



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN SIG PARA
LA SUPERVISIÓN Y MONITOREO DE SENSORES EN EL
CAMPO DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN**

JUAN CAMILO REINOSO GUTIÉRREZ

ALAN FABIÁN HERRERA GÓMEZ

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
VILLAVICENCIO, COLOMBIA
2016**

Diseño e implementación de una aplicación SIG para la supervisión y monitoreo de sensores en el campo de la agricultura de precisión

Propuesta de Grado N° 422

Juan Camilo Reinoso Gutiérrez 161002646

Alan Fabián Herrera Gómez 161002616

**Trabajo de Grado Presentado en Modalidad E.P.I
Como Requisito para Obtener el Título de
Ingeniero Electrónico**

**Director
Andrés Fernando Jiménez López
Ingeniero Electrónico
Magister En Ciencias Físicas**

**Universidad de los Llanos
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Programa de Ingeniería Electrónica
Villavicencio, Colombia
2016**

NOTA DE ACEPTACIÓN:

**Ing. Andrés Fernando Jiménez López
Jurado**

Ciudad y Fecha (DD/MM/AA)

Dedicatoria

A mi padre Calixto Reinoso y a mi madre María Gutiérrez quienes durante cada una de las etapas transcurridas de mi vida me han brindado su amor y apoyo incondicional, siendo ellos, a pesar de las adversidades, mi razón para seguir adelante.

A la señora Melba Peralta y mi hermano Wildiman Reinoso Peralta quienes me apoyaron durante mis estudios universitarios, dándome la oportunidad de tener una carrera profesional y quienes además me brindaron ayuda y consejo cuando lo necesitaba.

A mis hermanos Tatiana Russi y Steven Muñoz a quienes quiero mucho.

A todos los educadores, ingenieros y docentes que incentivaron en mí el deseo de aprender y cuyas enseñanzas contribuyeron a mi formación profesional y ética.

A mis compañeros de estudio, a todos y cada uno, con ellos compartí momentos únicos durante el transcurso de estos años de aprendizaje.

Juan Camilo Reinoso Gutiérrez

Dedicatoria

A mi madre Teresa de Jesús Gómez y mi Padre Orlando Herrera, que con su apoyo y educación logro culminar esa etapa que significo mucho para mí, a mis amigos que, con su compañía, logre superar dificultades que estuvieron presentes en mi camino.

A mis hermanos Leidy Herrera Gómez, Natalia Herrera Gómez, Jhonatan Herrera Gómez, Juan Diego Herrera Gómez que sirvieron de inspiración y motivación para poder terminar esta meta

Y a mis educadores e ingenieros de la universidad que inculcaron sus conocimientos y experiencias que ayudaron a madurar mi visión como ingeniero.

Alan Fabián Herrera Gómez

Agradecimientos

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos y realizamos un merecido reconocimiento a:

- Nuestros padres y familiares, ya que su apoyo incondicional fue de vital importancia durante nuestro proceso de formación profesional. Su esfuerzo por darnos lo mejor y hacer de nosotros personas de bien, útiles a la sociedad ha hecho de nosotros las personas que ahora somos. Gracias a todos por ello.
- Todos los educadores, ingenieros y docentes por su enseñanza y apoyo durante el proceso de formación en el programa de ingeniería electrónica. Sus enseñanzas no solo nos enriqueció intelectualmente, también nos hizo ser mejores personas.
- A nuestros compañeros por cada una de las experiencias vividas, por el aprendizaje que se llevó en compañía de ellos, por las horas de estudio, trabajos en grupo y todas aquellas acciones que aportaron tanto a nuestra formación, de igual manera por todas aquellas horas de sano entretenimiento que compartimos. Muchas gracias a cada uno de ellos, esta experiencia al lado de ellos fue inolvidable.
- Al grupo de investigación Macrypt, por acogernos y permitirnos desarrollar el presente proyecto.
- Al director de proyecto, el ingeniero Andrés Jiménez, cuyo ejemplo orientación y guía dio como resultado la culminación del trabajo que emprendimos. Gracias por la paciencia y la atención prestada.

Diseño e Implementación de una Aplicación SIG para la Supervisión y Monitoreo de Sensores en el Campo de la Agricultura De Precisión

Resumen

Haciendo uso de un servidor web y un servidor de base de datos se realizó el diseño e implementación de una aplicación web SIG para realizar las tareas de supervisión y monitoreo en tiempo real de sensores ubicados en campo (cultivos). La información de sensores será enviada a través de un módulo de comunicación GPRS, el cual le suministrará la información a la aplicación web SIG por medio del método POST del protocolo HTTP. La información es almacenada y protegida por cuentas de usuario de tal manera que solo el usuario propietario de la información pueda acceder a ella.

La aplicación está diseñada con dos tipos de cuentas de usuario, el primer tipo de cuenta de usuario, administrador, tiene todos los privilegios del sitio (adicionar usuarios, eliminar usuarios y cargar archivos). El segundo tipo de cuenta, usuario básico, es la que tiene a disposición todas las características de la aplicación, entre las que están la generación de reportes tipo gráfico y tipo tabla y la visualización en tiempo real de las variables medidas en campo.

Palabras clave: Servidor Web, Base de Datos, SIG.

Design and Implementation of a GIS Application for Sensors Supervision and Monitoring in Precision Agriculture

Abstract

Using a web server and a database server, design and implementation of a GIS web application was made to perform the tasks of monitoring and real-time monitoring sensors located in the field (crops). Sensor information will be sent via a GPRS communication module, which will provide information to the GIS web application via HTTP POST method. The information is stored and protected by user accounts so that only the user who owns the information can access it.

The application is designed with two types of user accounts, the first type of user account, Administrator, has all the privileges of the site (add users, delete users and upload files). The second type of account, basic user, which is available to all application features, among which are the generation of graphic reports and type table and real-time display of the measured variables field.

Keywords: Web Server, Data Base, GIS.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
CONTENIDO	10
1. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1. JUSTIFICACIÓN	21
1.2. OBJETIVOS	23
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	23
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	23
1.3. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	24
2. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)	25
2.1.1. <i>Sistema de Coordenadas Geográficas y Rectangulares</i>	26
2.1.2. <i>Algunas aplicaciones del GPS</i>	27
2.2. GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS) Y GPRS (GENERAL PACKET RADIO SERVICE). 27	
2.2.1. <i>GSM</i>	27
2.2.2. <i>GPRS</i>	28
2.4. FIREWALL.....	31
2.5. SERVIDORES.	31
2.5.1. <i>Servidor web</i>	34
2.5.2. <i>Servidores virtuales</i>	35
2.5.3. <i>Servidor de base de datos</i>	35
2.6. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y HERRAMIENTAS.	36
2.6.1. <i>HTML (HyperText Markup Language)</i>	36
2.6.2. <i>PHP (Hypertext Preprocessor)</i>	38
2.6.3. <i>SQL (Structured Query Language)</i>	39

2.6.4.	<i>JavaScript- JQUERY</i>	41
2.6.5.	<i>AJAX (Asynchronous JavaScript And XML)</i>	41
2.6.6.	<i>Highcharts</i>	41
2.6.7.	<i>Leaflet</i>	41
3.	ESTADO DEL ARTE.....	43
4.	MODELO PROPUESTO Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.	48
5.	ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN.	50
5.1.	MÓDULO DE COMUNICACIÓN.....	50
5.2.	MÓDULO DE GESTIÓN DE DATOS.....	51
5.3.	MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN.....	51
5.4.	INTERFAZ DE USUARIO.....	52
6.	INSTALACIÓN, IMPLEMENTACIÓN DE LOS MÓDULOS Y PUESTA EN MARCHA DE LA APLICACIÓN	54
6.1.	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES.	54
6.2.	IMPLEMENTACIÓN MÓDULO DE COMUNICACIÓN.	76
6.3.	IMPLEMENTACIÓN MÓDULO DE GESTIÓN DE DATOS.	80
6.3.1.	<i>Base de datos</i>	80
6.3.2.	<i>Tabla “USUARIOS”</i>	81
6.3.3.	<i>Tabla “LOTES”</i>	84
6.3.4.	<i>Tabla “VISUALIZACION”</i>	86
6.3.5.	<i>Tabla “USUARIO ESPECÍFICO”</i>	90
6.3.6.	<i>Implementación de la base de datos de la aplicación “UNISIG”</i>	93
6.4.	MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN.....	96
6.5.	INTERFAZ DE USUARIO.....	96
7.	DIRECTORIOS Y ARCHIVOS FUENTE DE LA APLICACIÓN WEB SIG UNISIG 1.0	97
7.1.	CARPETA “CSS”	98
7.2.	DIRECTORIO “IMG”	99
7.3.	DIRECTORIO “INSTALAR”	100
7.4.	DIRECTORIO “JS”	101
7.5.	DIRECTORIO “LIBRERIAS”	101
7.6.	DIRECTORIO “RECEPCION”	103

7.7.	DIRECTORIO “TEMPORAL”	103
7.8.	DIRECTORIO “UNISIG”	103
7.8.1.	<i>Directorio “admin”</i>	104
7.8.2.	<i>Directorio “funciones”</i>	105
7.8.3.	<i>Directorio “instructivos”</i>	107
7.8.4.	<i>Directorio “login_admin”</i>	107
7.8.5.	<i>Directorio “login_usuarios”</i>	107
7.8.6.	<i>Directorio “usuarios”</i>	109
8.	APLICACIÓN WEB SIG UNISIG V1.0	110
8.1.	INICIO DE LA APLICACIÓN	110
8.1.1.	<i>Administración (Inicio de sesión)</i>	111
8.1.2.	<i>Usuarios (Inicio de sesión)</i>	111
8.1.3.	<i>¿Quiénes somos?</i>	112
8.1.4.	<i>Contáctenos</i>	113
8.2.	ADMINISTRACIÓN	114
8.2.1.	<i>Agregar Usuario</i>	114
8.2.2.	<i>Eliminar Usuario</i>	116
8.2.3.	<i>Agregar Archivo de Aplicación</i>	116
8.2.4.	<i>Instrucciones</i>	117
8.2.5.	<i>Salir</i>	119
8.3.	USUARIOS	119
8.3.1.	<i>Selección de Lote</i>	120
8.3.2.	<i>Cambiar Nombre</i>	121
8.3.3.	<i>Cambiar Contraseña</i>	121
8.3.4.	<i>Cambiar Mail</i>	122
8.3.5.	<i>Información</i>	123
8.3.6.	<i>Salir</i>	123
8.4.	SELECCIÓN DE LOTE (ESPECÍFICO)	123
8.4.1.	<i>Nombre Lote</i>	124
8.4.2.	<i>Polígono Lote</i>	125
8.4.3.	<i>Reporte Gráfico</i>	126
8.4.4.	<i>Reporte Tabla</i>	128
8.4.5.	<i>Información</i>	130

8.4.6. Salir.....	130
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	131
BIBLIOGRAFÍA	132

Lista de Tablas

TABLA 1. PARÁMETROS ENVIADOS AL SERVIDOR DE LA APLICACIÓN. 78

Lista de Figuras

FIGURA 1. DIAGRAMA DE SATÉLITES GPS.	25
FIGURA 2. ARQUITECTURA GSM.	28
FIGURA 3. ESQUEMA 1 DE ARQUITECTURA DE SERVIDORES.	32
FIGURA 4. ESQUEMA 2 DE ARQUITECTURA DE SERVIDORES.	32
FIGURA 5. ESQUEMA 3 DE ARQUITECTURA DE SERVIDORES.	33
FIGURA 6. ESQUEMA 4 DE ARQUITECTURA DE SERVIDORES.	33
FIGURA 7. ESQUEMA 5 DE ARQUITECTURA DE SERVIDORES.	34
FIGURA 8. INCLUSIÓN DE CÓDIGO PHP EN CÓDIGO HTML.....	38
FIGURA 9. DIAGRAMA DEL SISTEMA.....	49
FIGURA 10. ESTRUCTURA MÓDULO DE COMUNICACIÓN.....	50
FIGURA 11. MÓDULO DE GESTIÓN DE DATOS.	51
FIGURA 12. ACCESO AL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN.....	52
FIGURA 13. ACCESO A INTERFAZ DE USUARIO.	53
FIGURA 14. XAMPP	55
FIGURA 15. INSTALADOR DE XAMPP.....	55
FIGURA 16. PASO DE INSTALACIÓN N° 1.	56
FIGURA 17. PASO DE INSTALACIÓN N° 2.	56
FIGURA 18. PASO DE INSTALACIÓN N° 3.	57
FIGURA 19. PASO DE INSTALACIÓN N° 4.	58
FIGURA 20. PASO DE INSTALACIÓN N° 5.	58
FIGURA 21. PASO DE INSTALACIÓN N° 6.	59
FIGURA 22. PASO DE INSTALACIÓN N° 7.	59
FIGURA 23. PASO DE INSTALACIÓN N° 8.	60
FIGURA 24. PASO DE INSTALACIÓN N° 9.	61
FIGURA 25. PASO DE INSTALACIÓN N° 10.	61
FIGURA 26. PASO DE INSTALACIÓN N° 11.	62

FIGURA 27. PASO DE INSTALACIÓN N° 12.	62
FIGURA 28. PASO DE INSTALACIÓN N° 13.	63
FIGURA 29. PASO DE INSTALACIÓN N° 14.	64
FIGURA 30. PASO DE INSTALACIÓN N° 15.	64
FIGURA 31. PASO DE INSTALACIÓN N° 16.	65
FIGURA 32. PASO DE INSTALACIÓN N° 17.	65
FIGURA 33. PASO DE INSTALACIÓN N° 18.	66
FIGURA 34. PASO DE INSTALACIÓN N° 19.	66
FIGURA 35. PASO DE INSTALACIÓN N° 20.	67
FIGURA 36. PASO DE INSTALACIÓN N° 21.	68
FIGURA 37. PASO DE INSTALACION N° 22.	69
FIGURA 38. PASO DE INSTALACIÓN N° 23.	69
FIGURA 39. PASO DE INSTALACIÓN N° 24.	70
FIGURA 40. PASO DE INSTALACIÓN N° 25.	70
FIGURA 41. PASO DE INSTALACIÓN N° 26.	71
FIGURA 42. PASO DE INSTALACIÓN N° 27.	72
FIGURA 43. PASO DE INSTALACIÓN N° 28.	72
FIGURA 44. PASO DE INSTALACIÓN N° 29.	73
FIGURA 45. PASO DE INSTALACIÓN N° 30.	73
FIGURA 46. PASO DE INSTALACIÓN N° 31.	74
FIGURA 47. PASO DE INSTALACIÓN N° 32.	74
FIGURA 48. ENVÍO Y RECEPCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO.	77
FIGURA 49. ARCHIVO "RECIBIDO.PHP".....	79
FIGURA 50. ESTRUCTURA BASE DE DATOS.	81
FIGURA 51. ESTRUCTURA TABLA USUARIOS.....	83
FIGURA 52. ESTRUCTURA TABLA LOTES.....	85
FIGURA 53. ESTRUCTURA TABLA VISUALIZACION.	89
FIGURA 54. ESTRUCTURA TABLA "USUARIO ESPECIFICO".....	92
FIGURA 55. INSTALACIÓN DE LA BASE DE DATOS UNISIG.	94

FIGURA 56. INSTALACION DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.....	94
FIGURA 57. VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA BASE DE DATOS “UNISIG”	95
FIGURA 58. DIRECTORIO HTDOCS.....	98
FIGURA 59. DIRECTORIO CSS.....	99
FIGURA 60. DIRECTORIO IMG.	99
FIGURA 61. DIRECTORIO INSTALAR.....	100
FIGURA 62. DIRECTORIO JS.	101
FIGURA 63. DIRECTORIO LIBRERIAS.....	102
FIGURA 64. DIRECTORIO RECEPCION.....	103
FIGURA 65. DIRECTORIO UNISIG.....	104
FIGURA 66. INICIO.....	111
FIGURA 67. INICIO DE SESIÓN ADMINISTRACIÓN Y USUARIOS.....	112
FIGURA 68. OLVIDO SU CONTRASEÑA.....	112
FIGURA 69. ¿QUIÉNES SOMOS?.....	113
FIGURA 70. CONTÁCTENOS.....	113
FIGURA 71. INICIO ADMINISTRACIÓN.....	114
FIGURA 72. FORMULARIO PARA LA CREACIÓN DE USUARIOS.....	115
FIGURA 73. FUNCIÓN ELIMINAR USUARIO.....	116
FIGURA 74. AGREGAR ARCHIVO.....	117
FIGURA 75. INSTRUCCIONES AGREGAR USUARIO.....	118
FIGURA 76. INSTRUCCIONES ELIMINAR USUARIO.....	118
FIGURA 77. INSTRUCCIONES AGREGAR ARCHIVO DE APLICACIÓN.....	119
FIGURA 78. INICIO DE USUARIO.....	120
FIGURA 79. CAMBIAR NOMBRES.....	121
FIGURA 80. CAMBIAR CONTRASEÑA.....	122
FIGURA 81. CAMBIAR DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO.....	123
FIGURA 82. GEOLOCALIZACIÓN.....	124
FIGURA 83. CAMBIO NOMBRE DEL LOTE.....	125
FIGURA 84. POLÍGONO LOTE.....	125

FIGURA 85. SELECCIÓN REPORTE GRÁFICO.....	126
FIGURA 86. REPORTE GRÁFICO.....	127
FIGURA 87. REPORTE GRAFICO-ZOOM.....	127
FIGURA 88. SELECCIÓN REPORTE TABLA.....	128
FIGURA 89. DOCUMENTO REPORTE TABLA.	129

1. Introducción

La actividad agricultora en el presente, tienen como principal exigencia dar solución a la gran demanda de alimentos, causada por el incremento de la población mundial. Factores como el cambio climático y la escasez de agua en algunas partes del mundo, abren camino hacia la búsqueda de soluciones que permitan la optimización de los procesos en el campo de la agricultura moderna, con el fin de obtener alta productividad, mejor utilización de los recursos y menores costos [14].

La implantación de la tecnología en el campo de la agricultura moderna con el objetivo de monitorear, supervisar y hacer un mejor uso de los recursos es conocida como agricultura de precisión [10]; está tiene como objetivo hacer que la producción del campo sea más eficiente y que los problemas y los efectos adversos que puedan surgir sean disminuidos o totalmente neutralizados. Con este propósito se hace uso de tecnologías como sensores, redes de sensores (WSN), radiofrecuencia, cloud computing, Internet de las cosas (IoT), monitoreo satelital, teledetección, sistemas de información geográfica (SIG), etc. [14].

Con la utilización de las tecnologías y herramientas mencionadas anteriormente se logra la recopilación y envío de los datos desde el campo hacia una base de datos, en la cual se ordenan todos estos para ser posteriormente analizados. Para el análisis e interpretación de los datos del campo se hace necesario el uso de un sistema de información geográfica (SIG), este, es un tipo de sistema informático para recopilar, almacenar, gestionar, analizar y visualizar información de bases de datos geográficas. SIG es una tecnología general que puede procesar y almacenar enormes cantidades de datos. Se ha utilizado en variedad de campos para tomar decisiones con diferentes criterios en planes de asistencia [5, 6, 8, 10].

Los SIG ayudan a convertir los datos “crudos” en información significativa para apoyar la toma de decisiones de gestión. Su aplicación se hace pertinente en situaciones donde se

requiere un ordenamiento óptimo y estructurado con el propósito de garantizar condiciones de manejo y desarrollo sostenible [6].

Por razones como las mencionadas anteriormente, la agricultura de precisión constituye un valioso instrumento para diagnosticar con exactitud problemas en la producción agrícola, adoptar decisiones y obtener respuestas a situaciones presentadas en el campo. [3]. La agricultura de precisión es una tecnología que está revolucionando el arte cultivar [2].

Mediante este proyecto se busca desarrollar una herramienta tecnológica, una aplicación web SIG, para el monitoreo y supervisión de sensores puestos en campo, aplicando las tecnologías y herramientas usadas en el campo de la agricultura de precisión. Esta permitirá conocer las variables presentes en el campo y la cuantificación de las mismas, con el propósito de tomar decisiones que permitan garantizar condiciones de manejo y desarrollo sostenible para el campo.

1.1. Justificación

Los sistemas de información geográfica (SIG), integran eficazmente datos relevantes de un lugar geográfico específico, además de su posición geográfica muchos datos pueden ser analizados y mostrados mediante estos sistemas. Los SIG no solamente integran herramientas de software sino también herramientas de hardware, que en la mayoría de casos son para la toma de datos y análisis de estos. En la actualidad estos sistemas son propuestos como alternativa de mejoramiento de calidad en la ejecución en un sector económico específico, unos ejemplos claros es en análisis de control de calidad en la minería mediante estos sistemas en tiempo real [5] y el análisis de la demanda de tráfico vehicular en un sector específico [12], uno de los campos donde los SIG se han implementado y se destacan como innovación en el control de calidad es en la agricultura, creando un nuevo campo de aplicación que es la agricultura de precisión, donde es considerada una tecnología que han revolucionado el arte de cultivar [2].

Las tecnologías actuales en las comunicaciones son muy flexibles, tanto que los usuarios pueden acceder a cualquier tipo de información desde cualquier lugar del mundo, estas tecnologías se hacen necesarias al momento de acceder a los datos de un sistema de información determinado, introducir estas tecnologías al SIG expande significativamente el alcance y utilidad de estos sistemas, además las tecnologías en las comunicaciones son compatibles con otros sistemas de información.

El servicio web es el sistema ideal para llevar los datos de un SIG hasta el usuario, en donde implementar un servidor web como centro de visualización e interpretación de datos suministrados por el usuario facilitaría el acceso a los datos mismos; la dinámica de interactuar con un servicio web es tan común y simple que el cliente o usuario podría sin ninguna dificultad acceder a los datos y entenderlos. Con la integración de los servicios web y los sistemas de información geográfica (SIG) la limitación de ver, analizar y procesar los datos suministrados por el SIG de manera local quedaría atrás, dando como

resultado una interacción completamente global, haciendo que aplicaciones SIG a fines a la agricultura de precisión u otras aplicaciones SIG sean más accesibles para los usuarios interesados.

La realización de la aplicación SIG para monitoreo y supervisión de sensores en campo desencadena las siguientes situaciones favorables:

- Una base teórica y práctica como precedente para la creación de aplicaciones SIG más complejas en el campo de la agricultura de precisión.
- La generación de conocimiento y la posibilidad de crear nuevos aportes haciendo uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en conjunto con otras tecnologías.
- La generación de aplicaciones para el monitoreo y supervisión de sensores en campos como la domótica, automatización y control industrial haciendo uso de servidores web y bases de datos.

Es de suma importancia destacar que la incursión de la Universidad de los Llanos en la creación de nuevas alternativas tecnológicas haciendo uso de las técnicas de la agricultura de precisión en conjunto con las demás tecnologías existentes, permitirá a futuro y de manera progresiva optimizar la eficiencia de los cultivos de la región, y a su vez forjar un camino hacia la creación de estándares para la optimización general de cultivos en la agricultura.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar una aplicación SIG para la supervisión y monitoreo de sensores en el campo de la agricultura de precisión.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar una base de datos para el almacenamiento de información espacial y de sensores.
- Implementar un sistema de autenticación básico para la visualización y generación de reportes de usuario.
- Realizar la gestión administrativa de usuarios (Adición y Eliminación de usuarios y permisos)
- Crear la aplicación para la visualización de los datos almacenados en la base de datos mediante la aplicación web SIG, en tiempo real.

1.3. Metodología propuesta

El desarrollo se fundamenta en la creación de una aplicación SIG, que permita supervisar y monitorear los datos obtenidos desde una red de sensores. La aplicación debe mostrar el conjunto de datos obtenidos. Para lograr este objetivo se proponen las siguientes actividades:

- Crear un sistema web con servidor de base de datos para almacenar y gestionar la información espacial y de sensores.
- Crear usuarios y contraseñas para implementar un sistema de seguridad en la visualización de los datos del aplicativo SIG.
- Crear en el servidor un sistema de gestión que de control al administrador de usuarios que permita la adición eliminación de usuarios. Realizar pruebas.
- Integrar un sistema de datos importados desde la base de datos del sistema web con una interfaz gráfica donde se visualice la información del sistema GIS desarrollado.

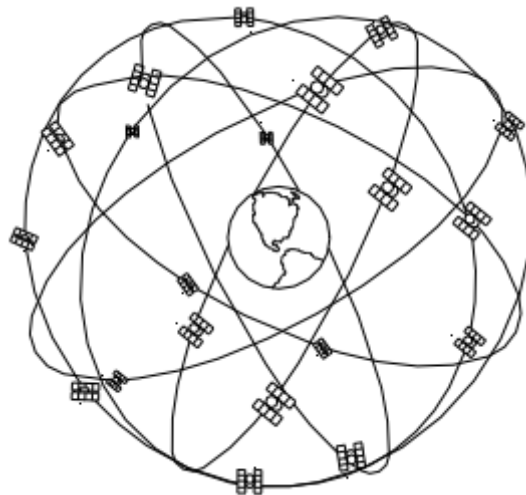
2. Marco Teórico

2.1. GPS (Global Positioning System)

Es un sistema utilizado para la localización de un objeto en toda la tierra, implementado en sus inicios para uso exclusivo en el campo militar por el departamento de defensa de los estados unidos; las características especiales de este sistema es determinar coordenadas espaciales respecto a un marco referencial mundial, la localización del objeto puede ser estática o en movimiento y se puede obtener a cualquier hora del día. El sistema está constituido por los siguientes segmentos:

Espacial: Son el grupo de satélites que sirven como herramienta para poder obtener la posición del objeto, en la actualidad hay 24 satélites para el sistema, cada uno posee un reloj atómico que sirve para medir la sincronización del tiempo entre el objeto y el satélite cuando se establece la señal entre ellos.

Figura 1. Diagrama de satélites GPS.



Fuente: GPS Posicionamiento Satelital [25].

Segmento de control: Es el encargado de monitorear y controlar permanentemente los satélites para determinar orbitas y el tiempo de los relojes en el satélite, la sincronización de los relojes del GPS del objeto y del satélite, y enviar información procesada específica a cada satélite.

Segmento de usuario: Es el conformado por los instrumentos que procesan la señal de los satélites, los cuales esta conformados por una antena y receptor; el receptor está constituido por un cristal de cuarzo para suministrar la frecuencia de referencia y un microprocesador para el cálculo de las coordenadas [25].

2.1.1. Sistema de Coordenadas Geográficas y Rectangulares.

Las notaciones principales de posicionamiento global en el planeta son las coordenadas geográficas y las coordenadas rectangulares.

Coordenadas geográficas: Sus componentes son latitud y longitud, donde la longitud es la medida en grados del meridiano Greenwich, el centro de la tierra y el meridiano que pasa por el punto de interés, varían de 0 grados a 180 grados, en la dirección del este (E) considerándola positiva, y negativa cuando la dirección es oeste (W) ejemplo: $60^{\circ}W$, sesenta grados positivos. La latitud es la medida en grados del ecuador y el centro de la tierra y el paralelo que pasa por el punto de interés, varían de 0 de grados a 90 grados, en el hemisferio norte, y 0 de grados a - 90 grados en el hemisferio sur ejemplo $70^{\circ}S$. Estas coordenadas son muy conocidas para la localización de un punto específico en el planeta, pero el GPS en ciencias agrarias necesita hacer mediciones y cálculos de áreas donde estas coordenadas dificultan mucho estas operaciones [26].

Coordenadas rectangulares: Son la proyección de la transformación de la superficie esférica de la tierra en un plano rectangular, donde cada punto proyectado tiene deformación, existen diferentes sistemas de proyección con un grado me mayor o menor deformación dependiendo del que se utilice, cuando se trata de la utilización del GPS en ciencias agrarias en Sudamérica el sistema más utilizado es el UTM (Universal

Transversa de Mercator), donde permite la proyección de grandes áreas con insignificante deformación y la medida de sus coordenadas es en metros [26].

2.1.2. Algunas aplicaciones del GPS.

El GPS tiene diversas aplicaciones en diferentes sectores económicos las cuales cabe destacar:

- Delimitar áreas de interés gracias a su precisión.
- Dirección de máquinas agrarias, permitiendo a estas a trabajar en la noche.
- Georreferenciamiento de áreas de cultivo dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas. [26]

2.2. GSM (Global System for Mobile communications) Y GPRS (General Packet Radio Service).

2.2.1. GSM.

El GSM es un sistema estándar de comunicación de telefonía móvil, que utiliza acceso múltiple por división de tiempo, que logra transmitir varias señales por un canal de gran capacidad. El GSM utiliza algoritmos de compresión para aumentar las llamadas por un solo canal al reducir la velocidad de la llamada, el sistema GSM está compuesto por elementos que interactúan entre si los cuales son:

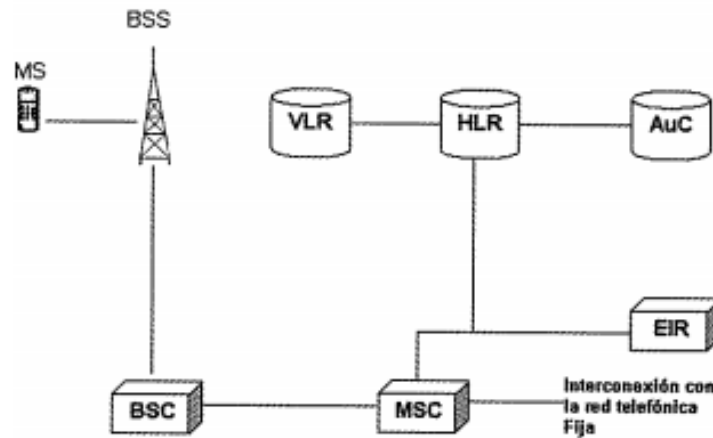
Estación móvil (MS): Esta comprendido por el terminal móvil o teléfono y la SIM que permite la identificación del usuario en el sistema.

Subsistema de estación base (BSS): Encargado de controlar la estación radio, que comprende la estación de base controladora y la BTS o estación base transceptora.

Sistema de comunicación y de red: Encargado de la administración de las comunicaciones y está comprendido por las bases de datos de los usuarios, dispositivos de conexión entre redes registro de usuario y centro de autenticación de estos.

Soporte y Operación: Encargado de la vigilancia y monitoreo de toda la red, y a si mismo de la facturación de las operaciones realizadas.

Figura 2. Arquitectura GSM.



Fuente: Evaluación de la transmisión de datos en una red GPRS por medio de NS2. [27].

2.2.2. GPRS.

Es una extensión del sistema GSM que permite la transmisión de datos por medio de la conmutación de paquetes, la arquitectura es la misma del GSM pero se le agregan dos elementos nuevos para la transmisión de datos:

SGSN (Serving GPRS Support Node): Encargado de la entrega de paquetes en un área específica, traduciendo los paquetes IP en paquetes compatibles con los móviles, autentica los usuarios en la red y realiza la tarificación del servicio.

GGSN (Gateway GPRS Support Node): Es el nodo de conexión de la red externa, encargado de la gestión de entrega de paquetes, autenticación de usuario en red externa, mantenimiento lógico de dicha red y tarificación telefónica de esta.

El GPRS tiene gran ventaja en la trasmisión de paquetes de datos luego independiza la trasmisión de voz con los paquetes, utilizando únicamente el canal cuando el usuario lo necesite así, brindado la confirmación de envió; además tiene un canal de señalización

entre la estación móvil y la estación base, así especificando el servicio requerido dependiendo de las necesidades del usuario.

