

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA WEB PARA EL
RECICLAJE Y DONACIÓN DE PARTES DE COMPUTADORAS”**

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previa a la obtención del grado de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN ESPECIALIZACIÓN
SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

LUIS ANTONIO BAJAÑA RODRÍGUEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por creer y apoyarme de forma incondicional en todas las etapas de mi vida, también a todas las personas que desde un principio estuvieron involucradas en este proceso. Grandes personas que conocí muchos años atrás en esta institución y que hoy forman parte del grupo de personas a las que se les denomina amigos.

Luis Antonio Bajaña Rodríguez

DEDICATORIA

A mi madre Leticia Germania Rodríguez Moreira, todos los logros que pueda conseguir en mi vida serán dedicados a ella.

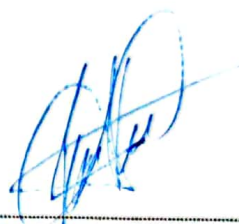
Luis Antonio Bajaña Rodríguez.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ph.D. Monica Villavicencio

EVALUADOR



MSIG. Lenín Freire

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Luis Antonio Bajaña Rodríguez

RESUMEN

Para el presente proyecto de graduación se ha desarrollado 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. El sistema web permitirá tener una herramienta a personas u organizaciones que tengan como finalidad el reuso o el reciclaje de tecnología, con el objetivo de que esta tecnología no llegue a la basura y que eventualmente sea un factor contaminante del agua, debido a los metales pesados presentes en la misma.

Los primeros capítulos explican por qué es necesario este sistema web y se da ejemplos de sistemas similares en la industria, también se compara diferentes soluciones de software en la nube existentes para el funcionamiento óptimo del sistema web, así como el detalle la estructura y el funcionamiento del sistema web.

En el segundo capítulo se muestran las pruebas realizadas una vez culminado el desarrollo, también se hace un análisis de los resultados comparándolos con los objetivos planteados antes de desarrollar el sistema web.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
INTRODUCCIÓN	viii
CAPÍTULO 1	1
1.2. Descripción de soluciones similares	2
1.3. Justificación del Problema	3
1.4. Análisis de la solución.....	4
1.5. Análisis comparativo de las soluciones de software	4
1.6. Definición de escenarios	9
1.7. Arquitectura y diseño del sistema web.....	13
1.8. Casos de uso	22
1.9. Diseño de la Solución.	23
CAPÍTULO 2.....	26
2.1. Descripción del experimento.....	26
2.2. Acerca de los recorridos	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30

INTRODUCCIÓN

Cada latinoamericano acumula aproximadamente entre 2.4 y 4.2 Kg de basura tecnológica al año, gran parte de esta “basura” son partes de computadoras. Estas partes representan un gran riesgo para el medio ambiente ya que si son desechadas pueden liberar elementos tóxicos como plomo, cadmio, mercurio y arsénico, contaminando principalmente agua, por ende el reuso y el reciclaje de la misma contribuye potencialmente a disminuir el impacto ambiental. Actualmente se logra reciclar menos del 12% de la basura tecnológica en el mundo, debido a que es difícil identificar el tipo de desecho y la ubicación del mismo. La tecnología puede ayudar a solucionar este problema; actualmente los sitios web facilitan el acceso a la información y son una herramienta de comunicación masiva, se puede hacer uso de esta tecnología para implementar un servicio de reciclaje y recolección de basura tecnológica, conectando las partes a reciclar con un reciclador en caso de que el elemento a reciclar no sea funcional. En caso de que el elemento o parte sea funcional se podría vincular con organizaciones públicas o privadas para su reutilización.

CAPÍTULO 1

1. Análisis del problema

1.1. Definición del Problema.

El problema es la basura tecnológica. La generación de basura tecnológica está entre de 20 y 50 millones de toneladas con una tasa de crecimiento del 3.5% globalmente. Considerando que si una computadora llega al basurero, esta puede contaminar hasta una tonelada de agua para consumo humano; tenemos menos del 3% de agua disponible para consumo humano en el planeta, el otro 98% es hielo y agua salada, por ende tenemos un gran problema que resolver.

Por otro lado, el gran problema de la industria del reciclaje es no poder identificar donde están los elementos a reciclar. La oportunidad radica en poder identificar qué tipo de elemento es, su ubicación geográfica y el dueño de la misma, de esta forma

enlazamos a las empresas de reciclaje con los elementos presentes en la parte a reciclar.

Cada parte de computadora puede ser funcional o no, eso determina si puede ser reutilizada. La reutilización es una de las estrategias claves en el reciclaje.

1.2. Descripción de soluciones similares

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

“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.

“Recicla Chile”

Esta empresa Chilena es una de las pocas de reciclaje de tecnología en América Latina, tiene un sitio web en el cual anuncia donde se realizarán recolecciones en la ciudad de Santiago.

