

# **Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Información Geográfico para la Gestión de las Actividades de Conservación de Bosque Protector Cerro Blanco utilizando Herramientas de Software Libre**

Pier Maquilón Lipari (1); José Rodríguez Rojas (2)  
<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
<sup>2</sup>Director de Tesis.

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
{pmaquilo, jrodrig}@espol.edu.ec

## **Resumen**

*Fundación Pro-Bosque es una organización no gubernamental reconocida a nivel mundial por sus actividades relacionadas a la educación ambiental y conservación del bosque seco tropical ecuatoriano. Fundación Pro-Bosque administra el Bosque Protector Cerro Blanco, uno de los más grandes y mejor conservados bosques secos tropicales del Ecuador. Cerro Blanco se encuentra cerca de la ciudad de Guayaquil y soporta amenazas de degradación ambiental muy fuertes como incendios forestales, cacería furtiva y tala ilegal.*

*Fundación Pro-Bosque llevaba un sistema de registro manuscrito de acontecimientos acaecidos en el bosque, esto representaba un potencial riesgo de errores de registro y de malinterpretación de los datos y dificultaba la consulta de los mismos. Además, no existía una interfaz mediante la cual los visitantes de Cerro Blanco puedan aportar con información acerca de lo que observaban en sus visitas al bosque.*

*Siendo esta información importante para definir políticas y estrategias para la conservación y administración del bosque, se desarrolló de un sistema web diseñado según los requerimientos de Fundación Pro-Bosque, el sistema permite la gestión de datos relevantes referenciados geográficamente y los presenta sobre mapas.*

*El sistema fue desarrollado utilizando únicamente herramientas de software libre y contiene los siguientes módulos: Usuarios, Especies, Sucesos, Recursos, Rutas, Áreas Reforestadas, Áreas Incendiadas y Propiedades.*

**Palabras Claves:** *Aplicación Web, Sistema de información Geográfico, Software Libre, PostgreSQL, PostGIS, Garuda, Fundación Pro-Bosque, Bosque Protector Cerro Blanco, Unidades de Conservación.*

## **Abstract**

*Pro-Bosque Foundation is a non governmental organization worldwide known due to its activities related to environmental education and the conservation of the ecuadorian tropical dry forest. Pro-Bosque Foundation administers Cerro Blanco Protected Forest, one of the biggest and best preserved tropical dry forests of Ecuador. Cerro Blanco is located near Guayaquil city and it stands very strong environmental degradation threats such as forests fires, poaching and illegal logging.*

*Pro-Bosque Foundation kept a manuscript system for recording events happened in the forest, this was a potential risk of recording mistakes and misunderstanding of the data, this also impeded its consultation. In addition, there wasn't an interface by means of which Cerro Blanco's visitors could provide information about what they see during their visits to the forest.*

*Being this information important to define politics and strategies for the conservation and administration of the forest, a web application was developed according to Pro-Bosque Foundation requirements. This system allows the management of relevant data geographically referenced and shows them on maps.*

*The system was developed using only free licensed technologies and it contains the following modules: Users, Species, Events, Resources, Routes, Reforested Areas, Burned Areas and Properties.*

**Keywords:** *Web Application, Geographic Information System, Free Software, PostgreSQL, PostGIS, Garuda, Pro-Bosque Foundation, Cerro Blanco Protected Forest, Conservation Unit.*

## 1. Introducción

En este documento se describe el proyecto de Práctica Comunitaria de Graduación realizado en beneficio de Fundación Pro-Bosque y el cual consistía en el diseño e implementación de un sistema de información geográfico como herramienta para la gestión de las actividades de conservación y restauración del Bosque Protector Cerro Blanco (BPCB).

### 1.1 Antecedentes

El bosque seco Tropical es uno de los ecosistemas terrestres menos conocidos y más amenazados. Este tipo de bosque ha sido tan degradado que en la actualidad se encuentra reducido a un 2% de su cobertura total original. A lo largo de la costa de Ecuador se distingue una larga franja de bosques secos que representan alrededor de 25.030 km<sup>2</sup> de bosque seco [1].