2.2.2.1 Aplicaciones GPRS.

Por su compatibilidad con el protocolo TCP/IP y su amplia cobertura casi mundial (Salvo en Japón y Corea), el GPRS tiene un amplio alcance en aplicaciones que utilicen navegación de internet e intercambio de ficheros o archivos. Sus aplicaciones más comunes están en el proceso de telecontrol donde su flexibilidad y bajo costo se adecua muy bien a este tipo de procesos. [28].

2.3. Sistema de Información Geográfica (SIG).

La definición de sistema de información geográfica tiene diferentes perspectivas donde los diferentes conceptos serian:

- Un potente conjunto de herramienta para recoger, almacenar, recuperar, transformar y visualizar datos geoespaciales reales para un propósito en específico
- Es un sistema para capturar, almacenar, manipular, analizar, y representar datos referenciados sobre la tierra.
- Un sistema compuesto de hardware, software y procedimientos para la captura, gestión, manipulación, análisis y representación de datos georreferenciados con el objetivo de resolver problemas de planificación y gestión.
- Una tecnología de la información que almacena datos espaciales y no espaciales.
- Un conjunto de procedimientos manuales o informáticos para almacenar y manipular datos georreferenciados.

Estas definiciones planteadas pueden generar confusión al momento de tratar los conceptos de un sistema de información geográfica donde enfocarlo a un fin específico dará más claridad a su definición y se incorporara un contexto como los siguientes:

SIG como disciplina: Es el ámbito de definir y plantear la estructura de dicho sistema como las definiciones anteriores.

SIG como proyecto: Son todas las implementaciones o aplicaciones de la disciplina de SIG, donde se puede hablar de SIG arqueológica, medioambiental o de una comunidad o grupo específico.

SIG como software: Donde es la referencia del SIG como programa o conjunto de programas para el desarrollo de esta disciplina e implementar proyectos de este sistema [34].

2.3.1. WEB SIG

Es el contexto de aplicación SIG, donde permite la representación cartográfica o de datos de un sistema de información geográfica en una o más páginas web, estos elementos y datos están a disposición para los clientes en diferentes servidores donde la petición de estos datos se hace estrictamente mediante un navegador y no mediante un software de escritorio que es previsto hacia personas especializadas en el tema, y la web SIG está orientada al público en general.

Las características principales de este contexto de incorporación del SIG web son:

- No es necesario instalar nada en el ordenador, desde el contexto del cliente, para acceder a la cartografía y funciones avanzadas de un SIG solo basta con el habitual navegador.
- Perfil menos técnico, se impone la posibilidad de agregar información y editarla no solo a personal especializado sino al público en general expandiendo, donde los usuarios puedan crear sus SIG y dar disposición de ellas al usuario.
- Trabajo colaborativo, donde la web SIG ofrece una participación global, donde cualquiera puede incorporar su información y datos geográficos por su implementación en internet.
- La actualización de los datos es más flexible en la web, donde podremos observar el cambio inmediato de los datos de un SIG, donde la web lo hace mucho más sencillo.

- Independencia total del sistema donde el usuario no dispone de restricciones del sistema operativo o del dispositivo que está usando.
- Creación de aplicaciones, donde esta se usan para un fin específico, donde de modo simple se pueden añadir nuevos datos, estas aplicaciones en este ámbito se denominan mashups. [35]

2.4. Firewall.

Reglas de acceso específicas definidas en el servidor para evitar el acceso de información tangible en la red privada donde está el servidor mediante una comunicación cliente servidor, las reglas de acceso son definidas a partir de la estructura y la funcionalidad del sitio o aplicativo web donde se puede permitir todo el tráfico excepto el tráfico definido como denegado o se deniega todo el tráfico excepto el tráfico definido como permitido.

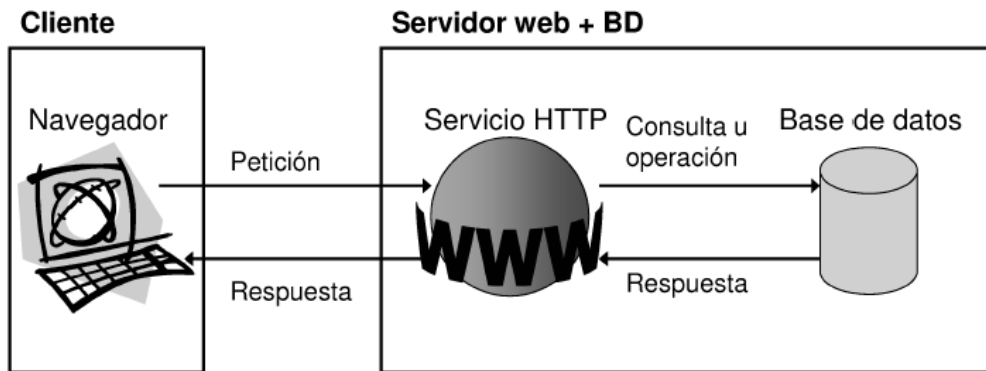
2.5. Servidores.

De acuerdo al sistema propuesto cuenta con dos clases de servidores. Para poder que la aplicación funcione correctamente se necesita la instalación y configuración de diferentes servidores. Se denomina servidor a cualquier dispositivo o sistema que responde, procesa a una solicitud de un cliente.

- Servidor web
- Servidor de base de datos
- Servidor de aplicaciones (API)

En los siguientes esquemas se muestra las diferentes arquitecturas donde se implementan servidores basados en HTTP:

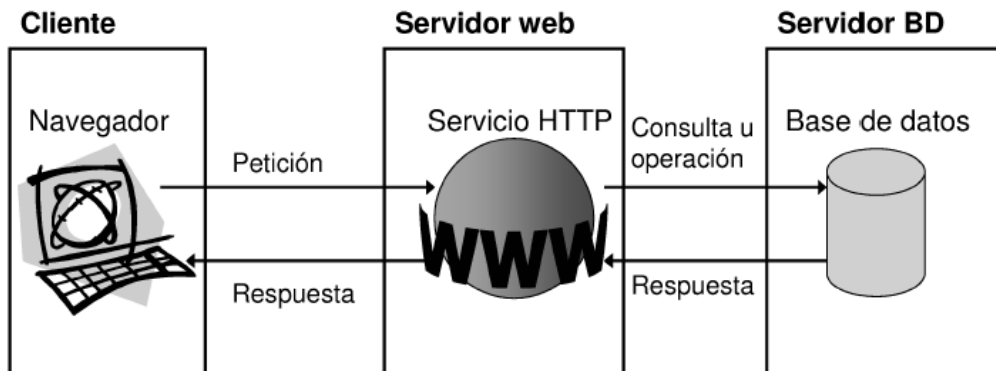
Figura 3. Esquema 1 de arquitectura de servidores.



Fuente: Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. [31].

Servidor web y de bases de datos en el mismo equipo.

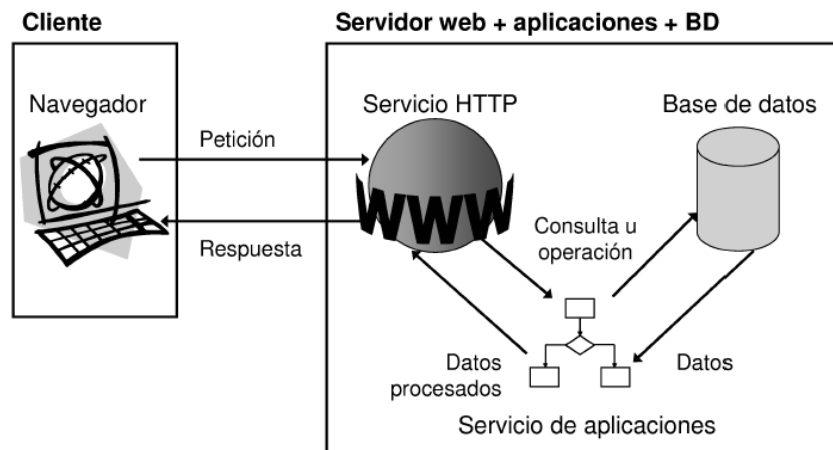
Figura 4. Esquema 2 de arquitectura de servidores.



Fuente: Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. [31]

Servidor de bases de datos y servidor web en diferentes equipos (la comunicación entre estos equipos puede ser local o remota).

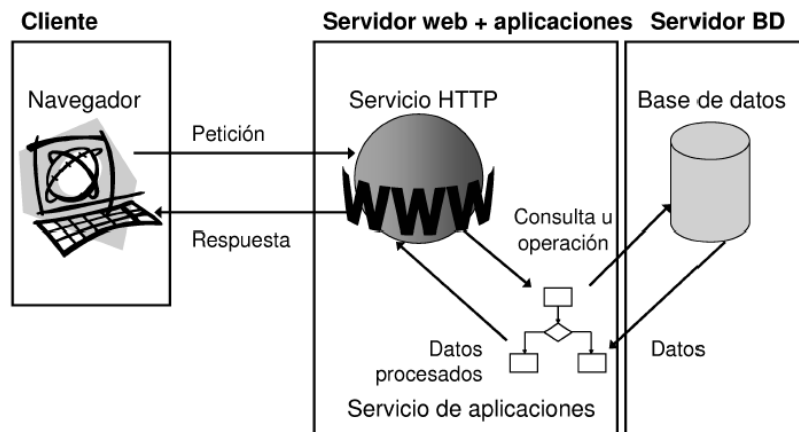
Figura 5. Esquema 3 de arquitectura de servidores.



Fuente: Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. [31]

Tanto el servidor o los servicios de aplicaciones y la base de datos están en el mismo equipo.

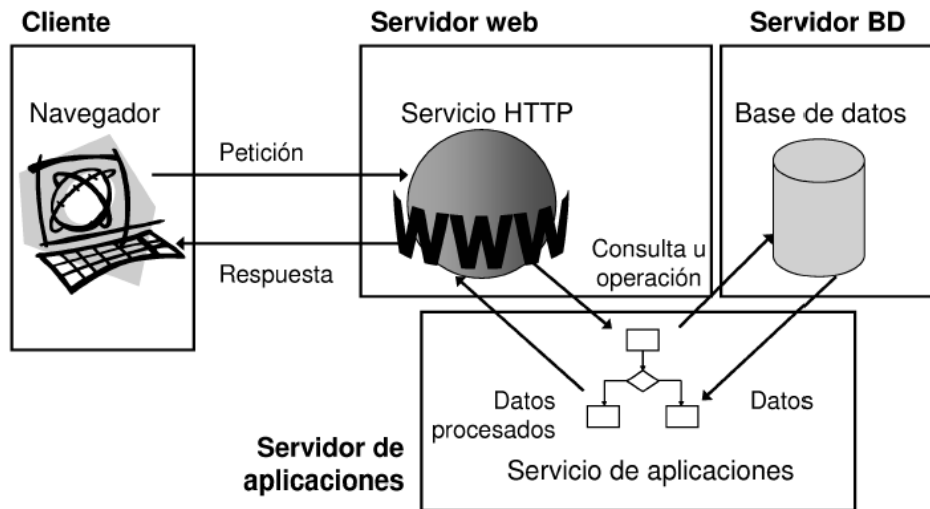
Figura 6. Esquema 4 de arquitectura de servidores.



Fuente: Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. [m9]

Servidor de aplicaciones y servidor web en un mismo equipo, servidor de bases de datos en un equipo diferente.

Figura 7. Esquema 5 de arquitectura de servidores.



Fuente: Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. [31]

Servidores en equipos independientes.

Dependiendo del objetivo y la seguridad que se quiera en el sistema o aplicación estas arquitecturas son las establecidas para implementar un aplicativo o sitio web.

En este caso se recomienda la estructura 4 ya que los datos de los sensores y registros de estos requieren un servidor dedicado para mejor rendimiento y seguridad.

2.5.1. Servidor web

Un servidor web es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones con el cliente mediante protocolos de comunicación establecidos, actualmente el protocolo HTTP es el incurrido para la comunicación servidor-cliente ya que estandarizo la comunicación a nivel mundial, un servidor web básico tiene una secuencia sencilla para poder funcionar: espera una petición por el puerto TCP/IP asignado generalmente el 80, recibe la petición, busca el recurso en la cadena de la petición, envía el recurso por el mismo medio donde recibió la petición y repite el ciclo recibiendo de nuevo la petición[m6], este funcionamiento está basado en un

sitio estático, para el dinamismo de los sitios alojados el servidor web debe soportar un lenguaje de programación dando muchas posibilidades para el uso específico que se le quiera dar a un servidor web, entre estos lenguajes los más usados son: PHP, Asp.Net y Node.js.

En la actualidad los servidores web más usado son, Apache y Microsoft IIS donde apache ofrece más integridad al momento de programar en él ya que es compatible con más lenguajes por parte de servidor que Microsoft IIS siendo este compatible al cien por ciento con Asp.Net.

2.5.2. Servidores virtuales.

Existen servidores web que soportan más de un sitio en un mismo servidor, donde la implementación de un servidor virtual se denomina un servidor independiente creado en un mismo sitio por otro servidor, Apache fue uno de los primeros en implementar servidores virtuales especificados por nombre y luego por IP publica, ahorrando IP que en la actualidad es un material escaso [36].

2.5.3. Servidor de base de datos.

El servidor de base de datos gestiona las actualizaciones de datos, permite el acceso simultáneo de muchos servidores o usuarios web y garantiza la seguridad y la integridad de los datos

Un servidor de bases de datos se utiliza para almacenar, recuperar y administrar los datos de una base de datos y establecer comunicación bidireccional con un aplicativo o programa de procesamiento de datos: un servidor web, una aplicación de escritorio o móvil entre otros; la comunicación puede ser remota o local.

El servidor gestiona las actualizaciones de datos, permite el acceso simultáneo de muchos servidores o usuarios web y garantiza la seguridad y la integridad de los datos.

En la actualidad existen varios motores y gestores de bases de datos y sistemas que se caracterizan en un servidor de base datos como son postgresql, sql server, mysql entre

otros, en esta implementación se requirió de mysql, como motor de base de datos innodb y gestor phpmyadmin.

2.6. Lenguajes de programación y herramientas.

A continuación, se hace un listado de los lenguajes de programación y etiquetado que se usaron para la creación y optimización de la aplicación.

2.6.1. HTML (HyperText Markup Language)

Es el lenguaje de marcado para el procesamiento de documentos en la web, basado en SGLM (Standard Generalized Markup Language) que es más completo y complejo que muestra como etiquetar y organizar un documento, donde HTML defines sus etiquetas basando en las SGLM, el esquema HTML tiene la propiedad de dar formato, según sus etiquetas, se pueden agregar tablas, imágenes, ajustar el tamaño de letra, y la distribución del documento.

Evolución de HTML

Desde la fundación de W3C (World Wide Web Consortium), HTML ha tenido cambios significativos, llegando a estandarizar versiones estables que son: HTML 2.0, HTML 3.2, HTML 4.0, HTML 4.01, XHTML Y HTML 5. XHTML como una aplicación de XML, que es un lenguaje de marcado, donde la diferencia es que el usuario define sus propios marcadores, respetando la estructura del documento, generalmente el XLM se utiliza para intercambio de información luego su arquitectura no está diseñada para la visualización que un navegador pueda interpretar fácilmente [29], y HTML 5 como continuación del proceso que tenía HTML sin tener en cuenta las inclusiones del XML.

Etiquetas principales de HTML

- Etiquetas que dan estructura del documento: <HTML>, <HEAD> y <BODY>.

- Etiquetas que van en la cabecera: <TITLE>, <BASE>, <META>, <STYLE> y <LINK>.
- Etiquetas de bloques de texto: <ADDRESS>, <BLOCKQUOTE>, <DIV>, <H1>, <H2>, <H6>, <P>, <PRE> y <XMP>
- Etiquetas de listas: <DIR>, <DL>, <DT>, <DD>, <MENU>, , y .
- Etiquetas de características del texto: , <BASEFONT>, <BIG>, <BLINK>, <CITE>, <CODE>, , , <I>, <KBD>, <PLAINTEXT>, <SMALL>, <S>, <STRIKE>, , <SUB>, <SUP>, <TT>, <U> y <VAR>.
- Etiquetas de anclas y enlaces: <A>.
- Etiquetas de tablas: <TABLE>, <CAPTION>, <TR>, <TD> y <TH>.
- Etiquetas de formularios: <FORM>, <INPUT>, <SELECT>, <OPTION>, <TEXTAREA>, <KEYGEN> y <ISINDEX>.
- Etiquetas de marcos: <FRAME>, <FRAMESET> y <NOFRAMES>.
- Etiquetas de situación de contenidos: <LAYER>, <ILAYER> y <NOLAYER>.
- Etiquetas de script: <SCRIPT>, <NOSCRIPT> y <SERVER>.
- Etiquetas de applets y plug-ins: <APPLET>, <PARAM>, <EMBED>, <NOEMBED> y <OBJECT>.
- Etiquetas de ajuste del texto:
, <CENTER>, <HR>, <MULTICOL>, <NOBR>, <SPACER>, y <WBR>.[m7]

HTML5

El nuevo estándar HTML 5 ofrece más versatilidad e integra nuevos elementos para más interacción entre el usuario y la web entre las cosas nuevas están:

- nuevos elementos de estructura y semántica: <header>, <footer>, <article>, y <section>.
- Nueva forma de control de atributos: like number, date, time, calendar, and range.
- Nuevas etiquetas de diseño gráfico: <svg> y <canvas>.
- Nuevos elementos de multimedia: <audio> y <video>.

Además de agregar nuevas etiquetas y atributos la integración con APIs (Application Programming Interface) propias del lenguaje como las siguientes:

- Geolocalización: permite ubicar geográficamente un usuario.
- Arrastrar y soltar: permite realizar una acción cuando se arrastra y se suelta un elemento de la página.
- Almacenamiento local: permite el almacenamiento de datos por parte del lado del usuario sin recurrir a las cookies (forma de almacenar datos locales haciendo una petición al servidor), y teniendo la ventaja de no recurrir a transferir esos datos al servidor.
- Aplicación cache: permite guardar contenido en cache para la poder abrir la página si recurrir la conexión a internet, aumentar la velocidad de carga y descongestionar el servidor.
- Trabajador web: permite a un elemento de JavaScript trabajar en segundo plano sin afectar el rendimiento de la página.
- Evento enviado por el servidor (SSE): permite visualizar evento o notificaciones que el servidor envía por actualizaciones hechas en esta. [37]

2.6.2. PHP (Hypertext Preprocessor)

Es un lenguaje interpretado de alto nivel embebido en documentos HTML y ejecutado en el servidor, la codificación PHP está incluida en el código HTML como se ve en la figura, donde se diferencia del sistema CGI donde el código de programación no estaba incrustado dentro del código HTML.

Figura 8. Inclusión de código PHP en código HTML.

```
<html>
  <head>
    <title>Ejemplo PHP</title>
  </head>
  <body>
    <?php echo "Hola, este es un ejemplo con PHP!"; ?>
  </body>
</html>
```

Fuente: Manual PHP. [m10]

Para poder incrustar el código y entrar a modo PHP se debe insertar etiquetas especiales para que el navegador reconozca el código PHP, donde se compila en el servidor no el cliente diferenciándose así de JavaScript, el usuario no podrá ver el código sino la respuesta de este en el navegador.

La utilidad básica de PHP es procesar información de formularios, generar contenido dinámico, enviar y recibir cookies, donde su utilidad más destacable es el soporte amplio con diferentes gestores y motores de base de datos como los siguientes: Adabas D, dBase, Empress, FilePro, IBM DB2, Informix, Ingres, InterBase, FrontBase, mSQL, MySQL, ODBC, Oracle (OCI7 and OCI8), PostgreSQL, Solid, Sybase, Velocis y Unix dbm.

Otra característica notable es el soporte con protocolos ajenos a HTTP como: IMAP, SNMP, NNTP y POP3 (protocolos de correo electrónico). [32]

2.6.3. SQL (Structured Query Language)

SQL es un lenguaje aplicado a bases de datos relacionales, donde se emplea filas y columnas basadas en tablas y se define relación a la agrupación de datos en esta estructura

Donde SQL es un estándar para la comunicación de la aplicación y la base de datos mediante una estructura de no procedimiento considerando un sublenguaje con respecto a otros lenguajes de programación como java y c++, pero aun así permite crear objetos y mantenerlos en una base de datos, asegurarlos y manipular información de estos.

El lenguaje SQL tiene estructuras definidas para la creación de objetos y manipulación de la información donde se puede clasificar de la siguiente forma:

Lenguaje de control de datos (DCL, Data Control Language): Es el que permite controlar quien o que tiene acceso a los objetos con las instrucciones GRANT o REVOKE que se usan para permitir o restringir la visualización y la manipulación de objetos o datos a usuarios específicos.

Lenguaje de definición de datos (DDL, Data Definition Language): Las estructuras de este grupo sirven para crear, modificar o borrar objetos en una base de datos como tablas, vistas, esquemas, dominios, activadores, y almacenar procedimientos, las instrucciones básicas de este grupo son CREATE, ALTER y DROP, la primera para crear, la segunda para modificar y la última para borrar.

Lenguaje de manipulación de datos (DML, Data Manipulation Language): Se usan para recuperar, agregar, modificar o borrar datos almacenados en los unos bases de datos, las instrucciones de este grupo son: SELECT, INSERT, UPDATE y DELETE donde SELECT recupera datos, INSERT agrega un nuevo dato y DELETE borra un dato.

Además el lenguaje SQL tiene diferentes tipos de ejecución, donde interactuar con la base de datos dependiendo del lenguaje de programación de soporte, tienen diferentes resultados según su ejecución, las formas de ejecución del lenguaje SQL son:

Invocación directa: Donde se utiliza una interfaz para insertar la sentencia o estructura SQL, donde los resultados de la consulta se muestran en la misma interfaz.

SQL incrustado: Este tipo de ejecución es cuando las sentencias SQL están incrustadas directamente en el código de un lenguaje de programación de soporte como C, donde un preprocesador desglosa el código SQL y el código del lenguaje de programación.

Unión de módulo: este se ejecuta mediante creación de bloques o módulos que están independientes del código de programación, donde los módulos contienen procedimientos en donde intervienen las sentencias SQL.

Interfaz convocatoria a nivel (CLI, Call-level interface): Permite invocar sentencias SQL a través de una interfaz donde se puede ejecutar y procesar los datos.

2.6.4. JavaScript- JQUERY

Para procesar contenido dinámico (Nombres de usuario Contraseñas). Este proceso se realiza antes de la validación por parte del servidor, durante el ingreso de los datos en los formularios.

2.6.5. AJAX (Asynchronous JavaScript And XML)

Es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones que requieran intercambio en tiempo real de información desde el servidor hacia el cliente. Útil para la actualización de las variables de campo, gracias a las características mencionadas anteriormente.

2.6.6. Highcharts

Lanzado en 2009, Highcharts es una biblioteca de gráficos escritos en JavaScript puro, que ofrece una manera fácil de añadir gráficos interactivos a su sitio web o aplicación web. Diseñado desde cero para navegadores móviles, todo, desde el zoom multitáctil y herramientas que responden muy bien en plataformas móviles. En los navegadores modernos los gráficos se representan en los formatos SVG, VML con soporte para navegadores antiguos (por ejemplo Internet Explorer 6). (<http://www.highcharts.com/>)

2.6.7. Leaflet

Leaflet es la biblioteca JavaScript líder de código abierto para mapas optimizados e interactivos para dispositivos móviles. Con un peso de aproximadamente 33 KB de JS, que incluye la mayoría de las características para la creación de mapas que los desarrolladores casi siempre necesitan.

Leaflet está diseñado pensando en la simplicidad, rendimiento y facilidad. Funciona de manera eficiente en todas las principales plataformas de escritorio y móviles, se puede ampliar con una gran cantidad de plugins, tiene una muy bien estructurada, fácil de usar y una API bien documentada. (<http://leafletjs.com/>).

3. Estado del arte

Debido al constante crecimiento tecnológico durante las últimas décadas y aprovechando que estos avances tiene como principal objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, se ha realizado la aplicación de estas tecnologías en diversos campos de estudio. Uno de estos campos es la agricultura, llevando a la creación de técnicas conocidas en el sector como agricultura de precisión, estas técnicas buscan mejorar la eficiencia del sector agrícola y hacerlo más productivo y estable ante la creciente necesidad de cumplir con la capacidad de alimentos que exige el mundo actual.

En la actualidad hay una gran cantidad de información sobre las técnicas de la agricultura de precisión y la aplicación de estas, como en el artículo “Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges” en donde se hace una documentación sobre el estado del arte de las redes de sensores inalámbricas, siendo estas la estructura física en el terreno para la medición de las variables espacio temporales. La medición y monitoreo de variables como la humedad del suelo y las condiciones climáticas pueden permitir establecer estándares o criterios para la optimización de las labores en la agricultura, como por ejemplo, la irrigación de los cultivos o la cantidad eficiente de fertilizantes y pesticidas para ser aplicados en el terreno. En esta documentación también se presentan los tipos de comunicación y tecnologías que en un futuro según los autores podrían ofrecer gran potencial en las técnicas de la agricultura de precisión, entre las tecnologías se encuentra el uso de servidores de base de datos y web para el almacenamiento y envío de información hacia centrales recolectoras para ser posteriormente visualizada y analizada. [14].

En la búsqueda de la optimización de los cultivos y el conocimiento con certeza de lo que ocurre en esto en el artículo “INCOME: Practical land monitoring in precision agriculture with sensor networks” se propone el desarrollo de una práctica de monitoreo la cual consiste en dividir el terreno en partes más pequeñas buscando los resultados más óptimos para poder realizar la medición de las zonas oscuras y claras dentro de un cultivo, con el fin de determinar la densidad de la semilla y la distribución de calidad del

suelo. Esta medición aproximada de dichas zona se logra con el uso de redes de sensores inalámbricos (WSN), una base de datos para almacenar los datos obtenidos en campo y el uso de la teoría de Monte Carlo. Con la obtención y determinación de las zonas oscuras y claras dentro del cultivo se pretende llevar a cabo la aplicación precisa de los tratamientos fertilizantes al suelo. [17].

Otra de las alternativas para el monitoreo haciendo uso de las técnicas de la agricultura de precisión se presenta en el artículo “Integrated open geospatial web service enabled cyber-physical information infrastructure for precision agriculture monitoring” en el cual los autores diseñaron y crearon un servicio web geoespacial libre-abierto integrando una estructura física-virtual para monitoreo de sensores en agricultura de precisión. Esta infraestructura física virtual puede integrar la comunicación entre los clientes y las bases de datos permitiendo la visualización en tiempo real, la compartición, reutilización e interoperabilidad para la cooperación. Lo que busca este desarrollo es explorar las ventajas de los servicios geoespaciales libres-abiertos, la habilitación de sensores web (SWE) e infraestructura virtual para agricultura de precisión. Al finalizar validaron la estructura virtual y de acuerdo a los resultados obtenidos, los autores la califican como una solución óptima y moderna. [18].

Otros desarrollos han sido probados en cultivos en específico, tal como presenta el artículo “Smart Monitoring of Potato Crop: A Cyber-Physical System Architecture Model in the Field of Precision Agriculture” en donde los autores presentan un sistema que tiene como propósito permitir a los administradores y dueños de granjas seguir la evolución con certeza de los parámetros de interés, con la finalidad de incrementar la productividad de la actividad agricultora. Haciendo uso de un Cyber- Physical Systems (CPS), los autores presentan un método para determinar la mejor topología de redes de sensores (WSN) a ser aplicada, de igual manera la arquitectura de un sistema para el monitoreo del estado de la vegetación del cultivo de papa, compuesto por: Una capa física, Una capa de red, una capa de decisión y la capa de aplicación, en las cuales los datos e información espacio temporal de sensores es capturada para luego ser transmitida hacia el usuario final a través de redes inalámbricas, LAN, o internet.

Con la arquitectura propuesta los autores buscan incrementar la gestión y productividad de la actividad agricultora con un importante impacto económico, haciendo de la actividad agricultora una actividad sustentable y sostenible. [19].

A continuación se presentan otros desarrollos y trabajos en donde se utilizan las técnicas de agricultura de precisión para el monitoreo y en algunos casos supervisión de las variables medidas en campo con el propósito de tomar decisiones que promuevan el mejoramiento y eficiencia de los cultivos:

En el artículo “Topology Optimization in Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture Applications” los autores presentan un método para determinar la mejor topología de sensores para ser aplicados en redes de sensores inalámbricas (WSN), también presentan una estructura en donde los datos e información espacio temporal de sensores es transmitida hacia el usuario final a través de redes inalámbricas o internet. [20].

En el artículo “USEME: A Service-oriented Framework for Wireless Sensor and Actor Networks” los autores proponen un framework, el cual busca ser un modelo programable de alto nivel que permita definir los servicios e interacciones para la construcción de aplicaciones en la plataforma, independientemente de la forma en la que operen, esto es realizado con la motivación de llevar a cabo tareas como el monitoreo de temperatura, ventilación, servicios de aire acondicionado, seguridad, etc. y tareas de control ante el acontecimiento de eventos extremos tales como fuego, daño estructural y fallas de seguridad por intrusos.

Todos los parámetros son capturados por sensores y recolectados por redes de sensores inalámbricas (WSN) y enviados al framework USEME, el cual tiene un lenguaje del mismo nombre, en donde se describen las partes de la estructura física implementada, como nodos, grupos y servicios del framework.

El sistema propuesto por los autores deber ser independiente de cualquier plataforma de hardware y sistema operativo, para lo cual los autores proponen desarrollar un traductor que tome la parte declarativa del lenguaje “USEME” y genere un programa en C#, java o

nesC que use las aplicaciones suministradas por la API y un programa intermedio que permita la conexión entre un cliente y una base de datos, con el fin de almacenar las variables espacio temporales y ejecutar la toma de decisiones y acciones de control ante el acontecimiento de cualquier evento extremo. [21].

En el artículo “A Monitoring System Based on Wireless Sensor Network and an SoC Platform in Precision Agriculture” los autores proponen un sistema de monitoreo de las variables espacio temporales de campo, haciendo uso de redes de sensores inalámbricos (WSN), un sistema en chip (SoC) y el uso de un servidor web para la visualización de las variables medidas.

Este sistema está compuesto de tres partes. En el primer lugar se encuentra los sensores puestos en campo y sus respectivos acoples electrónicos para la captura eficiente de los parámetros medidos; en segundo lugar se encuentra un módulo Zigbee que fue usado para transmitir las señales de campo de manera inalámbrica y en tercer lugar la plataforma (SoC) en la que la información es enviada hacia el servidor web.

Las variables espacio temporales medidas, tales como temperatura, temperatura del suelo, humedad, humedad del suelo, dióxido de carbono e iluminación pueden ser monitoreadas y visualizadas por los usuarios en la página principal del servidor web. El uso de un servidor web para realizar esta tarea simplifica el diseño de la interfaz humano-máquina y permite una gran compatibilidad y fácil acceso a la información. [22].

En el artículo “Prescription Map Generation Intelligent System of Precision Agriculture Based on Web Services and WebGIS” los autores proponen la creación de un sistema inteligente que genere mapas de prescripción para la optimización de la distribución de fertilizantes e irrigación en el suelo haciendo uso de las técnicas de la agricultura de precisión. La creación del mapa se hace usando los fundamentos de los sistemas de información geográfica (SIG) y aplicando interpolación a los datos obtenidos. El modelo creado es un sistema orientado al servicio y debido a que esta implementado en un servidor web, se hace accesible, ser expandido a futuro y la posibilidad de compartir y reutilizar los modelos generados. [23].