1.3. Justificación del Problema

Este sitio web se está desarrollando debido a que actualmente no se cuenta con una herramienta que permita la identificación y la ubicación de elementos que puedan ser reciclados. Durante la validación del problema se comprobó la hipótesis [1] de que las personas no echan a la basura su tecnología porque aún piensan que posee algún valor. Además se comprobó otra hipótesis relacionada a la frecuencia de cambio de tecnología por actualización en lugar de cambio por mal funcionamiento.

¿Tienes alguna parte de computadora en tu casa que ya no utilices?

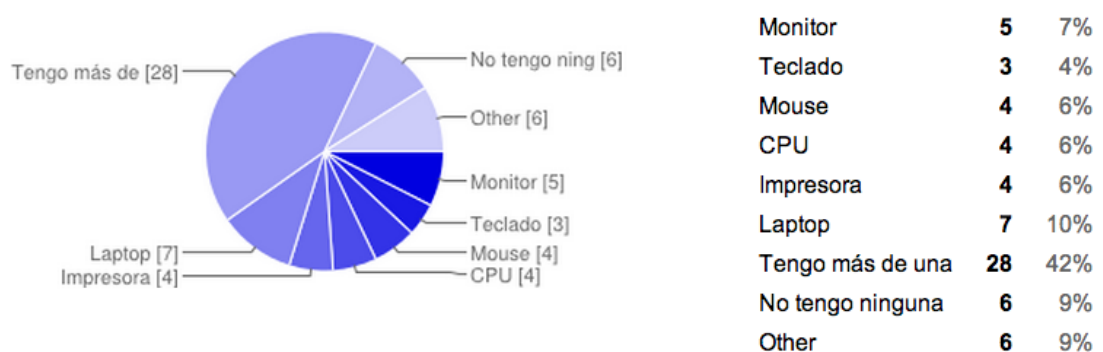


Figura 1.1. Encuesta realizada a 67 personas

Entre las ventajas que tiene desarrollar y poner en funcionamiento este sitio web tenemos:

- Las personas tendrán una forma fácil y accesible de reciclar su tecnología.
- Las personas o empresas que se dedican al reciclaje de tecnología tendrán una herramienta de trabajo más.
- Las personas tendrán una herramienta donde poder calcular el impacto ambiental producto del reciclaje de tecnología.

1.4. Análisis de la solución

En este capítulo se detalla el alcance del sitio web, así como también se realiza un análisis de las herramientas de software utilizadas durante el desarrollo del mismo. A continuación el detalle de los lenguajes, librerías y frameworks para la ejecución de este proyecto.

1.5. Análisis comparativo de las soluciones de software

El problema requiere un lenguaje de programación que permita desarrollar la solución de forma ágil, colaborativa, modular, que sirva como servicio para otras aplicaciones y que tenga un framework estable open source, que sea soportado por una comunidad. Al estar planteada la solución en la web, se realizó un análisis entre dos lenguajes de programación junto a sus respectivos frameworks, uno llamado Symfony y otro llamado Rails, uno para el lenguaje PHP y el segundo para Ruby respectivamente. Se busca utilizar un framework debido a las ventajas que el uso de

estas herramientas ofrecen, entre las cuales se puede destacar la eficiencia y el orden.

PHP

Es un lenguaje de programación interpretado del lado del servidor que sigue el paradigma de la programación funcional e imperativa. El lenguaje apareció por primera vez en el año 1995 y hasta Enero del año 2013 fue instalado en las de 240 millones de sitios web. Una de las principales características de PHP es que es un lenguaje enfocado enteramente para la web; no es un lenguaje multipropósito como Ruby, Python o Java.

Synfony

Es un framework para PHP desarrollado para la creación de aplicaciones web usando el modelo vista-controlador. Symfony utiliza sus propios estándares, como el módulo de pruebas PHPUnit y nombra sus propias convenciones para las clases. Symfony tiene algunas ventajas, las tres principales que encontramos fue la buena documentación, la extensa comunidad que lo respalda, y su posible implementación en módulos, es decir el programador puede seleccionar de forma independiente módulos de Symfony de acuerdo a la complejidad del proyecto, sin necesidad de instalar el framework completo con todos sus módulos. Sin embargo, la principal desventaja que tiene es que la curva de aprendizaje es elevada, así mismo el uso del ORM por defecto llamado Propel tiene algunos inconvenientes al momento de querer realizar cambios a la medida a la base de datos.

Ruby

Ruby es un lenguaje de programación interpretado de código abierto publicado en 1995 por el programador Yukihiro Matsumoto. Ruby incorpora características de lenguajes de programación funcional como la de lenguajes de programación imperativa. En Ruby todos los tipos de datos son un objeto, incluidas las clases. Toda función es un método.