Fundación Pro-Bosque es una organización no gubernamental sin fines de lucro, fundada en noviembre de 1992 en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Es una organización privada con amplia experiencia en el manejo de áreas protegidas con énfasis en programas de reforestación, agroforestería, educación ambiental y ecoturismo con el fin de apoyar la conservación de la biodiversidad del Bosque seco Tropical de la costa del Ecuador a través de la gestión de sus miembros y de la cooperación interinstitucional.

Fundación Pro-Bosque administra el Bosque Protector Cerro Blanco el cual fue declarado Bosque Protector mediante Acuerdo Ministerial expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el 9 de noviembre de 1992. Inició con 2000 hectáreas, pero mediante resoluciones del INEFAN y Ministerio del Ambiente se amplió el bosque protector a 6078 ha entre propiedades de Holcim-Ecuador SA, Fundación Pro-Bosque y otros.

El BPCB es uno de los más grandes y mejor conservados fragmentos del bosque seco tropical ecuatoriano y permite la conservación de al menos 100 especies de árboles endémicos; es el único sitio donde se protege la flora de la zona caliza en el Litoral Ecuatoriano. En el bosque se han registrado 219 especies de aves, de las cuales nueve están globalmente amenazadas y 33 son endémicas de la Región Tumbesina. También alberga 58 especies de mamíferos, 12 especies de reptiles, 10 especies de anfibios entre otros. Es el único sitio donde se llevan a cabo estudios del Papagayo de Guayaquil.

El BPCB está ubicado en las afueras de Guayaquil cerca de la última extensión sudeste de la cordillera

Chongón-Colonche; debido a su cercanía con la ciudad de Guayaquil, las amenazas de degradación ambiental son fuertes, en particular por invasiones de tierras, cacería furtiva, tala selectiva de árboles e incendios forestales [2].

### 1.2. Justificación

Fundación Pro-Bosque tiene ciertas problemáticas que dificultan la gestión y toma de decisiones para administrar el BPCB entre las que podemos mencionar:

1. La falta de un sistema de almacenamiento digital de los reportes de acontecimientos que suceden en el bosque. Un acontecimiento puede ser el avistamiento de especies, encuentro con cazadores furtivos, tala ilegal, invasión de tierras, incendios forestales, etc.

Actualmente estos acontecimientos son registrados a través de formularios manuscritos registrados por los guardaparques, y estos reportes son almacenados lo cual dificulta el acceso rápido y análisis de los datos. Debido a que se registra de forma manuscrita, la información es susceptible a errores de registro o escritura confusa.

Los avistamientos de especies realizados por quienes visitan BPCB no son notificados a Fundación Pro-Bosque y esta información, relevante para la planificación de estrategias de conservación y sensibilización ambiental, es desaprovechada.

2. La carencia de un inventario de ubicación georeferenciada de los recursos y puntos de referencia que son utilizados para la gestión del BPCB. Muchas veces, esto ha entorpecido las acciones de respuesta ante emergencias, por la falta de un sistema de referencia más exacto.

Los guardaparques manejan su propio código de identificación para los puntos de referencia dentro del bosque, algunos de estos códigos son desconocidos por los administradores del BPCB.

3. La World Land Trust, patrocinador de los programas de reforestación ha solicitado a Fundación Pro-Bosque un sistema que les provea y permita el ingreso de datos de información de monitoreo de las áreas reforestadas.
4. La necesidad de implementar un mapa en el cual se delimite el área del BPCB y se muestren los territorios de acuerdo a los propietarios de las tierras tanto dentro como alrededor de Cerro

Blanco, con el fin de evitar futuros problemas legales o invasión de tierras.

