.

Tabla 4-3: Normas para la conformidad de la usabilidad

NORMA	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO
Prevención de Errores	Se debe tratar de realizar diseños que sean simples y fáciles de usar, para que el usuario cometa el mínimo de errores.	SI
Diseño adaptable a cualquier dispositivo.	El sistema deberá ser desarrollado para ser responsivo.	SI

Fuente: (Nielsen, 1994)

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Tabla 4b-3: Continuación de la tabla 4-3

NORMA	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO
Consistencia y estándares	Toda las pantallas y los componentes deben guardar similitud entre todas los componentes y funcionalidades.	SI
Visibilidad del estado del sistema	Siempre se debe mantener comunicado al usuario de que está sucediendo en el sistema, a través de indicadores, mensajes, alertas, etc.	SI
Coincidencia entre el sistema y el mundo real	Cada elemento en la pantalla debe ser representativo para que el usuario sepa lo que hace solamente al visualizarse.	SI
Control y libertad del usuario	En ocasiones los usuarios realizan alguna acción por error y por defecto debe existir alguna funcionalidad que permita deshacer esos cambios o acciones.	SI
Reconocimiento en lugar de recordar	Los procesos flexibles se pueden llevar a cabo de diferentes maneras, de modo que las personas puedan elegir el método que les funcione.	SI
Diseño estético y minimalista	En ocasiones hay que realizar diseños que sean sencillos pero contundentes, no se debe tener en la pantalla del usuario información que se innecesaria.	SI
Ayude a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	Cada mensaje de error debe ser entendido por los usuarios, a través de mensajes que tengan un lenguaje apropiado.	SI
Ayuda y documentación	Todo sistema consta con documentación como un manual de usuario que permita instruir al usuario sobre las funcionalidades el sistema.	SI

Fuente: (Nielsen, 1994)

Realizado por: Lema Freddy, 2021

3.3 Análisis de la usabilidad del sistema

Para la evaluación de la característica usabilidad del sistema se estableció realizar una encuesta que fue aplicada de manera online mediante la siguiente Url: (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdcsoPIeQEy1DyQ30FexKf59pe17cY5btQSsUr1ZbujgBPkmg/closedform>), a cada uno de los usuarios se procedió a enviar el link para la resolución del cuestionario que se realizó en Google Forms, las preguntas fueron orientadas a conocer las opiniones de cada uno de ellos para evaluar cada una las subcaracterísticas de la usabilidad perteneciente al estándar ISO/IEC 9126-3 las cuales son: entendimiento, aprendizaje, operabilidad, atracción y conformidad de la usabilidad. Para más detalles de la encuesta revisar el **Anexo C**.

Las preguntas que contiene la encuesta se basaron en el cuestionario de SUS ver **Figura 2-3**, el cual permite evaluar un sinnúmero de servicios y productos como: Software, Hardware, páginas web, aplicaciones para dispositivos móviles (Affairs, 2013). Se escogió SUS porque es un cuestionario estandarizado para la evaluación de la usabilidad en sistemas web además es de gran precisión y simplicidad ya que contiene 10 preguntas las cuales se puede contestar en poco tiempo.

Se escogieron las preguntas número: uno, siete y nueve porque representan similitud para evaluar las subcaracterísticas de: Aprendizaje, Operabilidad y Atracción que se establecieron en la **Tabla 17-4**, las preguntas para las 2 subcaracterísticas restantes se tomaron de la guía para medir la usabilidad de (Mena, 2016).

1	I think that I would like to use this system.
2	I found the system unnecessarily complex.
3	I thought the system was easy to use.
4	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.
5	I found the various functions in the system were well integrated.
6	I thought there was too much inconsistency in this system.
7	I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.
8	I found the system very cumbersome to use.
9	I felt very confident using the system.
10	I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.

Figura 2-3: Preguntas Cuestionario SUS

Fuente: (Sauro, 2011)

A continuación, se detallan como se adaptaron cada una de las preguntas:

Preguntas de la encuesta para medir la usabilidad del sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba

Entendimiento

Para evaluar esta métrica se utilizó la guía de (Mena, 2006)

¿Cuántas funcionalidades o herramientas del sistema web para el reciclaje son evidentes para usted?