Ruby on Rails

Es un entorno de desarrollo web de código abierto para el lenguaje de programación Ruby, que sigue el paradigma de la arquitectura “Modelo Vista Controlador” creado para aumentar la productividad del programador, optimizando las tareas de desarrollo y ayudando a evitar errores comunes de programación. Rails tiene algunas ventajas sobre Synfony, las cuales son: La curva de aprendizaje de este framework es baja, la automatización mediante los comandos “scaffold” permite desarrollar de forma ágil y ordenada, las gemas o plugins proveen una gran variedad de soluciones que aceleran el desarrollo, el ORM Active Record es muy sencillo de utilizar y además posee herramientas integradas para pruebas. Por todas estas ventajas se eligió trabajar con Ruby con Rails como framework para el desarrollo del sitio web. Dentro del desarrollo se planteó el uso de las siguientes herramientas:

PostgreSQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional con libre y orientado a objetos. PostgreSQL comenzó en el año 1982 en la Universidad de Berkeley con el objetivo

de implementar un motor de base de datos relacional que involucre el uso de objetos.

Entre las características se encuentran:

- Alta concurrencia
- Alta variedad de tipos nativos
- Funciones

Heroku

Es un servicio para alojar aplicaciones en la nube y que soporta distintos lenguajes de programación. Las aplicaciones se corren desde un servidor Heroku usando Heroku DNS Server para apuntar al dominio de la aplicación. Cada aplicación corre sobre un motor a través de una "red de bancos de prueba" que consta de varios servidores. El servidor Git de Heroku maneja los repositorios de las aplicaciones que son subidas por los usuarios.

Diseño del sistema.

En este capítulo se abarca el análisis y el diseño de la solución propuesta, así como los procedimientos y métodos empleados para el funcionamiento del mismo, así como también se realiza un análisis de la tecnología y herramientas usadas a nivel de software para la implementación del sistema, describiendo cada uno de los módulos del Sistema de Reciclaje.

Requerimientos de Software

Los requerimientos de software que se abarcan en el alcance son de tipo funcional y no funcional.

Requerimientos funcionales

- 1) El sitio web debe permitir registrar nuevos usuarios.
- 2) El sitio web debe permitir el ingreso de usuarios ya registrados.
- 3) El sitio web debe permitir el reciclaje o la donación de partes de computador mediante un formulario.
- 4) El sitio web debe presentar un perfil ecológico del usuario que ha reciclado.
- 5) El sitio web debe presentar un mapa con los diferentes partes, su respectivo valor promedio, así como el número de computadoras que se pueden armar, esta información se la presenta al recolector.
- 6) El recolector puede contactar al dueño de la parte reciclada mediante un formulario de contacto, al dueño de la parte reciclada le llega un correo electrónico cuando el recolector está interesado en dicha parte.

Requerimientos no funcionales

Rendimiento del sistema:

1. El sitio web debe proporcionar una forma intuitiva para la navegación basadas en las tres acciones principales que son: reciclar, recolectar y perfil.
2. La respuesta a las acciones deben ser rápidas de tal forma que el usuario sienta que todo funciona correctamente y con fluidez.

3. La entrega de información referente al impacto ecológico debe ser fiable y precisa.

Proceso de desarrollo:

1. Se utilizará la versión de Ruby 2.0.0 junto con la penúltima versión del framework rails, la cual es la 3.2.14, debido a que la versión 4 (la última) tiene relativamente poco tiempo de lanzada y aún no tiene soporte para algunas gemas necesarias para el sitio web.
2. Para la administración del frontend se utilizará el framework llamado Bootstrap, el cual facilita un estándar en el lado del cliente y ayuda a la presentación correcta del sitio web desde algunos dispositivos.
3. El sitio web debe visualizarse correctamente en navegadores modernos desde computadoras de escritorio, hasta en teléfonos móviles y tablets.

1.6. Definición de escenarios

Requerimiento Funcional 1) El sitio web debe permitir a un usuario registrarse en el sitio web.

- El sitio web debe presentar de forma clara y accesible el botón de registro para los nuevos usuarios.

- El sitio web debe presentar dos formas de registro de usuarios. La primera es la creación de una cuenta mediante un formulario, y la segunda utilizando el API de Facebook, lo cual proveerá al usuario una alternativa rápida para la creación de la cuenta. Cuando el usuario utiliza el registro por Facebook, se guardan ciertos datos del usuario en la base de datos del sitio web.

Requerimiento Funcional 2) El sitio web debe permitir el ingreso de usuarios ya registrados.

- Como convención siempre se estila colocar el botón de ingreso junto al de registro de nuevos usuarios en la parte superior derecha de los sistemas informáticos basados en web.
- De la misma manera que en el registro, los usuarios pueden ingresar con su cuenta de Facebook al sitio web, sin necesidad de introducir una contraseña nueva.
- El sitio web también ofrece la posibilidad de restablecer la contraseña en caso de que el usuario no recuerde la contraseña.
- Se presentará un botón de cerrar sesión.

Requerimiento Funcional 3) El sitio web debe permitir el reciclaje o la donación de partes de computador mediante un formulario.

- El reciclaje o donación solo lo podrán realizar usuarios registrados previamente en el sitio web.