En el artículo “Research on GIS-based Agriculture Expert System” los autores presentan una investigación en la cual, haciendo uso de los sistemas de información geográfica (SIG), la minería de datos y las tecnologías web se realiza la creación de un sistema experto de decisión para la generación de una tasa de fertilización variable para el suelo de acuerdo a las propiedades que este tenga. El sistema tiene como interfaz humano-máquina un navegador web y la información que el sistema procesa y su resultado es almacenado en bases de datos y visualizados en el navegador a través del desarrollo creado. [24]

4. Modelo propuesto y requerimientos del sistema.

Lo que se propone en este proyecto es la creación de una aplicación SIG, para el monitoreo y supervisión de variables en campo, haciendo uso de tecnologías actuales y aplicando las técnicas de la agricultura de precisión. Ya que es posible crear dos tipos de aplicaciones SIG, aplicaciones de escritorio y aplicaciones web, se escoge la aplicación web SIG porque uno de los propósitos de la aplicación a diseñar es permitir el acceso desde cualquier lugar y de cualquier persona (con sus respectivas credenciales de usuario) desde cualquier dispositivo que cuente con una conexión a internet y un navegador web.

Para cumplir con lo propuesto se utilizara los datos que serán enviados desde el campo (cultivos) a través de la red celular hacia el servidor web por medio de un dispositivo GRPS. Estos datos son, además de la posición geoespacial (latitud y longitud), la temperatura, humedad del suelo, humedad del ambiente, radiación solar, dirección del viento y velocidad del viento.

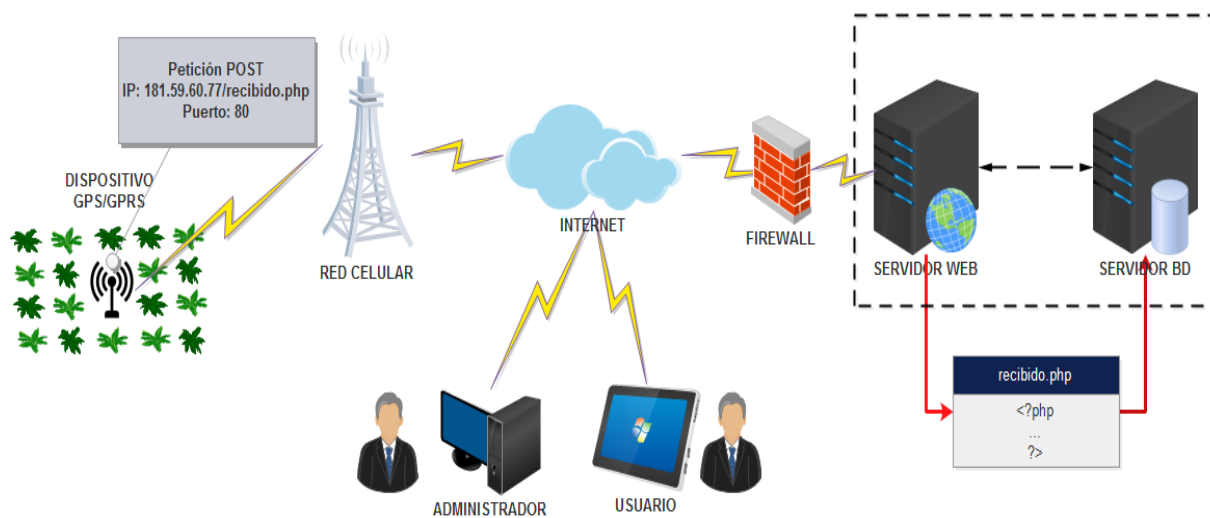
Una vez la información enviada desde el campo ha llegado al servidor web, se verifica que los datos enviados sean correctos y posterior a esto son procesados y almacenados según corresponda en las tablas de la base de datos, esto posibilitara que los usuarios puedan acceder a la aplicación web desde cualquier dispositivo y obtengan acceso a las siguientes características de la aplicación web SIG:

- Aplicación web amigable para los usuarios con soporte para realizar y aprovechar al máximo cada una de las funciones y características de la aplicación.
- Cuenta de usuario con funciones como cambiar nombre, cambiar contraseña y cambiar mail.

- Ubicación geoespacial de los sensores y los valores de las magnitudes físicas en campo en tiempo real.
- Reporte gráfico de todas las variables de campo.
- Reporte de todas las variables en formato de archivo pdf.

En la figura siguiente se ilustran las tecnologías y algunas de las herramientas presentes en el desarrollo de la aplicación web SIG.

Figura 9. Diagrama del sistema.



Fuente: Autores

5. Estructura de la aplicación.

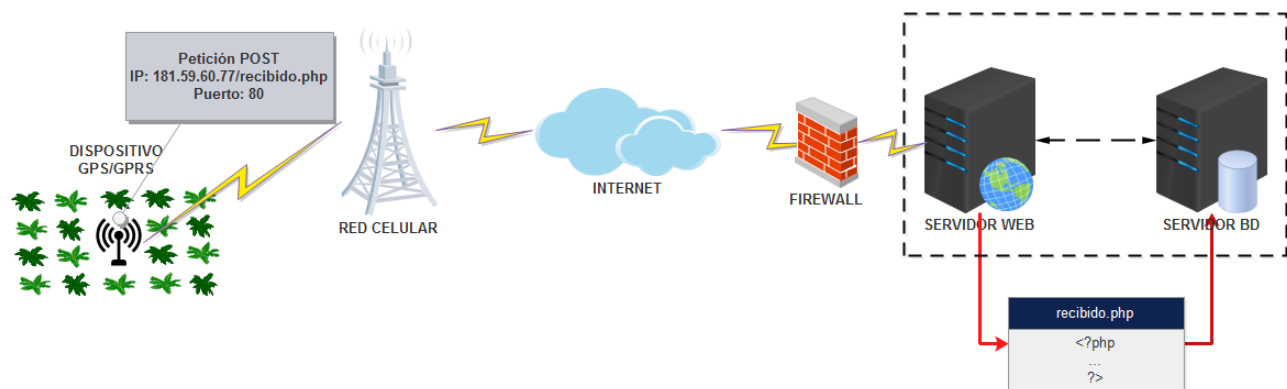
Basado en el modelo propuesto, se dividió el sistema de la aplicación en los siguientes módulos.

5.1. Módulo de comunicación

En este módulo del sistema se define el protocolo de comunicación entre el cliente y el servidor de la aplicación. El módulo de comunicación es el núcleo del sistema.

En la figura a continuación se presenta el diagrama del módulo de comunicación, el cual, como aparece ilustrado empieza desde la transmisión de datos en el dispositivo GPRS hasta la llegada de estos al servidor web de la aplicación.

Figura 10. Estructura módulo de comunicación.

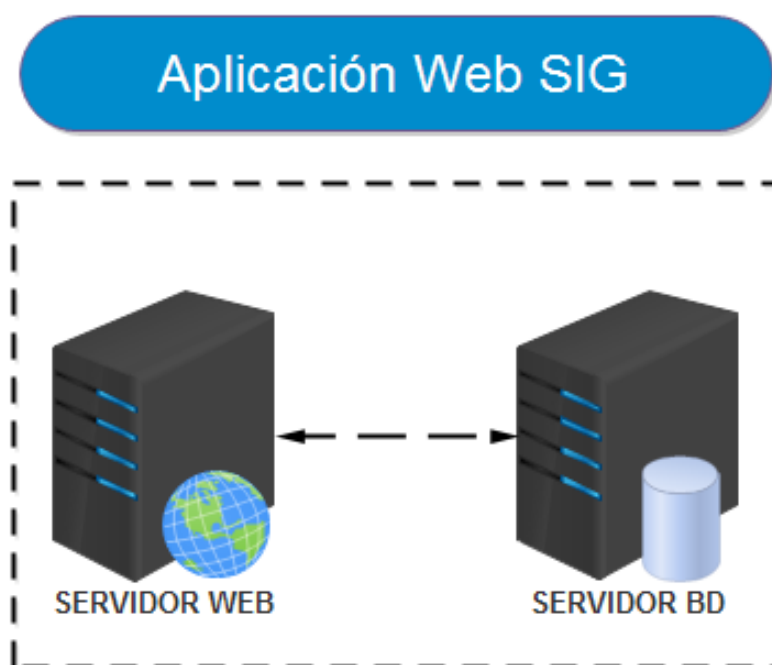


Fuente: Autores

5.2. Módulo de Gestión de datos

En este módulo se almacena los datos de los usuarios y variables físicas medidas en campo, y crea dependencia para cada usuario y sus datos de campo.

Figura 11. Módulo de gestión de datos.



Fuente: Autores.

5.3. Módulo de Administración

Encargado de la gestión y manejo de usuarios. Este módulo tiene un enlace de acceso desde la página de inicio de la aplicación. Cuenta con las siguientes características:

- Agregar Usuario
- Eliminar Usuario
- Agregar archivo de Aplicación.

Figura 12. Acceso al Módulo de Administración.



Fuente: Autores.

5.4. Interfaz de Usuario

Es el medio por el cual el usuario puede obtener la información sobre su cultivo y realizar las consultas aprovechando las herramientas de la aplicación web SIG. Cuenta con las siguientes características:

- Selección de lote (Un lote único)
- Geolocalización.
- Reporte Grafico (Con selección de tiempo).

- Reporte tabla en formato pdf (Con selección de tiempo).

Además cuenta con funciones básicas de usuario, tales como:

- Cambiar nombres.
- Cambiar contraseña.
- Cambiar dirección de correo electrónico.

Figura 13. Acceso a Interfaz de Usuario.



Fuente: Autores.

6. Instalación, implementación de los módulos y puesta en marcha de la aplicación

En este capítulo se describen de la manera más detallada y breve la instalación de las herramientas y la configuración de las mismas para el correcto funcionamiento de la aplicación, de esta misma manera se realizara la implementación de cada uno de los módulos de la aplicación.

6.1. Instalación y configuración de los servidores.

Para el desarrollo de esta aplicación se requerirá la instalación de un servidor web y de un servidor de base de datos. Como requisito en un servidor web se requieren tener como mínimo los siguientes paquetes en nuestro equipo que servirá de servidor.

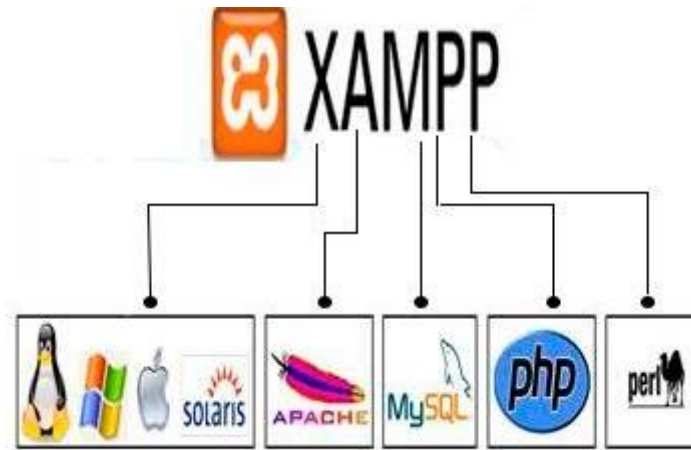
- Servidor Apache.
- PHP.

La instalación de estos paquetes en sus versiones más recientes o en la versión que se requiera, se puede realizar de manera individual, es decir paquete por paquete o en un paquete compuesto por cada uno de ellos. En este proyecto se optó por la facilidad de instalación, por esta razón se escogió un paquete de instalación que contiene todos los requerimientos básicos para la implementación de un servidor web y además que incluye los paquetes y herramientas necesarios para la aplicación:

- Apache 2.4.17.
- PHP 5.6.20.
- PhpMyAdmin 4.5.1.
- OpenSSL 1.0.2.

El paquete a instalar se llama XAMPP y viene en su última versión 5.6.20. Xampp cuenta con las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación y además hay una versión disponible para cada uno de los sistemas operativos más usados en la actualidad.

Figura 14. Xampp

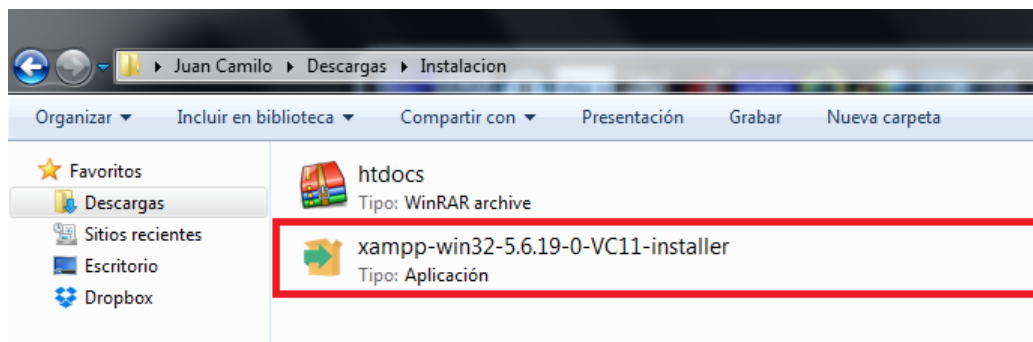


Fuente: Autores.

El archivo ejecutable de la versión de Xampp, que instalará las herramientas necesarias para el proyecto se encuentra en la dirección web <https://www.apachefriends.org/>, allí encontrará la versión que corresponda a su sistema operativo y la arquitectura del mismo.

Para la instalación que se realizó en el presente proyecto y de acuerdo a la infraestructura de hardware y de software propia (computador portátil, sistema operativo Windows 7 con arquitectura de 32 bits), se realizó la descarga del archivo ejecutable correspondiente a estas especificaciones.

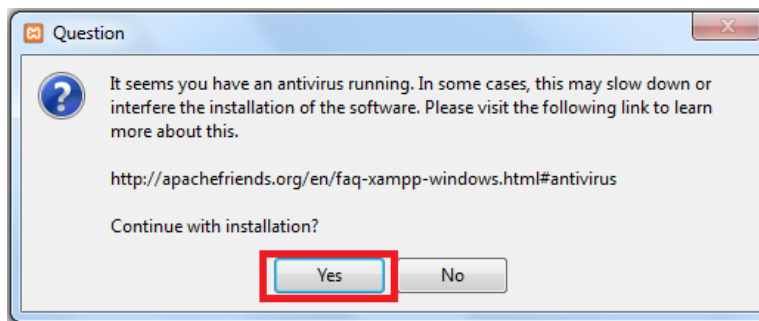
Figura 15. Instalador de Xampp.



Fuente: Autores.

Una vez el archivo se ha descargado se procede a la instalación del paquete, en caso de tener un programa antivirus en el computador que será utilizado como servidor, se visualizará una notificación. La selección se realizó tal como se muestra en la Figura 8.

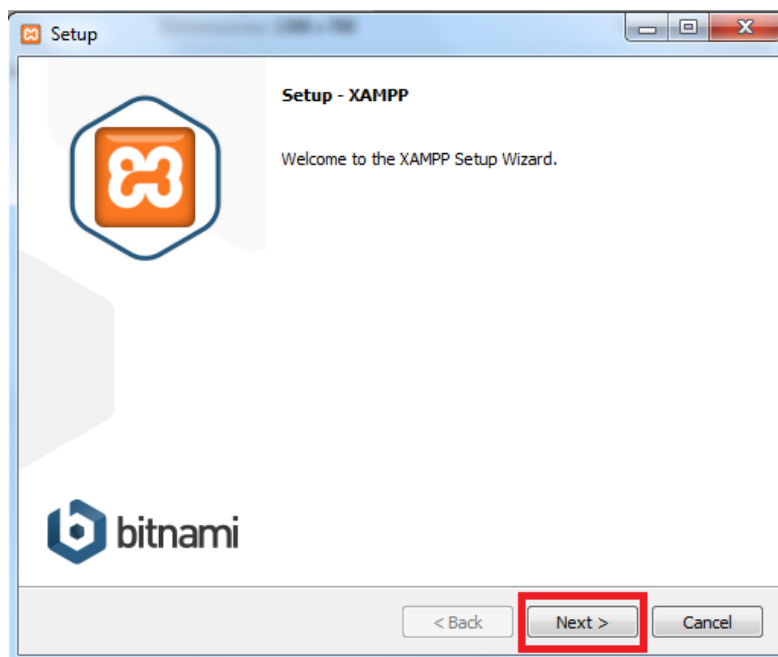
Figura 16. Paso de instalación N° 1.



Fuente: Autores.

Una vez realizado el paso anterior, se mostrara la ventana del asistente de configuración del instalador de Xampp. Se realizó la selección, tal como se muestra en la Figura 9.

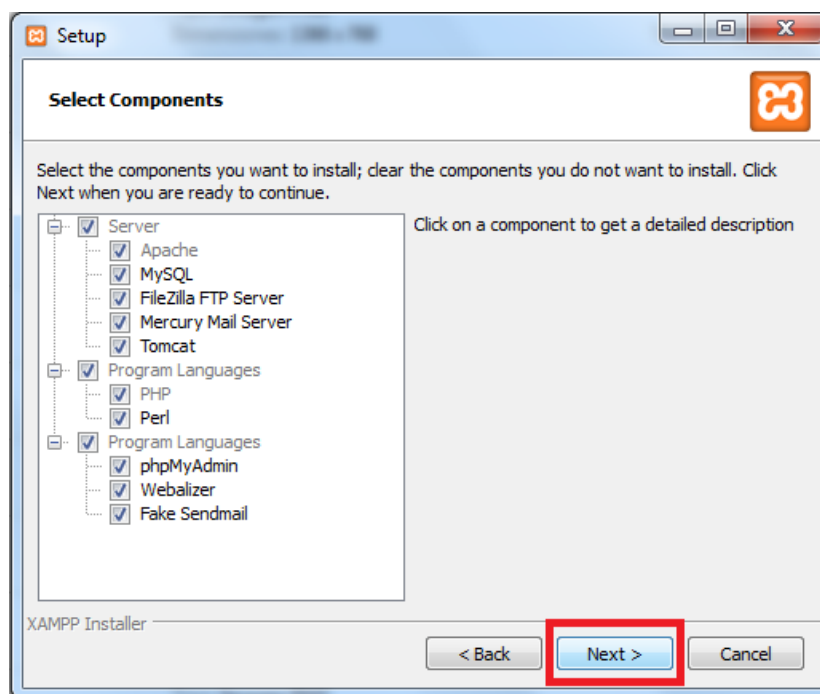
Figura 17. Paso de instalación N° 2.



Fuente: Autores.

Seguando con el asistente de instalación, se procedió a seleccionar cada uno de los componentes a instalar y se realizó la selección tal como se muestra en la Figura 10.

Figura 18. Paso de instalación N° 3.



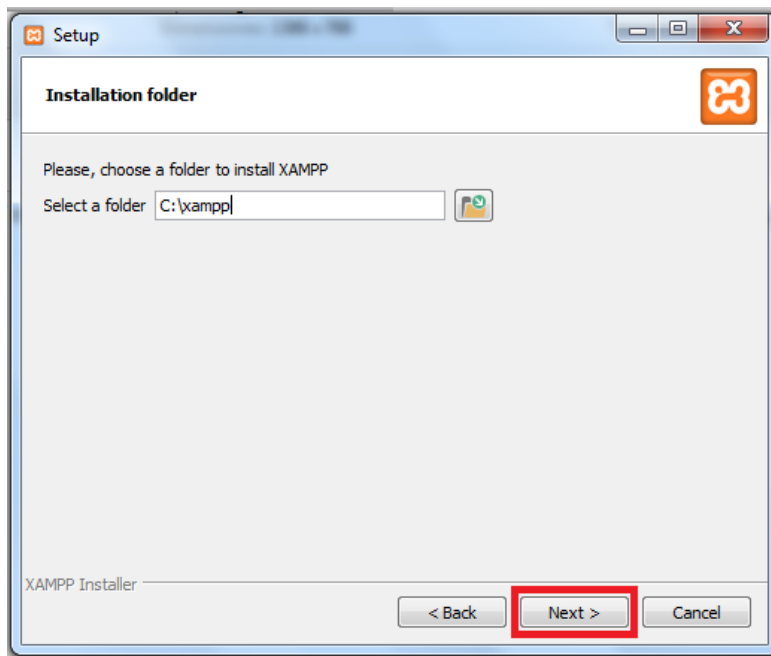
Fuente: Autores.

Continuando con el proceso de instalación, el asistente le permitirá seleccionar la ruta o directorio de instalación de los componentes previamente seleccionados, por defecto, estos serán instalados en la ruta "C:\xampp". Se seleccionó el directorio por defecto y se realizó la selección tal como se muestra en la Figura 11.

Realizado el paso anterior, el asistente le permitirá instalar otro tipo de complementos. Se desmarco la casilla y se realizó la selección de la misma manera que se muestra en la Figura 12.

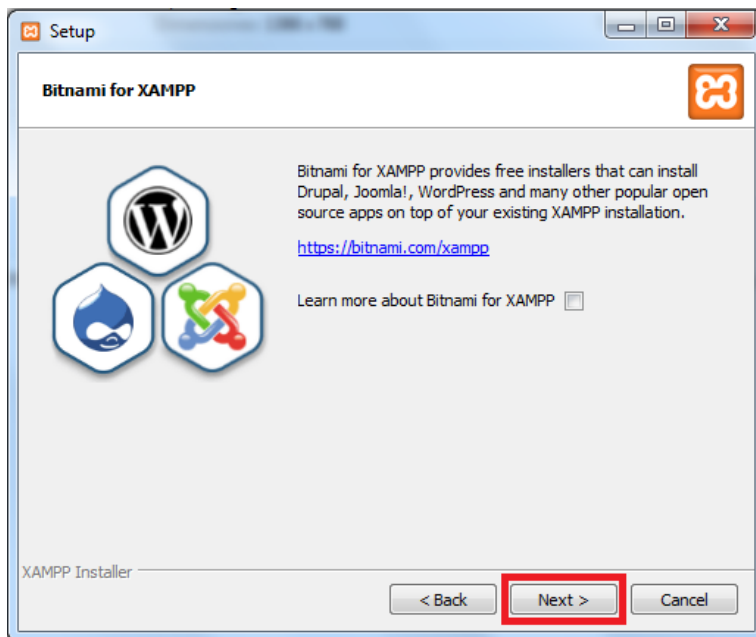
Por último, el asistente de instalación le solicitara confirmación para empezar la instalación. La selección se realizó tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 19. Paso de instalación N° 4.



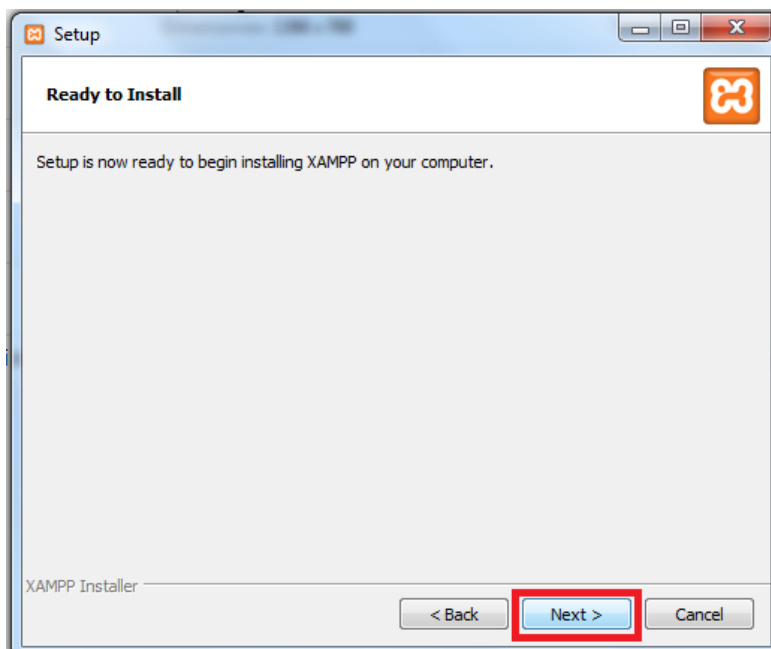
Fuente: Autores.

Figura 20. Paso de instalación N° 5.



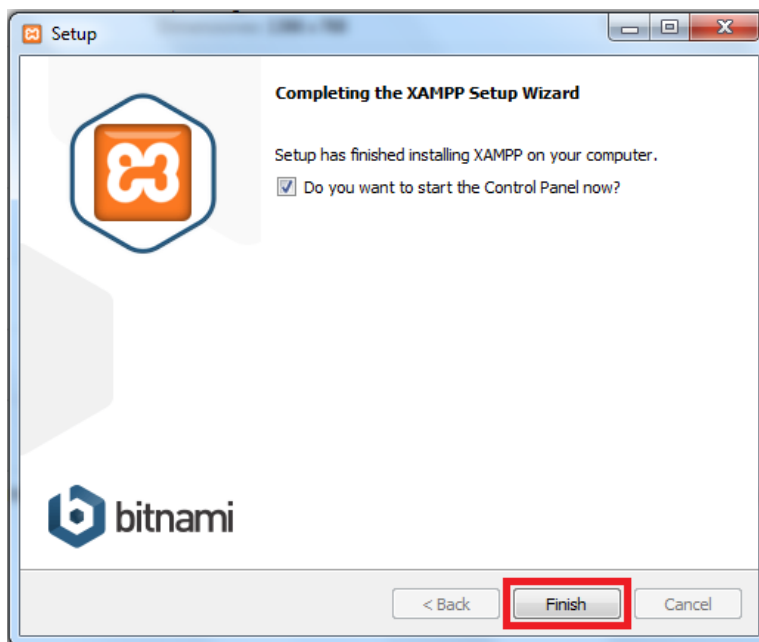
Fuente: Autores.

Figura 21. Paso de instalación N° 6.



Fuente: Autores.

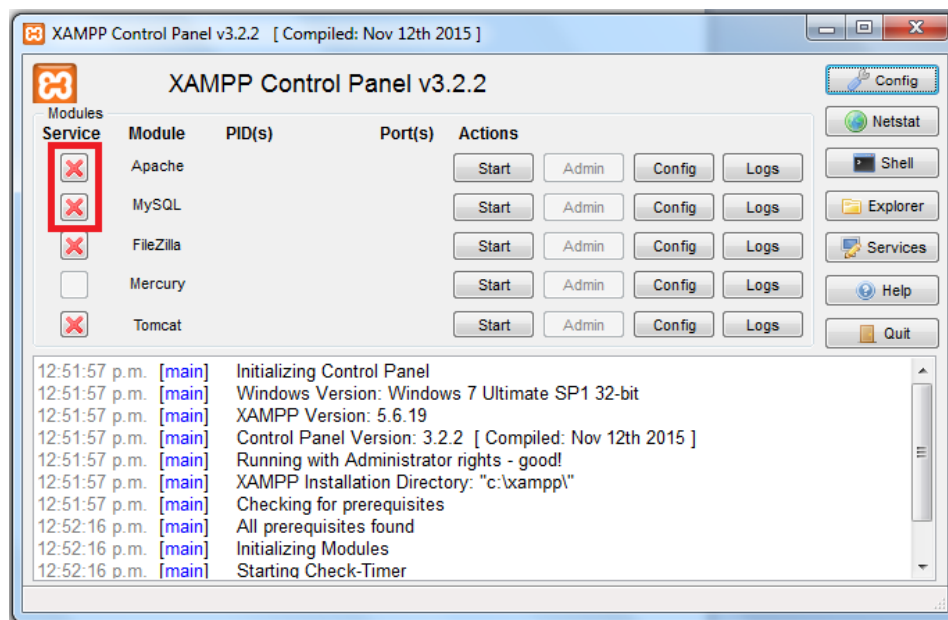
Figura 22. Paso de instalación N° 7.



Fuente: Autores.

Una vez la instalacion de los componentes ha terminado, el asistente de instalacion suministrara la opcion de abrir el panel de control de Xampp tan pronto como se finalice este mismo, para ello, se realizo la selecci3n tal como aparece en la Figura 14. Una vez abierto el panel de control se procede a la instalacion de los servicios de Apache y MySQL; estos servicios se instalaron haciendo click en el area mostrada en la Figura 15 y posteriormente se realizo la selecci3n tal como se muestra en la Figura 16.

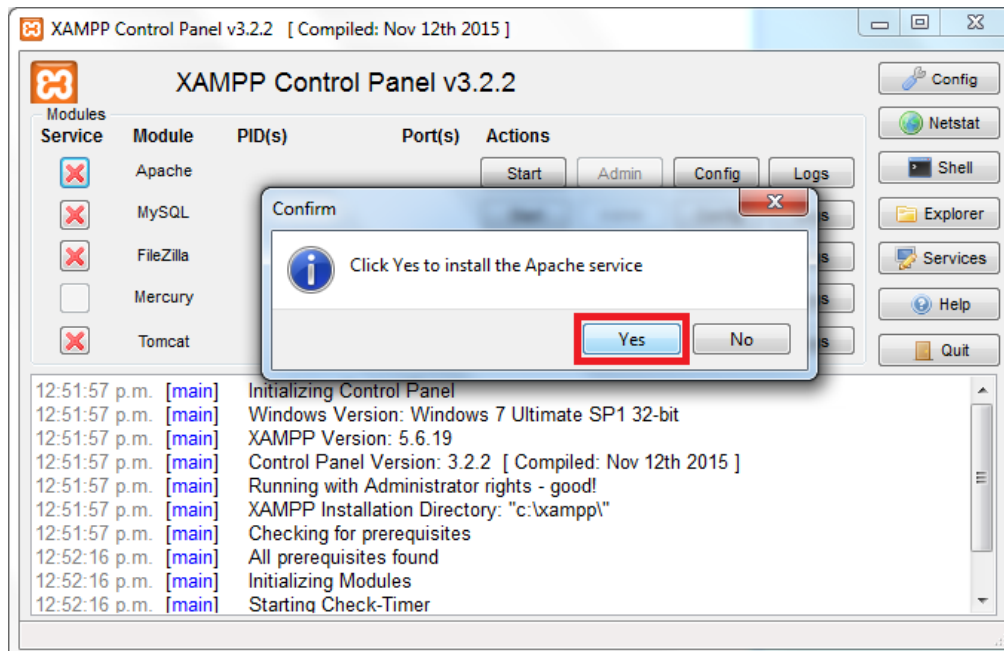
Figura 23. Paso de instalaci3n N° 8.



Fuente: Autores.

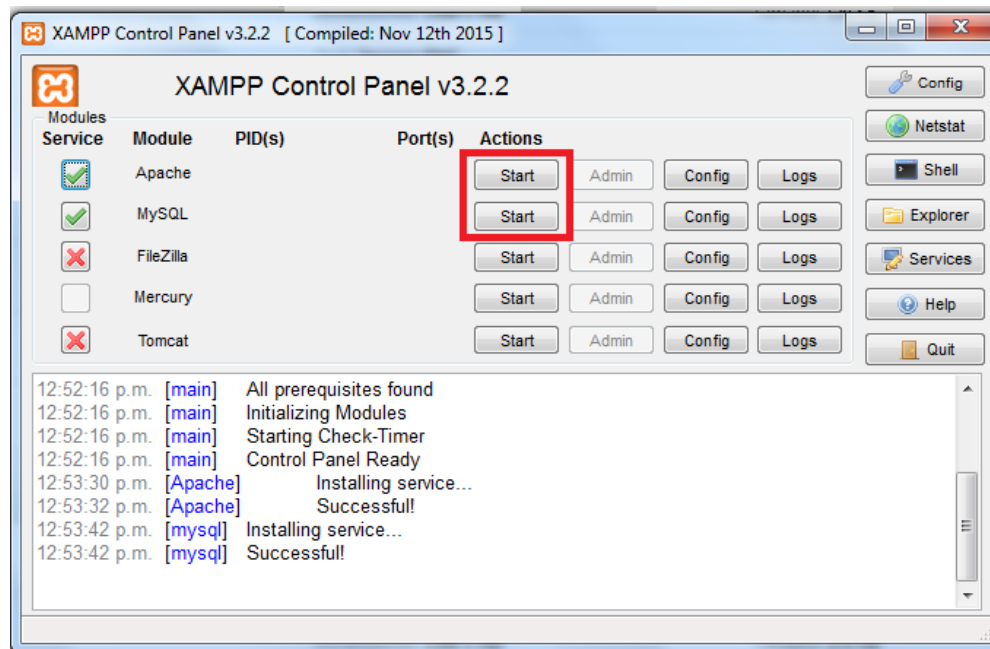
Una vez instalados los servicios, el panel de control deber3 mostrar en la zona de m3dulos y servicios una marca de verificaci3n de color verde contiguo al nombre del servicio. Tan pronto se verifico que estos fueron instalados correctamente, se procedi3 a iniciar cada uno de los servicios previamente instalados. El inicio de los servicios de Apache y MySQL se realiz3 haciendo la selecci3n que se muestra en la Figura 17. Para administrar los servicios, el panel de control de Xampp tiene los enlaces correspondientes tal como se muestra en la Figura 18. En la Figura 19 y la Figura 20 se muestra los resultados de pulsar sobre las opciones de administraci3n de los servicios.