5. La falta de datos geográficos acerca de la ubicación de los diferentes senderos de interpretación ambiental, rutas y recursos naturales, tecnológicos y turísticos instalados dentro del bosque protector Cerro Blanco.

### 1.3. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de información geográfico personalizado a las necesidades de Fundación Pro-Bosque para la gestión de las actividades de restauración y conservación de Bosque Protector Cerro Blanco.

### 1.4. Objetivos Específicos

- Analizar y diseñar una solución que integre mapas, multimedia e información geográfica para el ingreso y presentación interactiva de la información. El diseño final será genérico y por tanto aplicable a cualquier reserva natural.
- Definir las herramientas adecuadas para el desarrollo de la solución, las cuales deben tener licencia libre.
- Implementar el sistema de información geográfico personalizado según las capacidades y necesidades de Fundación Pro-Bosque para la gestión de los territorios de Bosque Protector Cerro Blanco y sus alrededores.

## 2. Metodología

Las fases del proyecto son:

### 1.- Ingeniería de Requerimientos:

Mediante reuniones con funcionarios de Fundación Pro-Bosque se definieron los requerimientos que debe cumplir el sistema desarrollado.

### 2.- Análisis y Diseño

En base a los resultados obtenidos por la Ingeniería de Requerimientos, se definió la arquitectura del sistema, los módulos del sistema, las tecnologías a utilizar y el modelo relacional de la base de datos.

### 3.- Desarrollo de la Solución

Para el desarrollo del sistema se optó por el uso exclusivo de herramientas de licencia libre debido a las restricciones económicas del proyecto.

### 4.- Pruebas del Sistema

Una vez desarrollado el sistema, se realizaron las pruebas de funcionalidades y de usabilidad; al detectar errores o recibir recomendaciones de parte de los usuarios se procedió a realizar las correcciones necesarias.

### 5.- Implementación

Se indicaron a Fundación Pro-bosque las características del servidor necesario para la implementación de la solución.

El aplicativo con todos sus componentes fue implementado en el servidor proporcionado por Fundación Pro-Bosque y se realizaron pruebas de funcionamiento para descartar la existencia de posibles errores o comportamiento incorrecto del aplicativo.

### 6.- Capacitación

Mediante la realización de talleres se capacitó al personal de Fundación Pro-Bosque como son directivos, interpretes ambientales e investigadores. Las capacitaciones fueron realizadas de acuerdo con el tipo de usuario.

## 2.1 Ingeniería de Requerimientos

Mediante reuniones celebradas junto con el personal técnico y administrativo de Fundación Pro-Bosque se obtuvieron los siguientes Requerimientos Funcionales y No Funcionales.

### 2.1.1 Requerimientos Funcionales

Los Requerimientos Funcionales se refieren a todas las funcionalidades que debe satisfacer el sistema para cumplir con las necesidades de los usuarios.

El sistema permitirá la gestión de información de especies, infraestructura, recursos naturales, rutas, áreas reforestadas, áreas afectadas por incendios forestales, propiedades junto con sus propietarios y eventos particulares dentro del bosque y sus alrededores.

La aplicación permitirá visualizar en un mapa la ubicación de los elementos previamente mencionados.

La solución también permitirá la gestión de usuarios y debe ser accesible a través de internet.

### 2.1.2 Requerimientos No Funcionales

Los Requerimientos no funcionales son todas aquellas características que debe cumplir el sistema para responder de manera adecuada a todos los

requerimientos funcionales y a las características que requiera el usuario.

El sistema se diseñó procurando de que posea las siguientes propiedades: Portabilidad, Mantenibilidad, Modificabilidad, Seguridad, Usabilidad y Restricciones de Negocio.

En lo que respecta a la propiedad de Restricciones de Negocio, esto implicó la optimización de los recursos financieros y la utilización de herramientas de licencia libre.

## 2.2 Análisis y Diseño

### 2.2.1 Arquitectura del Sistema.

Se solicitó que el sistema sea accesible a través de internet, por lo que se utilizó una arquitectura cliente-servidor.