- En el formulario se presentan algunas opciones con respecto al tipo de parte de computador que el usuario va a reciclar o donar, así como el estado del mismo; del estado depende si la parte se va a donar o a reciclar, si el estado es “Funcional”, esta parte se utilizará para calcular el número de computadoras que se pueden armar para donación, si el estado es “Dañado”, esta parte se utilizará para calcular el valor en reciclaje que se puede obtener si se recolecta.
- Mediante el uso del API de Google Maps se debe ubicar en el un mapa la dirección que ingresó el usuario, la longitud y latitud se calculan según las consultas al API; las mismas se guardan en la base de datos del sitio web.
- Se ofrece la posibilidad de incluir una foto de la parte que el usuario intenta reciclar, esto con la finalidad de que el recolector se dé una idea más clara de lo que va a recolectar, y posible uso futuro para el cálculo de modelo mediante el análisis de la foto. Esta foto se almacena en un servidor de Amazon denominado S3, el cual tiene una infraestructura optimizada para el manejo de archivos estáticos.
- Al finalizar el proceso se calcula el impacto ambiental de la acción de reciclar del usuario, y se presenta su perfil con el cálculo del mismo.
- Al finalizar el proceso se guardan todos los datos mencionados anteriormente en la base de datos. Automáticamente se envía un mail a los recolectores indicando que hay una nueva parte para ser recolectada.

Requerimiento Funcional 4) El sitio web debe presentar un perfil ecológico del usuario que ha reciclado.

- El usuario puede ver su perfil presionando su nombre en la parte superior derecha del sitio web.
- El perfil ecológico se presenta en números como la suma del impacto ambiental de cada parte reciclada. El impacto ambiental se lo mide con los siguientes parámetros:
 - Cantidad de libras de emisión de carbón.
 - Cantidad equivalente de árboles que se salvan en promedio por el reuso o reciclaje de la tecnología.
 - Cantidad de combustible que se evita consumir por el reuso o reciclaje de la tecnología.
 - Cantidad de agua que se evita consumir por el reuso o reciclaje de la tecnología.
 - Número de partes recicladas hasta el momento.

Requerimiento Funcional 5) El sitio web debe presentar un mapa con los diferentes partes, su respectivo valor promedio, así como el número de computadoras que se pueden armar, esta información se la presenta al recolector.

- El recolector tiene acceso a un mapa que presenta todas las partes recicladas por los usuarios.
- En la parte superior del mapa se indica el valor promedio de las partes recicladas y el número de computadoras que se pueden armar.
- Al presionar sobre el indicador geográfico, el recolector puede presionar el botón “recolectar”, el cual lo llevará a un detalle de la parte reciclada, en la cual puede solicitar su recolección.

Requerimiento Funcional 6) El recolector puede contactar al dueño de la parte reciclada mediante un formulario de contacto.

- El recolector puede contactar al dueño mediante el formulario de contacto.
- El usuario que recicló puede aceptar la petición de recolección, cuando el usuario acepta la petición, al recolector le llega un email con los datos del usuario que posee la parte a ser reciclada.

1.7. Arquitectura y diseño del sistema web

La arquitectura es cliente-servidor, y se conforma de la siguiente manera:

- o Cliente
- o Servidor web (Heroku)
- Software
- o Servidor de recursos estáticos Amazon S3

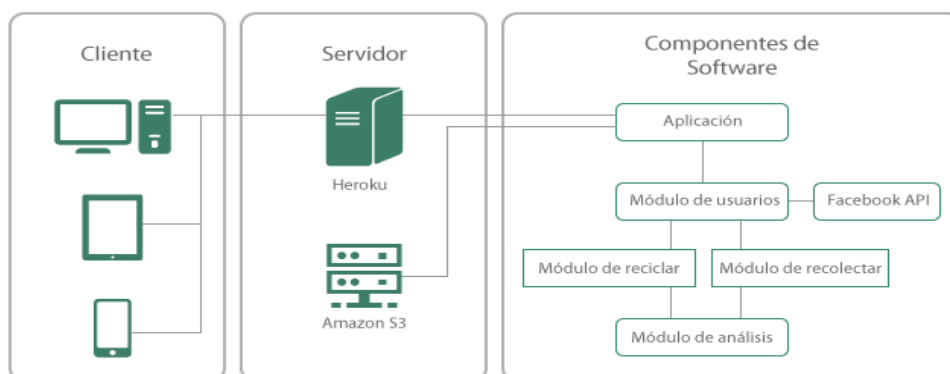


Figura 1.2. Diseño general del sistema web

En el diagrama anterior se presenta el funcionamiento del sistema web en general y se muestran las relaciones entre los módulos. A continuación se presenta un detalle general de cada parte del sistema web.

Cliente

Los usuarios pueden acceder desde un navegador web moderno, desde diferentes dispositivos utilizados en la actualidad, como:

- Computadora
- Teléfono inteligente (smartphone)
- Tableta

La optimización de las ventanas para los dispositivos anteriormente presentados se logra gracias al uso de un framework del lado del cliente llamado Twitter Bootstrap.