Figura 24. Paso de instalación N° 9.



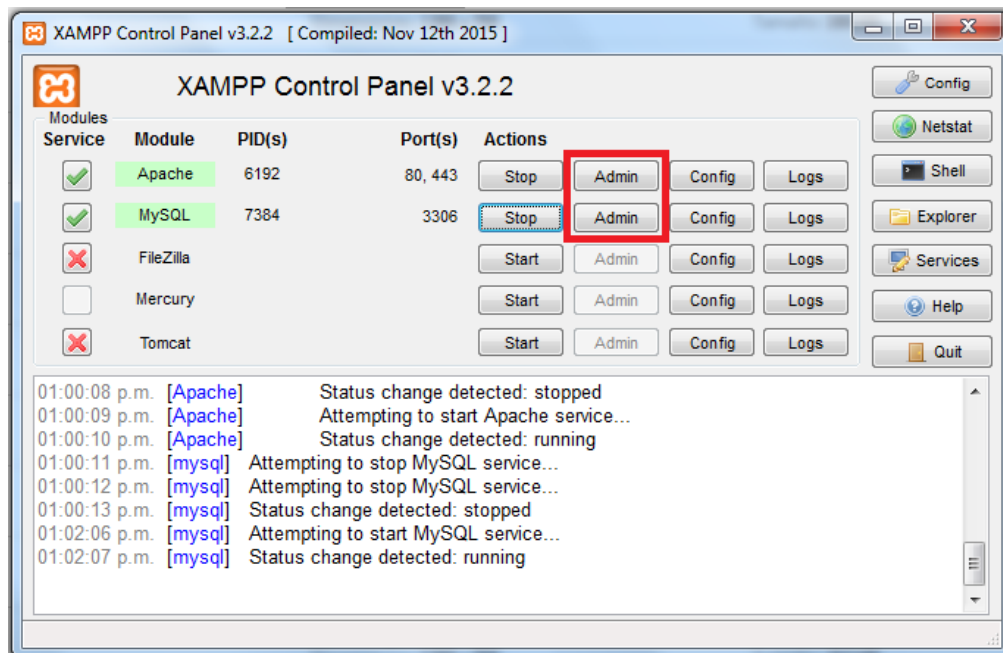
Fuente: Autores.

Figura 25. Paso de instalación N° 10.



Fuente: Autores.

Figura 26. Paso de instalación N° 11.



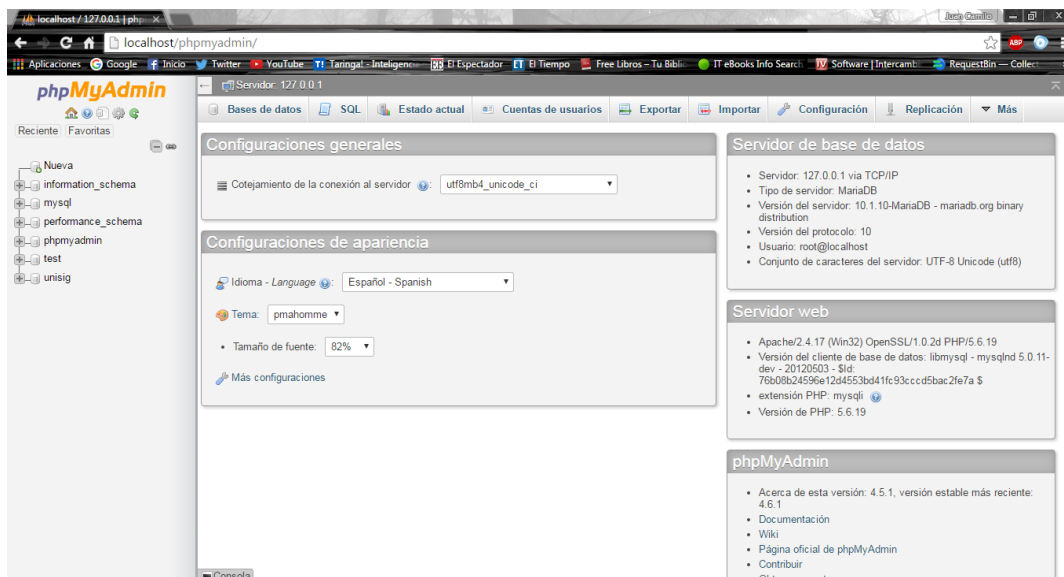
Fuente: Autores.

Figura 27. Paso de instalación N° 12.



Fuente: Autores.

Figura 28. Paso de instalación N° 13.



Fuente: Autores.

En la Figura 19 se visualiza la página principal o índice del servidor Xampp que se instaló por defecto en el equipo que realizara la función de host de la aplicación que se desarrolla en este proyecto. La página y el contenido de este se puede cambiar y adaptar según sea la necesidad. El proceso realizado para implementar los archivos de la aplicación se detallara más adelante.

En la Figura 20 se visualiza la página o interfaz de la herramienta phpmyadmin para el manejo y administración de MySQL y las bases de datos del servidor, la configuración que se realizó en esta interfaz se detallara a continuación.

Al realizar la instalación de la distribución de Apache Xampp se crea en MySQL un usuario root o súper usuario, este usuario tiene permiso y control total para realizar todas las tareas de administración y mantenimiento de las bases de datos del servidor. Por defecto este usuario no tiene asignada una contraseña, lo cual representa un riesgo de seguridad importante.

El primer paso que se realizo fue cambiar el estado de la cuenta root sin contraseña a con contraseña, para lo cual se realizó la selección tal como se muestra en la Figura 21,

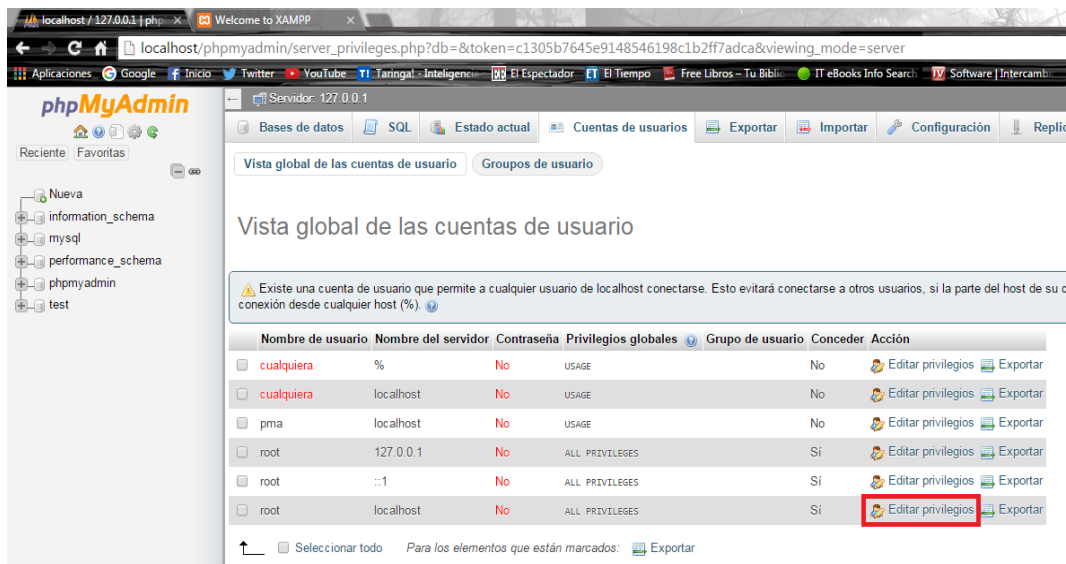
seguido de la selección que se muestra en la Figura 22 y Figura 23. Por último se ingresó en el formulario la nueva contraseña tal como se muestra en la Figura 24. Tenga en cuenta que esta contraseña debe ser recordada y guardada de manera segura para evitar problemas de seguridad.

Figura 29. Paso de instalación N° 14.



Fuente: Autores.

Figura 30. Paso de instalación N° 15.



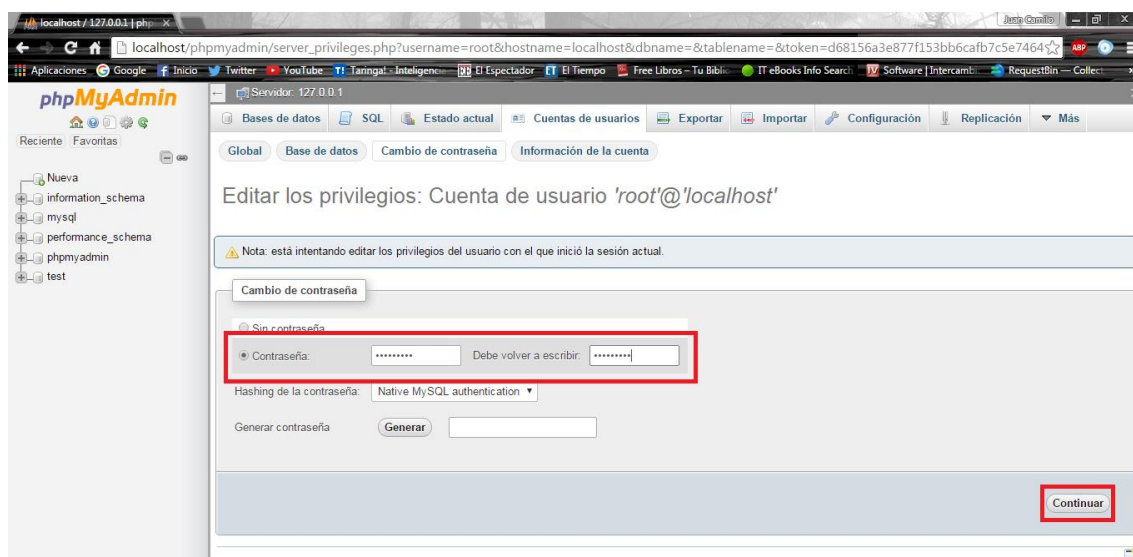
Fuente: Autores.

Figura 31. Paso de instalación N° 16.



Fuente: Autores.

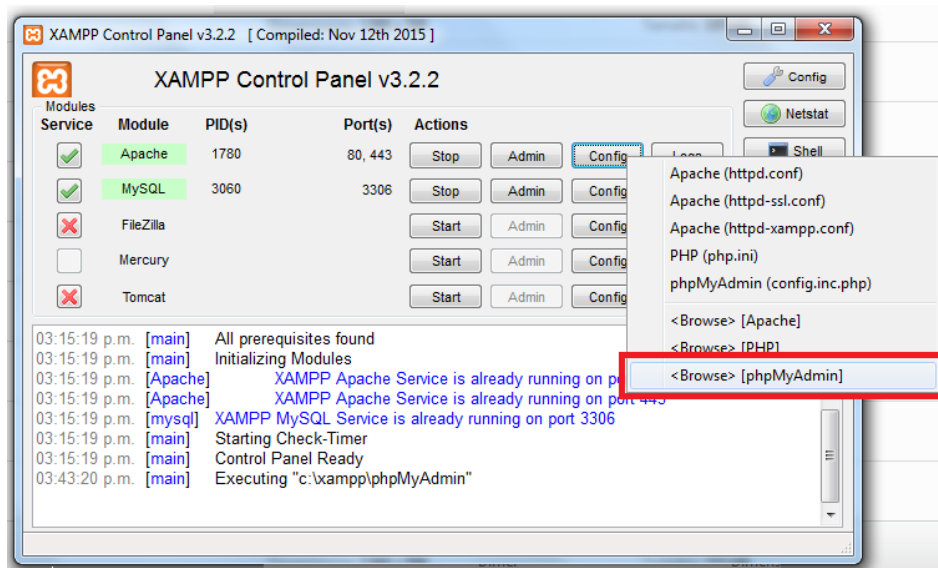
Figura 32. Paso de instalación N° 17.



Fuente: Autores.

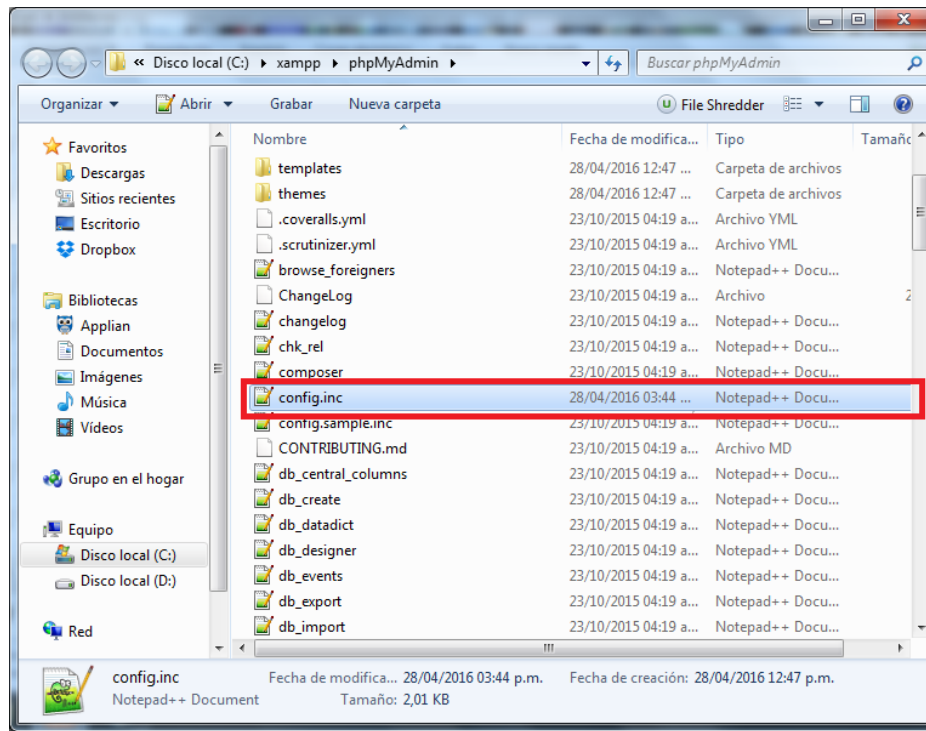
Una vez realizado el cambio de contraseña desde la interfaz de phpmyadmin se debe realizar la actualización de esta en un archivo de configuración de phpmyadmin. Para realizar este procedimiento, se hizo en orden consecutivo lo mostrado en la Figura 25, Figura 26 (se ubicó y se abrió con un editor de texto el archivo “config.inc.php”) y Figura 27 (Se buscó en el editor la línea de texto y se reemplazó por la contraseña que se definió en pasos anteriores para el usuario root).

Figura 33. Paso de instalación N° 18.



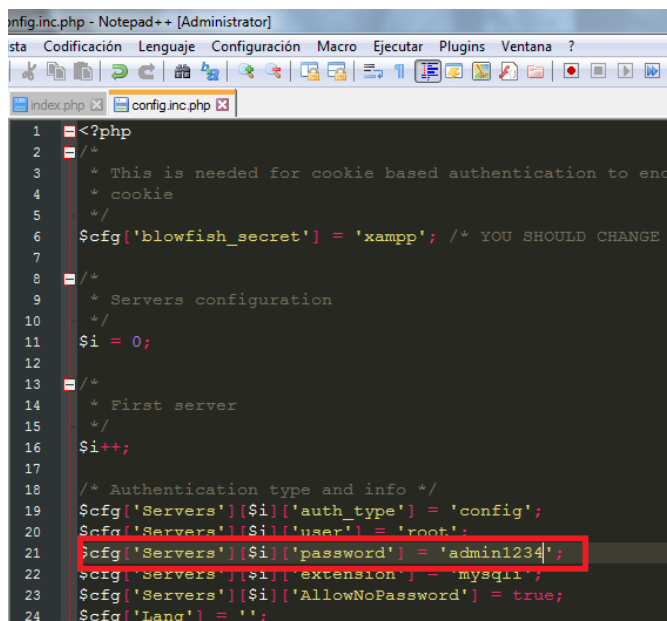
Fuente: Autores.

Figura 34. Paso de instalación N° 19.



Fuente: Autores.

Figura 35. Paso de instalación N° 20.



```
1 <?php
2 /*
3  * This is needed for cookie based authentication to encrypt
4  * cookie
5  */
6 $cfg['blowfish_secret'] = 'xampp'; /* YOU SHOULD CHANGE THIS */
7
8 /*
9  * Servers configuration
10 */
11 $i = 0;
12
13 /*
14  * First server
15 */
16 $i++;
17
18 /* Authentication type and info */
19 $cfg['Servers'][$i]['auth_type'] = 'config';
20 $cfg['Servers'][$i]['user'] = 'root';
21 $cfg['Servers'][$i]['password'] = 'admin1234!';
22 $cfg['Servers'][$i]['extension'] = 'mysql';
23 $cfg['Servers'][$i]['AllowNoPassword'] = true;
24 $cfg['Lang'] = '';
```

Fuente: Autores.

Dentro de los archivos fuentes de la aplicación hay un archivo con el nombre de “administrador.php” ubicado en la carpeta “instalar”, este archivo almacena la información para la creación de la base de datos, tablas y algunos valores por defecto de la aplicación. Se ubicó este archivo y se abrió con un editor de texto tal como se muestra en la Figura 28.

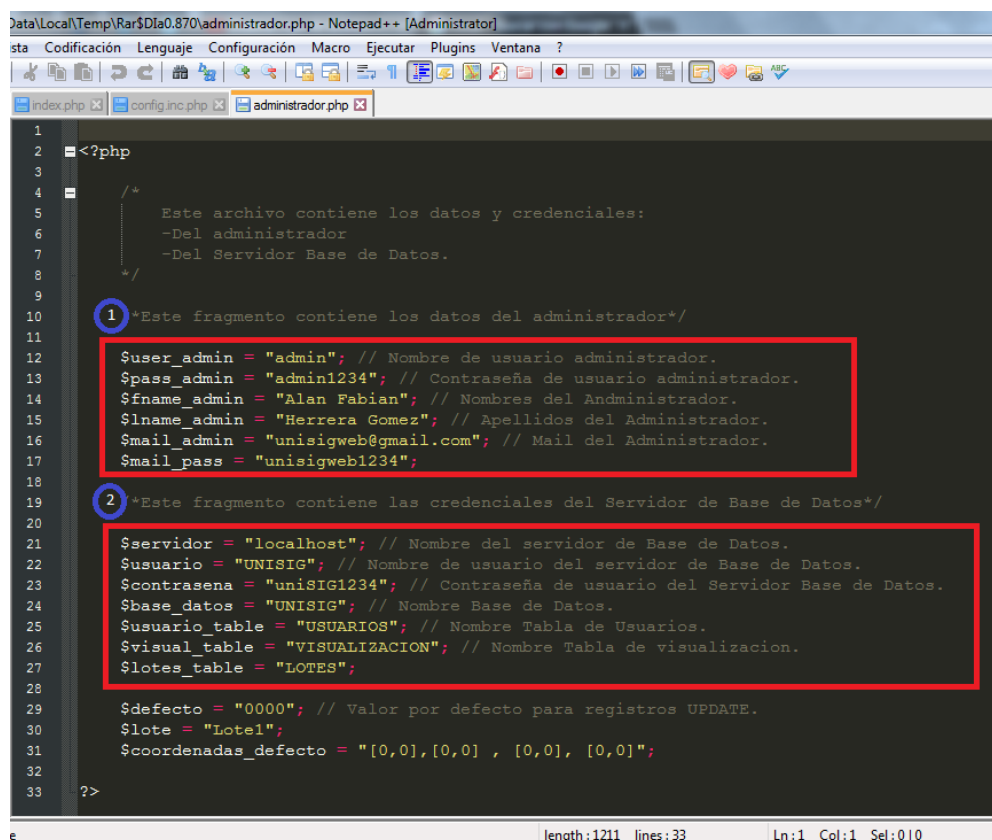
En la Figura 28 hay dos secciones, la sección numerada como 1, corresponde a los parámetros del administrador del sitio, estos parámetros son:

- Nombre de usuario del administrador.
- Contraseña usuario administrador.
- Nombres del administrador.
- Apellidos del administrador.
- Dirección de correo electrónico del administrador.
- Contraseña del correo electrónico del administrador.

Los valores de estos campos se editaron según corresponde.

En la Figura 28, la sección numerada como 2, corresponde a los parámetros del servidor. Estos parámetros no deben ser cambiados a excepción del parámetro contraseña. Una vez se realizaron los cambios, el archivo se guardado. El archivo modificado se visualiza en la Figura 28.

Figura 36. Paso de instalación N° 21.

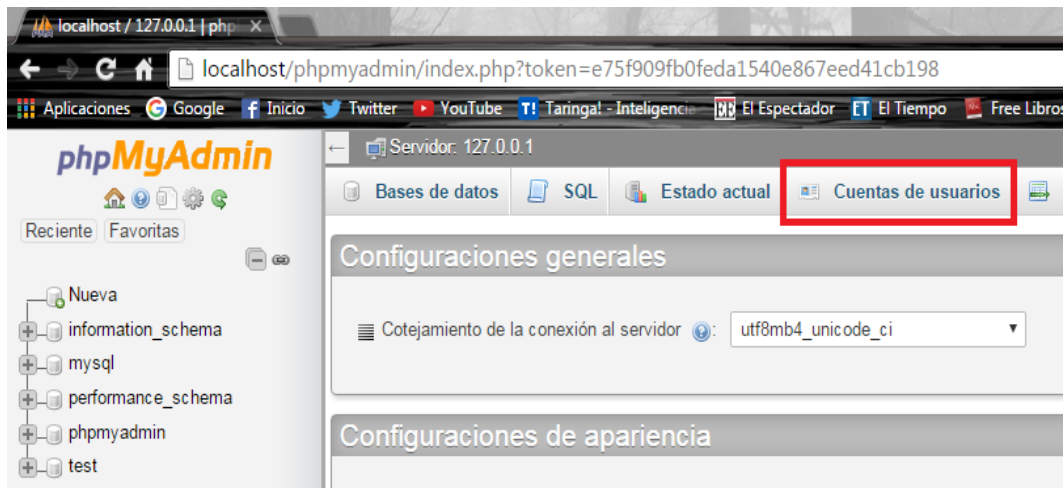


```
1 <?php
2
3
4
5 /*
6  Este archivo contiene los datos y credenciales:
7  -Del administrador
8  -Del Servidor Base de Datos.
9 */
10
11 1 *Este fragmento contiene los datos del administrador*/
12
13 $user_admin = "admin"; // Nombre de usuario administrador.
14 $pass_admin = "admin1234"; // Contraseña de usuario administrador.
15 $fname_admin = "Alan Fabian"; // Nombres del Andministrador.
16 $lname_admin = "Herrera Gomez"; // Apellidos del Administrador.
17 $mail_admin = "unisigweb@gmail.com"; // Mail del Administrador.
18 $mail_pass = "unisigweb1234";
19
20 2 *Este fragmento contiene las credenciales del Servidor de Base de Datos*/
21
22 $servidor = "localhost"; // Nombre del servidor de Base de Datos.
23 $usuario = "UNISIG"; // Nombre de usuario del servidor de Base de Datos.
24 $contrasena = "uniSIG1234"; // Contraseña de usuario del Servidor Base de Datos.
25 $base_datos = "UNISIG"; // Nombre Base de Datos.
26 $usuario_table = "USUARIOS"; // Nombre Tabla de Usuarios.
27 $visual_table = "VISUALIZACION"; // Nombre Tabla de visualizacion.
28 $slots_table = "LOTES";
29
30 $defecto = "0000"; // Valor por defecto para registros UPDATE.
31 $lote = "Lote1";
32 $coordenadas_defecto = "[0,0],[0,0] , [0,0], [0,0]";
33
34 ?>
```

Fuente: Autores.

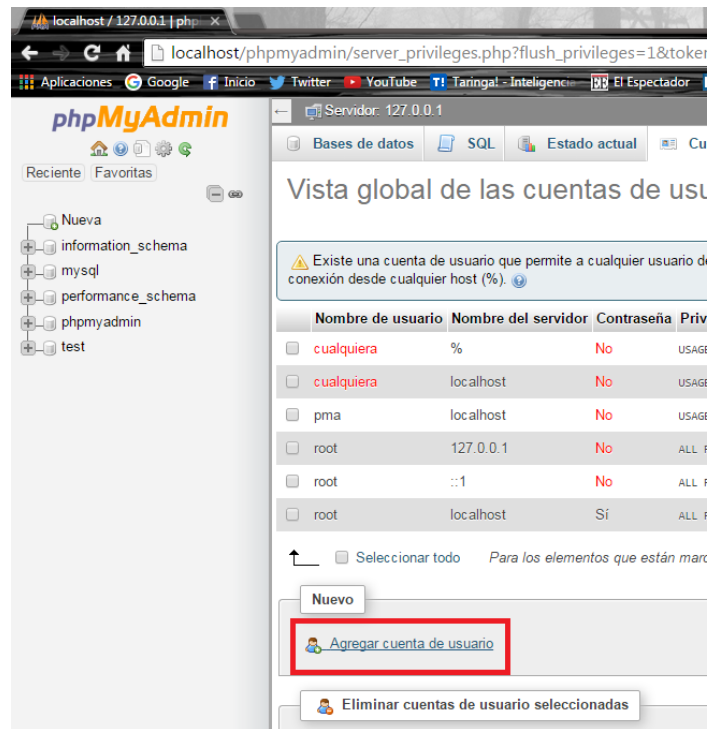
Una vez realizado y guardado la información en el archivo “administrador.php” se creó un usuario en MySQL a través de phpmyadmin de acuerdo a los parámetros de la sección 2 de la Figura 28. La creación del usuario se realizó de manera consecutiva, tal como se muestra en la Figura 29, la Figura 30, la Figura 31 y la Figura 32.

Figura 37. Paso de instalacion N° 22.



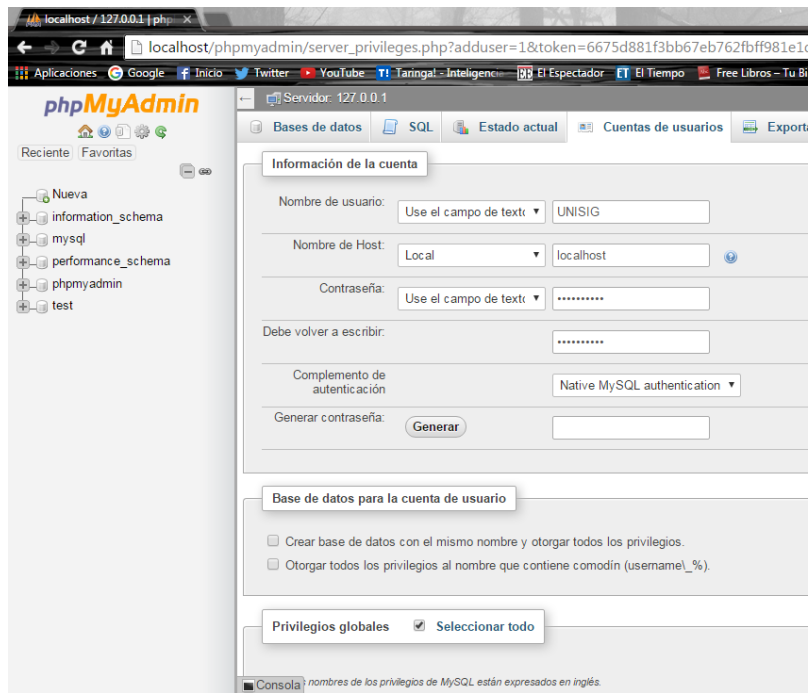
Fuente: Autores.

Figura 38. Paso de instalación N° 23.



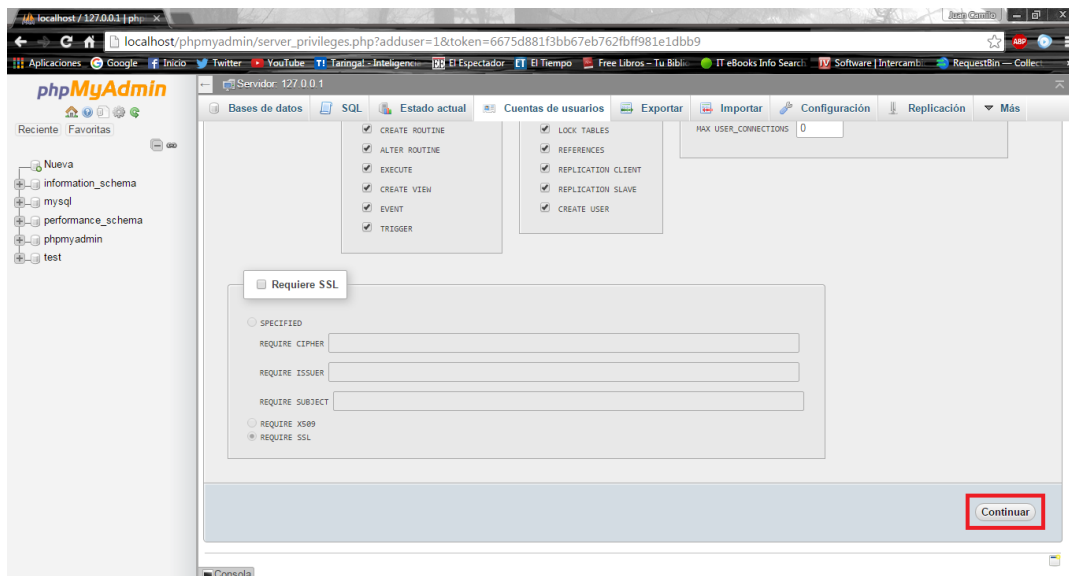
Fuente: Autores.

Figura 39. Paso de instalación N° 24.



Fuente: Autores.