El sistema puede ser accedido por tres diferentes roles de usuarios: Administrador, Investigador y Usuario Normal. Se solicitó habilitar el acceso a una zona pública, o sea sin necesidad de una cuenta de usuario, poder consultar información acerca de las especies y atractivos turísticos registrados previamente por los usuarios del sistema.

De acuerdo con estos requerimientos, se realizó el siguiente mapeo de hardware y software:

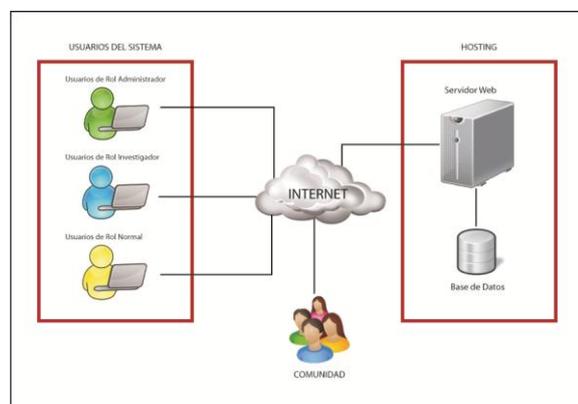


Figura 1. Diagrama de mapeo hardware y software

### 2.2.2 Diseño del Sistema

El modelo de desarrollo de abstracción del software utilizado fue el Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual divide la aplicación en tres componentes: el Modelo que contiene la información central y los datos, la Vista o interfaz de usuario que despliega la información, y los controladores que capturan las entradas del usuario.

Siguiendo el modelo MVC y buscando satisfacer los requerimientos de Fundación Pro-Bosque, se definieron los módulos del sistema. Cada módulo contiene vistas, modelos y controladores específicos que interactúan logrando el correcto funcionamiento del mismo.

Los módulos del sistema son:

#### 1.- Módulo de Especies:

Permite el ingreso, modificación y eliminación de los datos de las especies que habitan en el BPCB y sus alrededores.

Los datos que se permite registrar para la especie corresponden a: el árbol taxonómico (Reino, Phylum o División, Orden, Clase, Familia, Género, Especie y Subespecie), el Estado de Conservación, los nombres comunes, las características que la describen, y datos curiosos de la misma.

Las especies que permite registrar corresponden a aquellas que pertenecen a los reinos Animal, Vegetal y Fungi.

Incluye los submódulos de Avistamientos y de Árboles Semilleros.

El submódulo de Avistamientos permite la gestión de los registros de avistamientos de las especies. Los datos que se registrarán para cada Avistamiento son: la especie avistada, la fecha y hora, la ubicación georeferenciada del mismo y observaciones.

El submódulo de Árboles Semilleros permite la gestión de información de árboles que puedan ser utilizados para obtener semillas. Para cada árbol semillero se puede especificar: la Especie a la que pertenece, la ubicación georeferenciada (Latitud y Longitud) del mismo, observaciones y el estado del semillero.



Figura 2. Pantalla de consulta de especies

#### 2.- Módulo de Sucesos:

En el módulo Sucesos, podemos registrar, modificar y eliminar información referente a acontecimientos de interés relevante para la administración del BPCB.

Los datos que se registrarán para cada Suceso son: nombre, tipo, fecha y hora, coordenadas geográficas (Latitud y Longitud) en las cuales sucedió y una descripción general del suceso.

Los sucesos pueden ser de cuatro tipos: Incursión de Cazadores Furtivos, Invasores de Tierra, Tala Ilegal, y Otros.



Figura 3. Formulario de registro de sucesos

### 3.- Módulo de Recursos:

En el módulo Sucesos, podemos registrar, modificar y eliminar información referente a acontecimientos de interés relevante para la administración del BPCB.