Bootstrap tiene clases definidas de CSS para las diferentes resoluciones del dispositivo desde el cual se pretenda visualizar un sitio web, además de funciones implementadas en Javascript para que la visualización del sitio web sea la misma en los diferentes navegadores existentes hoy en día.

Servidor

Servidor de archivos estáticos Amazon S3

El servidor de archivos estáticos es gestionado por la plataforma de Amazon llamada S3. Está diseñada para ofrecer a los desarrolladores recursos informáticos escalables basados en la web. Dentro de las funciones de Amazon S3 se encuentran:

- Almacenamiento y entrega de contenido
- Almacenamiento para análisis de datos con la plataforma de Amazon.
- Copias de seguridad, archivado y recuperación de datos

Dentro de las ventajas que tiene el uso de la plataforma de Amazon S3 tenemos:

Seguridad.- La plataforma cuenta con mecanismos seguros de acceso a los datos, y proporciona al desarrollador control absoluto de quién tiene acceso a los datos.

- Fiabilidad.- Amazon garantiza la durabilidad del 99.9% y una disponibilidad del 99.9%, mediante su infraestructura es capaz de tolerar fallos y recuperarse sin ningún tipo de tiempo de inactividad.
- Escalabilidad.- La infraestructura permite al desarrollador escalar en almacenamiento, velocidad de solicitudes.

Servidor de aplicación

El servidor de la aplicación es gestionado por la plataforma Heroku, en este servidor se encuentran alojados todos los archivos con el código de la aplicación, así como los archivos del framework Rails, y la base de datos Postgres. La plataforma de Heroku permite compilar aplicaciones mediante una simple colección de scripts, e instalar una amplia gama de herramientas para una amplia gama de lenguajes de programación.

Entre las características de Heroku podemos destacar:

- Deploy con Git.- Se puede hacer deploy de las aplicaciones desarrolladas sobre la plataforma con comandos de Git, Heroku se encarga de construir y correr el

código de la aplicación, manejando la compilación, dependencias, recursos y ejecutables.

- Fork.- Heroku mediante el comando “Fork” permite clonar aplicaciones a diferentes servidores, lo cual nos permite tener múltiples ambientes para realizar pruebas en cuestión de minutos.
- Publicación.- Mediante el historial de cambios de Git, Heroku puede manejar de manera óptima todas las publicaciones de la aplicación mediante el versionamiento de la misma; es decir si es necesario regresar a una versión anterior se lo puede hacer de manera sencilla mediante un comando.
- Regiones geográficas.- Para manejar mejor la latencia Heroku tiene servidores en distintas regiones geográficas, el programador puede seleccionar la región en la que la aplicación va a estar alojada.

Componentes de Software

El sistema web está compuesto por los siguientes módulos:

- Módulo de usuarios
- Módulo de reciclar
- Módulo de recolectar

A continuación se explica detalladamente cada uno de estos módulos.

Módulo de usuarios

El módulo de usuarios se encarga de la gestión de usuarios del sitio web. Para la gestión de usuarios se utilizó “Devise” que es una gema de Ruby. También se utilizó

otra gema llamada “Omniauth” para la autenticación por medio del API de Facebook.

Devise

Es una solución de administración de usuarios para el framework Rails, basada en Warden. Tiene las siguientes características:

- Basada en “Rack”.- La interfaz Rack se refiere a una forma de comunicación entre el servidor web y el framework.
- Basado en MVC (Modelo vista controlador)
- Modular.- Bajo la premisa de utilizar solo los módulos que se consideren necesarios.

Devise está compuesto los siguientes módulos:

- Base de datos.- Encripta y almacena las contraseñas en la base de datos para validar la autenticidad del usuario cuando este intenta ingresar. La autenticación puede ser realizada mediante un requerimiento POST o una autenticación HTTP básica.
- Confirmación.- Este módulo envía correos electrónicos de confirmación con instrucciones y verifica si la cuenta ha sido verificada durante el intento de ingreso.
- Recuperación.- Reinicia la contraseña del usuario y envía un correo electrónico con las instrucciones de recuperación.
- Registro.- Administra todo el proceso del ingreso y el registro de los usuarios, además permite editar y eliminar la cuenta.

- Recordar.- Maneja la generación y limpieza de los archivos denominados “cookies” que permiten a los navegadores “recordar” al usuario mediante el uso de dichos archivos.
- Seguimiento.- Almacena la cantidad de ingresos, fecha y hora, así como la dirección IP.
- Expiración.- Expira la sesión del usuario si no hay actividad en un periodo de tiempo determinado.
- Validación.- Provee la validación de usuario y contraseña por defecto, pero es configurable, y el programador puede establecer los parámetros de validación.

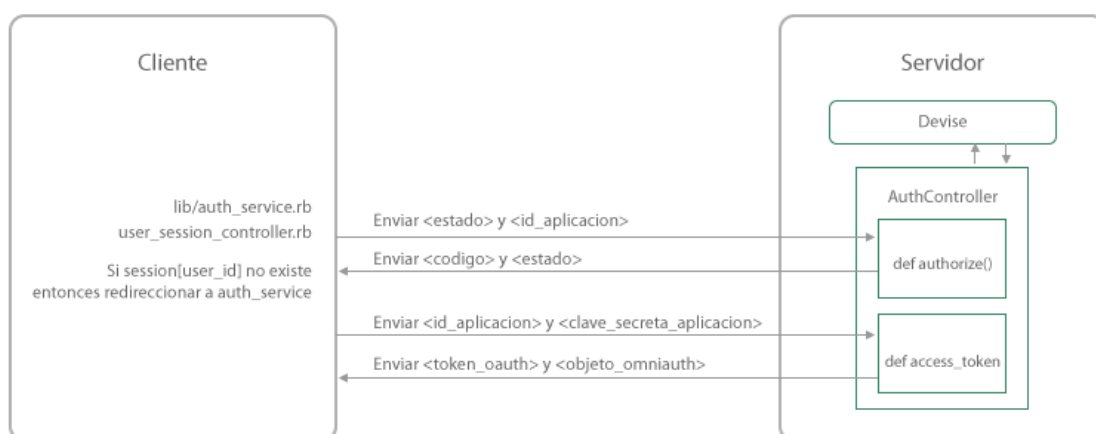


Figura 1.3. Arquitectura de Devise

Omniauth

Omniauth se utiliza porque en los últimos años la forma en la que las personas se registran e ingresan (autentican) a sitios web ha cambiado drásticamente. Ahora los usuarios tienen muchos servicios a disposición que sirven para autenticación, entre

los más populares son los de las redes sociales. La principal razón para el uso de estos servicios es que el usuario no tiene que llenar información personal nuevamente, y puede utilizar la misma clave para todos los sitios web que ofrecen este tipo de autenticación. Omniauth es una librería que estandariza la autenticación desde muchos proveedores de autenticación web; fue creado para ser seguro y flexible.

En este caso utilizamos la API de Facebook con Omniauth para la autenticación de usuarios; se utiliza Facebook porque es la red social con mayor penetración a nivel mundial.

Módulo de reciclar

El módulo de reciclar se encarga de proveer toda la funcionalidad necesaria para que los usuarios puedan reciclar a través del sistema web. El usuario del sistema web (es decir previamente registrado), debe presionar clic sobre el botón “Reciclar” en el menú principal ubicado en la parte superior. En dicha sección se presentará un formulario en el cual el usuario debe indicar los siguientes datos: Tipo, Estado, Ubicación y Foto. El método “new” de la clase “Parte” se encarga de guardar toda la información en la base de datos con sus respectivas relaciones, además envía información al servidor de Amazon S3 en caso de que el usuario publique una foto de la parte a reciclar.

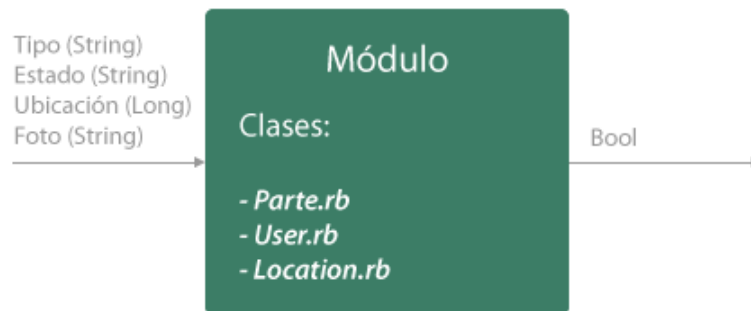


Figura 1.4. Esquema E/S del módulo Reciclar

Módulo de recolectar

El módulo de recolectar se encarga de brindar toda la información necesaria para los usuarios recolectores. Al recolector se le presenta un mapa con indicadores geográficos los cuales al presionarlos aparece una pequeña ventana brinda información básica del tipo de parte reciclada en dicha ubicación. En dicha ventana se muestra:

- Icono representativo de la parte reciclada
- Descripción del tipo de parte
- Ubicación
- Botón de recolectar