Conformidad de la usabilidad

Para evaluar esta métrica se utilizó la guía de (Mena, 2006)

Escoja las normas que usted cree que se cumplen o se implementaron en el sistema web

Atracción

Para la evaluación de esta métrica se utilizó la pregunta número uno del cuestionario de SUS que se relaciona con la atracción.

El diseño del sistema es agradable creo que me gustará visitar con frecuencia este sistema web

Aprendizaje

En la evaluación de esta métrica se utilizó la pregunta número siete del cuestionario de SUS que se relaciona con el aprendizaje.

Imagino que la mayoría de las personas aprenderían muy rápidamente a utilizar el sistema web

Operabilidad

Finalmente, para la evaluación de esta métrica se utilizó la pregunta número nueve del cuestionario de SUS que se relaciona con la operabilidad.

Me sentí muy confiado en el manejo del sistema web

3.4 Métrica de evaluación: Entendimiento

A continuación, se da a conocer la notación de las variables que se utilizaron para analizar la métrica de entendimiento para mayor detalle ver la **Tabla 5-3**.

A: Número de funciones identificadas por el usuario.

B: Número total de funciones existentes.

X: Variable resultante de la fórmula de medición.

Tabla 5-3: Métrica de Entendimiento

MÉTRICA DE ENTENDIMIENTO	
Nombre:	Funciones o herramientas evidentes del sistema.
Propósito:	Cuántas funcionalidades o herramientas del sistema web para el reciclaje son evidentes para el usuario
Funciones o herramientas evidentes:	Función de Login para el acceso al sistema. Función de Registro para el acceso al sistema. Función de Recuperación de contraseña. Función de Listar las recolecciones. Función de Listar las postulaciones. Función de Listar mis publicaciones. Función de Crear una publicación. Función de Búsqueda. Función de Mensajería. Función de Notificaciones. Funciones de Eliminación. Funciones de Modificación.
Medición:	$X = (A/B)$ $X = (10/12)$ $X = 0,83$
Interpretación:	$0 < X \leq 1$ $0 < 0,83 \leq 1$ Entre más cercano a 1, más completa.
Tipo de escala:	Absoluta
Fuente de medición:	Diseño Informes de revisión
Audiencia:	Usuarios

Fuente: (Mena, 2016).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Posterior de realizar el análisis se obtuvo el valor de medición de 0,83 que corresponde de acuerdo con la **Tabla 2-3** a un nivel de aceptación alta en base al estándar ISO/IEC 9126-3, dando a conocer que el entendimiento del sistema es aceptable por parte de los usuarios.

3.5 Métrica de evaluación: Aprendizaje

A continuación, se da a conocer la notación de las variables que se utilizaron para analizar la métrica de aprendizaje para mayor detalle ver la **Tabla 6-3**.

A: Número de usuarios que no aprendieron a usar el sistema

B: Número de usuarios que fueron encuestados.

X: Variable resultante de la fórmula de medición.

Tabla 6-3: Métrica de Aprendizaje

MÉTRICA DE APRENDIZAJE	
Nombre:	Facilidad de aprender las funciones
Propósito:	Imagino que la mayoría de las personas aprenderían muy rápidamente a utilizar el sistema web
Medición:	A = 3 B = 30 $X = 1 - (A/B) = 1 - (3/30)$ X = 0,9
Interpretación:	$0 \leq X \leq 1$ $0 \leq 0,9 \leq 1$ Entre más cercano a 1, más completa.
Tipo de escala:	Absoluta
Fuente de medición:	Diseño Informe de revisión
Audiencia:	Usuarios

Fuente: (Mena, 2016).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Al realizar el análisis de la métrica de aprendizaje se obtuvo el valor de medición de 0,9 que corresponde de acuerdo con la **Tabla 2-3** a un nivel de aceptación alta en base al estándar ISO/IEC 9126-3, dando a conocer que el aprendizaje para la utilización del sistema es fácil para la mayoría de los usuarios.

3.6 Métrica de evaluación: Operabilidad

A continuación, se da a conocer la notación de las variables que se utilizaron para analizar la métrica de operabilidad para mayor detalle ver la **Tabla 7-3**.

- A:** Número de usuarios que no pudieron operar el sistema.
- B:** Número de usuarios que fueron encuestados.
- X:** Variable resultante de la fórmula de medición.