Los datos que se registrarán para cada Recurso son: el nombre, el tipo, la clase, las coordenadas georeferenciadas (Latitud y Longitud) de su ubicación y observaciones generales del recurso. Dependiendo del tipo de recurso, se podrán ingresar los siguientes datos: el estado, la fecha de instalación y la fecha de baja.

Los recursos pueden ser de tres tipos: Científico, Natural o de Infraestructura.



Figura 4. Pantalla de visualización de recursos

### 4.- Módulo de Rutas:

Este módulo permite llevar un inventario de las rutas o diferentes trayectorias que existen en el BPCB y sus alrededores.

Los datos que se registrarán para cada ruta son: el nombre, el tipo, la distancia aproximada, los puntos georeferenciados (Latitud y Longitud) que describen la trayectoria de la ruta, observaciones generales, el estado, la fecha de habilitación y la fecha de baja.

El usuario se encarga de ingresar los puntos de la trayectoria en el mapa y el sistema calcula automáticamente la extensión de esta.

Las Rutas pueden ser de cuatro tipos: Sendero Turístico, Ruta de Patrullaje, Accidente Geográfico, y Otros.

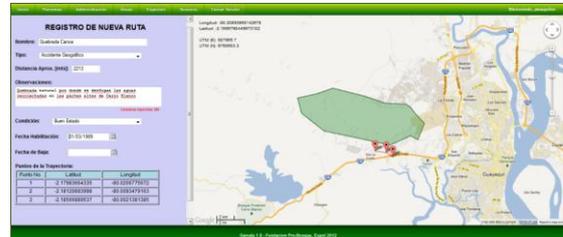


Figura 5. Formulario de registro de rutas

### 5.- Módulo de Áreas Reforestadas:

El módulo de Áreas Reforestadas permite la administración de la información referente a los proyectos de reforestación realizados en la unidad de conservación.

Los datos que se registrarán para cada área reforestada son: el año en que se dio la reforestación, la superficie reforestada aproximada en hectáreas, los puntos georeferenciados (Latitud y Longitud) que describen los límites del área reforestada, la cantidad total estimada de árboles sembrados y las especies empleadas, la tasa de supervivencia y observaciones generales de la reforestación.



Figura 6. Pantalla de visualización de áreas reforestadas

Incluye funcionalidades especializadas de mapas para la visualización de los proyectos de reforestación realizados.



Figura 7. Mapa de reforestaciones por antigüedad

## 6.- Módulo de Áreas Incendiadas:

Este módulo permite llevar un registro de los incendios forestales que hayan afectado al BPCB.

Los datos que se registrarán para cada área incendiada son: la fecha y la hora en que se inició el incendio, el tiempo que tomó liquidarlo (su duración), la superficie aproximada afectada en hectáreas, los puntos georeferenciados (Latitud y Longitud) que describen los límites del área afectada, las causas probables que originaron el incendio y las observaciones generales acerca del Incendio.

## 7.- Módulo de Propiedades:

Permite la gestión de los datos de las propiedades que forman parte del BPCB y sus alrededores.

Incluye el submódulo de Propietarios, el cual facilita la administración de los datos de los propietarios de las propiedades.

Los datos que se registrarán para cada Propietario son: la identificación, el tipo de identificación, el tipo de persona, el nombre o la razón social del propietario, el representante del propietario, el correo electrónico y los teléfonos de contacto, y el país, la provincia, la ciudad y la dirección del domicilio del propietario.

Los datos que se pueden registrar para cada propiedad son: el nombre, el código catastral, el propietario, la extensión aproximada de la propiedad en hectáreas, los puntos georeferenciados (Latitud y Longitud) que describen los límites de la propiedad y observaciones generales acerca de la misma.

No.	Latitud	Longitud
1	-2.134873264	-79.916110243
2	-2.1360024826	-79.907110270
3	-2.1360024826	-79.906049021
4	-2.134873264	-79.916110243

Figura 8. Formulario de ingreso de propiedades

## 8.- Módulo de Usuarios:

El módulo Usuario es el encargado de la gestión de los usuarios y los datos personales de estos. Permite el ingreso, modificación, consulta y eliminación de los datos personales y de la cuenta de los usuarios registrados.