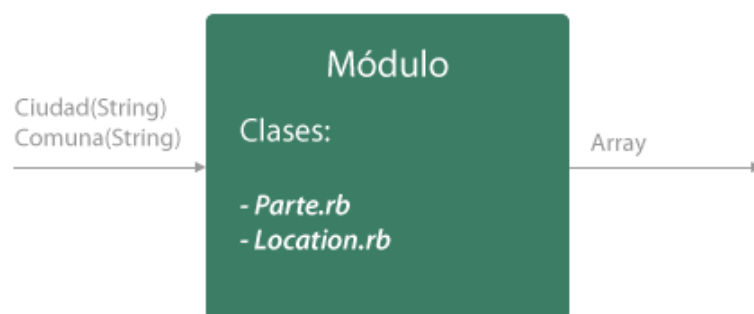


Figura 1.5. Esquema E/S del módulo Recolectar

1.8. Casos de uso

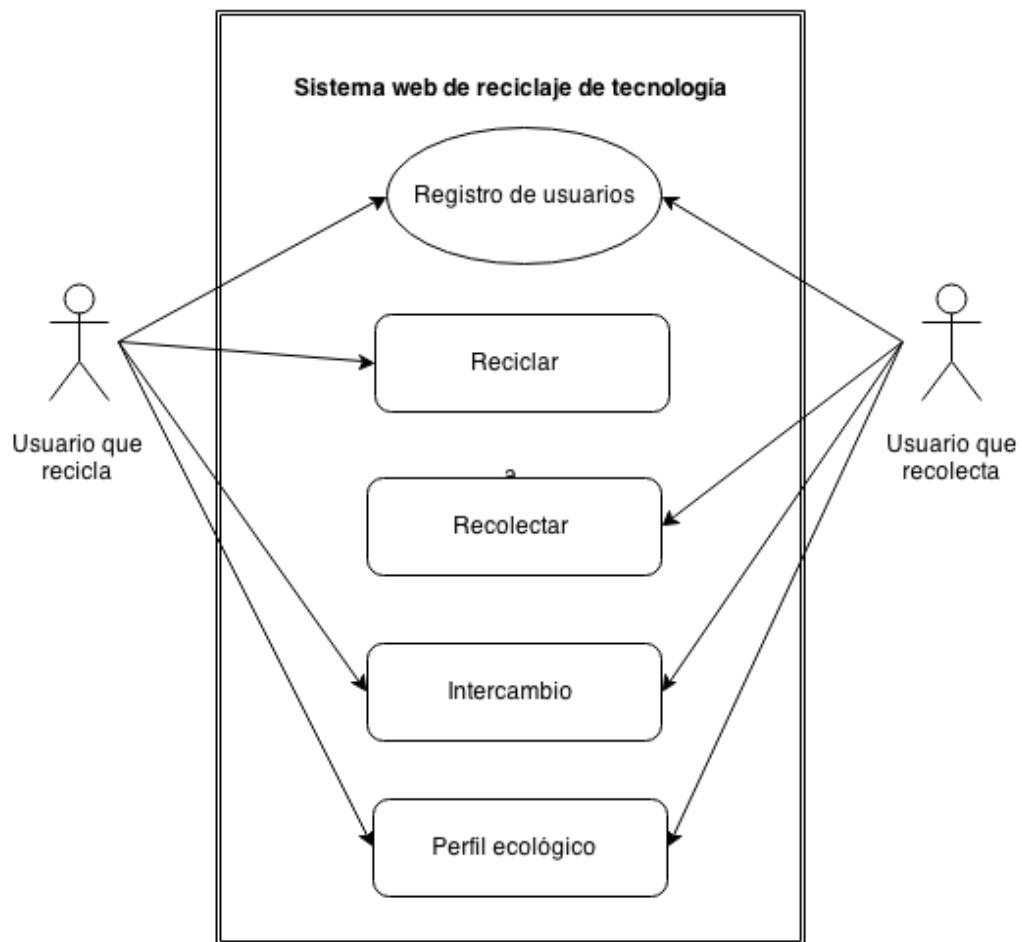


Figura 1.6. Sistema Web de reciclaje de tecnología

1.9. Diseño de la Solución.

1.9.1. Descripción de módulos

Registro de usuarios.

Cada persona que desee reciclar, donar o recolectar deberá crear una cuenta a través del sitio web. Los datos de esta cuenta servirán para la creación del perfil ecológico de la persona que va a reciclar, donar o recolectar. Estos datos van a ser almacenados en la base de datos.

Reciclar

Para reciclar un usuario previamente registrado debe presionar clic sobre el botón “Reciclar” del sitio web. En dicha sección se presentará un formulario en el cual el usuario debe indicar los siguientes datos: Tipo, Estado, Ubicación y Foto. Algoritmos detrás calculan el valor aproximado de reciclaje, la ubicación geográfica, el número de computadoras que se pueden armar con las partes funcionales, y el impacto medio ambiental.

Recolectar

Cualquier usuario registrado en el sitio web puede ser un recolector. Para recolectar debe presionar clic sobre la sección denominada “Recolectar”, la cual presenta una página, la cual tiene un mapa con indicadores de todas las partes disponibles recicladas en el sitio web por los usuarios, cada indicador al presionarlo muestra información sobre el tipo de parte, su dirección y un vínculo hacia el detalle de la parte

en cuestión. La sección de recolectar tiene un submenú el cual tiene zonas geográficas predeterminadas, lo facilita la tarea de visualización de los elementos a recolectar.

La recolección puede ser de partes funcionales así como de partes no funcionales. Existe botón para filtrar los elementos visualizados en funcionales y no funcionales, si el usuario presiona clic en el filtro para ver las partes funcionales se presentan todas las partes que funcionen en el mapa, y adicionalmente se mostrará el número de computadoras que se pueden armar con las partes funcionales. Por otro lado si el usuario presiona clic en el filtro para ver las partes no funcionales se presentan todas las partes que no funcionen en el mapa y tengan como finalidad ser recicladas, adicionalmente se presentará el valor en dinero que representan estas partes debido a los elementos reciclables que contienen.

Detalle de la parte

El “Detalle de la parte” presenta toda la información referente a la parte reciclada en una página web. Esta página contiene: La fotografía, la descripción, el tipo de parte, estado, mapa y un formulario de contacto con el dueño de la parte.

Contacto entre reciclador y recolector

Cada parte de computadora tiene un usuario asociado. Otro usuario del sitio web puede presentar su interés en recolectar dicha parte llenando el formulario de recolección situado junto a la descripción en el detalle de la parte. Cuando el usuario envía el formulario el dueño de la parte recibe un correo electrónico indicando la

intención del otro usuario en recolectar dicha parte, si el usuario acepta la solicitud de recolección el usuario interesado recibe un correo electrónico indicando que se ha aceptado su solicitud, y se presentan los datos del dueño de la parte, estos datos son: nombre, dirección exacta y teléfono de contacto.

Perfil ecológico

Cuando un usuario recicla o se recolecta una parte de computadora, automáticamente se genera un perfil ecológico, el cual tiene indicadores medioambientales sobre el impacto producido al contribuir al ciclo de reciclaje de tecnología.

CAPÍTULO 2

2.1. Descripción del experimento

El experimento se lo desarrolló conjuntamente con recolectores de un determinado sector de la ciudad de Santiago. El experimento consistía en medir la cantidad de elementos recolectados antes de la implementación del sistema, y también determinar el número de recorridos diarios que efectuaban los recolectores. A los elementos denominados en este experimento se refiere a residuos electrónicos, específicamente partes de computadores.

2.2. Acerca de los recorridos

Se evaluaron los recorridos usualmente realizados por cada recolector, estos recorridos se los realizan de forma periódica en un sector geográfico, y las rutas normales no tienen ningún orden hasta la aplicación del experimento. Los recorridos se midieron evaluando el número de vueltas a un determinado sector para encontrar un residuo electrónico.

Condiciones a favor de la prueba

Se integró la herramienta a los canales de comunicación de la municipalidad, lo cual infirió en el uso de la misma.

2.1. Resultados Obtenidos

	Cantidad Recolectada antes de la prueba	Cantidad Recolectada después de la prueba	Número de recorridos diarios antes de la prueba	Número de recorridos diarios después de la prueba
Recolector 1	12	28	20	6
Recolector 2	8	20	22	7
Recolector 3	9	21	19	6
Recolector 4	12	23	20	5

TABLA 2.1. Resultados Obtenidos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Evidentemente el efecto de contar con una herramienta de comunicación entre las personas que poseen residuos electrónicos y las organizaciones es altamente positivo, aumentando la tasa de recolección de residuos por ruta.
2. Además del efectivo uso de la geolocalización le permitió a los recolectores identificar de mejor manera los sectores donde realizan las recolecciones.
3. También se aumentó el número de familias inscritas al programa de reciclaje continuo de la ciudad, lo cual permitió que otro tipo de residuos sean recolectados, no solamente residuos electrónicos.
4. Se pudo establecer control y establecimiento de metas de recolección por parte de organizaciones de recolectores a través de la plataforma.
5. Las metas de recolección se pueden acoplar a las métricas de recolección de residuos de gobiernos de ciudades y países que cuenten con legislación establecida para la recolección de residuos peligrosos.

Recomendaciones

1. Contar con una herramienta para la recolección para residuos electrónicos es favorable tanto para las personas que poseen los residuos y no saben qué hacer con ellos como para los recolectores que no saben dónde se encuentran dichos residuos, por lo tanto esta aplicación se podría utilizar para otra clase de residuos de la misma forma en la que se aplica en los residuos electrónicos, incorporando más organizaciones como municipalidades y organizaciones sin fines de lucro.
2. El desarrollo de aplicaciones móviles nativas que corran en dispositivos de baja sería un avance significativo en el número de usuarios de la aplicación.
3. La implementación de un mayor número de métricas ayudaría a ampliar el espectro de reportes que se pueden generar.
4. La colaboración de instituciones gubernamentales se hace esencial, ya que al contar con la infraestructura de recolección y difusión con los que cuentan, se incrementaría el número de residuos recolectados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hester Ronald, Harrison Roy, Electronic Waste Management, RSC Publishing, 2009
- [2] Asrari Elham, Heavy Metal Contamination of Water and Soil: Analysis, Assessment, and Remediation Strategies, Apple Academic Press, 2014
- [3] Lovins Amory, Braungart Michael, A New Dynamic - Effective Business in a Circular Economy, Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2014
- [4] Matsudaira Kate, Scalable Web Architecture and Distributed Systems, <http://www.aosabook.org/en/distsys.html>, fecha de consulta Abril 2014
- [5] Flanagan David, Matsumoto Yukihiro, The Ruby Programming Language 1st Edition, 2008