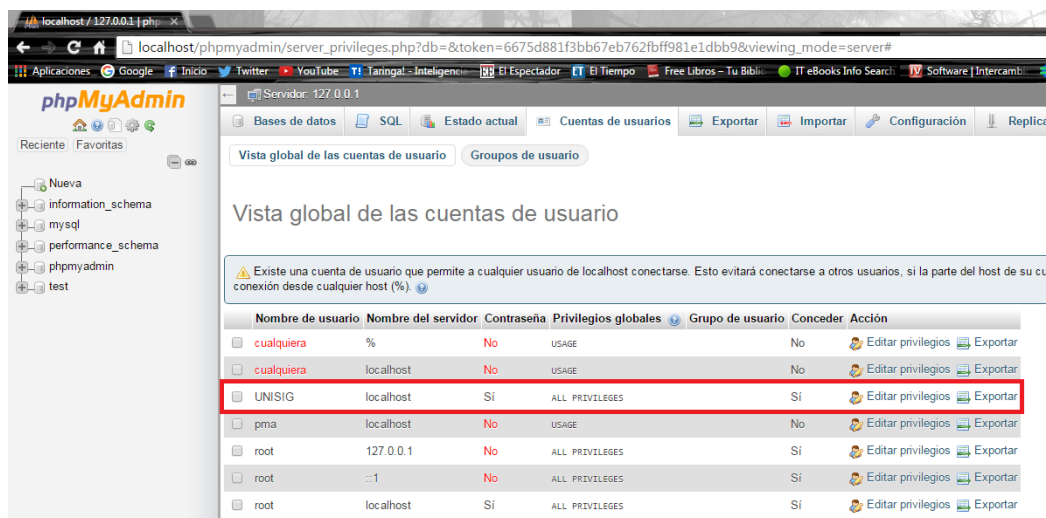
Figura 40. Paso de instalación N° 25.



Fuente: Autores.

El usuario fue creado y el proceso se verifico, revisando en phpmyadmin la existencia del mismo en la sección de usuarios tal como se puede ver en la Figura 33.

Figura 41. Paso de instalación N° 26.

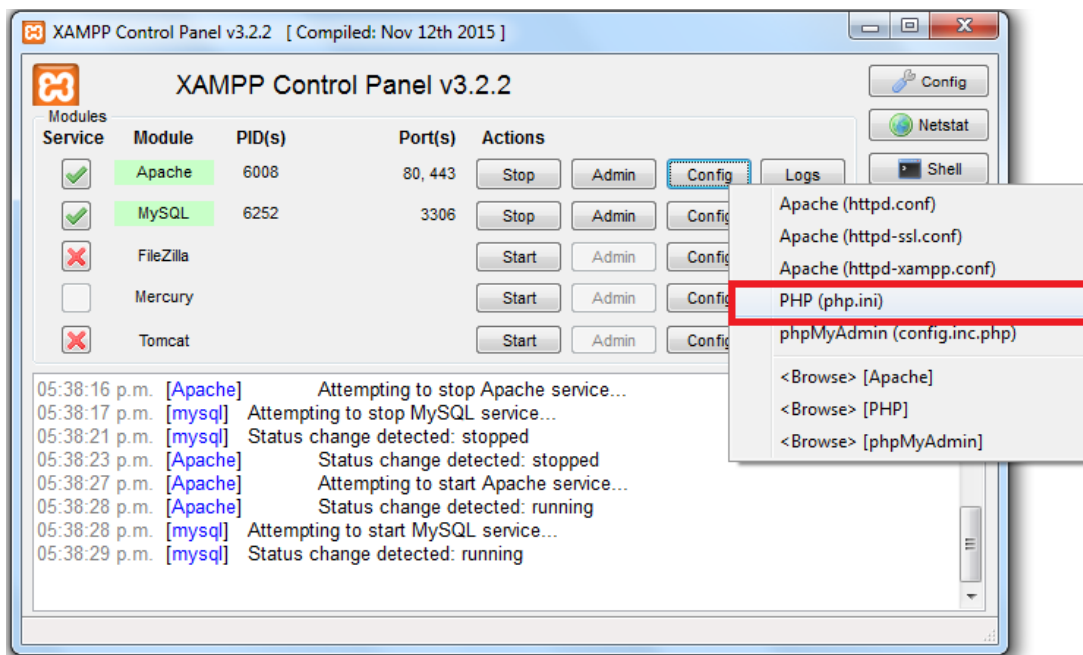


Fuente: Autores.

Como último proceso realizado se requirió la activación de una extensión de php, la cual se habilito quitando lo caracteres “;” que la preceden, el archivo que habilita o deshabilita estas características tiene el nombre “php.ini” y se puede acceder a él a través del panel de control tal como se muestra en la Figura 34, luego se abrió con un editor de texto y se buscó en el archivo la palabras que aparecen resaltadas en la Figura 35, se editó tal como se muestra y se guardó los cambios en el archivo.

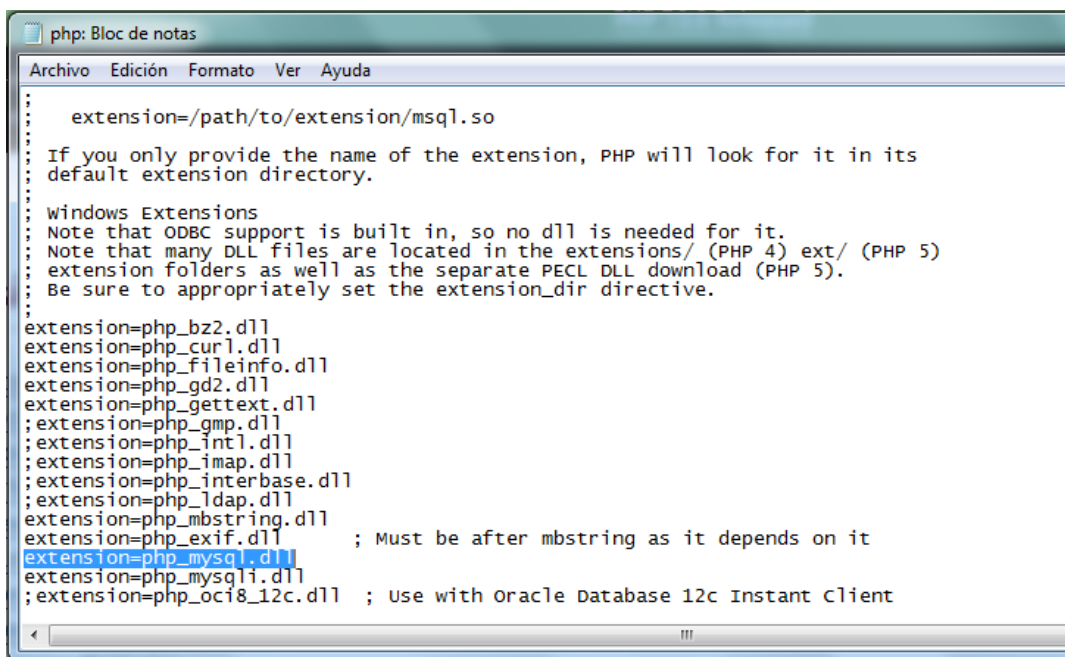
El acceso al directorio en donde se almacenaron los archivos fuente de la aplicación, se hizo a través del panel de control de Xampp haciendo la selección tal como se presenta en la Figura 36 y la Figura 37. El nombre del directorio es “htdocs”, lo primero que se hizo fue eliminar todo el contenido instalado por defecto en este, y posteriormente se almaceno el contenido de la aplicación, este procedimiento se muestra en la Figura 38 y la Figura 39, en esta última se presentan los directorios y algunos archivos fuente que se crearon para la aplicación, estos directorios y cada uno de los archivos se describirán en el capítulo 7 de este del presente documento.

Figura 42. Paso de instalación N° 27.



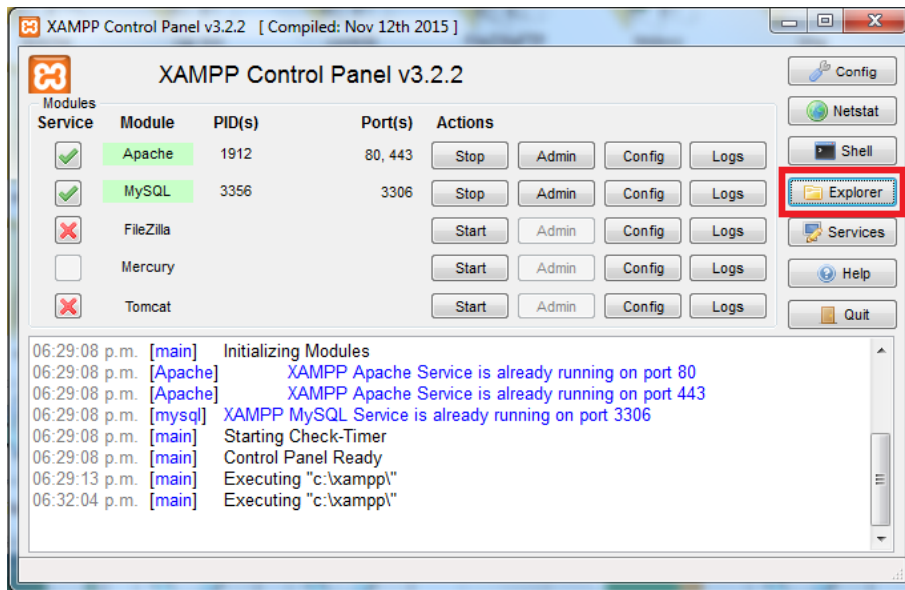
Fuente: Autores.

Figura 43. Paso de instalación N° 28.



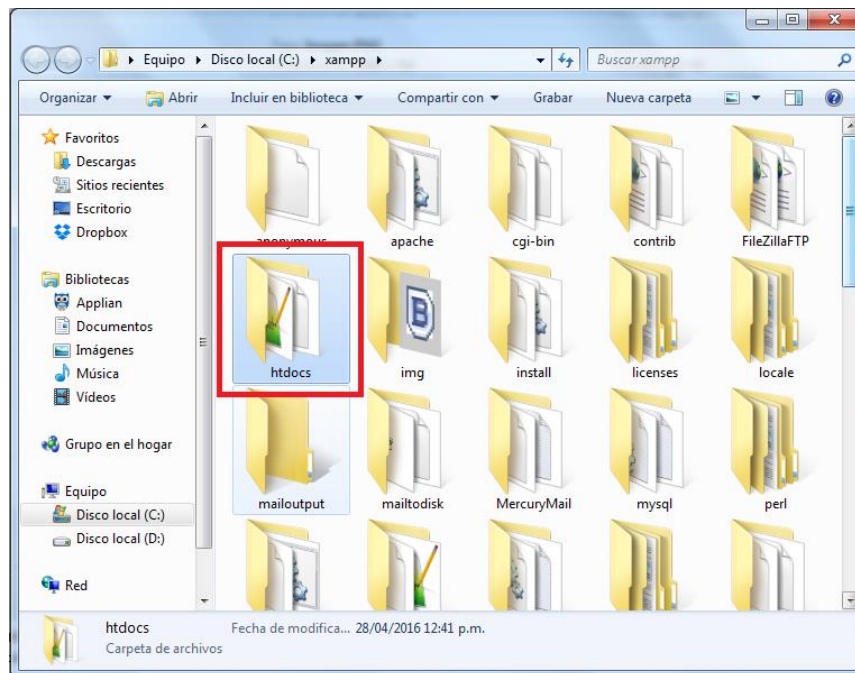
Fuente: Autores.

Figura 44. Paso de instalación N° 29.



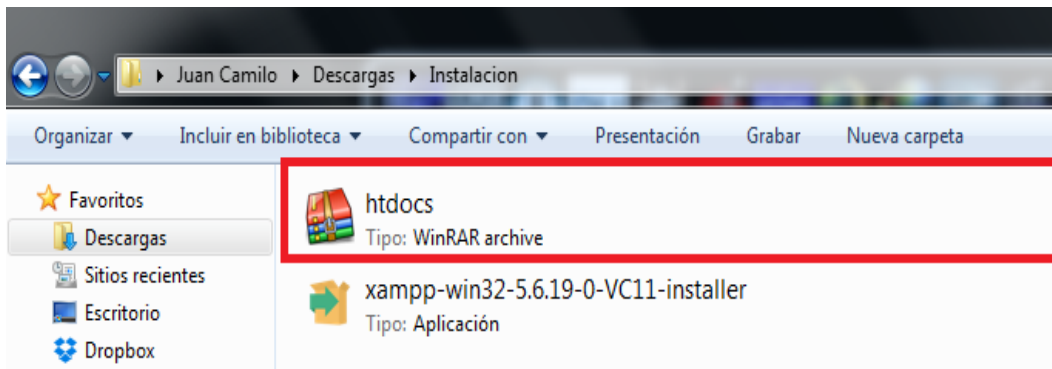
Fuente: Autores.

Figura 45. Paso de instalación N° 30.



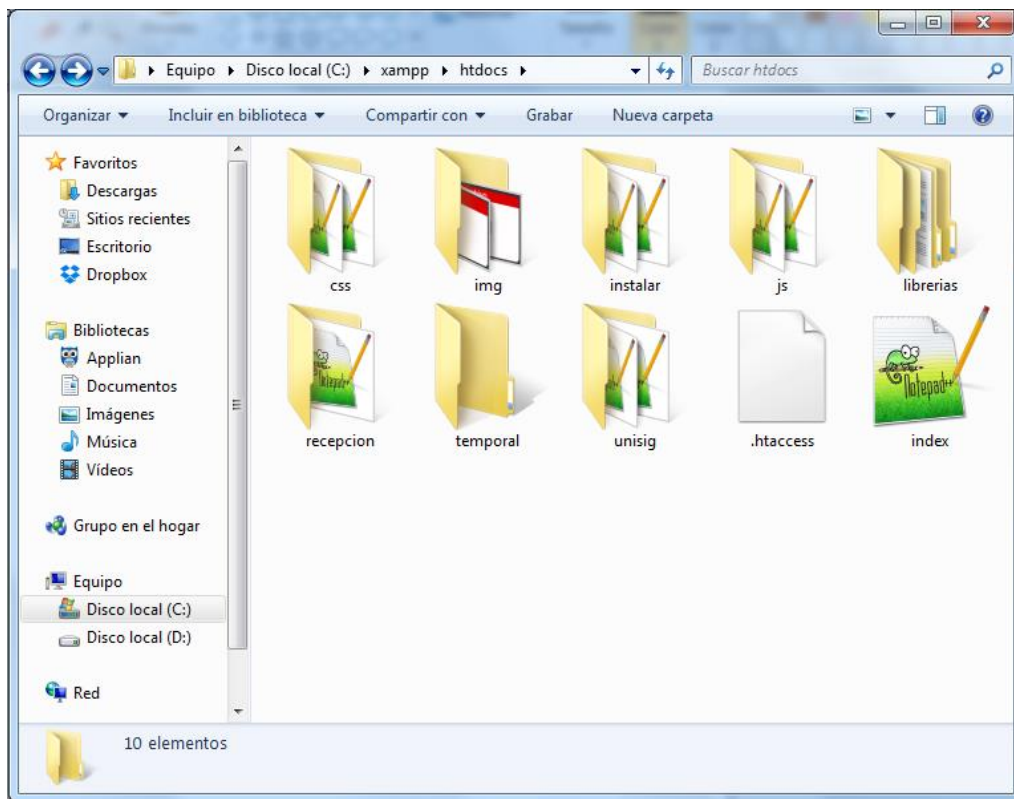
Fuente: Autores.

Figura 46. Paso de instalación N° 31.



Fuente: Autores.

Figura 47. Paso de instalación N° 32.



Fuente: Autores.

Otras alternativas

Al igual que XAMPP están disponibles otros paquetes tanto para sistemas operativos como Windows, Linux y Mac OS. Es posible realizar este proceso con más control, y esto se deja al criterio de cada persona, los paquetes individuales de cada una de las herramientas utilizadas están disponibles en la web.

6.2. Implementación módulo de comunicación.

Tan pronto como es instalado y configurado el servidor web y de base de datos se procede a la implementación del módulo de comunicación de la aplicación web SIG. El módulo de comunicación como se mencionó previamente es el núcleo del sistema y de la aplicación, sin este, los demás módulos y partes de la aplicación no funcionarían de la manera esperada.

Una vez la información de campo (coordenadas geoespaciales y variables físicas) es capturada y almacenada en un dispositivo (por ejemplo un microcontrolador), este debe transmitirlos al servidor web de la aplicación para que sean procesados, almacenados y visualizados en la aplicación.

6.2.1. Envío de la información.

Para realizar el envío de la información de campo, el dispositivo debe encapsular la información y enviarla al servidor de la aplicación a través de un módulo de comunicación GPRS. Ya que el módulo de comunicación GPRS permite el envío de paquetes a direcciones IP haciendo uso del protocolo HTTP se optó por enviar la información a través del método POST de este protocolo.

Al enviar la información de campo a través del método POST del protocolo HTTP se garantiza que toda la información llegue a su destino, esto, debido a que el método POST es un método de envío con confirmación, cada paquete que es enviado está “marcado” y al finalizar la transmisión se confirma si todos los paquetes llegaron a su destino, de no ser así se envían de nuevo aquellos paquetes faltantes hasta que la totalidad de la información llegue a su destino.

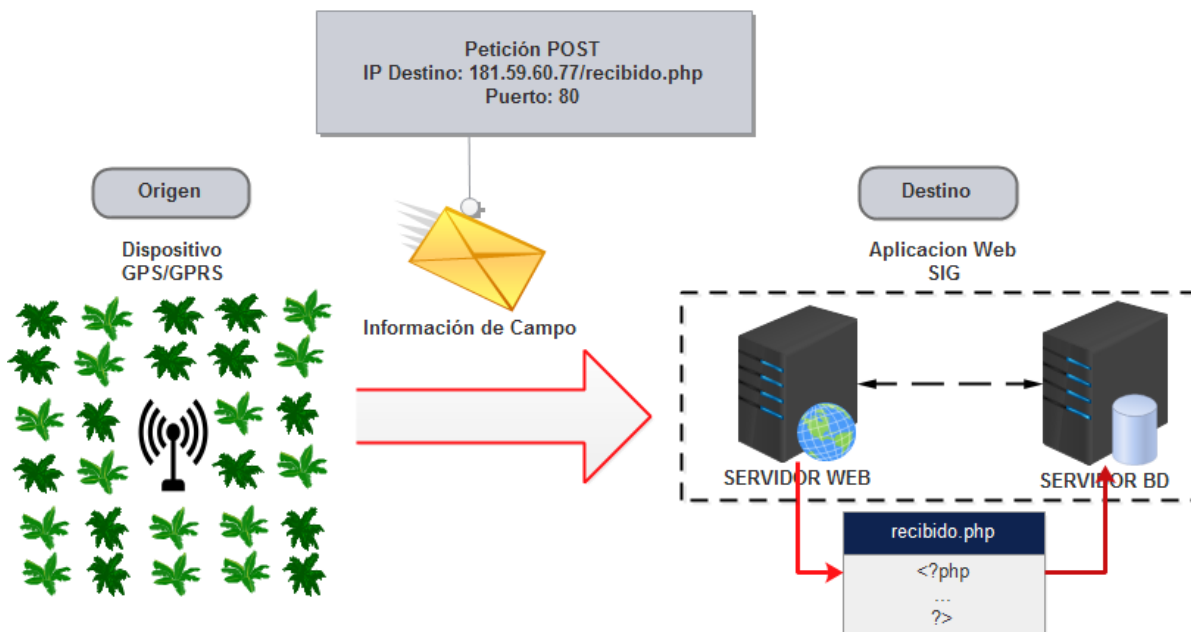
La petición POST debe estar dirigida a una dirección IP, específicamente hacia un archivo que procese la información contenida en ella. Una de las muchas características

favorables que tiene el lenguaje del lado del servidor php es que permite procesar y extraer la información enviada a través de los métodos POST y GET del protocolo HTTP.

En todo proceso de comunicación hay un emisor, un receptor, un origen, un destino, un mensaje y un canal o medio para la comunicación. La petición POST con la información de campo se encuentra en lote o terreno con los cultivos (origen), este debe ser enviado por el dispositivo GPRS (emisor) hacia el servidor web de la aplicación (receptor), para que la información (mensaje) llegue al servidor de manera correcta, el emisor debe enviarlo a la dirección IP con la ruta del archivo forma .php (destino) y puerto del servidor web de la aplicación.

En la figura siguiente se muestra el proceso de envío de la petición POST al servidor web de la aplicación.

Figura 48. Envío y recepción de la información de campo.



Fuente: Autores.

6.2.2. Formato de los datos que se envía

Para que la comunicación entre el cliente y el servidor de la aplicación sea eficiente, se debe especificar y establecer el nombre de las variables que se serán enviadas para que la aplicación las interprete de manera correcta.

Los parámetros enviados y una breve descripción se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros enviados al servidor de la aplicación.

Parámetro	Descripción
user	Nombre de usuario del cliente.
lote	Id. del lote.
var0	Temperatura (°C).
var1	Humedad del Suelo (%).
var2	Humedad del Ambiente (%).
var3	Radiación Solar (KW/m ²).
var4	Dirección del Viento (°).
var5	Velocidad del Viento (m/s).

Fuente: Autores.

Haciendo el uso del método POST del protocolo HTTP se envían los parámetros correspondientes al nombre de usuario, el nombre de identificación del lote, la temperatura, la humedad del suelo, la humedad del ambiente, la radiación solar, la dirección del viento y la velocidad del viento en las unidades especificadas en la tabla anterior.

6.2.3. Recepción de la información y procesamiento de los datos.

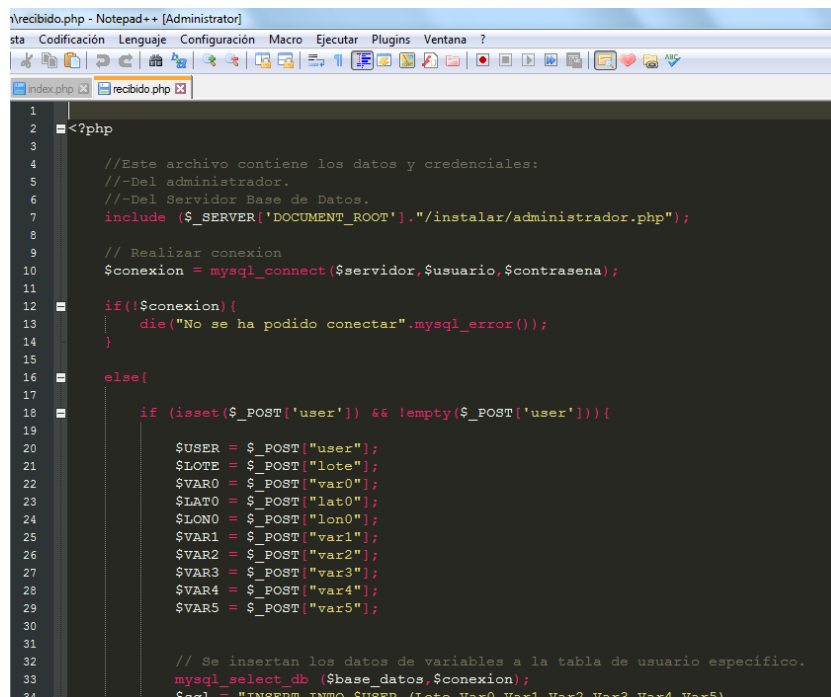
Una vez la petición POST con la información es enviada desde el origen hacia el servidor de la aplicación, específicamente hacia el archivo recibido.php y esta ha sido transmitida y la recepción se ha realizado exitosamente se procede a la extracción de la información.

La implementación del módulo de comunicación para la recepción de la información se llevó a cabo de la siguiente manera:

Se creó un archivo llamado “recibido.php”, el cual se encarga de procesar y extraer la información de campo contenida en la petición POST enviada por el emisor. Este archivo procesará la información que llegue al servidor a su ruta en el siguiente orden:

1. Verifica que el parámetro correspondiente al nombre de usuario sea válido. De no serlo el proceso termina ahí, de lo contrario pasa al siguiente paso.
2. Registra los valores de las variables medidas en campo (solo las variables físicas) al usuario según corresponda.
3. Actualiza el valor más reciente de la posición geoespacial de los sensores y los valores de las variables medidas en campo.
4. Si todo es correcto la información se guarda de acuerdo a lo dispuesto en el módulo de gestión de datos.

Figura 49. Archivo “recibido.php”.



```
1  <?php
2
3
4  //Este archivo contiene los datos y credenciales:
5  //--Del administrador.
6  //--Del Servidor Base de Datos.
7  include ($_SERVER["DOCUMENT_ROOT"]."/instalar/administrador.php");
8
9  // Realizar conexión
10 $conexion = mysql_connect($servidor,$usuario,$contrasena);
11
12 if(!$conexion){
13     die("No se ha podido conectar".mysql_error());
14 }
15
16 else{
17
18     if (isset($_POST['user']) && !empty($_POST['user'])){
19
20         $USER = $_POST["user"];
21         $LOTE = $_POST["lote"];
22         $VAR0 = $_POST["var0"];
23         $LAT0 = $_POST["lat0"];
24         $LON0 = $_POST["lon0"];
25         $VAR1 = $_POST["var1"];
26         $VAR2 = $_POST["var2"];
27         $VAR3 = $_POST["var3"];
28         $VAR4 = $_POST["var4"];
29         $VAR5 = $_POST["var5"];
30
31
32         // Se insertan los datos de variables a la tabla de usuario específico.
33         mysql_select_db ($base_datos,$conexion);
34         $sql = "INSERT INTO $USER (Lote,Var0,Var1,Var2,Var3,Var4,Var5)";
```

Fuente: Autores.

6.3. Implementación módulo de gestión de datos.

Una vez se ha instalado y configurado el servidor web y el servidor de base de datos se procede a la implementación del módulo de gestión de datos. La implementación de este módulo se realizó de acuerdo a las necesidades del sistema, y los componentes (base de datos y tablas) se describen a continuación.

6.3.1. Base de datos

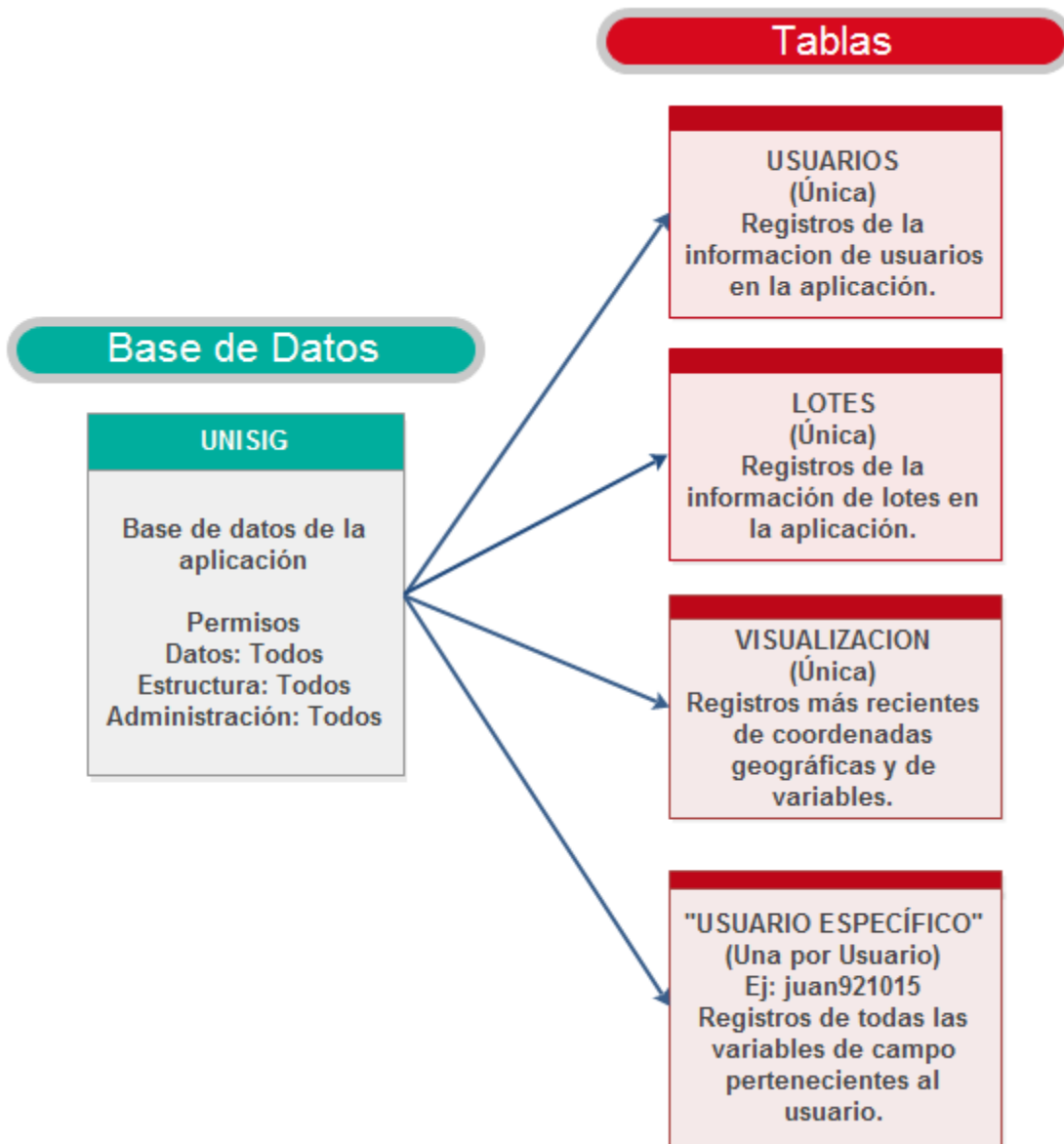
La base de datos de la aplicación tiene el nombre “UNISIG” contendrá todas las tablas necesarias para el correcto funcionamiento de la aplicación, además protegerá la información almacenada en ellas. El usuario y contraseña creados en el gestor de base de datos ofrece control total sobre la base de datos “UNISIG” y sobre cada una de las acciones que se realicen sobre el contenido de las tablas.

La base de datos “UNISIG” tiene las siguientes tablas:

- USUARIOS.
- LOTES.
- VISUALIZACION.
- “USUARIO ESPECÍFICO”

En la figura siguiente se presenta la estructura de la base de datos con sus respectivas tablas.

Figura 50. Estructura Base de Datos.



Fuente: Autores.

6.3.2. Tabla "USUARIOS"

La tabla de usuarios de la aplicación web guarda la información personal y las credenciales de acceso de cada usuario para la aplicación. La información de esta tabla garantiza el acceso único y exclusivo a la información perteneciente a cada usuario. Esta tabla se crea al ejecutar el archivo de instalación de las tablas de la aplicación. Los campos de la tabla “USUARIOS” son los siguientes:

Fila: En este campo se almacenan datos de tipo INT (entero) con una longitud máxima de once (11) dígitos, este campo es autoincrementado y es usado como una clave primaria, con el propósito de identificar los registros de la tabla de acuerdo a su ingreso en la aplicación.

Fecha: En este campo se almacena la fecha en formato TIMESTAMP (YYYYMMDDHHMMSS), este campo se actualizara de manera automática cada vez que se haga una acción UPDATE (actualizar) sobre los registros.

Usuario: En este campo se almacena el nombre de usuario, el cual es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solo almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9) y desde la creación cuenta con el atributo UNIQUE (único) para evitar conflictos por nombres de usuarios duplicados. Como política de la aplicación los nombres de usuarios deben estar compuestos por el primer nombre del usuario unido al número de documento de identidad del mismo, esto para evitar los nombres de usuario duplicados.

Password: En este campo se almacena la contraseña de usuario, el cual es de tipo VARCHAR con una longitud máxima de cincuenta (50) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solo almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9). Este campo puede ser encriptado si así se desea.