Tabla 7-3: Métrica de Operabilidad

MÉTRICA DE OPERABILIDAD	
Nombre:	Facilidad de controlar el sistema
Propósito:	Me sentí muy confiado en el manejo del sistema web
Medición:	$A = 4$ $B = 30$ $X = 1 - (A/B) = 1 - (4/30)$ $X = 0,86$
Interpretación:	$0 \leq X \leq 1$ $0 \leq 0,86 \leq 1$ Entre más cercano a 1, más completa.
Tipo de escala:	Absoluta
Fuente de medición:	Diseño Informe de revisión
Audiencia:	Usuarios

Fuente: (Mena, 2016).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Al realizar el análisis de la métrica de operabilidad se obtuvo el valor de medición de 0,86 que corresponde de acuerdo con la **Tabla 2-3** a un nivel de aceptación alta en base al estándar ISO/IEC 9126-3, dando a conocer que la mayoría de los usuarios pudo operar el sistema sin problema alguno.

3.7 Métrica de evaluación: Atracción

A continuación, se da a conocer la notación de las variables que se utilizaron para analizar la métrica de atracción para mayor detalle ver la **Tabla 8-3**.

- A:** Número de usuarios que consideraron que el sistema no tiene un diseño atractivo.
- B:** Número de usuarios que fueron encuestados.
- X:** Variable resultante de la fórmula de medición.

Tabla 8-3: Métrica de Atracción

MÉTRICA DE ATRACCIÓN	
Nombre:	Diseño de la Interfaz del sistema.
Propósito:	Creo que me gustará visitar con frecuencia este sistema web
Medición:	A = 5 B = 30 $X = 1 - (A/B) = 1 - (5/30)$ X = 0,86
Interpretación:	$0 \leq X \leq 1$ $0 \leq 0,83 \leq 1$ Entre más cercano a 1, más completa.
Tipo de escala:	Absoluta
Fuente de medición:	Diseño Informe de revisión
Audiencia:	Usuarios

Fuente: (Mena, 2016).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Al realizar el análisis de la métrica de atracción se obtuvo el valor de medición de 0,83 que corresponde de acuerdo con la **Tabla 2-3** a un nivel de aceptación alta en base al estándar ISO/IEC 9126-3, dando a conocer que la mayoría de los usuarios considera que el diseño del sistema web es atractivo.

3.8 Métrica de evaluación: Conformidad de la usabilidad.

A continuación, se da a conocer la notación de las variables que se utilizaron para analizar la métrica de conformidad de la usabilidad para mayor detalle ver la **Tabla 9-3**.

A: Número de artículos implementados de conformidad.

B: Total de artículos que requieren conformidad.

X: Variable resultante de la fórmula de medición.

Tabla 9-3: Métrica Conformidad de la usabilidad

MÉTRICA DE CONFORMIDAD DE LA USABILIDAD	
Nombre:	Conformidad de la usabilidad
Propósito:	Escoja las normas que usted cree que se cumplen o se implementaron en el sistema web.
Normas usadas en el desarrollo del sistema:	Prevención de Errores Diseño adaptable a cualquier dispositivo Consistencia y estándares Visibilidad del estado del sistema Coincidencia entre el sistema y el mundo real Control y libertad del usuario Reconocimiento en lugar de recordar Diseño estético y minimalista Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores Ayuda y documentación
Medición:	$X = A/B$ $X = (7/10)$ $X = 1$
Interpretación:	$0 < X \leq 1$ $0 < 1 \leq 1$ Entre más cercano a 1, más completa.
Tipo de escala:	Absoluta
Fuente de medición:	Especificación de normas y estándares. Informe de revisión Diseño
Audiencia:	Desarrolladores Usuarios

Fuente: (Mena, 2016).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Posterior de realizar el análisis de la métrica de conformidad de uso se obtuvo el valor de medición de 1 que corresponde de acuerdo con la **Tabla 2-3** a un nivel de aceptación alta en base al estándar ISO/IEC 9126-3, dando a conocer que la conformidad de usabilidad se cumple de acuerdo con las especificaciones que se establecieron en la **Tabla 4-3**.

3.9 Evaluación de la calidad del sistema

En la **Tabla 10-3** se puede apreciar una comparación entre los valores obtenidos y requeridos con sus respectivas métricas para la evaluación de la usabilidad del sistema web.