Los datos personales que se pueden especificar son: nombres, apellidos, país de origen, profesión, institución a la que pertenece la persona, teléfono

principal, teléfono secundario, página web, correo electrónico y fecha de Nacimiento.

Existen tres tipos de usuarios: Administrador, Investigador y Normal.

Cada tipo de usuario tiene permisos de acceso a las funcionalidades de los diferentes módulos y a determinados datos.

## 2.2.3 Imagen Corporativa

Al sistema desarrollado se le ha asignado el nombre de Garuda, una divinidad de las religiones hinduista y budista cuya fisonomía es la de un hombre de color dorado con alas rojas, pico de águila y una corona en la cabeza que se alimentaba de serpientes.

La vista de la información y los acontecimientos desplegados en un mapa puede compararse a la visión de Garuda en vuelo. Las serpientes que la deidad devora se relacionan a las potenciales amenazas que afectan la conservación del área.



Figura 9. Logo del sistema GARUDA

## 2.3 Desarrollo del Aplicativo

Para el desarrollo de la aplicación web se emplearon diversas tecnologías y herramientas de licencia libre.

### 2.3.1 Lenguaje de Programación

Para la presentación de páginas HTML de contenido dinámico se utilizó la tecnología JSP. Además se empleó JavaScript para añadirle interactividad a las páginas, CSS para separar la presentación del contenido de las páginas HTML y AJAX para la obtención de datos de manera asíncrona.

Para la presentación de los mapas se utilizó el servicio gratuito de Google Maps, el cual es un servidor de mapas que ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle.

Mediante la utilización de la versión 3 del Google Maps API, se configura y modifica el contenido de los mapas [5].

Para definir los objetos del modelo del sistema se empleó el lenguaje de programación Java. Para realizar la comunicación de procesos entre el servidor y el cliente, se empleó la tecnología de servlets de Java, los cuales cumplen su función de la parte del controlador del sistema.

### 2.3.2 PostgreSQL y PostGIS

PostgreSQL es un poderoso motor de base de datos relacional de código abierto, conocido por su confiabilidad, integridad de datos y robustez para el manejo de grandes cantidades de datos. Funciona en la mayoría de los sistemas operativos y posee interfaces de programación para múltiples lenguajes de programación con una excelente documentación [3].

Además, posee funcionalidades avanzadas como PostGIS. PostGIS es un módulo de PostgreSQL que permite el almacenamiento de información geográfica. PostGIS permite usar todos los objetos de la especificación OpenGIS, como puntos, líneas, polígonos y colecciones geométricas. PostGIS permite que PostgreSQL funcione como una base de datos para Sistemas de Información Geográfica [4].

Se optó por la utilización de PostgreSQL como el Gestor de la Base de Datos del sistema debido a su robustez, a su capacidad para el alojamiento de datos multimedia y por brindar las facilidades para el almacenamiento de datos geográficos.

## 2.3 Implementación

Debido a que el sistema utiliza componentes como PostGIS, se sugirió a Fundación Pro-Bosque la adquisición de un servicio de hosting Virtual Private Server (VPS) con sistema operativo Linux, de manera, que se disponga de un servidor configurable y a un precio asequible para la fundación.

Cuando se tuvo habilitado el servidor por parte del proveedor, se procedió a configurar el ambiente del servidor y se instalaron las siguientes aplicaciones, en el siguiente orden:

1. JDK 1.7
2. Apache Tomcat 7.0.41
3. PostgreSQL 9.2
4. PostGIS 2.0

El Java Development Kit (JDK) es un software que permite desarrollar e implementar aplicaciones Java en computadoras personales y servidores.

Apache Tomcat es un servidor web de código abierto que brinda soporte para servlets y tecnología JSP.