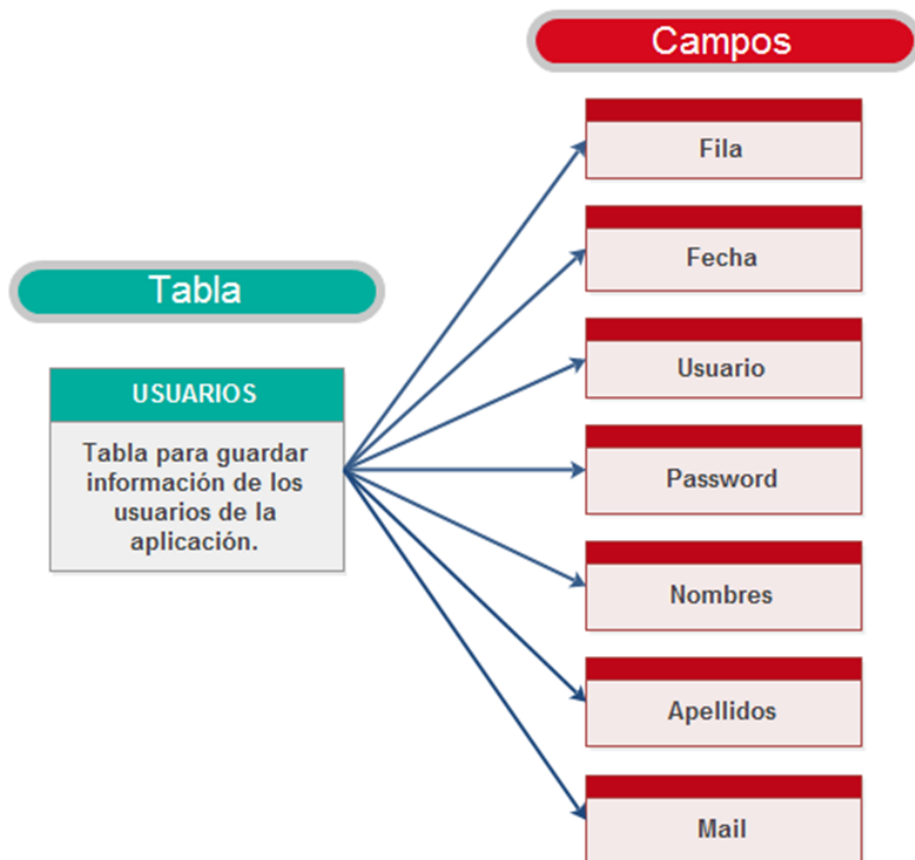
Nombres: En este campo se almacenan el primer y segundo nombre del usuario, el cual es de tipo VARCHAR con una longitud máxima de cuarenta (40) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene letras (Aa-Zz).

Apellidos: En este campo se almacena el primer y segundo apellido del usuario, el cual es de tipo VARCHAR con una longitud máxima de cuarenta (40) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene letras (Aa-Zz).

Mail: En este campo se almacena la dirección de correo electrónico del usuario, el cual es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de cuarenta (40) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene datos del tipo “email”, ejemplo: usuario@dominio.com.

En la figura siguiente se presenta la estructura de la tabla “USUARIOS”.

Figura 51. Estructura tabla USUARIOS.



Fuente: Autores.

6.3.3. Tabla “LOTES”

La tabla de lotes de la aplicación web guarda la información de los lotes de cada usuario. La información de esta tabla garantiza el acceso único y exclusivo a la información como nombre y coordenadas del lote perteneciente a cada usuario. Esta tabla se crea al ejecutar el archivo de instalación de las tablas de la aplicación. Los campos de la tabla “LOTES” son los siguientes:

Fila: En este campo se almacenan datos de tipo INT (entero) con una longitud máxima de once (11) dígitos, este campo es autoincrementado y es usado como una clave primaria, con el propósito de identificar los registros de la tabla de acuerdo a su ingreso en la aplicación.

Fecha: En este campo se almacena la fecha en formato TIMESTAMP (YYYYMMDDHHMMSS), este campo se actualizara de manera automática cada vez que se haga una acción UPDATE (actualizar) sobre los registros.

Usuario: En este campo se almacena el nombre de usuario al que pertenece el lote, el cual es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solo almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9). Como política de la aplicación los nombres de usuarios deben estar compuestos por el primer nombre del usuario unido al número de documento de identidad del mismo.

Lote: En este campo se almacena el nombre identificador del lote, el cual no es el nombre común con el que se le conoce al lote. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solamente almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9). Como política de la aplicación el nombre identificador del lote debe estar compuesto por la palabra “Lote” y unido al número de lotes del usuario, ejemplo: “Lote1”, “Lote2”, “Lote3”, etc.

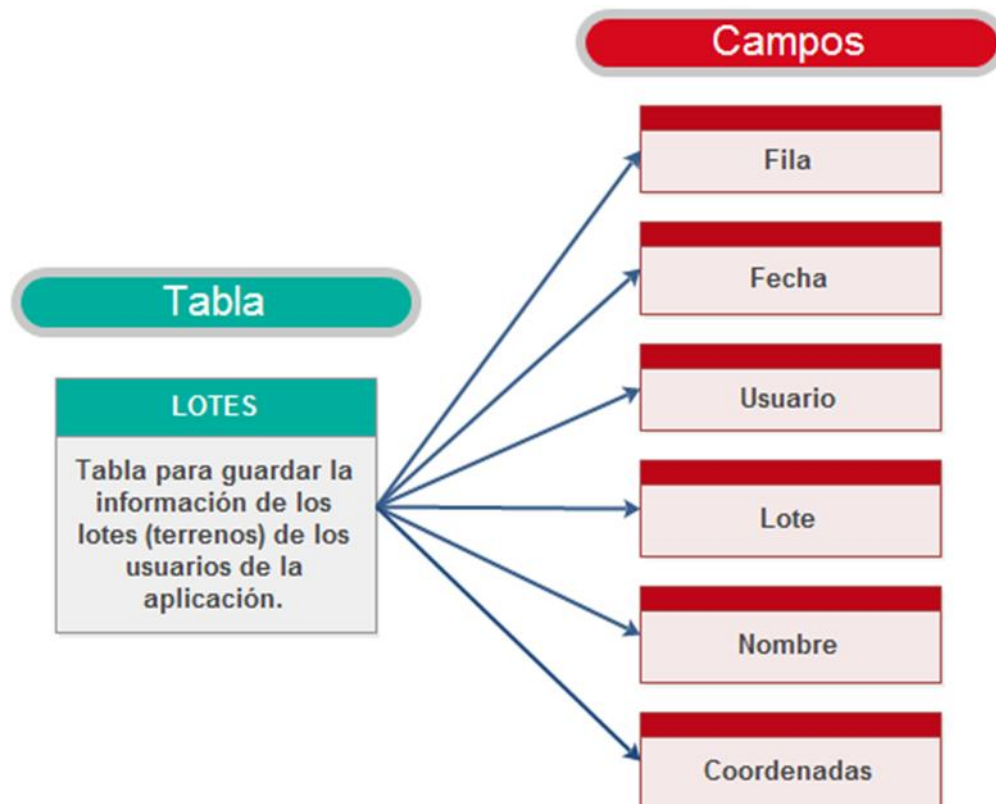
Nombre: En este campo se almacena el nombre común del lote, con el que es conocido de manera informal. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de

veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9).

Coordenadas: En este campo se almacenan el conjunto de coordenadas geoespaciales (latitud y longitud) que conforman el perímetro del polígono formado por el lote. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud de doscientos (200) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solamente almacene números (0-9) y los caracteres (“-“, “.”, “”, “[“y “]”). El ingreso de las coordenadas se debe realizar siguiendo el siguiente formato: “[4.073731,-73.587129], [4.070563,-73.582505],...”, así hasta terminar con todos los puntos.

En la figura siguiente se presenta la estructura de la tabla “LOTES”.

Figura 52. Estructura tabla LOTES.



Fuente: Autores.

6.3.4. Tabla “VISUALIZACION”

La tabla de visualización de la aplicación web guarda la información de campo (variables de sensores y la posición geoespacial) más reciente de cada usuario. La información de esta tabla garantiza el acceso único y exclusivo a la posición en tiempo real del sensor y de las variables físicas medidas. Esta tabla se crea al ejecutar el archivo de instalación de las tablas de la aplicación. Los campos de la tabla “VISUALIZACION” son los siguientes:

Fila: En este campo se almacenan datos de tipo INT (entero) con una longitud máxima de once (11) dígitos, este campo es autoincrementado y es usado como una clave primaria, con el propósito de identificar los registros de la tabla de acuerdo a su ingreso en la aplicación.

Fecha: En este campo se almacena la fecha en formato TIMESTAMP (YYYYMMDDHHMMSS), este campo se actualizara de manera automática cada vez que se haga una acción UPDATE (actualizar) sobre los registros.

Usuario: En este campo se almacena el nombre de usuario al que pertenece la información. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solo almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9). Como política de la aplicación los nombres de usuarios deben estar compuestos por el primer nombre del usuario unido al número de documento de identidad del mismo.

Lote: En este campo se almacena el nombre identificador del lote, el cual no es el nombre común con el que se le conoce al lote. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solamente almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9). Como política de la aplicación el nombre identificador del lote debe estar compuesto por la palabra “Lote” y unido al número de lotes del usuario, ejemplo: “Lote1”, “Lote2”, “Lote3”, etc.

Lat0: En este campo se almacena el valor de la coordenada geoespacial latitud más reciente. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20)

caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solo almacene números (0-9) y caracteres como “-” y “.”. Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Lon0: En este campo se almacena el valor de la coordenada geoespacial longitud más reciente. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solo almacene números (0-9) y caracteres como “-” y “.”. Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var0: En este campo se almacena el valor de la variable física Temperatura, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es grados centígrados (°C). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var1: En este campo se almacena el valor de la variable física Humedad del suelo, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es porcentaje (%). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var2: En este campo se almacena el valor de la variable física Humedad del ambiente, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es porcentaje (%). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

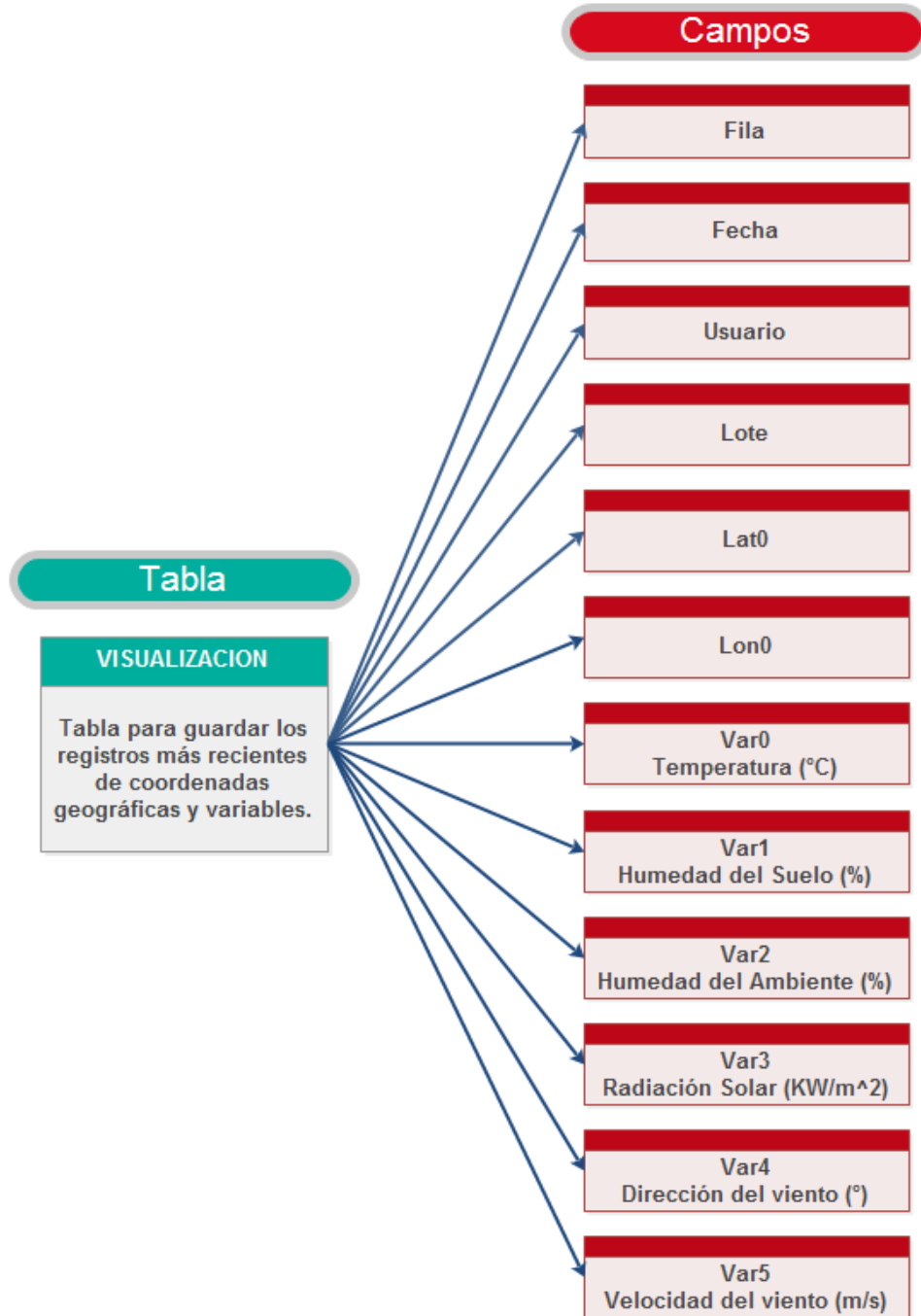
Var3: En este campo se almacena el valor de la variable física Radiación Solar, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es Kilo vatios por metro cuadrado (kW/m²). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var4: En este campo se almacena el valor de la variable física Dirección del viento, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es grados centígrados (°C). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var5: En este campo se almacena el valor de la variable física Velocidad del viento, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es metros por segundo (m/s). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

En la figura siguiente se presenta la estructura de la tabla “VISUALIZACION”.

Figura 53. Estructura tabla VISUALIZACION.



Fuente: Autores.

6.3.5. Tabla “USUARIO ESPECÍFICO”

La tabla de usuario específico de la aplicación web guarda toda la información de campo (variables de sensores con su respectivo lote) desde la primera transmisión hasta la transmisión más reciente. La información de esta tabla garantiza el acceso único y exclusivo a los valores de cada una de las variables físicas medidas y sus respectivos orígenes (lotes). Esta tabla se crea al momento de crear un usuario en la aplicación correctamente y adquiere el nombre del usuario registrado como suyo, ejemplo: Si un usuario se registra con el nombre de usuario “juan921015”, la tabla de usuario adquiere como nombre “juan921015”. Si el usuario es eliminado de la aplicación, esta tabla también es eliminada de la aplicación. Los campos de la tabla “USUARIO ESPECIFICO” son los siguientes:

Fila: En este campo se almacenan datos de tipo INT (entero) con una longitud máxima de once (11) dígitos, este campo es autoincrementado y es usado como una clave primaria, con el propósito de identificar los registros de la tabla de acuerdo a su ingreso en la aplicación.

Fecha: En este campo se almacena la fecha en formato TIMESTAMP (YYYYMMDDHHMMSS), este campo se actualizara de manera automática cada vez que se haga una acción UPDATE (actualizar) sobre los registros.

Lote: En este campo se almacena el nombre identificador del lote, el cual no es el nombre común con el que se le conoce al lote. Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido para la aplicación que este campo solamente almacene letras (Aa-Zz) y números (0-9). Como política de la aplicación el nombre identificador del lote debe estar compuesto por la palabra “Lote” y unido al número de lotes del usuario, ejemplo: “Lote1”, “Lote2”, “Lote3”, etc.

Var0: En este campo se almacena el valor de la variable física Temperatura, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es grados centígrados (°C). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es

actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var1: En este campo se almacena el valor de la variable física Humedad del suelo, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es porcentaje (%). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var2: En este campo se almacena el valor de la variable física Humedad del ambiente, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es porcentaje (%). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var3: En este campo se almacena el valor de la variable física Radiación Solar, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es Kilovatios por metro cuadrado (kW/m^2). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

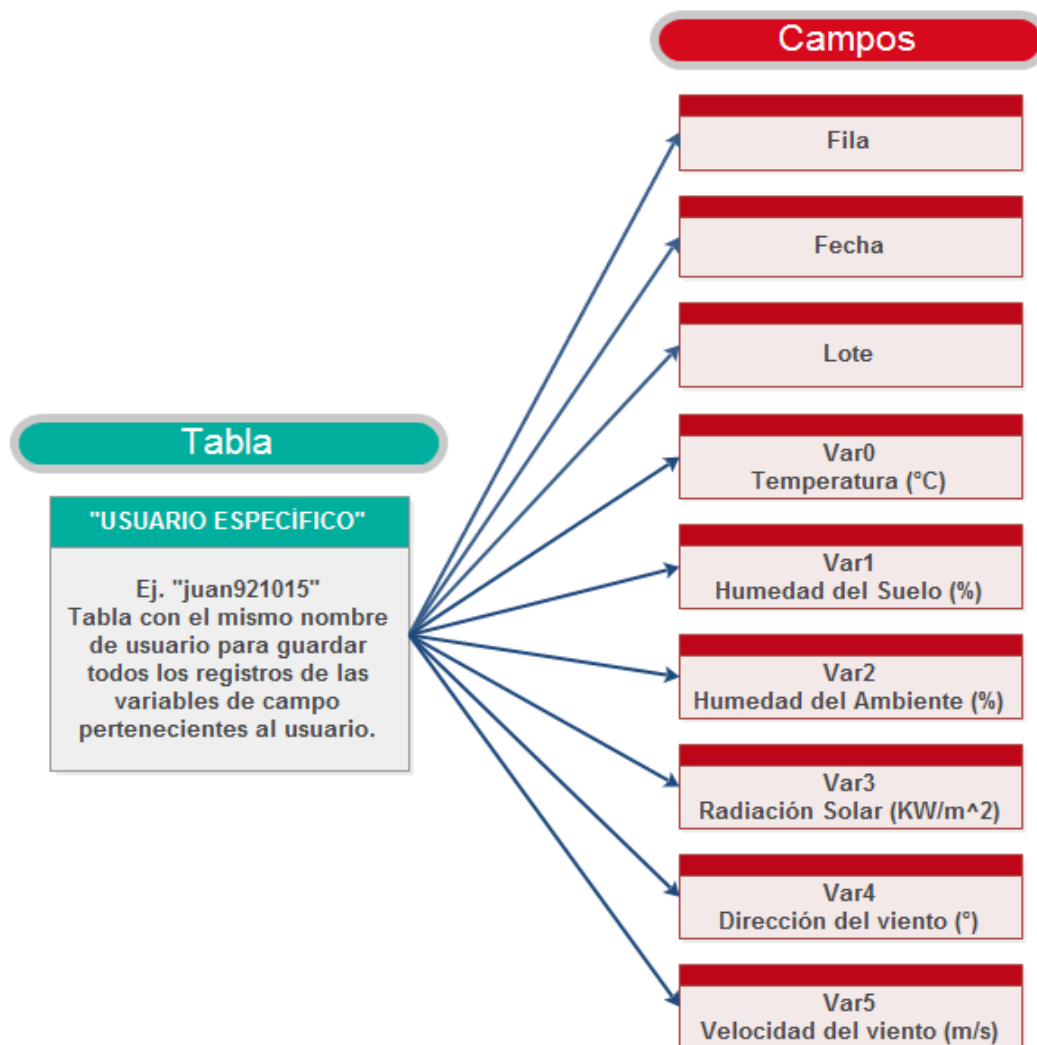
Var4: En este campo se almacena el valor de la variable física Dirección del viento, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

Var5: En este campo se almacena el valor de la variable física Velocidad del viento, la unidad de los datos que el servidor de la aplicación espera recibir es metros por segundo

(m/s). Este campo es del tipo VARCHAR con una longitud máxima de veinte (20) caracteres, como regla se ha definido que este campo solo almacene números (0-9). Este campo es actualizado de manera automática cada vez que un valor nuevo es registrado de manera exitosa en el servidor de la aplicación.

En la figura siguiente se presenta la estructura de la tabla "USUARIO ESPECIFICO".

Figura 54. Estructura tabla "USUARIO ESPECIFICO".



Fuente: Autores.

6.3.6. Implementación de la base de datos de la aplicación “UNISIG”

Para agilizar el proceso de la creación de la base de datos y las tablas de la aplicación web SIG (excepto la tabla de usuario específico por las razones que fueron expuestas anteriormente) se crearon 3 archivos formato .php para ser ejecutados desde cualquier navegador, con la restricción de acceso a estos a través de credenciales de usuario (nombre de usuario y contraseña).

Los archivos se presentan a continuación y el éxito de la instalación de la base de datos, las tablas y las credenciales de estas dependerá de seguir correctamente las instrucciones dadas a continuación.

Los archivos son:

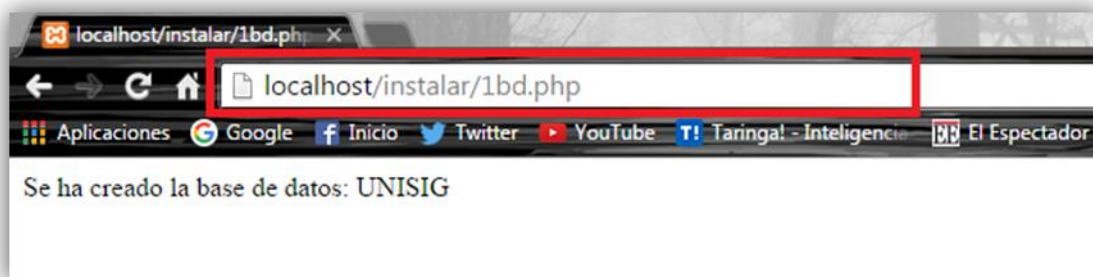
- administrador.php
- 1bd.php
- 2tablas.php

La implementación del módulo de gestión de datos se llevó a cabo de la siguiente manera:

En la sección 6.1 de este capítulo se describió el proceso de instalación de los servidores, y durante el cual se realizó los cambios a algunos parámetros del archivo “administrador.php”.

Para la instalación de la base de datos en el servidor de la aplicación, se digito la dirección que se muestra en la Figura 46, en el navegador web. La ejecución de este archivo creará de manera automática la base de datos de la aplicación web sig.; si la instalación es correcta se visualizara en el navegador el mensaje que se muestra en la parte inferior de la Figura 46.

Figura 55. Instalación de la base de datos Unisig.



Fuente: Autores.

Seguido de la instalación de la base de datos de la aplicación (creación de la base de datos), se realizó la instalación de las tablas de la aplicación. Al igual que el procedimiento anterior, se digito en el navegador la dirección que aparece en la Figura 47, la ejecución de este archivo creará automáticamente las tablas de la aplicación web sig, y a partir de los datos digitados en el archivo “administrador.php” creara la cuenta de usuario administrador. Si la ejecución del archivo fue exitosa, se mostrara un mensaje similar al que aparece en la parte inferior de la Figura 47.

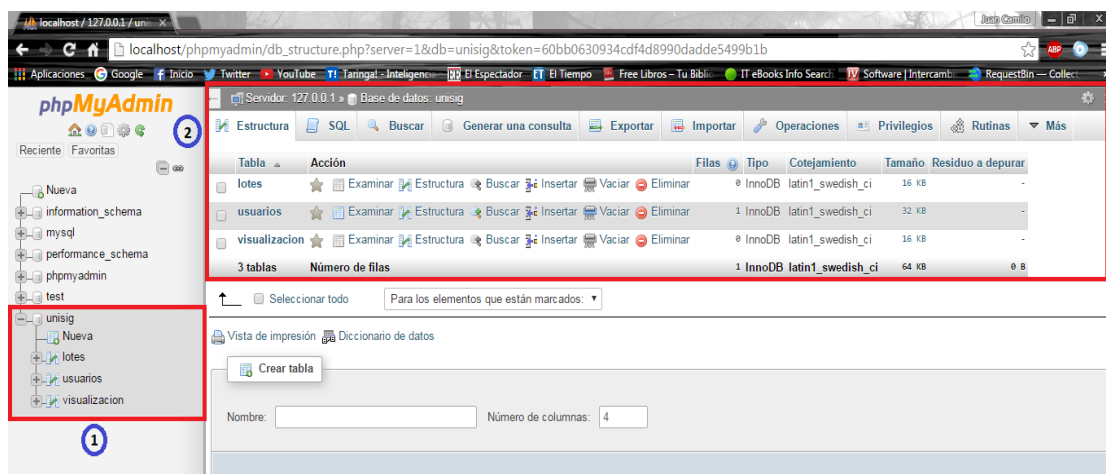
Figura 56. Instalacion de las tablas de la base de datos.



Fuente: Autores.

Una vez se realizaron los procedimientos anteriores, se verificó la creación de la base de datos y las tablas de la aplicación web sig a través de la interfaz de phpmyadmin. En la Figura 48 en la sección marcada con el número uno, se visualiza la base de datos creada, si se quiere ver la estructura y demás propiedades de la base de datos, esto se puede realizar en la sección marcada con el número dos de la Figura 49.

Figura 57. Verificación de la instalación de la base de datos “Unisig”.



Fuente: Autores.

6.4. Módulo de administración.

El módulo de administración de la aplicación, es el encargado de mantener en operación óptima las funciones de la aplicación. Este módulo está directamente ligado al conjunto de tablas del módulo de gestión de datos y al usuario administrador de la aplicación, ya que gracias a sus credenciales se podrá acceder a las funciones propias del administrador de la aplicación, entre las cuales se incluye la inserción, actualización y eliminación de registros de las tablas de la aplicación (estos registros son información y credenciales de usuarios, información de lotes, variables físicas y posición geoespacial) y la creación y eliminación de tablas de la base de datos de la aplicación (estas son las tablas de cada usuario y su información).

6.5. Interfaz de usuario.

La interfaz de usuario de la aplicación, es la encargada de permitir el acceso a los usuarios a la información de lotes y aprovechar todas las características de la aplicación. Al acceder a la aplicación el usuario, este encontrará toda la información respectiva a sus lotes, la geolocalización y valores de las variables medidas por los sensores, podrá actualizar la información de usuario (nombres, apellidos, contraseña y dirección de correo electrónico) y tendrá a disposición la generación de reportes gráficos y tipo tabla en formato pdf de cada una de las variables medidas en campo por los sensores.

La interfaz de usuario está ligada directamente al módulo de administración, ya que para que un usuario exista en la aplicación, este debe ser creado por el usuario administrador, además la información de usuario (personal y lotes) y el archivo de aplicación del usuario deben ser suministrados por el administrador de la aplicación.

7. Directorios y archivos fuente de la aplicación Web SIG Unisig 1.0

Una vez los archivos de la aplicación han sido creados, estos se han puesto en el directorio del servidor web Apache, llamado "htdocs". Este directorio tendrá la función de almacenar los archivos de la aplicación para que los usuarios (clientes) accedan al contenido y las funciones ofrecidas en ella. El directorio contiene los siguientes subdirectorios:

- css.
- img.
- instalar.
- js.
- librerias.
- recepcion.
- temporal.
- unisig.

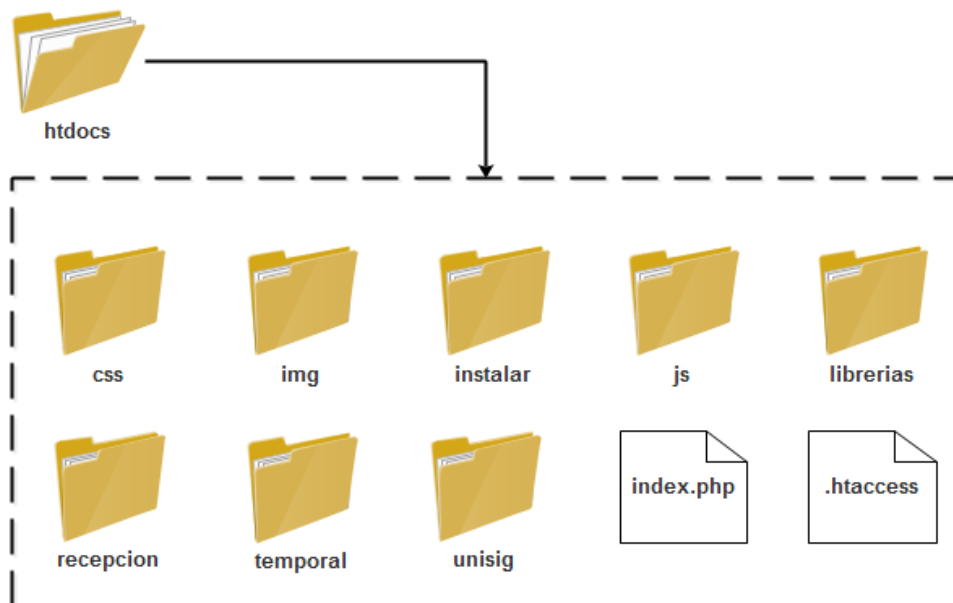
Y los archivos:

index.php: Este archivo es la página principal de la aplicación, en él se encuentran los enlaces a los inicios de sesión de administrador y de usuarios, el enlace a la descripción del proyecto (¿Quiénes somos?) y el enlace a la sección de contacto (Contáctenos). (Código fuente en Anexo 1).

.htaccess: Este archivo es para la configuración concerniente al contenido específico o de todo el directorio htdocs, permite entre otras cosas, proteger los archivos que están dentro del sitio y que no deben ser accedidos por los usuarios o cualquier persona ajena a la administración. (Código fuente en Anexo 2).

En la figura siguiente se presenta el directorio “htdocs”:

Figura 58. Directorio htdocs.



Fuente: Autores.

7.1. Carpeta “css”.

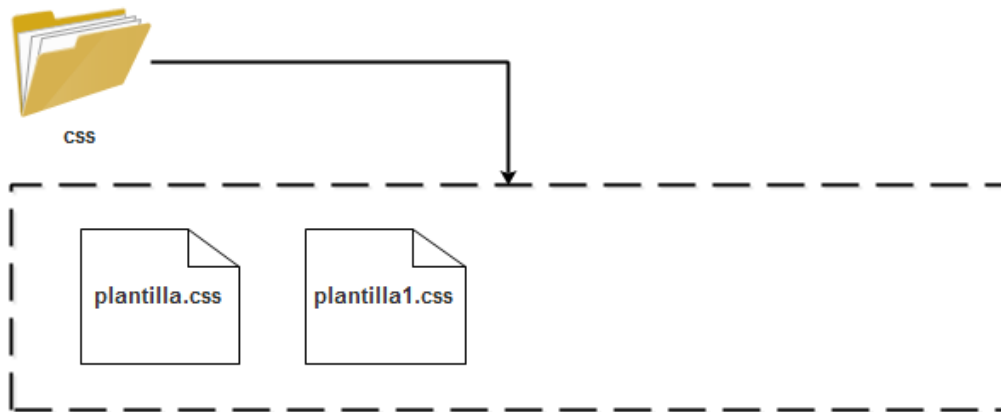
Este directorio de la aplicación web, tiene como propósito almacenar todos los archivos de extensión css, en los cuales se describen las características visuales y de contenido de la aplicación web. El directorio contiene los siguientes archivos:

plantilla.css: Este archivo contiene la descripción de las características y estilos visuales de la página de inicio de la aplicación web.

plantilla1.css: Este archivo contiene la descripción de las características y estilos visuales del contenido de las interfaces de usuario y administrador. (Código fuente en Anexo 4).

En la figura siguiente se presenta el directorio “css”:

Figura 59. Directorio css.