Tabla 10-3: Evaluación de la usabilidad del sistema web

SUB CARACTERÍSTICA	REQUERIDO		OBTENIDO	
	MÉTRICA DE EVALUACIÓN	NIVEL ACEPTACIÓN	MÉTRICA DE EVALUACIÓN	NIVEL ACEPTACIÓN
Entendimiento	1,00	Alta	0,83	Alta
Aprendizaje	1,00	Alta	0,90	Alta
Operabilidad	1,00	Alta	0,86	Alta
Atracción	0,70	Media	0,83	Alta
Conformidad de la usabilidad	1,00	Alta	0,7	Media
TOTAL	4,70	TOTAL	4,12	
PORCENTAJE TOTAL	100%	PORCENTAJE TOTAL	87,65%	

Fuente: (Mena, 2016).

Realizado por: Lema Freddy, 2021

Al realizar la comparación en la **Tabla 10-3** se puede evidenciar que el sistema web para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba es 87,65% usable, este valor se obtuvo al realizar la suma de los valores que se obtuvieron al realizar el estudio de cada una de las métricas expuestas anteriormente para después realizar una regla de tres simple con el valor requerido para la evaluación ($4,12 * 100 / 4.70 = 87,65$).

A continuación, en el **Gráfico 1-3** se puede observar la comparación de los valores requeridos y obtenidos de acuerdo con el estudio de cada una de las métricas que se utilizaron para realizar la evaluación de la calidad del sistema web desarrollado.

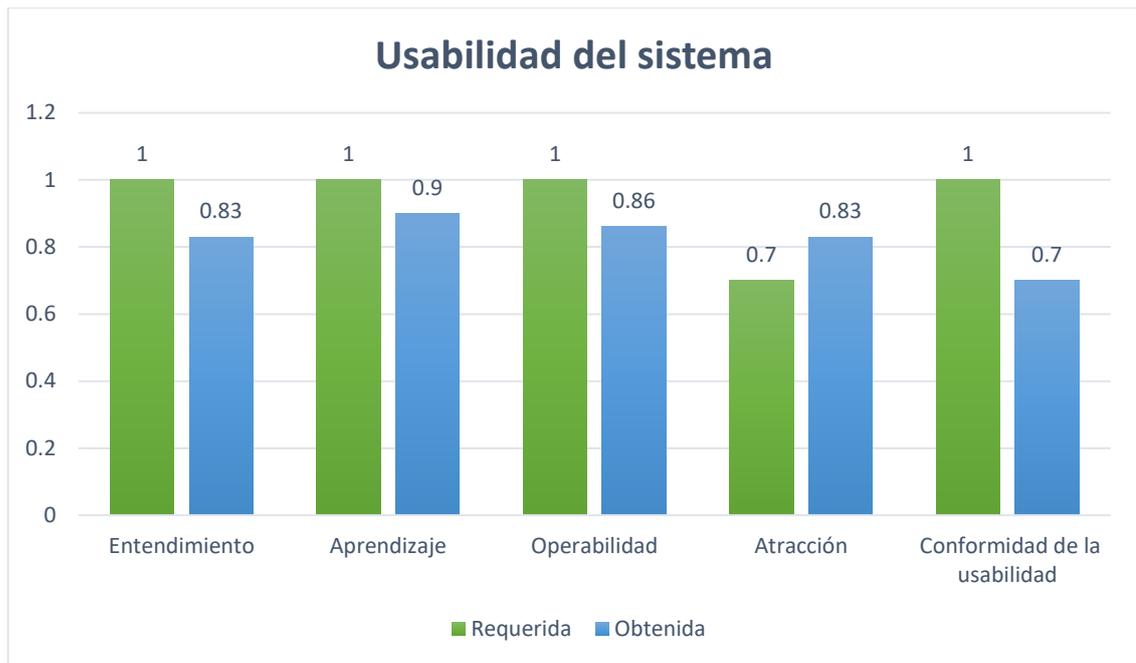


Gráfico 1-3: Evaluación de la usabilidad del sistema web

Realizado por: Lema Freddy, 2021

En el eje Y está representado el valor que se obtuvo al realizar la evaluación de cada una de las métricas, mientras más se acerque al valor de 1 mejor es la valoración. El eje X está representada por cada uno de los nombres de las subcaracterísticas que pertenecen a la característica de la usabilidad.