Junto con los servicios de hosting, se adquirió el dominio “www.garudasig.org”, para acceder a la aplicación implementada.



Figura 10. Página de bienvenida de GARUDA

## 3. Conclusiones

Se ha desarrollado un sistema de información geográfico innovador, escalable y adaptable a las necesidades de una unidad de conservación utilizando únicamente herramientas de software libre.

El sistema Garuda permite la gestión de datos importantes para la administración de una unidad de conservación como: las especies vegetales, animales y fúngicas que habitan en el área y sus avistamientos, los recursos naturales, logísticos y científicos que disponen los administradores de la unidad de conservación, los diferentes acontecimientos de interés como denuncias de ingreso de personal no autorizado o de actividades prohibidas dentro de la unidad de conservación, las rutas o trayectos utilizados y proyectos de reforestación. Siendo una aplicación web, estos datos pueden ser accedidos desde cualquier lugar con acceso a internet, creando un repositorio de datos alimentado por los usuarios registrados al sistema.

Garuda es un precedente en la creación de un inventario nacional digital de las especies del Ecuador y sus avistamientos. Para cada especie se registra su taxonomía, el estado de conservación, las características para identificarla, los nombres vernáculos e información adicional. Para los avistamientos de las especies, el sistema permite registrar la ubicación georeferenciada, la fecha y hora del suceso y una breve descripción del mismo.

Se ha desarrollado un sistema base, al cual se pueden añadir nuevas funcionalidades para el aprovechamiento de los datos registrados, en un ámbito científico y educativo.

La aplicación fue configurada para su uso en el Bosque Protector Cerro Blanco y fue implementada en un servidor facilitado por Fundación Pro-Bosque.

El sistema entregado a Fundación Pro-Bosque puede ser empleado como una herramienta para la formación de los intérpretes ambientales y guardaparques de Bosque Protector Cerro Blanco y para la educación ambiental acerca de la biodiversidad nativa para los habitantes de la ciudad de Guayaquil, e indirectamente a la población mundial, ya que se puede acceder al mismo desde cualquier lugar con acceso a internet.

Se hizo entrega de un manual de usuario a los directivos de Fundación Pro-Bosque, el cual describe con detalle el funcionamiento de cada una de las funcionalidades del sistema.

Se realizaron tres capacitaciones en las instalaciones de Fundación Pro-Bosque. Entre los asistentes se encontraban directivos y colaboradores de la Fundación y visitantes frecuentes del Bosque Protector Cerro Blanco. Cada capacitación fue brindada de acuerdo al rol que iban a desempeñar los asistentes en el sistema, de manera que se programaron: una capacitación para usuarios de tipo Administrador, una capacitación para usuarios de tipo

Investigador y una capacitación para los usuarios de tipo Normal. En las capacitaciones, se les explicó paso a paso el conjunto de funcionalidades que el sistema brinda de acuerdo con el rol de usuario.

#### 4. Referencias

- [1] Cajas Carlos, Novillo Johana, Peña Micaela y Vizúete Juan Carlos, Plan Piloto de Restauración del Bosque Seco Tropical Alterado por la Minería en el Bosque Protector Cerro Blanco, parroquia Chongón, provincia del Guayas, Ecuador., <http://www.scribd.com/doc/66222419/Cerro-Blanco-Holcim-Final>, Consultado el 4 de Julio de 2013.
- [2] DarwinNet, Bosque Protector Cerro Blanco, <http://www.darwinnet.org/old/factsheet12.htm>, consultado el 4 de Julio de 2013.
- [3] PostgreSQL, About PostgreSQL, <http://www.postgresql.org/about/>, consultado el 16 de Julio de 2013.
- [4] PostGIS Project Steering Committee, PostGIS 2.0 Manual, <http://postgis.net/stuff/postgis-2.0.pdf>, consultado el 10 de Agosto de 2013.
- [5] Svennerberg Gabriel, Beginning Google Maps API 3, Apress Media LLC, 2010.