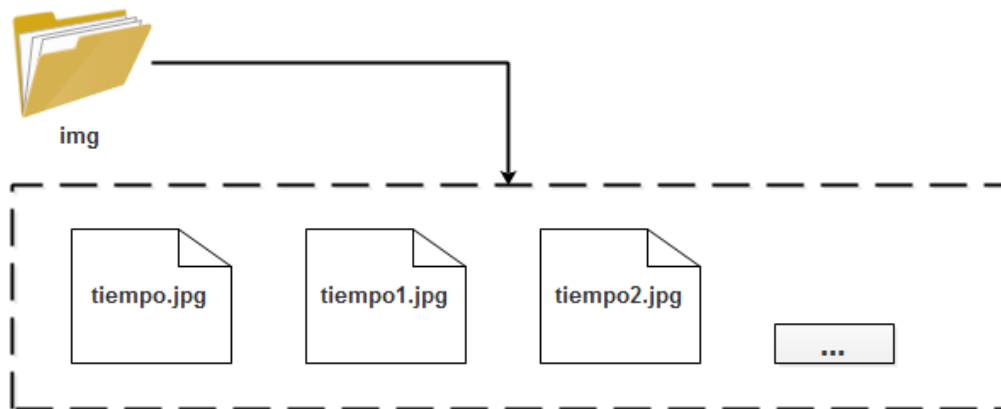


Fuente: Autores.

7.2. Directorio “img”.

Este directorio de la aplicación web, tiene como propósito almacenar todos los archivos tipo imagen, en los formatos: jpg, jpeg, bmp, etc., que son usados en la aplicación. En la figura siguiente se presenta el directorio “img”:

Figura 60. Directorio img.



Fuente: Autores.

7.3. Directorio “instalar”

Este directorio de la aplicación web tiene como propósito almacenar los archivos para la instalación de la base de datos y las tablas de la aplicación web sig. El directorio contiene los siguientes archivos:

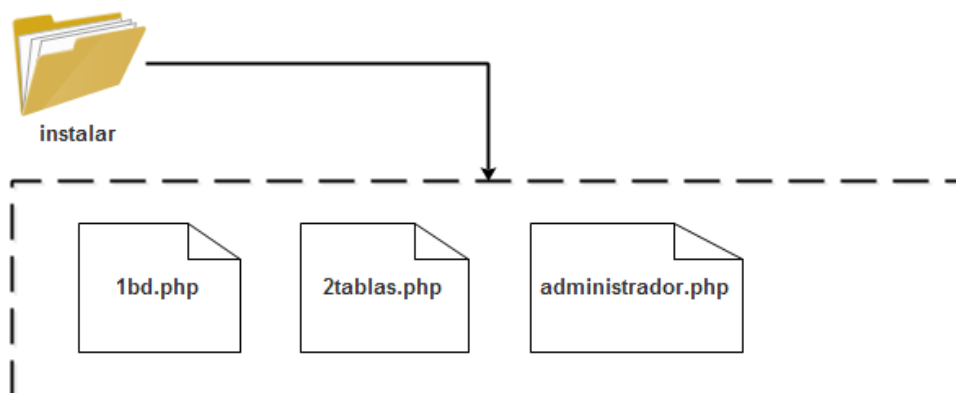
1bd.php: Este archivo contiene la descripción para la creación de la base de datos de la aplicación. La ejecución de este archivo en el navegador web creará automáticamente la base de datos con los nombres y propiedades descritas en el archivo de extensión php con el nombre de administrador.

2tablas.php: Este archivo contiene la descripción para la creación de las tablas de la base de datos de la aplicación. La ejecución de este archivo en el navegador web creará automáticamente las tablas de la base de datos de la aplicación con los nombres y propiedades descritas en el archivo de extensión php con el nombre de administrador.

administrador.php: Este archivo contiene la información del administrador, las credenciales para el acceso al servidor de base de datos local y los valores por defecto para algunos campos creados automáticamente.

En la figura siguiente se presenta el directorio “instalar”:

Figura 61. Directorio instalar.



Fuente: Autores.

7.4. Directorio “js”

Este directorio de la aplicación web tiene como propósito almacenar los archivos de contenido JavaScript con extensión de archivo js. El directorio contiene los siguientes archivos:

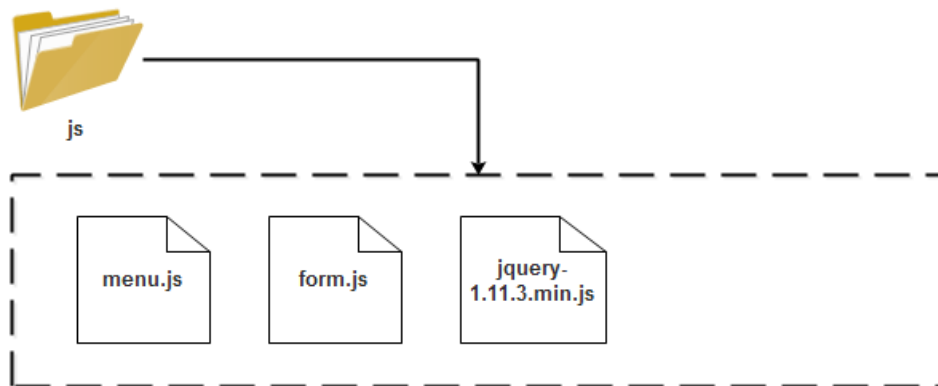
menu.js: Este archivo contiene la descripción en código javascript del comportamiento de los menús de selección dentro de las funciones de usuario.

form.js: Este archivo contiene la descripción en código javascript para el comportamiento de los formularios de ingreso de información en la aplicación.

El archivo “jquery-1.11.3.min.js” es una librería de javascript para ampliar y optimizar algunas funciones de la aplicación web. En el sitio oficial (<https://jquery.com/>) se encuentra la documentación de esta librería.

En la figura siguiente se presenta el directorio “js”.

Figura 62. Directorio js.



Fuente: Autores.

7.5. Directorio “librerías”

Este directorio de la aplicación web, tiene como propósito almacenar las carpetas de las librerías o extensiones usadas en el sitio. El directorio contiene las siguientes librerías:

Fpdf: El directorio “fpdf” contiene los archivos de la librería fpdf. Esta librería escrita en lenguaje php, es la encargada de crear los reportes tipo tabla que son generados con la aplicación. En el sitio oficial (<http://www.fpdf.org/>) se encuentra la documentación y las diferentes versiones que pueden ser descargadas.

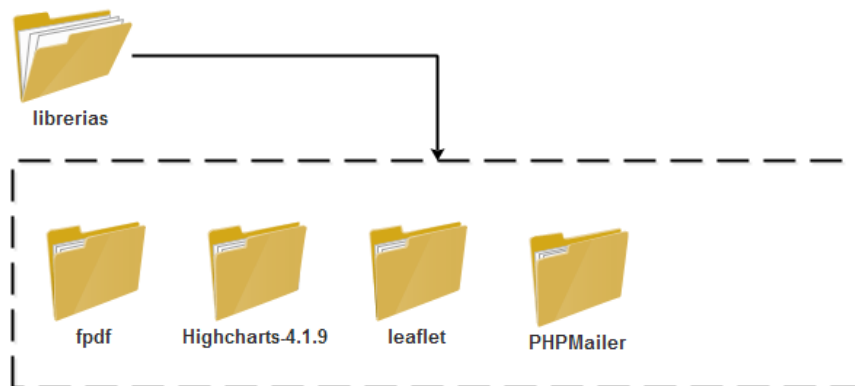
Highcharts: El directorio “Highcharts-4.1.9” contiene los archivos de la librería Highcharts en la versión 4.1.9. Esta librería escrita en lenguaje JavaScript, permite la creación de gráficos, de una manera fácil y detallada. En el sitio oficial (<http://www.highcharts.com/>) se encuentra la documentación y las diferentes versiones que pueden ser descargadas.

Leaflet: El directorio “leaflet” contiene los archivos de la librería Leaflet en la versión estable 0.7.7. Esta librería escrita en lenguaje JavaScript, permite la creación de mapas con información geográfica de manera personalizada y de acuerdo al fin específico. En el sitio oficial (<http://leafletjs.com/>) se encuentra la documentación y las diferentes versiones que pueden ser descargadas.

PhpMailer: El directorio “PHPMailer” contiene los archivos de la librería PhpMailer en la versión 5.2.14. Esta librería escrita en lenguaje php, permite la creación y envío de emails personalizados. En el sitio oficial (<https://github.com/PHPMailer/PHPMailer>) se encuentra la documentación y las diferentes versiones que pueden ser descargadas.

En la figura siguiente se presenta el directorio “librerías”:

Figura 63. Directorio librerías.



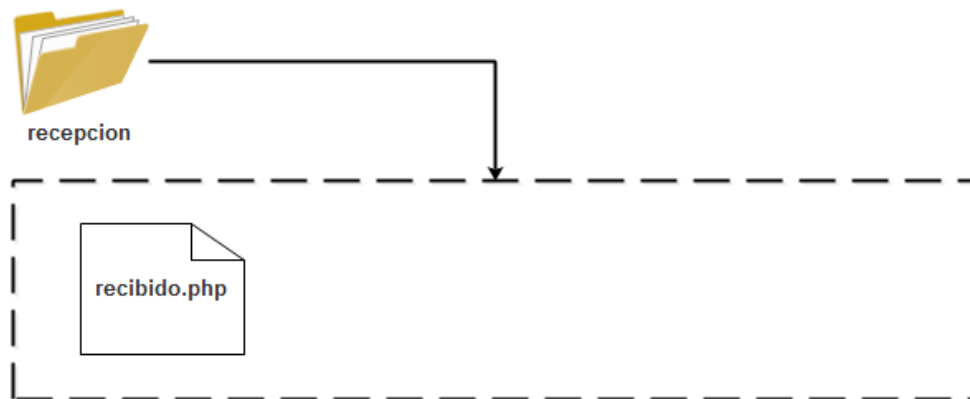
Fuente: Autores.

7.6. Directorio “repcion”

Este directorio de la aplicación web tiene como propósito almacenar el archivo “recibido.php” que recibe, procesa y almacena la información enviada desde el campo hacia el servidor de la aplicación web.

En la figura siguiente se presenta el directorio “repcion”:

Figura 64. Directorio recepcion.



Fuente: Autores.

7.7. Directorio “temporal”

Este directorio de la aplicación web tiene como propósito almacenar los archivos de extensión csv que contienen las coordenadas del polígono del lote. Esta carpeta debe permanecer la mayor parte del tiempo vacía, ya que, tan pronto como la información es extraída del archivo este es eliminado.

7.8. Directorio “unisig”

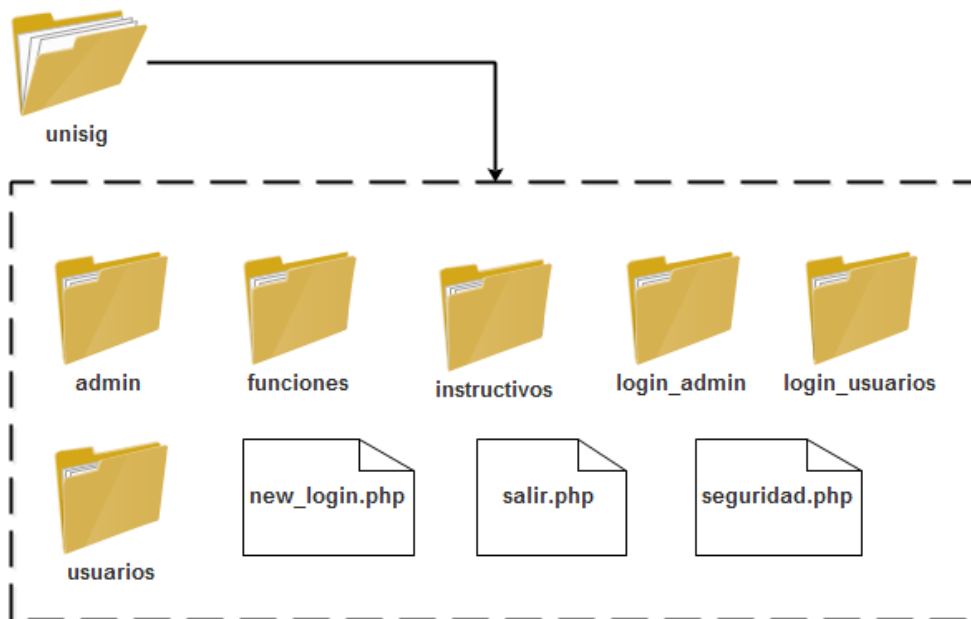
Este directorio de la aplicación web tiene como propósito almacenar los archivos correspondientes a los inicios de sesión y las funciones tanto de administración como de usuarios. Este directorio contiene los siguientes archivos:

new_login.php: Si la sesión de usuario ha expirado por tiempo o terminado por orden del usuario, y las variables de sesión y cookies no existen, este archivo le ofrece las opciones de volver a iniciar sesión.

salir.php: Este archivo tiene como función terminar con la sesión de usuario y eliminar todas las cookies que fueron creadas durante la sesión.

seguridad.php: Este archivo verifica que la sesión de usuario este activa, en caso de no estarlo, la aplicación no permitirá ingresar a las funciones de usuario hasta que se vuelva a iniciar sesión correctamente.

Figura 65. Directorio unisig.



Fuente: Autores.

El directorio también contiene los siguientes subdirectorios:

7.8.1. Directorio “admin”

En este directorio están almacenados los archivos que realizan las funciones de administrador (agregar usuarios, eliminar usuarios y cargar archivos). Este directorio contiene los siguientes archivos:

add.php: Este archivo es el encargado de crear usuarios, crear las tablas y agregar registros en las tablas de la base de datos de la aplicación web según la información ingresada en el formulario de registro de los nuevos usuarios.

add_file.php: Este archivo es el encargado de permitir que el usuario administrador, busque y seleccione un archivo específico que será cargado en la carpeta del nuevo usuario.

add_usuario.php: Este archivo es el encargado de recibir la información perteneciente a los nuevos usuarios a través de un formulario de registro.

delete.php: Este archivo es el encargado de eliminar usuarios de la aplicación web. Al eliminar el usuario también se eliminarán la información perteneciente a este (tablas y registros con la información almacenada).

delete_usuario.php: Este archivo permite al usuario administrador escoger el usuario que quiere dar de baja y enviar la orden de eliminarlo de la aplicación web.

inicio.php: Este archivo es el inicio de la cuenta de usuario administrador de la aplicación web. En este archivo están los enlaces a las diferentes funciones de administración (agregar usuarios, eliminar usuarios y cargar archivos a la aplicación).

load_file.php: Tiene como función subir el archivo seleccionado por el usuario administrador a la carpeta con el mismo nombre del usuario nuevo.

7.8.2. Directorio “funciones”

En este directorio están almacenados los archivos que realizan las funciones de usuario, tales como la geolocalización en tiempo real de los sensores, los reportes gráfico y tipo tabla, además de la actualización de la información sobre el terreno (nombre y coordenadas geoespaciales del mismo). Este directorio contiene los siguientes archivos:

actualizar_lote.php: Este archivo tiene la función de cambiar y guardar en la base de datos el nombre del terreno que el usuario registre a través del formulario de la aplicación web.

cargar_csv.php: Este archivo tiene como propósito permitir al usuario seleccionar un archivo con extensión csv que contengan las coordenadas del terreno y enviarlo al servidor de la aplicación web.

geolocalización.php: Este archivo tiene como función visualizar la posición geoespacial y la información de sensores en tiempo real. Además, en el están los enlaces para acceder a los reportes y a la actualización de la información del lote.

json.php: Este archivo tiene como propósito facilitar la actualización en tiempo real de la información de sensores y la posición geoespacial de los mismos.

nombre_lote.php: Este archivo permite al usuario ingresar a través de un formulario, el nombre del terreno que tiene registrado en la aplicación web.

polígono_lote.php: Este archivo tiene la función de extraer y guardar en la base de datos de la aplicación el contenido del archivo con extensión csv, es decir las coordenadas geoespaciales correspondientes a la capa o polígono del terreno

reporte_grafico.php: Este archivo tiene como propósito generar un gráfico de cada una de las variables medidas por los sensores de acuerdo a la selección de tiempo que el usuario elija.

reporte_tabla.php: Este archivo tiene como propósito generar un reporte en formato pdf con el registro de todas las variables medidas por los sensores de acuerdo a la selección de tiempo que el usuario elija.

reporte_tabla_historico.php: Este archivo tiene como propósito generar un reporte en formato pdf con el registro de todas las variables medidas por los sensores desde la creación del usuario a la fecha actual.

seleccion_grafico.php: Este archivo ofrece al usuario las diferentes opciones de tiempo que pueden ser seleccionadas para la creación de los reportes gráficos de la aplicación web.

seleccion_tabla.php: Este archivo ofrece al usuario las diferentes opciones de tiempo que pueden ser seleccionadas para la creación del reporte tipo tabla en formato pdf que es generado por la aplicación web.

7.8.3. Directorio “instructivos”

En este directorio están almacenados los instructivos de algunas de las funciones de la aplicación. Estos archivos están en formato pdf y pueden ser descargados desde las funciones de usuario de la aplicación.

7.8.4. Directorio “login_admin”

En este directorio están almacenados los archivos que se encargan del inicio de sesión y autenticación del usuario administrador de la aplicación web. Este directorio contiene los siguientes archivos:

admin_login.php: Este archivo tiene como propósito suministrar la interfaz de acceso compuesta por el formulario de inicio de sesión y verificación de las credenciales de usuario administrador de la aplicación web.

enviar_mail.php: Este archivo tiene como función permitir al usuario recuperar sus credenciales de acceso a la aplicación web por medio de un correo electrónico en caso de no ser recordadas.

login.php: Este archivo es el encargado de verificar las credenciales de usuario y dar inicio a la sesión de usuario administrador en la aplicación web.

7.8.5. Directorio “login_usuarios”

En este directorio están almacenados los archivos que se encargan del inicio de sesión y autenticación de los usuarios de la aplicación web. Este directorio contiene los siguientes archivos:

cambio_mail.php: Este archivo es el encargado de recibir la solicitud de cambio de dirección de correo electrónico por parte del usuario y realizar el cambio en la base de datos de la aplicación web.

cambio_name.php: Este archivo es el encargado de recibir la solicitud de cambio de los nombres y apellidos del usuario y realizar el cambio en la base de datos de la aplicación web.

cambio_pass.php: Este archivo es el encargado de recibir la solicitud de cambio de la contraseña de la cuenta de usuario y realizar el cambio en la base de datos de la aplicación web.

change_mail.php: Este archivo tiene como función generar un formulario para el ingreso de información por parte del usuario que le permitirá modificar la dirección de correo electrónico con la que se registró en la aplicación web.

change_name.php: Este archivo tiene como función generar un formulario para el ingreso de información por parte del usuario que le permitirá modificar los nombres y apellidos con los que se registró en la aplicación web.

change_pass.php: Este archivo tiene como función generar un formulario para el ingreso de información por parte del usuario que le permitirá modificar la contraseña con la que se registró en la aplicación web.

enviar_mail.php: Este archivo tiene como función generar y enviar a la dirección de correo electrónico del usuario registrado, información para la recuperación de la contraseña de la cuenta de usuario.

login.php: Este archivo es el encargado de verificar las credenciales de usuario y dar inicio a la sesión de usuario en la aplicación web.

olvido.php: Este archivo tiene como función generar un formulario para el ingreso de información por parte del usuario que le permitirá recuperar su contraseña a través de su dirección de correo electrónico.

user_login.php: Este archivo tiene como propósito suministrar la interfaz de acceso compuesta por el formulario de inicio de sesión y verificación de las credenciales de usuario de la aplicación web.

7.8.6. Directorio “usuarios”

En este directorio se almacenan los archivos de inicio de cada usuario en una carpeta con el nombre de usuario al que pertenece. Los subdirectorios en este directorio se crean automáticamente al registrar un nuevo usuario en la aplicación web, y de la misma manera se eliminarán al suprimir un usuario de esta.

8. Aplicación Web SIG Unisig V1.0

Se realizó una aplicación que cumple con el modelo y requerimientos propuestos. La aplicación que se desarrolló es del tipo web, es decir que la interfaz máquina - usuario es un navegador web, facilitando el ingreso de esta desde cualquier lugar en donde se tenga un navegador web y una conexión a internet. La aplicación web sig UNISIG V1.0 tiene como principal propósito brindar una herramienta que permita realizar las tareas de monitoreo y supervisión de sensores en los terrenos de cultivos en tiempo real, con el fin de permitir la toma de decisiones de acuerdo a el análisis de la información adquirida a través de los sensores.

Para el desarrollo de la aplicación se hizo uso de los lenguajes propios del desarrollo web, HTML 5, PHP, CSS 3 y JavaScript. La codificación se realizó en el editor de texto Notepad ++ (<https://notepad-plus-plus.org/>), el cual es una herramienta para el desarrollo con licencia publica general (GPL).

La aplicación desarrollada se describe a través de este capítulo.

8.1. Inicio de la aplicación.

En este apartado los usuarios, tanto administradores como los usuarios básicos encontrarán los siguientes enlaces:

- Administración (Inicio de sesión).
- Usuarios (Inicio de sesión).
- ¿Quiénes somos?
- Contáctenos.

En la figura a continuación se muestra la parte superior de la página de inicio o el índice de la aplicación web sig Unisig V1.0:

Figura 66. Inicio.



Fuente: Autores.

8.1.1. Administración (Inicio de sesión)

En este apartado los usuarios encontrarán un formulario de inicio de sesión, el cual deberán completar con el nombre de usuario y contraseña suministrada por la administración de la aplicación. Este formulario es de uso exclusivo para el usuario administrador de la aplicación Unisig V1.0, por lo tanto no será posible para los demás usuarios de la aplicación iniciar sesión haciendo uso de este.

8.1.2. Usuarios (Inicio de sesión)

En este apartado los usuarios encontrarán un formulario de inicio de sesión, el cual deberán completar con el nombre de usuario y contraseña suministrada por la administración del sitio. Este formulario es de uso exclusivo para los usuarios básicos de la aplicación Unisig V1.0.

En el caso de que los usuarios no recuerden las credenciales de acceso, estos podrán recuperar su contraseña y nombre de usuario haciendo clic sobre el enlace "Olvido su

contraseña” y digitando la dirección de correo electrónico con la cual el usuario fue registrado.

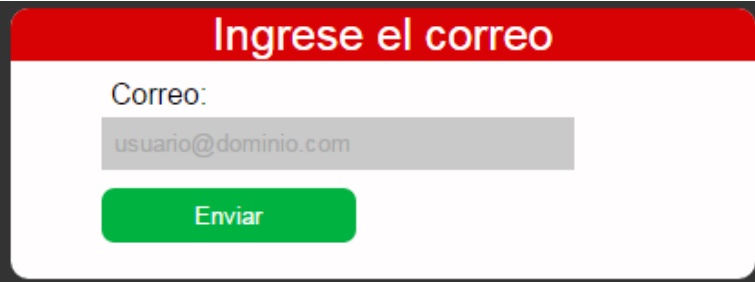
Figura 67. Inicio de sesión administración y usuarios.



The screenshot shows a login form with a red header containing a lock icon and the text "Iniciar Sesión". Below the header, there are two input fields: "Usuario:" with a placeholder "Ingrese su Nombre Usuario" and "Contraseña:" with a placeholder "Ingrese su Contraseña". A green button labeled "Iniciar Sesión" is positioned below the password field. At the bottom, there is a blue link that says "Olvido su contraseña".

Fuente: Autores.

Figura 68. Olvido su contraseña.



The screenshot shows a password recovery form with a red header containing the text "Ingrese el correo". Below the header, there is an input field labeled "Correo:" with a placeholder "usuario@dominio.com". A green button labeled "Enviar" is positioned below the input field.

Fuente: Autores.

8.1.3. ¿Quiénes somos?

En este apartado los usuarios y visitantes de la aplicación Unisig V1.0 encontrarán una reseña del proyecto y de la aplicación desarrollada.

Figura 69. ¿Quiénes somos?

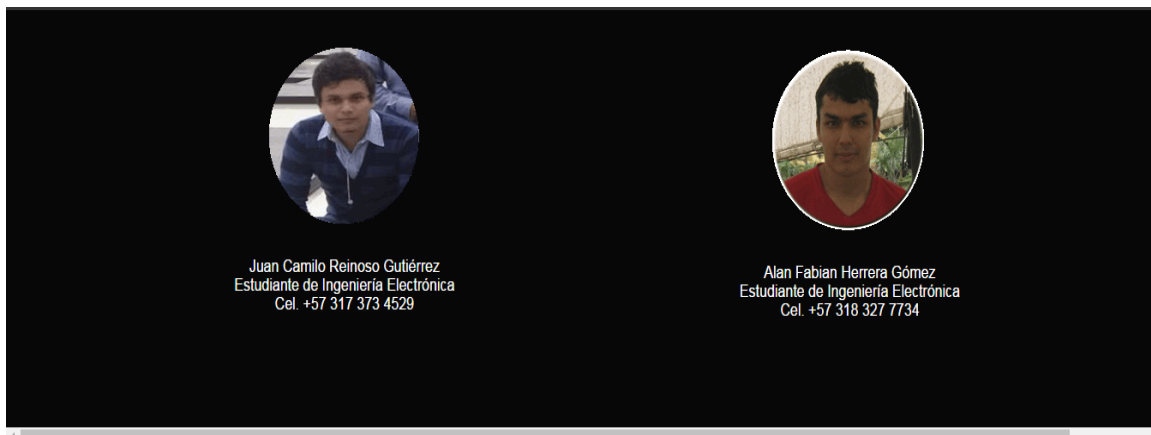


Fuente: Autores.

8.1.4. Contáctenos

En este apartado los usuarios y visitantes de la aplicación podrán realizar contacto con el administrador y desarrolladores de la aplicación. Esta sección está dedicada a la información como nombres, direcciones teléfonos, etc.

Figura 70. Contáctenos.



Fuente: Autores.

8.2. Administración

En este apartado el usuario administrador encontrará los enlaces, correspondientes a las siguientes funciones administrativas:

- Agregar Usuario.
- Eliminar Usuario.
- Agregar Archivo de Aplicación.
- Instrucciones.
- Salir

En la figura a continuación se muestra la página de inicio de la administración.

Figura 71. Inicio administración.




Fuente: Autores.

8.2.1. Agregar Usuario

En este apartado el usuario administrador de la aplicación Unisig V1.0 podrá agregar usuarios a la aplicación. Al seleccionar esta opción encontrará los siguientes campos, los cuales deben estar llenos por completo sin excepción alguna antes de ser enviados al servidor de la aplicación.

Figura 72. Formulario para la creación de usuarios.



El formulario, titulado "Agregar Usuarios", contiene los siguientes campos de entrada:

- Nombre de Usuario:
- Contraseña:
- Nombres:
- Apellidos:
- E-mail:

Un botón verde con el texto "Enviar" se encuentra al final del formulario.

Fuente: Autores.

- **Nombre de Usuario:** Este campo tiene como objetivo identificar al usuario en la aplicación web, es la primera credencial de acceso, su asignación es exclusivamente otorgada por el administrador de la aplicación.
- **Contraseña:** Este campo tiene como objetivo proteger toda la información del usuario, garantizándole acceso exclusivo a los datos que le pertenecen, es la segunda credencial de acceso, su asignación inicialmente es otorgada por el administrador de la aplicación.
- **Nombres:** Este campo tiene como propósito almacenar los nombres del usuario, es decir específicamente el primer y segundo nombre o como corresponda según sea el caso.

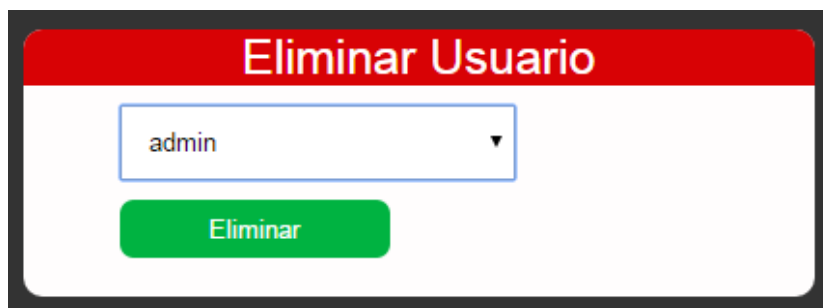
- **Apellidos:** Este campo tiene como propósito almacenar los apellidos del usuario, es decir específicamente el primer y segundo apellido o como corresponda según sea el caso.
- **E-mail:** Este campo tiene como propósito almacenar la dirección de correo electrónico del usuario, es obligatorio y garantizará la recuperación del nombre de usuario y contraseña en caso de ser necesario.

8.2.2. Eliminar Usuario

En este apartado el usuario administrador podrá eliminar usuarios de la aplicación web Unisig V1.0, para realizar esta acción deberá seleccionar el nombre de usuario de la lista desplegable y pulsar el botón “Eliminar”, si la acción se realizó con éxito o si por el contrario falló, la aplicación web le notificará inmediatamente el resultado.

En la figura a continuación se muestra la función para eliminar usuarios de la aplicación.

Figura 73. Función eliminar usuario.



Fuente: Autores.

8.2.3. Agregar Archivo de Aplicación

En este apartado el usuario administrador debe incluir el archivo de inicio de cada usuario, este archivo es único, ya que las necesidades de cada usuario son diferentes, por esta

razón antes de cargar este archivo debe editarse con la información única para cada usuario.

Figura 74. Agregar archivo.



The image shows a web form titled "Agregar archivo" with a red header. Below the header, there is a dropdown menu with "admin" selected. Underneath the dropdown is a button labeled "Seleccionar archivo" and a text label "Ningún a...cionado". At the bottom of the form is a green button labeled "Agregar".

Fuente: Autores.

Para cargar el archivo el administrador debe primero que todo, elegir el usuario al cual se le va a realizar la acción, seguido de esto deberá pulsar el botón "Seleccionar Archivo" y buscar el archivo que va a ser cargado, una vez el archivo ha sido seleccionado correctamente, se pulsa el botón "Agregar Archivo", si la acción se realizó con éxito o si por el contrario falló, la aplicación web le notificara inmediatamente el resultado.

8.2.4. Instrucciones

En este apartado el usuario administrador de la aplicación web podrá tener a la mano una guía de consulta sobre las funciones existentes y como usarlas adecuadamente. Esta opción se encuentra en la página de inicio de la sección de administración de la aplicación Unisig V1.0, al hacer clic sobre el nombre de la función de administración correspondiente se desplegará la información concerniente a la función. En las figuras a continuación se ilustra el resultado.

Figura 75. Instrucciones agregar usuario.

The screenshot shows a web application interface for user management. At the top right, there are navigation links: 'Agregar Usuario', 'Eliminar Usuario', 'Agregar Archivo de Aplicación', and 'Salir'. The main content is divided into two columns. The left column, titled 'Administración', contains a 'Bienvenido Administrador:' message, a note about instructions, and a numbered list: 1. 'Agregar Usuario' (highlighted in blue), 2. 'Eliminar Usuario', and 3. 'Agregar Archivo de Aplicación'. Below this is a note: 'Has click en las opciones para visualizar las intrucciones.' The right column, titled 'Agregar usuario', features a white form with a red header 'Agregar Usuarios'. The form has five input fields: 'Nombre de Usuario:', 'Contraseña:', 'Nombres:', 'Apellidos:', and 'E-mail:'. A green 'Enviar' button is at the bottom of the form. To the right of the form, there are labels and descriptions: 'Nombre de Usuario' (Nombre que identifica al usuario en la aplicación.), 'Contraseña' (Contraseña para el acceso a la aplicación.), 'Nombres y Apellidos' (Nombre y apellido completo del usuario.), and 'E-mail' (Correo electrónico suministrado por el usuario.).

Fuente: Autores.

Figura 76. Instrucciones eliminar usuario.

The screenshot shows the 'Eliminar Usuario' page. At the top right, navigation links are 'Agregar Usuario', 'Eliminar Usuario', 'Agregar Archivo de Aplicación', and 'Salir'. The left column, 'Administración', is identical to the previous page, but the second item in the list is 'Eliminar Usuario' (highlighted in blue). The right column, 'Eliminar Usuario', has a white form with a red header 'Eliminar Usuario'. It contains a dropdown menu with 'admin' selected and a green 'Eliminar' button. Below the form, there is a label 'Selector de usuario' with the description 'Es el selector de todos los usuarios en la aplicación.' and a 'Nota:' section stating: 'No se puede eliminar el usuario admin, y cuando se elimina un usuario tambien se elimina todos sus datos(base de datos y archivo de aplicación)'. The 'Nota:' text is slightly indented.

Fuente: Autores.

Figura 77. Instrucciones agregar archivo de aplicación.

Administración

Bienvenido Administrador:

En caso de alguna inquietud revise las instrucciones del sitio:

1. Agregar Usuario
2. Eliminar Usuario
3. [Agregar Archivo de Aplicación](#)

Has click en las opciones para visualizar las intrucciones.

Agregar Archivo

Agregar archivo

admin

Seleccionar archivo Ningún a...cionado

Agregar

Selector de usuario

Es el selector de todos los usuarios que quieres agregar el archivo de aplicación.

Nota:

Los archivos deben ser de nombre inicio con extencion php si no es asi fallara la subida del archivo.

Fuente: Autores.

8.2.5. Salir

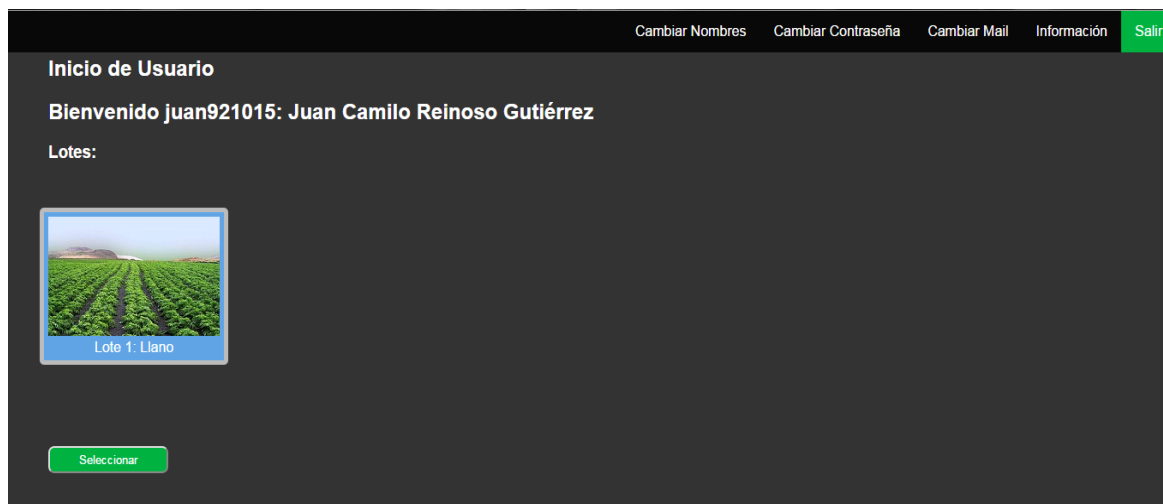
Al hacer clic sobre este enlace el usuario realiza la finalización de la sesión, lo cual cierra la cuenta de usuario, si quiere volver a acceder deberá ingresar nuevamente con las credenciales de acceso correspondientes.

8.3. Usuarios

En este apartado los usuarios básicos encontraran los siguientes enlaces, correspondientes a las funciones de usuario, las funciones son:

- Selección de Lote.
- Cambiar Nombre.
- Cambiar Contraseña.
- Cambiar Dirección de Correo Electrónico.
- Información.
- Salir.

Figura 78. Inicio de usuario.



Fuente: Autores.

8.3.1. Selección de Lote

Al iniciar sesión correctamente en la aplicación Unisig V1.0, el usuario será redirigido a su página de inicio, en la cual encontrará un menú con las diferentes funciones de acuerdo a las necesidades propias del usuario, en este podrá seleccionar su lote, y proceder a las demás opciones que estén disponibles para él. Por otro lado todos los usuarios tendrán a su disposición las siguientes funciones:

- Cambiar Nombre.
- Cambiar Contraseña.
- Cambiar Mail.
- Información.
- Salir.

8.3.2. Cambiar Nombre

En este apartado el usuario puede modificar los nombres y apellidos de ser necesario, para realizar esta acción el usuario solo deberá llenar los campos “Nombres” y “Apellidos”, digitar la contraseña actual y pulsar en el botón “Cambiar”, si la acción se realizó con éxito o si por el contrario falló, la aplicación web le notificara inmediatamente el resultado.

Figura 79. Cambiar Nombres.



El formulario tiene un encabezado rojo con un ícono de candado y el título "Cambiar Nombres".

Campos de entrada:

- Nombres: Ingrese los Nombres
- Apellidos: Ingrese los Apellidos
- Contraseña: Ingrese la Contraseña

Botón: Cambiar


Fuente: Autores.

8.3.3. Cambiar Contraseña

En este apartado el usuario puede modificar la contraseña cada vez que sea necesario, para realizar esta acción el usuario deberá llenar los campos tal como corresponde, repitiendo dos veces la nueva contraseña y digitando la contraseña actual, por último,

deberá presionar el botón “Cambiar”, si la acción se realizó con éxito o si por el contrario falló, la aplicación web notificara inmediatamente el resultado.

Figura 80. Cambiar contraseña.




El formulario tiene un encabezado rojo con un ícono de candado y el título "Cambiar Contraseña". Contiene tres campos de texto con el placeholder "Ingrese la Contraseña", "Nueva Contraseña" y "Nueva Contraseña". Un botón verde "Cambiar" está ubicado al final.

Fuente: Autores.

8.3.4. Cambiar Mail

En este apartado el usuario podrá modificar la dirección de correo electrónico cada vez que sea necesario, para realizar esta acción el usuario deberá llenar los campos tal como corresponde, digitando la nueva dirección de correo electrónico y la contraseña actual, por último deberá presionar el botón “Cambiar”, si la acción se realizó con éxito o si por el contrario falló, la aplicación web le notificara inmediatamente el resultado.

Figura 81. Cambiar dirección de correo electrónico.



Cambiar Email

Nueva Dirección de Correo Electrónico:
Ej: direccion@mail.com

Contraseña:
Ingrese la Contraseña

Cambiar

Fuente: Autores.

8.3.5. Información

En este apartado el usuario encontrará información sobre las funciones que están disponibles en esta sección.

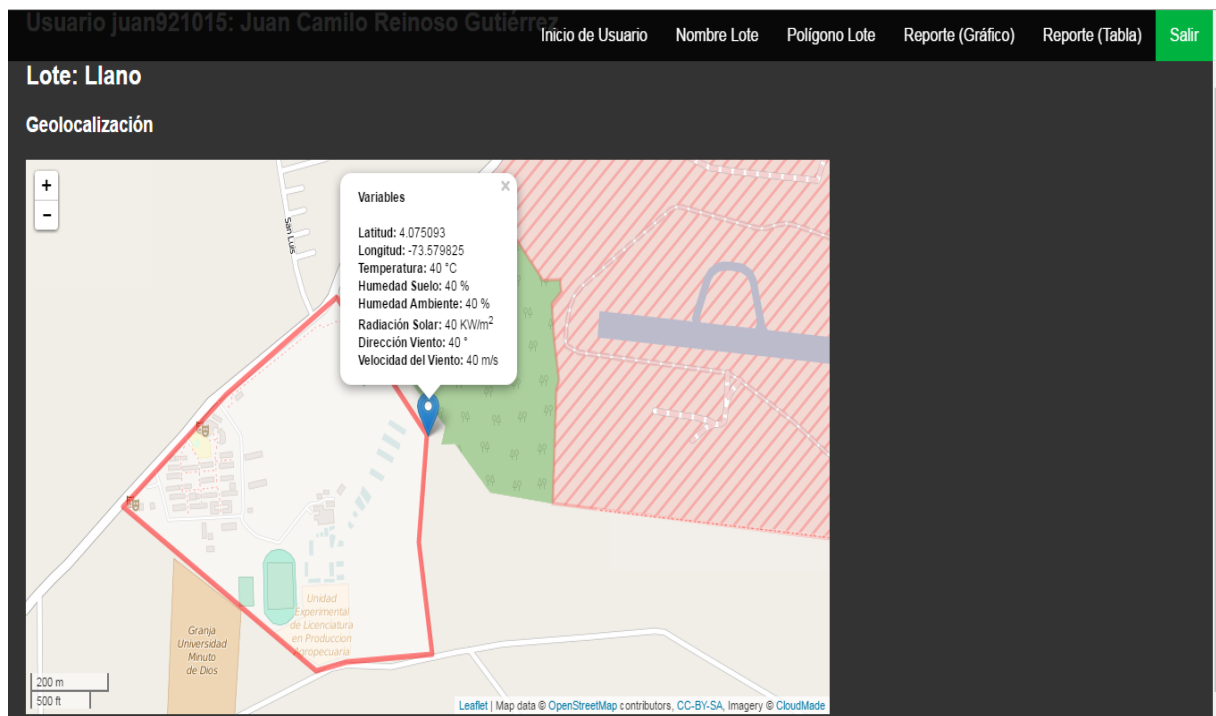
8.3.6. Salir

Al hacer clic sobre este enlace el usuario realiza la acción de finalizar sesión, lo cual cierra su cuenta de usuario, si quiere volver a acceder deberá ingresar nuevamente con las credenciales de acceso correspondientes.

8.4. Selección de Lote (Específico)

Una vez el usuario ha seleccionado el lote en el menú, será direccionado a la página de geolocalización. En este apartado el usuario podrá visualizar la posición geográfica de los sensores y las variables medidas por ellos, además, podrá supervisar si la posición de estos cambia.

Figura 82. Geolocalización.



Fuente: Autores.

Además el usuario tendrá acceso a las siguientes funciones:

- Nombre Lote.
- Polígono Lote.
- Reporte Gráfico.
- Reporte Tabla.
- Salir.

8.4.1. Nombre Lote

En este apartado el usuario encontrará un formulario, en el cual podrá realizar el cambio de nombre de lote cada vez que sea necesario. En la figura siguiente se presenta el formulario de cambio de nombre del lote o terreno.

Figura 83. Cambio nombre del lote.



Nombre del Lote

Nombre:

Ingrese el nombre del lote

Contraseña:

Ingrese la Contraseña

Cambiar

Fuente: Autores.

8.4.2. Polígono Lote

En este apartado el usuario encontrará un formulario para cargar la coordenadas geoespaciales del terreno o lote. Estas coordenadas deben estar guardadas en formato csv y deben cumplir con ciertas reglas. Hay un instructivo que muestra paso a paso el procedimiento para que la capa del lote o polígono sean cargados de manera satisfactoria en la aplicación web.

Figura 84. Polígono Lote.



Cargar Archivo CSV

Descargue [aquí](#) el instructivo.

Seleccionar archivo Ningún a...cionado

Agregar

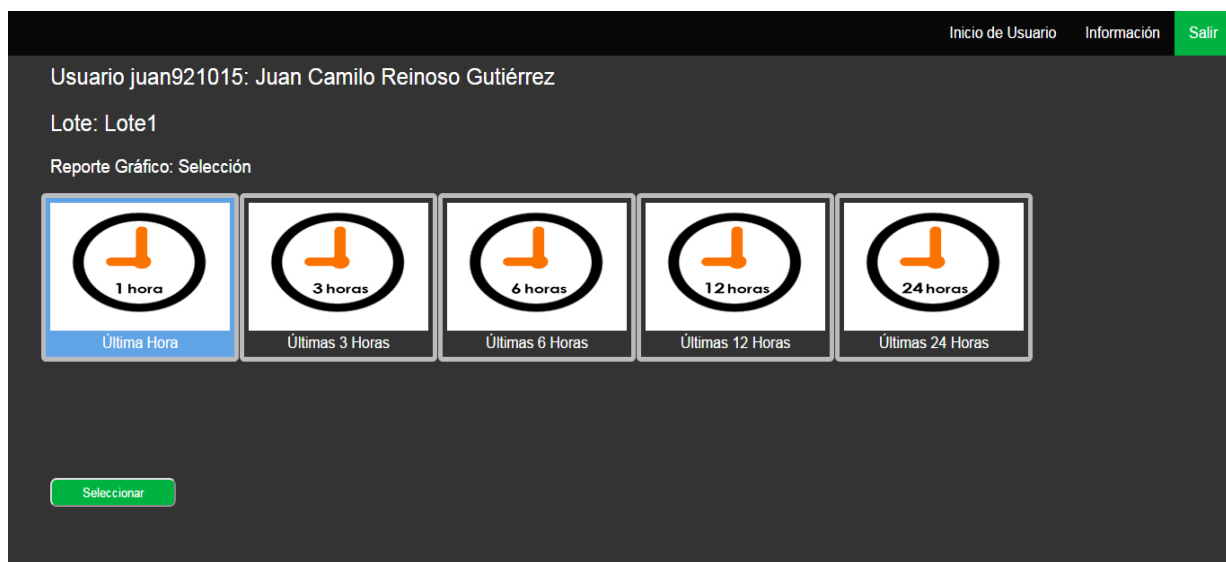
Fuente: Autores.

8.4.3. Reporte Gráfico

En este apartado el usuario encontrará un menú, en el cual podrá seleccionar un rango de tiempo específico. Las opciones disponibles están dadas de acuerdo a la actualización de datos por parte del usuario al servidor de la aplicación. Las opciones son:

- Última hora.
- Últimas 3 horas.
- Últimas 6 horas.
- Últimas 12 horas.
- Últimas 24 horas.

Figura 85. Selección reporte gráfico.



Fuente: Autores.

Además el usuario encontrara enlaces a las funciones:

- Información.
- Salir.

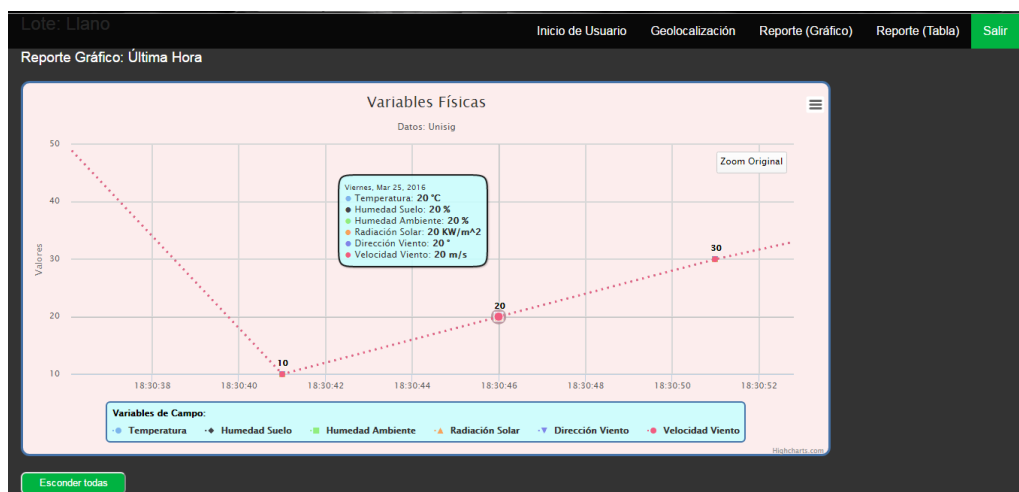
Una vez seleccionado el rango de tiempo el usuario será direccionado a la página de visualización del reporte gráfico, en este encontrará reflejado los datos recibidos al servidor de todas las variables compactadas en una sola gráfica, en la cual podrá seleccionar la (o las) variables de su interés y analizarlas. Tiene opción de zoom si desea enfocarse en algún periodo específico.

Figura 86. Reporte gráfico.



Fuente: Autores.

Figura 87. Reporte grafico-Zoom.



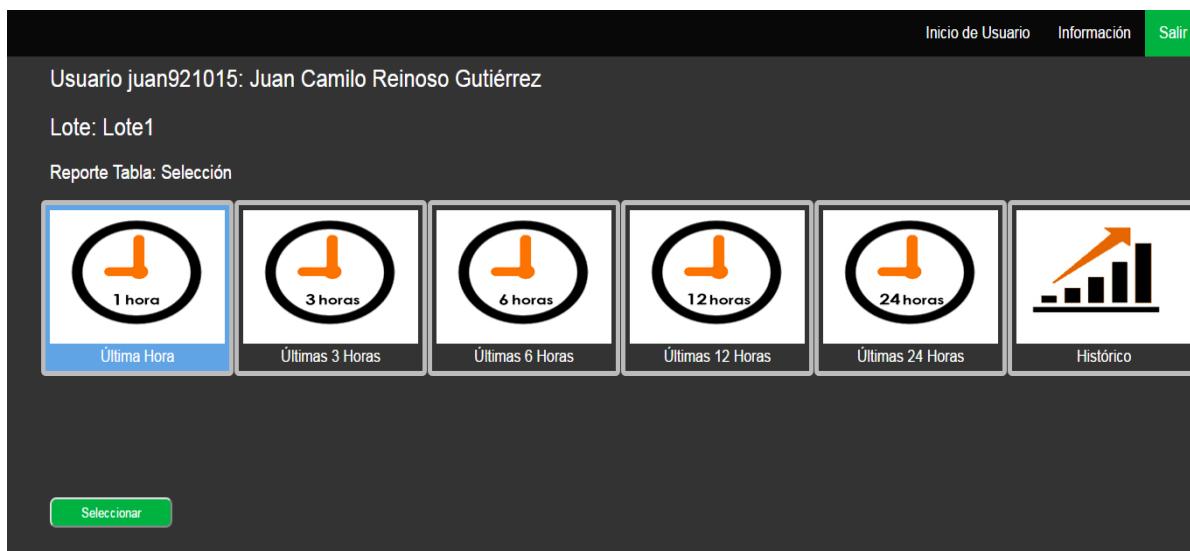
Fuente: Autores.

8.4.4. Reporte Tabla

En este apartado el usuario podrá descargar un documento tipo pdf en cual estarán registrados cada uno de las mediciones enviadas y registradas por el servidor de la aplicación. El usuario podrá seleccionar el rango de tiempo que considere y generar el documento de acuerdo a las siguientes opciones:

- Última hora.
- Últimas 3 horas.
- Últimas 6 horas.
- Últimas 12 horas.
- Últimas 24 horas.
- Histórico.


Figura 88. Selección reporte tabla.



Fuente: Autores.

Una vez se ha seleccionado cualquiera de las opciones se genera un archivo llamado reporte.pdf y se pre visualiza en el navegador si es posible, de lo contrario se descargara en el equipo.

Figura 89. Documento reporte tabla.



Reporte de Variables-Usuario

Unisig 1.0

Fecha: 01-04-2016

Nombre de usuario: juan921015
Nombres y Apellidos: Juan Camilo Reinoso Gutierrez
Id. Lote: Lote1
Nombre Lote: Llano
Reporte: Última Hora

N°	Fecha	Temperatura	Humedad Suelo	Humedad Ambiente	Radiación Solar	Dirección Viento	Velocidad Viento
1	2016-03-25 18:31:02	50 °C	50 %	50 %	50 kW/m2	50 °	50 m/s
2	2016-03-25 18:30:57	40 °C	40 %	40 %	40 kW/m2	40 °	40 m/s
3	2016-03-25 18:30:51	30 °C	30 %	30 %	30 kW/m2	30 °	30 m/s
4	2016-03-25 18:30:46	20 °C	20 %	20 %	20 kW/m2	20 °	20 m/s
5	2016-03-25 18:30:41	10 °C	10 %	10 %	10 kW/m2	10 °	10 m/s
6	2016-03-25 18:30:36	50 °C	50 %	50 %	50 kW/m2	50 °	50 m/s
7	2016-03-25 18:30:31	40 °C	40 %	40 %	40 kW/m2	40 °	40 m/s
8	2016-03-25 18:30:26	30 °C	30 %	30 %	30 kW/m2	30 °	30 m/s
9	2016-03-25 18:30:21	20 °C	20 %	20 %	20 kW/m2	20 °	20 m/s
10	2016-03-25 18:30:16	10 °C	10 %	10 %	10 kW/m2	10 °	10 m/s
11	2016-03-25 18:30:10	50 °C	50 %	50 %	50 kW/m2	50 °	50 m/s
12	2016-03-25 18:30:05	40 °C	40 %	40 %	40 kW/m2	40 °	40 m/s
13	2016-03-25 18:30:00	30 °C	30 %	30 %	30 kW/m2	30 °	30 m/s
14	2016-03-25 18:29:55	20 °C	20 %	20 %	20 kW/m2	20 °	20 m/s
15	2016-03-25 18:29:50	10 °C	10 %	10 %	10 kW/m2	10 °	10 m/s
16	2016-03-25 18:29:45	50 °C	50 %	50 %	50 kW/m2	50 °	50 m/s
17	2016-03-25 18:29:40	40 °C	40 %	40 %	40 kW/m2	40 °	40 m/s
18	2016-03-25 18:29:35	30 °C	30 %	30 %	30 kW/m2	30 °	30 m/s
19	2016-03-25 18:29:29	20 °C	20 %	20 %	20 kW/m2	20 °	20 m/s
20	2016-03-25 18:29:24	10 °C	10 %	10 %	10 kW/m2	10 °	10 m/s
21	2016-03-25 18:29:19	50 °C	50 %	50 %	50 kW/m2	50 °	50 m/s
22	2016-03-25 18:29:14	40 °C	40 %	40 %	40 kW/m2	40 °	40 m/s
23	2016-03-25 18:29:09	30 °C	30 %	30 %	30 kW/m2	30 °	30 m/s
24	2016-03-25 18:29:04	20 °C	20 %	20 %	20 kW/m2	20 °	20 m/s

Página 1/2

Fuente: Autores.

8.4.5. Información

En este apartado el usuario encontrará información sobre las funciones que están disponibles en esta sección.

8.4.6. Salir

Al hacer clic sobre este enlace el usuario realiza la acción de finalizar sesión, lo cual cierra su cuenta de usuario, si quiere volver a acceder deberá ingresar nuevamente con las credenciales de acceso correspondientes.

Conclusiones y Perspectivas

La aplicación web sig Unisig V1.0. para monitoreo y supervisión de variables espacio temporales medidas por sensores en campo, es un desarrollo significativo que permitirá a los dueños y administradores de estos terrenos conocer con certeza la condiciones en la que se encuentran sus cultivos en tiempo real, durante las 24 horas del día. La aplicación está desarrollada con una interfaz de usuario amigable que permitirá a los usuarios aprovechar al máximo las funcionalidades de la aplicación, además no está sujeta a requerimientos específicos de hardware y software ya que solo requiere de un navegador web y una conexión a internet.

Cada uno de los módulos de la aplicación responde de manera eficiente a la actualización de la información de sensores, y la razón que convierte a esta aplicación en algo novedoso es la función de geolocalización en tiempo real que ubica en un mapa las coordenadas que describen el lote, la posición del sensor y las variables medidas por este en tiempo real. La aplicación ofrece la creación de dos clases de reportes en los cuales los usuarios podrán visualizar el comportamiento de las variables medidas.

A través del trabajo desarrollado durante la realización de este proyecto de investigación se estableció una base teórica y un precedente que permitirá la creación de nuevos desarrollos a partir de la aplicación propuesta, no solamente en el campo de la agricultura de precisión, sino también en otros campos en donde se requiera realizar las tareas de supervisión y monitoreo. En una segunda etapa de este proyecto se podría agregar funciones a la aplicación que generen alertas cuando las variables sobrepasen un valor máximo y que realicen las acciones de control correspondientes.

Bibliografía

- [1] Liu, j., He, y., Zhao, w., & Li, x. (2012). Investigation on Remote Monitoring System for Heat-Supply Thermal Characters Based GPRS. (Elsevier, Ed.) *Procedia Environmental Sciences*, Volume 12, Part B, 843–850. doi:10.1016/j.proenv.2012.01.357
- [2] Jiménez, A., Ravelo, D., & Gómez, J. (2010). Sistema de adquisición, almacenamiento y análisis de información fenológica para el manejo de plagas y enfermedades de un duraznero mediante tecnologías de agricultura de precisión. *Revista Tecnura*, 14(27), 41-51. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/6697/8280>.
- [3] Lago González, C., Sepúlveda Peña, J. C., Barroso Abreu, R., Fernández Peña, F. Ó., Maciá Pérez, F., & Lorenzo, J. (2011). System for the automatic generation of yield mapping with application in precision farming. *IDESIA*, 29(1), 59-69. doi:10.4067/S0718-34292011000100009.
- [4] Salim, K. A., & Idrees, I. M. (2013). Design and Implementation of Web-Based GPS-GPRS Vehicle Tracking System. *IJCSET*, 3(12), 443-448. Obtenido de <http://ijcset.net/docs/Volumes/volume3issue12/ijcset2013031203.pdf>
- [5] Qinghua, G., Caiwu, L., Jinping, G., & Shigun, J. (2010). Dynamic management system of ore blending in an open pit mine based on GIS/GPS/GPRS. *Mining Science and Technology*, 20(1), 132-137. doi: 10.1016/S1674-5264(09)60174-5

- [6] Selvaraj, J. J., Rajasekharan, M., & Guzmán-Alvis, Á. I. (2009). Applications of geographic information system and remote sensing in marine fisheries management and challenges for its development in Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 38(1), 105-120. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v38n1/v38n1a06.pdf>
- [7] Thorp, K. R., & Bronson, K. F. (2013). A model-independent open-source geospatial tool for managing point-based environmental model simulations at multiple spatial locations. (Elsevier, Ed.) *Environmental Modelling & Software*, 50, 25–36. doi:10.1016/j.envsoft.2013.09.002
- [8] Moridi, M. A., Kawamura, Y., Sharifzadeh, M., Chanda, E. K., Wagner, M., Jang, H., & Okawa, H. (2015). Development of underground mine monitoring and communication system integrated ZigBee and GIS. (Elsevier, Ed.) *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(5), 811–818. doi:10.1016/j.ijmst.2015.07.017
- [9] Fernández, P., Béjar, R., López, R., Zarazaga, J., & Muro-Medrano, P. R. (2001). Servidor de mapas interoperable para Internet, una aproximación Java basada en la reutilización de componentes SIG.
- [10] Kubicek, P., Kozel, J., Stampach, R., & Lukas, V. (2013). Prototyping the visualization of geographic and sensor data for agriculture. (Elsevier, Ed.) *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 83–91. doi:10.1016/j.compag.2013.07.007
- [11] Raul Lonel, Gabriel VasIU, Septimiu Mischie. 2012. GPRS based data acquisition and analysis system with mobile phone control. Department of Measurements and Optical Electronics. University Politehnica from Timis oara, Bd. Vasile Parvan, Nr. 2 300223 Timis oara, Romania.

- [12] Sungjin Choa, Tom Bellemansa, Davy Janssens, Geert Wetsa. 2014. Integrating GIS and FEATHERS: A Conceptual Design. Transportation Research Institute (IMOB), Hasselt University, Wetenschapspark 5 bus 6, 3590 Diepenbeek, Belgium.
- [13] Tae Wook Kang, Chang Hee Hong. 2015. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. Korea Institute of Construction Technology, Republic of Korea.
- [14] Tamoghna Ojha, Sudip Misra, Narendra Singh Raghuwanshi. 2015. Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. School of Information Technology, Indian Institute of Technology Kharagpur, India. Department of Agricultural and Food Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur, India.
- [15] V.I. Adamchuka, J.W. Hummelb, M.T. Morgan, S.K. Upadhyaya. 2004. On-the-go soil sensors for precision agriculture. Biological Systems Engineering Department, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE 68583, USA Cropping Systems and Water Quality Research Unit, USDA Agricultural Research Service, Columbia, MO 65211, USA Food Science Department, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA Biological and Agricultural Engineering Department, University of California-Davis, Davis, CA 95616, USA.
- [16] Xin Wang, Longquan Ma, Huizhong Yang. 2011. Online Water Monitoring System Based on ZigBee and GPRS. Key Laboratory of Advanced Process Control for Light Industry (Ministry of Education), Jiangnan University, Wuxi. China.
- [17] Shanshan Li, Shaoliang Peng, Weifeng Chen, Xiaopei Lu. 2012. INCOME: Practical land monitoring in precision agriculture with sensor networks. School of Computer Science, National University of Defense Technology, Changsha, China. Department of

Math and Computer Science, California University of Pennsylvania, California, PA 15419, USA.

- [18] Nengcheng Chen, Xiang Zhang, Chao Wang. 2014. Integrated open geospatial web service enabled cyber-physical information infrastructure for precision agriculture monitoring. State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping, and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China. Collaborative Innovation Center of Geospatial Technology, Wuhan 430079, China.
- [19] Ciprian-Radu RAD, Olimpiu HANCU, Ioana-Alexandra TAKACS, Gheorghe OLTEANU. 2015. Smart Monitoring of Potato Crop: A Cyber-Physical System Architecture Model in the Field of Precision Agriculture. Technical University of Cluj-Napoca, 28 Memorandumului Street, 400114, Cluj-Napoca, Cluj, Romania. National Institute of Research and Development for Potato and Sugar Beet Brasov, 2 Street Fundaturii, 500470, Brasov, Romania.
- [20] Katsalis Konstantinos, Kikiras Panagiotis, Stamoulis George, Xenakis Apostolos. 2007. Topology Optimization in Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture Applications. University Of Thessaly Volos, Greece.
- [21] Eduardo Cañete, Jaime Chen, Manuel Díaz, Luis Llopis and Bartolomé Rubio. 2007. USEME: A Service-oriented Framework for Wireless Sensor and Actor Networks. Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación. Malaga University 29071 Malaga, Spain.
- [22] Jzau-Sheng Lin, Chun-Zu Liu. 2008. A Monitoring System Based on Wireless Sensor Network and an SoC Platform in Precision Agriculture. Nat'l Chin-Yi Univ. of Tech., Taichung, Taiwan China.

- [23] Chen Yunping, Wang Xiu, Zhao Chunjiang. 2006. Prescription Map Generation Intelligent System of Precision Agriculture Based on Web Services and WebGIS. University of Electronic Science and Technology of China, National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture. Chengdu, China.
- [24] Zhiqing Zhu, Rongmei Zhang, Jieli Sun. Research on GIS-based Agriculture Expert System. Information and Technology College, Hebei University of Economics and Business. Shijiazhuang 050061, China.
- [25] Huerta E, Mangiarrieta A, Noguera G. 2005. GPS posicionamiento satelital. Universidad Nacional de Rosario, Argentina: UNR Editora-Universidad del Rosario.
- [26] (2014). IICA, PROCISUR. (2014). Manual de agricultura de precisión. Montevideo: Evandro Chartuni Mantovani, Carlos Magdalena.
- [27] Calvache M, Rodriguez C. 2006. Evaluación de la transmisión de datos en una red GPRS por medio de NS2. Revista tecnológica Universidad del bosque, 5, pp.117-119.
- [28] Arzuaga A, Arzuaga J, Zamalloa M. 2005. Implementación de aplicaciones de telecontrol sobre redes GPRS. Pegasus Universidad Javeriana, 1, pp.1-3.