En la métrica de Entendimiento el valor obtenido fue de 0,83 con una aceptación alta versus un valor requerido de 1 con el mismo nivel de aceptación.

En la métrica de Aprendizaje el valor obtenido fue de 0,90 con una aceptación alta versus un valor requerido de 1 con nivel de aceptación alta.

En la métrica de Operabilidad el valor obtenido fue de 0,86 con una aceptación alta versus un valor requerido de 1 con el mismo nivel de aceptación.

En la métrica de Atracción el valor obtenido fue de 0,83 con nivel aceptación alta versus un valor requerido de 0,70 con nivel de aceptación media.

En la métrica de Conformidad de la usabilidad el valor obtenido fue de 0,70 con nivel aceptación media versus el valor requerido 1 con nivel de aceptación alta. Finalmente, el valor de la usabilidad realizando el promedio entre todos los valores obtenidos fue de 87.6%.

CONCLUSIONES

Para el desarrollo del sistema web se analizaron mediante revisiones bibliográficas las tecnologías Express y MongoDB, estas tecnologías poseen una amplia gama de funcionalidades y bibliotecas que facilitan el desarrollo de aplicaciones web con mejor rendimiento gracias a la escalabilidad horizontal que ofrece MongoDB.

Para la implementación de los módulos de: autenticación, reciclar, recolectar, mensajería, perfil ecológico y publicaciones se utilizaron las tecnologías MongoDB, Express y como tecnología adicional Socket la cual permitió realizar un sistema web que permite interactuar en tiempo real las actividades que realiza cada uno de los usuarios mediante un sistema de notificaciones.

En el desarrollo del sistema web se utilizó la metodología Scrum, se establecieron 17 historias de usuario y 6 historias técnicas, por otra parte, el proyecto tuvo una duración de 19 semanas que equivalen a 16 sprints, cada sprint tuvo como duración 40 horas o una semana cumpliendo con la planificación sin retrasos, de esta manera se construyó el sistema de forma organizada cumpliendo con todos los requerimientos del usuario.

Se realizó la evaluación de la usabilidad utilizando el estándar ISO/IEC 9126-3 para métricas internas de la calidad de software y un cuestionario el cual posee preguntas del cuestionario SUS a través de adaptaciones para representar a 3 de las subcaracterísticas de la usabilidad. Finalmente, el resultado de la evaluación es que el sistema cumple con 87.65% de usabilidad, por lo que se concluye que el sistema para la gestión del reciclaje en la ciudad de Riobamba es usable.

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar las tecnologías Express y MongoDB en el desarrollo de sistemas por sus características y ventajas que brindan al desarrollar aplicaciones web.

Se sugiere que para futuras investigaciones se profundice el estudio de la contaminación y como reducir el impacto ambiental a través del reciclaje y que se opten por buscar más alternativas para crear otras herramientas tecnológicas que puedan complementar a este sistema.

Al realizar el levantamiento de los requisitos funcionales se recomienda que se tome en cuenta todos los aspectos que debe contener el sistema para cumplir con la planificación inicial y de esta manera evitar que los costos o duración del proyecto aumenten.

Para la calidad del sistema web se recomienda establecer otras métricas como: funcionalidad, mantenibilidad o eficiencia que establecen el estándar ISO/IEC 9126-3.

BIBLIOGRAFIA

AFFAIRS, A. System Usability Scale (SUS). [en línea]. 2013. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: system-usability-scale.html.

AIMBSOR. Arquitectura cliente/servidor - AIMB SOR. *Aimbsor* [blog]. 2017. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/aimbsor/introduccion-a-los-sor/1-1-arquitectura-cliente-servidor>.

ALROOBAEA, R. y MAYHEW, P.J. How Many Participants are Really Enough for Usability Studies? *Proceedings of 2014 Science and Information Conference*, 2014. DOI 10.1109/SAI.2014.6918171.

ANGELES, J. Python. <https://www.crehana.com/blog> [en línea]. 2020. [Consulta: 21 enero 2021]. Disponible en: <https://www.crehana.com/ec/blog/web/que-es-python/>.

ANGULO, J.S. y ROBLES, D.C. Usabilidad y Satisfacción de la Usability and Satisfaction of e- e-Rúbrica. Rubric. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 2014, pp. 19.

BADAL, H. Ventajas y desventajas de una Web App. *LinkedIn* [en línea]. 2017. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/ventajas-y-desventajas-de-una-web-app-hector-badal-mba>.

BÁEZ, S. Sistemas Web. *Sistemas Web KnowDo* [en línea]. 2012. [Consulta: 12 enero 2020]. Disponible en: <http://www.knowdo.org/knowledge.php?id=39>.

BAJAÑA RODRÍGUEZ, L.A. *Implementación de un sistema web para el reciclaje y donación de partes de computadoras*. [en línea]. 2015. Guayaquil: ESPOL. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/39920/D-84920.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.

BBVAAPIMARKET. API REST: qué es y cuáles son sus ventajas en el desarrollo de proyectos. *BBVA API_Market* [en línea]. 2016. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/api-rest-que-es-y-cuales-son-sus-ventajas-en-el-desarrollo-de-proyectos/>.

BLANCARTE, O. Introducción a NodeJS (JavaScript del lado del Servidor). *Oscar Blancarte -*

Software Architecture [en línea]. 2017. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.oscarblancarteblog.com/2017/05/29/introduccion-a-nodejs-2/>.

CALIDADYSOFTWARE. Estimación. *Calidad y software* [en línea]. 2014. [Consulta: 24 enero 2021]. Disponible en: <https://calidadysoftware.wordpress.com/tag/estimacion/>.

CATALDI, I.Z. Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo, 2000, pp. 255.

CERVANTES, H. Arquitectura de Software. *SG Buzz* [en línea]. 2018.[Consulta: 12 enero 2020]. Disponible en: <https://sg.com.mx/revista/27/arquitectura-software>.

CHINININ, Z. GUIA DE ARQUITECTURA EN N-CAPAS: Estilos Arquitecturales. *GUIA DE ARQUITECTURA EN N-CAPAS* [en línea]. 2012. [Consulta: 12 enero 2020]. Disponible en: <http://arquitecturancapas.blogspot.com/2012/10/estilos-arquitecturales.html>.

CHODOROW, K. MongoDB: The Definitive Guide: Powerful and Scalable Data Storage. *S.l.: O'Reilly Media, Inc.* ISBN 978-1-4493-4482-5, 2013.

COLMA. Ventajas y desventajas de Angular ★ Noticias: arte, viajes, diseño, tecnología. *News: Art, Travel, Design, Technology* [en línea]. 2020. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://es.news.colma.do/ventajas-y-desventajas-de-angular>.

CÓRDOVA GARCÍA, VALLEJO LÓPEZ, M.F., JÉSSICA LORENA. *Determinación y evaluación de las externalidades ambientales del reciclaje de plástico, vidrio y compuestos de celulosa generados en la ciudad de Riobamba.* [en línea]. RIOBAMBA: UNACH. 2013. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/778/1/UNACH-EC-IMB-2013-0004.pdf>.

CUESTA, H. 2.1.6 Multimedia. *Practical Data Analysis* [en línea]. S.l.: Packt Publishing, pp. 30. ISBN 978-1-78328-099-5, 2013. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U5TR2B/practical-data-analysis/multimedia>.

DIPLOMADO EN GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE. Usabilidad. *gestion de la calidad del software - norma iso-9126* [en línea]. 2015. [Consulta: 8 enero 2021]. Disponible en: <https://diplomadogestioncalidadsoftware2015.wordpress.com/norma-iso-9126/calidad-interna-y-externa/usabilidad/>.

EL TELÉGRAFO. Los recicladores de Riobamba piden ayuda ciudadana. *El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo* [en línea]. 2019. [Consulta: 26 enero 2020]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/recicladores-riobamba-ciudadania>.

ESPINOZA, C. y ROSA, F. Análisis comparativo entre bases de datos relacionales con bases de datos no relacionales, 2013, pp. 88.

FLORÍA CORTÉS, A. Cuestionarios. *Área de Ingeniería de Proyectos* [en línea]. 2000. [Consulta: 1 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/nuevos/CuestCon.htm>.

GALÁN, D. ¿Qué es AngularJS y por qué deberías usarlo? *IfgeekthenEveris* [en línea]. 2020. [Consulta: 3 octubre 2020]. Disponible en: <https://ifgeekthen.everis.com/es/que-es-angularjs-y-por-que-deberias-usarlo>.

GALVIS, J.P.P. Propuesta de notación gráfica para el modelo orientado a documentos de MongoDB, 2015, pp. 96.

GARCÍA, I.G. *Matemáticas para informática* [en línea]. 1. S.l.: Editorial Universidad del Norte. 2015. [Consulta: 27 enero 2021]. ISBN 978-958-741-934-4. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctvvn8bv>.

HAHN, E. *Express in action: writing, building, and testing Node.js applications*. Shelter Island, NY: Manning Publications. ISBN 978-1-61729-242-2, 2016.

HERRERA, C. Ventajas y desventajas de usar JavaScript en la programación web - Bloguero Pro. [en línea]. 2020. [Consulta: 21 enero 2021]. Disponible en: <https://bloguero.pro.com/blog/ventajas-y-desventajas-de-usar-javascript-en-la-programacion-web?fbclid=IwAR2h2HEa56O81floEQm3tM7lr-Vhmy1w1i3ioa6iNaRzM6rIFinh8vxSaoU>.

MARTINEZ, C.P. Arquitectura de software y sus beneficios. *DevExperto* [en línea]. 2016. [Consulta: 12 enero 2020]. Disponible en: <https://devexperto.com/arquitectura-del-software/>.

MENA, G. ISO 9126-3: Métricas Internas de la Calidad del Producto de Software. [en línea]. 2006. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: https://mena.com.mx/gonzalo/maestria/calidad/presenta/iso_9126-3/.

MOZILLA. Introducción a Express/Node. *Documentación web de MDN* [en línea]. 2018. [Consulta: 3 octubre 2020]. Disponible en: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Server-side/Express_Nodejs/Introduction.

NIELSEN, J. 10 Usability Heuristics for User Interface Design. *Nielsen Norman Group* [en línea]. 1994. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.

NODEJS. Acerca. *NodeJs* [en línea]. 2019. [Consulta: 25 enero 2021]. Disponible en: <https://nodejs.org/es/about/>.

OTZEN, T. y MANTEROLA, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, vol. 35, no. 1, pp. 227-232. ISSN 0717-9502, 2017.

PIENSASOLUTIONS. Principales lenguajes de programación para el desarrollo web. *Blog Piensa Solutions* [Blog]. 2017. [Consulta: 12 enero 2020]. Disponible en: <https://blog.piensasolutions.com/principales-lenguajes-programacion-web/>.

ROBLEDANO, Á. Qué es MongoDB y características. *OpenWebinars.net* [en línea]. 2019. [Consulta: 4 octubre 2020]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/que-es-mongodb/>.

ROSA MONCAYO, J.M. ¿Qué es REST? Conoce su potencia. *OpenWebinars.net* [en línea]. 2018. [Consulta: 3 octubre 2020]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/que-es-rest-conoce-su-potencia/>.

ROUSE, M. ¿Qué es NoSQL (No Solo SQL)? - Definición en WhatIs.com. *SearchDataCenter en Español* [en línea]. 2015. Disponible en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/NoSQL-No-Solo-SQL>.

SAURO, J. MeasuringU: Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS). [en línea]. 2011. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <https://measuringu.com/sus/>.

SCHIAFFARINO, A. Modelo cliente servidor: ¿Qué es? Características, Ventajas y Desventajas. *Infranetworking* [en línea]. 2019. [Consulta: 12 enero 2020]. Disponible en: <https://blog.infranetworking.com/modelo-cliente-servidor/>.

SIABATO, W. Métricas aplicadas a los modelos de calidad: caso de uso en los SIG, pp. 13, 2008.

TAPIA, N. Ventajas y desventajas del lenguaje PHP BaulPHP. *BaulPHP* [en línea]. 2018. [Consulta: 21 enero 2021]. Disponible en: <https://www.baulphp.com/ventajas-y-desventajas-del-lenguaje-php/>.

WAMMI. WAMMI. [en línea]. 2020. [Consulta: 1 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.wammi.com/whatis.html>.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16/06/2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR

Nombres – Apellidos: FREDDY ORLANDO LEMA MIRANDA

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

Carrera: INGENIERÍA EN SISTEMAS

Título a optar: INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

f. Analista de Biblioteca responsable:

