



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA SOFTWARE**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA**  
**PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS EN LA PARROQUIA SANTA**  
**ROSA MEDIANTE GEORREFERENCIACIÓN**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTORES:**

**IVÁN ESTALIN MOROCHO VERA**

**JONATHAN SANTIAGO PULLUTASIG CHIMBORAZO**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA SOFTWARE**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA  
PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS EN LA PARROQUIA SANTA  
ROSA MEDIANTE GEORREFERENCIACIÓN**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTORES:** IVÁN ESTALIN MOROCHO VERA, JONATHAN  
SANTIAGO PULLUTASIG CHIMBORAZO

**DIRECTOR:** ING. DIEGO FERNANDO ÁVILA PESANTEZ

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Iván Estalin Morocho Vera, Jonathan Santiago Pullutasig Chimborazo

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

Nosotros, Iván Estalin Morocho Vera y Jonathan Santiago Pullutasig Chimborazo, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 21 de mayo de 2024



**Iván Estalin Morocho Vera**  
**140118969-9**



**Jonathan Santiago Pullutasig Chimborazo**  
**180491616-9**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA SOFTWARE**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS EN LA PARROQUIA SANTA ROSA MEDIANTE GEORREFERENCIACIÓN**, realizado por los señores: **IVÁN ESTALIN MOROCHO VERA** y **JONATHAN SANTIAGO PULLUTASIG CHIMBORAZO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Iván Menes Camejo  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



2024-05-21

Ing. Diego Fernando Ávila Pesantez  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-05-21

Ing. Gisel Katherine Bastidas Guacho  
**ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-05-21

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quiénes me han brindado su paciencia y apoyo incondicional; a mis abuelos, que siempre me han dado los mejores consejos; y a mis profesores, que fueron partícipes de esta etapa estudiantil y me brindaron sus conocimientos para poder cumplirla.

Iván Estalin

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, quienes me han brindado un apoyo incondicional y siempre han estado a mi lado en los momentos difíciles. También quiero agradecer a mis hermanos por su ayuda, la cual me ha permitido dedicarme por completo a mis estudios.

Jonathan Santiago

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida y la fuerza para completar esta etapa de mi vida estudiantil; a mi familia, que siempre estuvieron apoyándome de principio a fin para completar este trabajo. Por último, quiero agradecer al Ing. Diego Avila y a la Ing. Gisel Bastidas, por darme las mejores sugerencias, guiarme y ayudarme en la realización de este trabajo.

Iván Estalin

Agradezco a Dios y a mi familia por brindarme el apoyo y la motivación para sonreír ante mis logros, los cuales son el resultado de su ayuda constante. Ellos han sido mi mayor motivación para completar esta etapa. También quiero expresar mi gratitud a mis profesores de la Escuela de Ingeniería en Sistemas por impartirme conocimientos y sabiduría, los cuales serán fundamentales para mi desarrollo profesional y me inspiran a ser una mejor persona.

Jonathan Santiago

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY / ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1 <b>Planteamiento del problema</b> .....	2
1.1.1 <i>Antecedentes</i> .....	2
1.1.2 <i>Formulación del problema</i> .....	3
1.1.3 <i>Sistematización del problema</i> .....	3
1.2 <b>Justificación</b> .....	4
1.2.1 <i>Justificación teórica</i> .....	4
1.2.2 <i>Justificación aplicativa</i> .....	4
1.3 <b>Objetivos</b> .....	6
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	6
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	6

### CAPÍTULO II

2. <b>MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 <b>Planificación de cultivos</b> .....	7
2.1.1 <i>Factores involucrados en la planificación de cultivos</i> .....	7
2.1.2 <i>Ventajas de la planificación de cultivos</i> .....	8



2.1.3 <i>Proceso de la planificación de cultivos</i> .....	8
2.2 <b>Georreferenciación</b> .....	9
2.2.1 <i>Métodos para georreferenciar mediante el trazado de polígonos</i> .....	9
2.3 <b>Aplicaciones web</b> .....	12
2.3.1 <i>Patrón arquitectónico MVC</i> .....	12
2.4 <b>Metodología de desarrollo</b> .....	13
2.4.1 <i>Extreme Programming (XP)</i> .....	13
2.4.2 <i>Fases de desarrollo de XP</i> .....	14
2.5 <b>Herramientas de desarrollo</b> .....	15
2.5.1 <i>Visual Studio Code</i> .....	15
2.5.2 <i>TypeScript</i> .....	16
2.5.3 <i>Node.js</i> .....	16
2.5.4 <i>MySQL</i> .....	17
2.6 <b>Norma ISO/IEC 25010</b> .....	17
2.6.1 <i>Usabilidad</i> .....	18
2.6.2 <i>Cuestionarios para medir la usabilidad</i> .....	18
2.7 <b>Trabajos relacionados</b> .....	19

### **CAPÍTULO III**

3. <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
3.1 <b>Tipo de estudio</b> .....	21
3.1.1 <i>Métodos y técnicas</i> .....	21
3.2 <b>Metodología para medir la usabilidad</b> .....	22
3.2.1 <i>Encuesta para medir la usabilidad</i> .....	22
3.3 <b>Población y muestra</b> .....	23
3.4 <b>Desarrollo de la aplicación web utilizando la Metodología XP</b> .....	24
3.4.1 <i>Planificación</i> .....	24
3.4.2 <i>Diseño</i> .....	26

3.4.3 <i>Codificación</i> .....	28
3.4.4 <i>Pruebas</i> .....	30

## **CAPÍTULO IV**

<b>4. RESULTADOS</b> .....	32
<b>4.1 Evaluación de la usabilidad</b> .....	32
4.1.1 <i>Reconocibilidad de la adecuación</i> .....	32
4.1.2 <i>Aprendizabilidad</i> .....	33
4.1.3 <i>Operabilidad</i> .....	33
4.1.4 <i>Protección frente a errores de usuario</i> .....	34
4.1.5 <i>Estética de la interfaz de usuario</i> .....	34
<b>4.2 Análisis de resultados</b> .....	35

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b> Métodos y técnicas empleadas para cada objetivo.....	21
<b>Tabla 3-2:</b> Indicadores para medir la usabilidad de CropManager.....	22
<b>Tabla 3-3:</b> Preguntas para medir la usabilidad por cada indicador.....	23
<b>Tabla 3-4:</b> Historias de usuario por cada iteración.....	24
<b>Tabla 3-5:</b> Lista de requisitos funcionales de CropManager.....	25
<b>Tabla 3-6:</b> Diccionario de datos para los campos administrativos.....	27
<b>Tabla 3-7:</b> Diccionario de datos de la tabla Roles.....	27
<b>Tabla 3-8:</b> Caso de prueba para la historia de usuario 1.....	30
<b>Tabla 4-1:</b> Escala de Likert utilizada en la encuesta.....	32
<b>Tabla 4-2:</b> Resultados obtenidos para la Reconocibilidad de la adecuación.....	33
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados obtenidos para la Aprendizabilidad.....	33
<b>Tabla 4-4:</b> Resultados obtenidos para la Operabilidad.....	33
<b>Tabla 4-5:</b> Resultados obtenidos para la Protección frente a errores de usuario.....	34
<b>Tabla 4-6:</b> Resultados obtenidos para la Estética de la interfaz de usuario.....	35
<b>Tabla 4-7:</b> Ponderación de cada subcaracterística de la Usabilidad.....	35
<b>Tabla 4-8:</b> Resultados obtenidos de la encuesta para cada subcaracterística.....	35
<b>Tabla 4-9:</b> Niveles de puntuación de la Usabilidad con sus porcentajes referenciales.....	36

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Planificación de la producción de la parroquia Santa Rosa.....	9
<b>Ilustración 2-2:</b> Esquema básico del funcionamiento de una aplicación web.....	12
<b>Ilustración 2-3:</b> Relación entre los componentes del patrón MVC.....	13
<b>Ilustración 2-4:</b> Etapas del ciclo de vida de la metodología XP.....	15
<b>Ilustración 3-1:</b> Diseño físico de la base de datos de CropManager.....	26
<b>Ilustración 3-2:</b> Diseño de interfaz del Panel de Control de CropManager.....	28
<b>Ilustración 3-3:</b> Método para agregar un nuevo campo.....	28
<b>Ilustración 3-4:</b> Interfaz del Panel de Control de CropManager.....	29
<b>Ilustración 3-5:</b> Encriptación de contraseñas al guardarse en la base de datos.....	29
<b>Ilustración 3-6:</b> Pantalla mostrada al intentar acceder a funcionalidades del administrador.....	30

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A: HISTORIAS DE USUARIO**

**ANEXO B: REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES**

**ANEXO C: DICCIONARIO DE DATOS**

**ANEXO D: DISEÑO DE INTERFACES**

**ANEXO E: CASOS DE PRUEBA DE LA APLICACIÓN**

**ANEXO F: ENCUESTA PARA MEDIAR LA USABILIDAD**

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una aplicación web para la planificación de cultivos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa mediante georreferenciación. La metodología implementada incluye el método deductivo, para conocer el proceso de la planificación de cultivos, y el analítico, para determinar los métodos para georreferenciar los campos agrícolas. La metodología ágil Extreme Programming (XP) fue utilizada para el desarrollo de la aplicación web, resultando en una entrega más rápida de funcionalidades gracias a las iteraciones cortas y la programación en pareja. Para medir la usabilidad del aplicativo basado en el estándar ISO/IEC 25010, se estableció una población de 30 socios agricultores de la asociación Jaime Roldós, a quienes se aplicó una encuesta formada por los cuestionarios de usabilidad CSUQ y QUIS. Mediante un análisis descriptivo se logró determinar que la aplicación web tiene un nivel de usabilidad muy satisfactorio con un 90.11%, lo que indica que el software desarrollado puede ser utilizado de manera efectiva y eficiente para el proceso de la planificación de cultivos de los productores.

**Palabras clave:** <PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS>, <GEORREFERENCIACIÓN>, <SISTEMAS DE INFORMACIÓN>, <EXTREME PROGRAMMING>, <SANTA ROSA (PARROQUIA)>

0537-DBRA-UPT-2025


27-05-2024



## SUMMARY

This work aimed to develop a web application for crop planning of the Rural Parochial Decentralized Autonomous Government of Santa Rosa through georeferencing. The methodology implemented includes the deductive method to understand the crop planning process and the analytical method to determine the methods to georeference agricultural fields. The agile Extreme Programming (XP) methodology was used to develop the web application, resulting in faster delivery of functionalities thanks to short iterations and pair programming. To measure the usability of the application based on the ISO/IEC 25010 standard, a population of 30 farmer members of the Jaime Roldós Association was established, to whom a survey consisting of the CSUQ and QUIS usability questionnaires was applied. A descriptive analysis determined that the web application has a very satisfactory level of usability, with 90.11%, which indicates that the developed software can be used effectively and efficiently for producers' crop planning process.

**Keywords:** <CROP PLANNING>, <GEOREFERENTIATION>, <INFORMATION SYSTEMS>, <EXTREME PROGRAMMING>, <SANTA ROSA (PARISH)>



Prof. Nelly Padilla. Mgs

0603818717

**DOCENTE FIE**

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, la agricultura es uno de los pilares económicos y fuente de empleos de muchos países incluyendo a Ecuador. Según la ENEMDU, el 74,3% de la población rural y el 11,1% de la población urbana se dedica a la actividad de Agricultura y minas (INEC 2022). A pesar de la importancia económica que tiene, es una de las actividades más alejadas de las tecnologías informáticas modernas, especialmente en las áreas rurales, donde no ha habido cambios significativos en la forma de planificar la producción agrícola. Este último, es uno de los procesos más importantes en la agricultura, debido a que, ayuda a minimizar los principales problemas de la agricultura, como la gran perecibilidad de los cultivos y la dependencia del clima, lo que causa que las cosechas tiendan a no lograrse (Reyes 2011).

En este sentido, en la parroquia de Santa Rosa en la ciudad de Ambato, se ha registrado pérdidas económicas debido a la sobreproducción de alimentos, a un trabajo desorganizado y a la falta de una planificación efectiva de cultivos, lo que ha generado una serie de desafíos que afectan negativamente la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sector. Ante esta situación, se desarrolla una aplicación web con el objetivo de ayudar en la planificación de cultivos mediante la georreferenciación de los campos agrícolas del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa.

El presente documento describe, en el Capítulo 1, los antecedentes, la justificación y el problema que motiva este trabajo, junto con sus objetivos. En el Capítulo 2, se resume el marco teórico que permite conocer el proceso de la planificación de cultivos, la georreferenciación, las tecnologías y la metodología XP utilizadas en el desarrollo de la aplicación web, y la Usabilidad como característica del software medida. Del mismo modo, el Capítulo 3, informa de todo el marco metodológico, incluyendo el tipo de investigación realizada, la construcción de la encuesta basada en los cuestionarios de usabilidad CSUQ y QUIS, y el proceso llevado a cabo para desarrollar la aplicación web, desde su planificación hasta las pruebas realizadas siguiendo la metodología XP. Finalmente, el Capítulo 4, describe la tabulación de los datos de las encuestas realizadas y el análisis de los resultados obtenidos con respecto a la Usabilidad de la aplicación web.



## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En esta sección se describen los antecedentes del problema, así como la justificación y los objetivos de este trabajo.

#### 1.1 Planteamiento del problema

##### *1.1.1 Antecedentes*

La agricultura es una de las actividades económicas que se ha venido practicando desde épocas antiguas, y hoy en día es uno de los pilares económicos y fuente de empleos de muchos países incluyendo a Ecuador. Según la ENEMDU (Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo) 2022, el 74,3% de la población rural y el 11,1% de la población urbana económicamente activa está ocupada en la rama de actividad de Agricultura y minas (INEC 2022). A pesar de la importancia económica que tiene, la agricultura y el sector agrícola en general es uno de los más alejados de las tecnologías informáticas modernas como las TICs, especialmente en las áreas rurales, donde no ha habido cambios significativos en la forma de planificar la producción agrícola, de tomar decisiones y de ofrecer los productos al mercado.

Uno de los procesos más importantes en la agricultura es la planificación de cultivos, que básicamente consiste en mantener un control sobre las fechas de plantación, la cantidad de cultivos y los recursos e insumos destinados. Este proceso es importante, debido a que ayuda a minimizar los principales problemas de la agricultura, ya que los productos agrícolas muestran una gran perecibilidad, por lo que, los inventarios tienen que estar en constante renovación. Además, la producción agrícola depende del clima, lo que causa que las cosechas tiendan a no lograrse, ya que ciertos cultivos no resisten algunas temporadas climáticas (Reyes 2011).

Otro factor que ha afectado a Ecuador es el desperdicio de los alimentos, donde se han registrado 939 toneladas métricas de alimentos por año. Esto trae consigo pérdidas económicas, debido al uso de recursos naturales como el agua, el suelo y los fertilizantes. Este monto, según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), equivale a 334 millones de dólares anuales, convirtiendo a Ecuador en uno de los países dentro de América Latina, donde más se desperdicia alimentos (WWF 2020).

Por otra parte, la poca intervención de las autoridades es lo que ha causado que el sector agrícola se mantenga igual a lo largo de los años, así como la falta de asociatividad entre agricultores y autoridades que permitiría una mejor planificación conjunta. También, está la resistencia a los cambios, pues es bien sabido que los agricultores suelen eludir la tecnología, debido al poco conocimiento y capacitación que tienen de esta y los beneficios que puede ofrecerles al momento de gestionar la producción y ofrecerla al mercado.

En este sentido, en el sector rural, específicamente en la parroquia de Santa Rosa en la ciudad de Ambato, se han registrado pérdidas económicas debido a la sobreproducción de alimentos, a un trabajo desorganizado y a la falta de una planificación efectiva de cultivos. Generado una serie de desafíos que afectan negativamente la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sector. Esta situación también se evidencia en el uso de monocultivos, la escasa utilización o poco conocimiento de tecnologías informáticas, la deficiente gestión de los recursos, insumos, falta de capacitación y asesoramiento técnico para los agricultores. Ante lo expuesto, se considera necesario el desarrollo de una aplicación web para ayudar en la planificación de cultivos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa.

### ***1.1.2 Formulación del problema***

¿Cómo una aplicación web para la planificación de cultivos influye en la gestión de la producción agrícola de la parroquia de Santa Rosa?

### ***1.1.3 Sistematización del problema***

¿Cómo se ha llevado a cabo la planificación de cultivos en la parroquia Santa Rosa?

¿Cuál es la importancia de tener una planificación efectiva de cultivos en la parroquia de Santa Rosa?

¿Qué factores deben cubrirse para mejorar el aumento de la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola?

¿Qué herramientas pueden utilizarse para la georreferenciación a través del trazado de polígonos?

¿Cómo se evalúa la usabilidad de una aplicación web?

## **1.2 Justificación**

### ***1.2.1 Justificación teórica***

Hoy en día, la agricultura constituye una de las principales fuentes de alimentos, contribuyendo al ingreso nacional y al sustento de la mayoría de los países. Sin embargo, en las últimas dos décadas, la agricultura ha enfrentado varios desafíos, como la creciente demanda de alimentos, las condiciones climáticas extremas, y aumento del cambio climático, entre otros. Por lo tanto, para superar estos desafíos, la agricultura debe ser más inteligente, mediante la integración de nuevas tecnologías con el objetivo de mejorar la productividad, reducir los costos y desechos agrícolas (Koteish et al. 2022).

El enfoque tradicional en la recopilación de datos tiende a causar errores y requiere mucho tiempo (Koysawat et al. 2021). La información que ofrecen los cultivos,9+5 se convierte en decisiones rentables solo cuando se gestiona de manera eficiente. Los avances actuales en la gestión de datos están haciendo que la agricultura inteligente crezca exponencialmente, ya que los datos se han convertido en el elemento clave de la agricultura moderna para ayudar a los productores en la toma de decisiones críticas (Saiz-Rubio, Rovira-Más 2020).

En la agricultura sostenible, la planificación de cultivos se basa en cultivos que tienen beneficios de rotación a lo largo de las temporadas de crecimiento. Cuando dos cultivos tienen beneficios de rotación, cultivar un cultivo en tierras agrícolas rotadas (donde el otro cultivo se cultivó en la temporada anterior) es más rentable que cultivarlo en tierras agrícolas no rotadas (donde se cultivó el mismo cultivo en la temporada anterior). Estos beneficios de la rotación se pueden atribuir al aumento de los ingresos de los cultivos, debido a la mejora de la estructura del suelo y la interrupción de los ciclos reproductivos de las plagas, además de la disminución de los costos agrícolas debido a la reducción de la necesidad de fertilizantes (como resultado de la mejora del suelo) y pesticidas (como resultado de una menor población de plagas) (Boyabatlı, Nasiry, Zhou 2019).

### ***1.2.2 Justificación aplicativa***

Es necesario el desarrollo de la aplicación web para ayudar en la planificación de cultivos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa, ya que permite regular la sobreproducción, el uso de recursos e insumos, a minimizar el desperdicio de cultivos, manteniendo así una producción rentable y sostenible. Este proceso se podrá realizar desde

distintos dispositivos como los ordenadores de escritorio, las computadoras portátiles o los dispositivos móviles que tengan acceso a internet.

La aplicación web cuenta con los siguientes módulos:

**MÓDULO DE CULTIVOS:** La aplicación permite gestionar los cultivos, es decir: agregar, modificar y eliminar los cultivos por el usuario administrador.

**MÓDULO DE CAMPOS:** La aplicación permite gestionar las parcelas de tierra, utilizando la georreferenciación de los campos, donde se podrá trazar los campos agrícolas a través de polígonos e ingresar información de estos como su área, su estado, el encargado del campo, entre otros.

**MÓDULO DE USUARIOS:** La aplicación lleva el control de los usuarios, tanto el acceso, como el almacenamiento de su información, estableciendo y separando sus roles al momento de utilizarla.

**MÓDULO DE SIEMBRAS:** La aplicación permite realizar el control de las siembras, que incluye la asignación de cultivos a los campos, el control de las fechas de sembrado y cosechado, el almacenamiento de la información, etc.

**MÓDULO DE REGISTROS DE SIEMBRA:** La aplicación registra las siembras realizadas, de tal forma que se pueda generar gráficos y calendarizaciones útiles para la planificación de cultivos.

El presente trabajo está alineado en la línea de investigación de la ESPOCH dentro del eje transversal Tecnología de la Información y la Comunicación al programa de Ingeniería de software, descrito como un proceso de desarrollo de software basado en el ámbito de análisis y diseño de software.

A su vez se adapta al Plan de Creación de Oportunidades (PCO) siguiendo el eje económico con el objetivo 3, el cual se detalla a continuación:

Objetivo 3. Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular. Y como política 3.3 Fomentar la asociatividad productiva que estimule la participación de los ciudadanos en los espacios de producción y comercialización.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Desarrollar una aplicación web para la planificación de cultivos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa mediante georreferenciación.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Determinar los componentes del proceso de la planificación de cultivos para la construcción de la aplicación.

Establecer los métodos para georreferenciar los campos mediante el trazado de polígonos.

Desarrollar la aplicación web que incluya los módulos de cultivos, campos, usuarios, siembras y registros, mediante la metodología ágil XP.

Evaluar la usabilidad de la aplicación web desarrollada mediante el estándar ISO/IEC 25010.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

Esta sección presenta los fundamentos teóricos en los que se sustenta este trabajo, principalmente se describe a cerca de la planificación de cultivos, la georreferenciación, las aplicaciones web, la metodología de desarrollo XP, las herramientas de desarrollo utilizadas, la Norma ISO/IEC 25010, y algunos trabajos relacionados.

#### 2.1 Planificación de cultivos

Una planificación de cultivos implica determinar la fecha de siembra, la cantidad de cada cultivo, de manera que se pueda asegurar un suministro estable y continuo de productos. Esta tarea puede ser difícil debido a las numerosas variables, incluidos los factores climáticos y de gestión, resultando en que la planificación se base en gran medida en la experiencia y las características únicas de cada zona de siembra (Sembrar en Saó 2017). Del mismo modo, Guanche (2010) sostiene que la mayoría de los datos con los que se trabaja no pueden generalizarse debido a todas las variables involucradas en el proceso de planificación. Esta resulta ser una actividad que requiere cambios constantes, un amplio conocimiento sobre la materia y las condiciones de cada zona, por ello, se debe mantener una experimentación constante y un continuo replanteamiento.

##### 2.1.1 Factores involucrados en la planificación de cultivos

Debido a la complejidad de realizar una planificación de cultivos, es necesario considerar algunos factores relevantes que entran en juego en este proceso. El primero son los parámetros climáticos, que van a condicionar el desarrollo de los cultivos y, por lo tanto, el momento en el que se van a cosechar (Guanche 2010). Por ejemplo, considerando los principales climas de Ecuador, en invierno se van a alargar los tiempos en los que se empieza a cosechar, mientras que en verano serán más cortos.

El segundo factor para considerar es el ciclo de cultivo, siendo uno básico al momento de hacer una buena planificación. Esta información se consigue principalmente con la experimentación y la observación, por esto es importante recoger y ordenar constantemente los datos relacionados al ciclo de cultivo. Además de las fechas de siembra, es importante considerar otros aspectos relativos al manejo del cultivo como el tiempo transcurrido hasta la cosecha, el tiempo que durará la cosecha, la producción prevista, entre otros. Por último, está el consumo estimado, que es

importante para ajustar las cantidades de cada cultivo. Si los huertos son para autoconsumo esto es relativamente fácil, pero si está destinado a la venta se complica, ya que intervienen muchos factores, como el tipo de canal de distribución, las preferencias de los consumidores, entre otros (Sembra en Saó 2017).

### ***2.1.2 Ventajas de la planificación de cultivos***

Con una planificación se busca elaborar un plan que permita conseguir el o los objetivos planteados, los cuales resultan en beneficios que justifican la realización de esta. En este sentido, la planificación de cultivos, principalmente, busca ofrecer productos con regularidad, aunque tiene otras ventajas: permite un mejor control de la gestión de la mano de obra, regula la utilización del terreno facilitando que esté el menor tiempo posible vacío, brinda una previsión de qué maquinaria y en qué momento se va usar o contratarla en caso de requerirlo, ofrece una previsión de los gastos e ingresos, evita los excesos de producción, si se dedican para la venta se puede ofrecer un calendario de suministro a los clientes, brinda una previsión de compra de insumos, entre otros (Guanche 2010).

Del mismo modo, una buena planificación de cultivos deja una venta rentable, un uso efectivo de los recursos y un buen manejo del tiempo, permite realizar, en caso de querer o requerirlo, un escalonamiento de cultivo durante todo el año, una buena rotación de cultivos, entre otros (Toshiaki 2012). Estas ventajas, a grandes rasgos permiten reducir las pérdidas económicas e incrementar la productividad, debido a que reducimos el desperdicio de alimentos, aprovechamos al máximo el tiempo de uso de un campo agrícola, adquirimos los insumos necesarios en el momento necesario, contamos con el personal o maquinaria en los momentos que son requeridos, entre otros.

### ***2.1.3 Proceso de la planificación de cultivos***

El proceso de planificación de cultivos puede variar según el tipo de cultivo o las prácticas específicas de un área determinada. Por lo tanto, en la **Ilustración 2-1** se presenta un diagrama de procesos para la producción en la parroquia Santa Rosa. Este diagrama resalta las etapas de planificación, establecimiento y mantenimiento del cultivo, así como el manejo de plagas y enfermedades y finalmente, la cosecha.



**Ilustración 2-1:** Planificación de la producción de la parroquia Santa Rosa

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2023

## 2.2 Georreferenciación

La georreferenciación consiste en realizar un posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida mediante un sistema de coordenadas (Frattini 2019). En este caso, las entidades hacen referencia a los campos o parcelas destinadas al cultivo. Esto permite a los agricultores entender las características de sus terrenos, y obtener información general sobre la ubicación de las parcelas, de límites y las vías, que producto está sembrado en cada una, cual es la actividad actual que se está realizando en el campo, las fechas aproximadas de cada actividad, entre otros.

La georreferenciación ayudará a definir la ubicación de un campo de cultivo mediante las coordenadas, sin embargo, debido a que este ocupa un espacio o área, va a ser necesario definir la extensión total de dicha ubicación. Esto es mejor hacerse mediante el trazado de polígonos, que permitirá dibujar un polígono siguiendo el contorno del campo y, al mismo tiempo, lo representará en el mapa de la zona.

### 2.2.1 Métodos para georreferenciar mediante el trazado de polígonos

Existen varios métodos de georreferenciación, manuales y automáticos, entre los principales tenemos los realizados por medio de GPS y la digitalización por medio de imágenes satelitales. El primero consiste en capturar puntos utilizando un GPS, este proceso debe ser óptimo y asegurar la calidad del resultado. Para ello, los datos deben responder a un criterio adecuado de captura de puntos y atender a un protocolo de levantamiento de la información, para eliminar errores en la



captura y digitalización de la información. Para realizarlo, el GPS debe configurarse de manera correcta dependiendo de la zona donde se ubique. El receptor tiene que estar ubicado en una zona que esté libre de los elementos generales, como áreas boscosas o zonas urbanas ocupadas por construcciones en altura o con obstrucciones de superficies reflectantes, se debe tener un buen campo de visión al horizonte (Araya Muñoz 2015).

La georreferenciación por medio de imágenes satelitales, o en este caso mapas, tiene un procedimiento sencillo. Solo se requiere que el encargado o representante del lugar que se quiere georreferenciar (para el caso de este trabajo el dueño del campo), identifique en una imagen satelital con un punto en el centro, la localización del elemento. Posteriormente, mediante el trazado de polígonos se podrá enmarcar el área del campo. Este método facilita la tarea particularmente en áreas rurales o lejanas, y, de llevarse correctamente a cabo, se obtiene muy bajo margen de error en las coordenadas resultantes (Araya Muñoz 2015).

Para el presente trabajo se decidió utilizar el segundo método, debido a su facilidad de implementación y al bajo margen de error que tiene. Por ello, se consideraron las siguientes herramientas para realizar la georreferenciación de los campos mediante el trazado de los polígonos:

**Mapbox GL JS:** es una biblioteca de JavaScript que trabaja en el lado del cliente para crear mapas web y aplicaciones web haciendo uso de la tecnología de mapeo de Mapbox. Se puede utilizar para mostrar mapas, agregar interactividad del usuario y personalizar la experiencia de mapas en una aplicación (Mapbox 2023). Para el dibujado de polígonos se puede hacer uso de GeoJSON, que es un formato para codificar las estructuras de datos geográficos, admitiendo los siguientes tipos de geometría: Punto, Línea, Polígono, Multipunto, Multilínea y Multipolígono (GeoJSON 2023).

**Leaflet:** es la biblioteca JavaScript de código abierto para mapas interactivos, está diseñado teniendo en cuenta la simplicidad, el rendimiento y la usabilidad. Dado que se centra en la interacción con los mapas, Leaflet centra sus principales características en esta interacción, es así como cuenta con marcadores; ventanas emergentes; para el trazado de polígonos están las capas vectoriales: polilíneas, polígonos, círculos, rectángulos; tiene herramientas interactivas: arrastre panorámico, zoom, navegación con teclado, arrastre de marcador; una interfaz simple para customizar las capas y controles de los mapas; entre otros (Leaflet 2023).

**Amazon Location Service:** es un servicio basado en la ubicación que se puede utilizar para agregar datos geoespaciales y funcionalidad de ubicación a las aplicaciones como mapas, puntos de interés, geocodificación, enrutamiento, seguimiento y geocercas (Amazon Web Services 2023a). Este último término es utilizado para referirse a los polígonos. Las geocercas contienen puntos y vértices que forman un límite cerrado, que define un área de interés. Dado que utiliza el formato de datos geoespaciales estándar GeoJSON, se puede utilizar una herramienta de edición como geojson.io para dibujar una geocerca poligonal (Amazon Web Services 2023b).

**Maps JavaScript API:** es la API de Google Maps Platform, que permite usar y personalizar los mapas usando imágenes propias y contenido para mostrarlos en páginas web y dispositivos móviles. Cuenta con cuatro tipos de mapas básicos, siendo estos el mapa de rutas, satélite, híbrido y terreno, los cuales se pueden modificar mediante capas y diseños, controles y eventos, y varios servicios y bibliotecas. Para el trazado de polígonos la API maneja el concepto de forma, la cual es un objeto del mapa que está asociado a una coordenada de latitud y longitud. Entre las formas disponibles están: líneas, polígonos, círculos y rectángulos. También es posible configurar las formas para que los usuarios puedan interactuar con ellas, ya sea, creándolas, editándolas o arrastrándolas (Google Developers 2023).

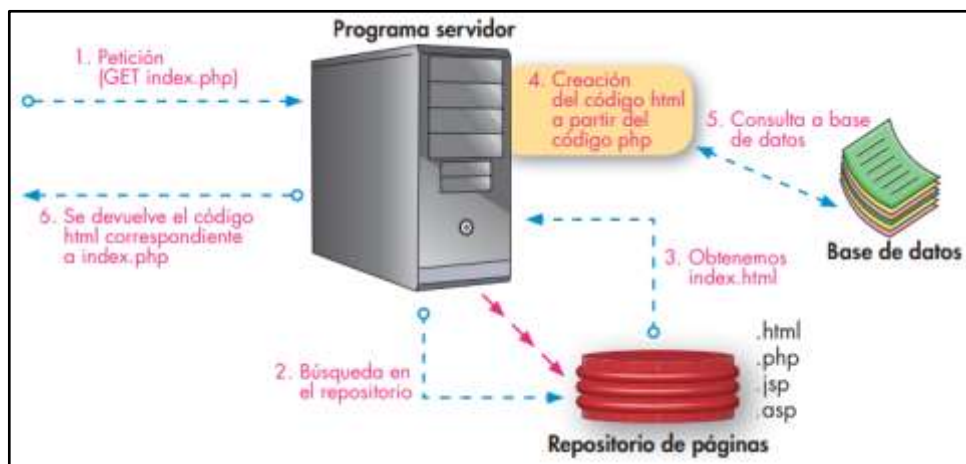
Todas estas formas de trabajar con el trazado de polígonos para georreferenciar los campos tienen una documentación oficial, con tutoriales y ejemplos, y distintas herramientas útiles para lograr dicho objetivo. No obstante, Mapbox GL JS y Leaflet tienen una documentación totalmente en inglés, lo que puede complicar el uso de estas bibliotecas si no se conoce el idioma. También, hay poco contenido sobre la aplicación de estas, principalmente Mapbox GL JS, que tiene muy poco, y casi todo se encuentra en inglés. Por otra parte, Amazon Location Service proporciona un servicio muy completo, sin embargo, el hecho de ser un servicio hace que se tenga que pagar para poder usarlo. Otro de sus inconvenientes es que no proporciona un servicio directo para el dibujado de polígonos, teniendo que recurrir a herramientas como geojson.io para poder hacerlo.

Por último, está Maps JavaScript API, que cuenta con toda su documentación en varios idiomas, incluido el español, así como su contenido, que es bastante extenso, y puede utilizarse para guiar el uso y la implementación en una aplicación. Además, es muy completa y, tanto el trazado de polígonos como la interacción y visualización del mapa, todo se encuentra dentro de la misma API, por lo que no necesita hacer uso de ninguna herramienta o plugin adicional. En este sentido, y por todo lo mencionado, la API Maps JavaScript de Google Maps Platform es la que se elige para poder implementar el trazado de polígonos para la georreferenciación de los campos de cultivo en la aplicación.

## 2.3 Aplicaciones web

Una aplicación web puede ser definida como un software que se guarda y almacena en un servidor web remoto, al que los usuarios pueden acceder a través de uno de los muchos navegadores web existentes (ESIC University 2023). Por esta razón, se pueden aprovechar todas las funcionalidades que la aplicación ofrezca sin necesidad de tener que instalarla o configurarla en los dispositivos u ordenadores de cada usuario.

Una aplicación web funciona de la siguiente manera: empieza con una petición del usuario, que usualmente es una petición GET, luego el servidor busca la página en su repositorio y con el uso del programa que corre en el servidor, crea la página HTML dinámicamente utilizando la información recibida en la misma petición o realizando consultas a una base de datos. Finalmente, cuando la página termina de crearse es devuelta al usuario (Lerma-Blasco, Murcia, Talón 2013). En la **Ilustración 2-2** se puede observar de manera gráfica el funcionamiento de una aplicación web.



**Ilustración 2-2:** Esquema básico del funcionamiento de una aplicación web

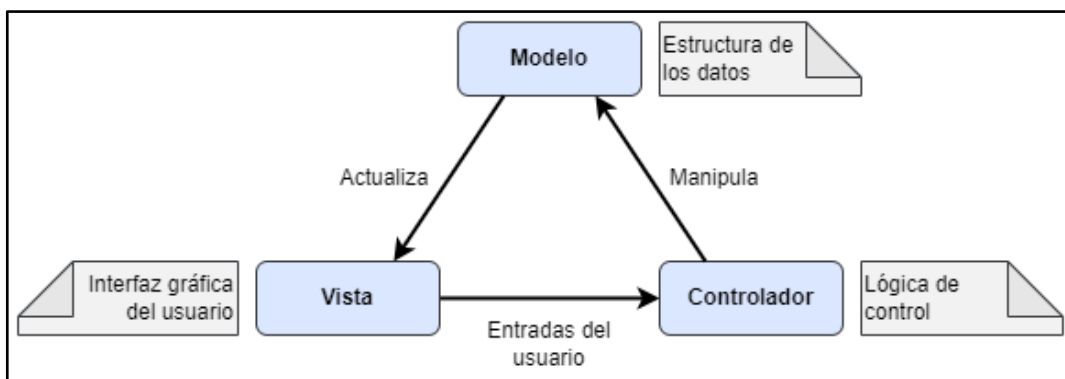
Adaptado de: Lerma-Blasco et al., 2013

### 2.3.1 Patrón arquitectónico MVC

El patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (MVC) separa una aplicación en tres módulos principales: el modelo, la vista y el controlador. Esta forma de separar componentes ayuda a crear aplicaciones que separan diferentes aspectos, como la lógica de entrada, la lógica de negocio y la lógica de la interfaz de usuario, manteniendo al mismo tiempo un bajo acoplamiento entre estos componentes. El patrón define la ubicación de cada tipo de lógica en la aplicación: la lógica de la

interfaz de usuario pertenece a la vista, la lógica de entrada pertenece al controlador y la lógica de negocios pertenece al modelo (Anderson et al. 2023).

En la **Ilustración 2-3** se exhibe la interacción y la relación entre los componentes del patrón MVC. En este proceso, la vista recibe las entradas proporcionadas por el usuario y las remite al controlador. El controlador, a su vez, responde utilizando la lógica integrada en él, y administra el modelo para acceder a los datos necesarios. Posteriormente, el modelo actualiza la vista elegida por el controlador y la presenta nuevamente al usuario, permitiendo así una continua interacción con la aplicación.



**Ilustración 2-3:** Relación entre los componentes del patrón MVC

Adaptado de: MDN contributors, 2023

## 2.4 Metodología de desarrollo

Las metodologías de desarrollo guían la construcción del producto software, y dado la necesidad de agilizar el desarrollo de las aplicaciones surgieron las metodologías ágiles como Scrum, Scrumban, Lean Software Development, y Extreme Programming. Por este motivo y porque es muy buena para trabajar en pares, se decidió utilizar esta última como metodología de desarrollo.

### 2.4.1 *Extreme Programming (XP)*

Extreme Programming es una metodología ágil de desarrollo de software que ayuda a crear software de alta calidad y facilita la vida del equipo de desarrollo. Está orientado al equipo, lo que significa que el desarrollo de sistemas es responsabilidad compartida de todo el equipo, no solo del gerente de la empresa. El nombre de esta metodología se debe a que los métodos y prácticas de programación tradicionales son llevadas al extremo. Una de las características más importantes de XP es su mayor énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad, ya que considera que los

cambios en los requisitos son inevitables, pues a medida que se desarrolla el producto software los clientes pueden sugerir cambios y actualizaciones si lo consideran necesario. Por ello, es necesario establecer una relación cercana con el cliente, convirtiéndolo en una parte integral del equipo y manteniendo una comunicación efectiva. Por esta razón, el equipo debe poder adaptarse a los cambios que ocurren en cada etapa del ciclo de vida del proyecto (Shrivastava et al. 2021).

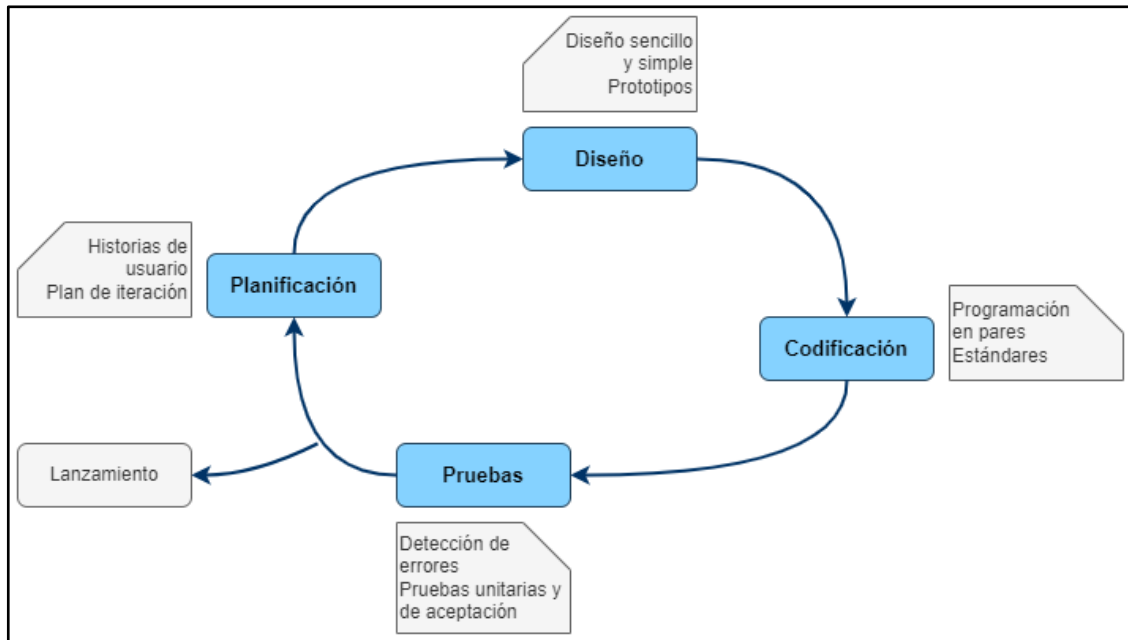
#### **2.4.2 Fases de desarrollo de XP**

El ciclo de vida de XP consta de cuatro etapas esenciales: Planificación, Diseño, Codificación, y Pruebas. Empezando con la primera, en el proceso de planificación se definen las historias de usuario que servirán para describir las características y funcionalidades de la aplicación. También, se realiza un plan de iteraciones, que se ajusta a un costo asignado a cada historia de usuario y se mide en semanas de desarrollo dependiendo de la velocidad como se avance. En la segunda etapa, que es la de diseño, se establecen diseños simples, sencillos y funcionales, que faciliten el desarrollo de cada etapa del proyecto, para esto se puede realizar un glosario de términos que sea compartido entre desarrolladores y cliente, de manera que puedan entenderse. También, se puede hacer uso de prototipos que pueden ayudar a mostrar funcionalidades de forma clara a los interesados (Cárdenas, Quimbita 2017).

En la etapa de codificación, que se centra en desarrollar las historias de usuario, la programación se realiza en pares o parejas en frente del mismo ordenador, o incluso pueden intercambiarse las parejas. De esta forma, y con ayuda del uso de estándares, se asegura que se realice un código más universal, que sea fácilmente entendible por el equipo y por cualquier otro programador que trabaje en el mismo proyecto (SINNAPS 2020).

Finalmente, durante la etapa de pruebas, se busca identificar y corregir los errores presentes en la aplicación, Esto se logra mediante la realización de pruebas unitarias, a través de las cuales todos los módulos deben ser sometidos antes de su liberación, y pruebas de aceptación, en las cuales el cliente define diversos escenarios para verificar la correcta implementación de las historias de usuario.(Joskowicz 2008).

A continuación, en la **Ilustración 2-4** se resumen las etapas del ciclo de vida de XP.



**Ilustración 2-4:** Etapas del ciclo de vida de la metodología XP

Adaptado de: SINNAPS, 2020

## 2.5 Herramientas de desarrollo

En esta subsección se presentan las principales herramientas que se utilizaron en el desarrollo de la aplicación web, siendo estas las siguientes.

### 2.5.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code puede definirse como un IDE o editor de código fuente ligero. Incluye una compatibilidad integrada con JavaScript, TypeScript y Node.js, y cuenta con un amplio número de extensiones para otros lenguajes como C++, C#, Java, Python, Go, entre otros (Microsoft 2023). A pesar de lo ligero que es este editor, cuenta con muchas características que lo hacen muy completo. Entre las principales tenemos: en primer lugar, IntelliSense, que está relacionada con la edición de código, autocompletado y resaltado de sintaxis, lo que permite ser más ágil a la hora de escribir código. Esta proporciona sugerencias de código y terminaciones inteligentes en base a los tipos de variables, funciones, entre otros. En segundo lugar, está la depuración, que ayuda a detectar errores en el código. De esta manera, se evita tener que revisar línea por línea para encontrar errores. El editor también es capaz de detectar pequeños errores de forma automática antes de ejecutar el código o la depuración como tal. En tercer lugar, tenemos el control de versiones, que gracias a que tiene compatibilidad con Git, se pueden revisar diferencias, organizar archivos, realizar commits desde el editor, y hacer push y pull desde cualquier servicio de gestión de código fuente. Por último, y lo más interesante son las extensiones, muy útiles para

personalizar y agregar funcionalidades adicionales de forma modular y aislada. Pueden ser utilizadas para, por ejemplo, programar en diferentes lenguajes, agregar nuevos temas al editor, conectar con otros servicios, entre otros. Realmente las extensiones permiten tener una mejor experiencia y rapidez, y lo más importante, no afectan en el rendimiento del editor, ya que se ejecutan en procesos independientes (Flores 2022).

### **2.5.2 TypeScript**

TypeScript es un lenguaje de programación orientado a objetos, compilado de tipo estático que genera código JavaScript que se puede utilizar en escenarios multiplataforma. En este lenguaje se adiciona la seguridad de tipos y compilación de código que permite detectar errores antes y eliminarlos sin tener que implementar una línea de código. Además, la introducción de clases y módulos facilita mucho el desarrollo de aplicaciones a gran escala, característica que se valora mucho actualmente debido a la creciente demanda de aplicaciones escalables y mantenibles. Así mismo, este lenguaje introduce la idea de elementos públicos y privados, lo que ayuda a implementar la encapsulación, con el objetivo de evitar que los consumidores de objetos de este lenguaje accedan a métodos y propiedades que podrían ser dañinos si se manipulan fuera del objeto en sí (Nance 2014).

Por último, se destaca la razón por la que TypeScript se eligió como lenguaje de programación, y es porque este es multiplataforma y, por consiguiente, es muy portátil, lo que significa que se puede emplear desde cualquier dispositivo, sistema operativo o navegador, y, del mismo modo que JavaScript, no requiere de ninguna máquina específica.

### **2.5.3 Node.js**

Node.js es un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos y diseñado para crear aplicaciones de red escalables. Fue construido con V8, el motor de JavaScript de Chrome. Una de sus principales características es que los usuarios no tienen que preocuparse por el bloqueo del proceso, ya que no existe y casi ninguna función en Node.js realiza procesos de entrada y salida directamente, por lo que la ejecución nunca se bloquea (Node.js 2023). Por ejemplo, al ejecutar un programa, puede encontrar instrucciones que tardan en responder, pero Node.js no detiene la ejecución, sino que continúa ejecutando instrucciones posteriores hasta que reciba los resultados y puedan ser usados.

Debido a que Node.js usa JavaScript en el lado del servidor, existen algunos beneficios destacados como los siguientes: Los desarrolladores pueden crear aplicaciones web en un solo lenguaje, lo que reduce el cambio de contexto entre el lado del servidor y del cliente, y permite compartir y reutilizar código. entre ellos; JavaScript es el lenguaje utilizado en algunas bases de datos NoSQL, por lo que conectarse a ellas es una elección natural; Finalmente, Node.js es compatible con ECMAScript. Esto significa que no tiene que esperar a que todos los navegadores se pongan al día antes de poder utilizar las nuevas funciones de JavaScript en su entorno (Cantelon et al. 2014).

#### **2.5.4 MySQL**

MySQL se define como un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) muy reconocido y ampliamente utilizado debido a su simplicidad y alto rendimiento. Se distribuye gratuitamente en Internet bajo licencia GPL, lo que le permite contar con un alto grado de estabilidad y un rápido crecimiento. Esta es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales como de entretenimiento debido a su facilidad de uso y su reducido tiempo de puesta en marcha. MySQL cuenta con una serie de características con las que ha ganado su popularidad, entre las más importantes están: existen ejecutables de MySQL para alrededor de 19 plataformas; la API está disponible para lenguajes como C, C++, Ruby, Java, Perl, PHP, Python, entre otros; está optimizado para equipos con procesadores múltiples; su velocidad de respuesta es muy destacable y es altamente confiable en cuanto a estabilidad se refiere; cuenta con un amplio conjunto de tipos de datos; tiene soporte para diferentes métodos de almacenamiento de tablas, con diferentes características y rendimiento, permitiendo optimizar el SGBD para cada caso específico; su administración está basada en usuarios y privilegios; se han registrado casos en los que puede manejar cincuenta millones de registros, sesenta mil tablas y hasta cinco millones de columnas (Casillas, Ginestà, Pérez 2014).

De estas características se destaca la gran cantidad de plataformas en las que se puede ejecutar MySQL y los tantos lenguajes con los que se puede trabajar, y en todas estas combinaciones de entornos es muy sencillo utilizarla. Además, a pesar de la gran cantidad de registros que puede manejar, seguirá teniendo una buena estabilidad y velocidad de respuesta, siendo altamente confiable en esos aspectos, razón por la cual es elegido como Sistema Gestor de Bases de Datos para este trabajo.

#### **2.6 Norma ISO/IEC 25010**



La ISO/IEC 25010 es parte de una familia de normas, cuyo objetivo es la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad de un producto software. Esta norma es un modelo de calidad compuesto de 8 características, siendo estas: funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, usabilidad, confiabilidad, seguridad, mantenimiento, y portabilidad. Todas estas características se relacionan con las propiedades estáticas del software y las propiedades dinámicas del sistema informático (Ormeño 2019). Para este trabajo se considera a la usabilidad como característica a medir, principalmente porque se busca que la aplicación sea usable y que los usuarios puedan aprender a manejarla fácilmente y a interactuar con esta sin complicaciones.

### ***2.6.1 Usabilidad***

La Norma ISO/IEC 25010 define a la usabilidad como la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas: Reconocibilidad de la adecuación, definida como la capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades; Aprendizabilidad, que es la capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación; Operabilidad, que se define como la capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad; Protección contra errores de usuario, que es la capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores; Estética de la interfaz de usuario, definida como la capacidad de la interfaz de usuario de agrandar y satisfacer la interacción con el usuario; y Accesibilidad, que es la capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades (ISO 25000 2022).

Las subcaracterísticas que se consideraron al momento de medir la usabilidad de la aplicación son la reconocibilidad de la adecuación, para conocer si el software es adecuado para los usuarios, aprendizabilidad, para conocer la facilidad con la que aprenden los usuarios a usar la aplicación; la operabilidad, que permitirá saber con qué facilidad la manejan; la protección contra errores de usuario, para que se pueda usar sin temor a equivocarse; y la estética de la interfaz de usuario, para conocer lo agradable que resulte, estéticamente, para los usuarios.

### ***2.6.2 Cuestionarios para medir la usabilidad***

La mejora continua de la experiencia del usuario es esencial para el éxito de cualquier aplicación web. La usabilidad, en particular, desempeña un papel crucial en la satisfacción y retención de los usuarios. Una herramienta valiosa para evaluar la usabilidad es el Cuestionario de Usabilidad

en Sistemas Informáticos (CSUQ, Computer System Usability Questionnaire). Este maneja una escala Likert que incluye 16 preguntas que tendrán que ser respondidas por los usuarios de la página o aplicación web. Se puede utilizar una escala de 7 niveles de respuesta, que va de totalmente en desacuerdo (1) a totalmente de acuerdo (7) (Isolde et al. 2015).

Otra herramienta para medir la usabilidad es el Cuestionario de Satisfacción de la Interfaz de Usuario (QUIS, Questionnaire for User Interface Satisfaction), el cual permite obtener opiniones de los usuarios y evaluar la aceptación de una interfaz informática por parte del usuario. El cuestionario pide al usuario que califique la interfaz en áreas como facilidad de uso, coherencia, capacidad del sistema y aprendizaje. Las preguntas se relacionan con las interfaces persona-computadora y las respuestas normalmente se miden en una escala ascendente del 1 al 10 (AHRQ 2023).

## **2.7 Trabajos relacionados**

Algunos trabajos que se relacionan con este incluyen a Boyabatlı et al. (2019), que examinaron el valor de la planificación de cultivos basada en cultivos múltiples con beneficios de rotación, como se emplea en la agricultura sostenible, en comparación con el cultivo continuo de solo uno de los cultivos, como se emplea en la agricultura industrial.

Así mismo, está el trabajo similar de Kumar K & Babu DB (2016), cuya investigación tenía como objetivo garantizar el éxito de la planificación de actividades de desarrollo depende de la calidad y cantidad de información disponible sobre los recursos naturales y socioeconómicos. Por lo tanto, es esencial idear las formas y los medios para organizar el sistema de información computarizado. Estos sistemas deben ser capaces de manejar una gran cantidad de datos recopilados por tecnologías modernas y producir información actualizada.

De igual manera, Zhang & Kovacs (2012) indican que, para proporcionar un producto final confiable a los agricultores, se requieren avances en el diseño de plataformas, la producción, la estandarización de la georreferencia y mosaicos de imágenes y el flujo de trabajo de extracción de información. Además, se sugiere que tales esfuerzos deberían involucrar al agricultor, particularmente en el proceso de diseño de campo, adquisición, interpretación y análisis de imágenes.

Por último, Kashina et al. (2022) concluye que la introducción de la tecnología en la agricultura por parte de los productores agrícolas es una herramienta para el desarrollo sostenible y planificación en la agricultura, el aumento de la competitividad del negocio agrícola, ya que

aumenta los beneficios económicos (mayores rendimientos, reducción de pérdidas de cultivos, mayor eficiencia de los bancos de tierra).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se describen las generalidades del presente estudio, como el tipo, y los métodos y técnicas utilizadas, así como las actividades realizadas para desarrollar cada una de las etapas de la metodología XP con el objetivo de construir la aplicación web.

#### 3.1 Tipo de estudio

El presente Trabajo de Integración Curricular es de tipo aplicativo, debido a que se aplican los conocimientos adquiridos durante la carrera para desarrollar la aplicación web CropManager que está dirigida a mejorar la planificación de cultivos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa y a fomentar la asociatividad, rentabilidad y productividad del sector agrícola del país.

##### 3.1.1 Métodos y técnicas

En la **Tabla 3-1** se describen los objetivos del trabajo y los métodos, técnicas y fuentes utilizadas para completar cada uno de estos.

**Tabla 3-1:** Métodos y técnicas empleadas para cada objetivo

Objetivos	Métodos	Técnicas	Fuentes
Determinar los componentes del proceso de la planificación de cultivos para la construcción de la aplicación.	Deductivo	<ul style="list-style-type: none"><li>Entrevista.</li><li>Revisión de documentación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Productores.</li><li>Artículos.</li><li>Informes.</li></ul>
Establecer los métodos para georreferenciar los campos mediante el trazado de polígonos.	Analítico	<ul style="list-style-type: none"><li>Revisión de documentación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Artículos.</li><li>Documentación de librerías y APIs.</li><li>Tutoriales.</li></ul>
Desarrollar la aplicación web que	Metodología XP	<ul style="list-style-type: none"><li>Diagrama de casos de uso.</li><li>Requisitos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Usuarios.</li><li>Estándares.</li><li>Artículos.</li></ul>

incluya los módulos de cultivos, campos, usuarios, siembras y registros, mediante la metodología ágil XP.		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Historias de usuario.</li> <li>▪ Iteraciones.</li> <li>▪ Pruebas unitarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informes.</li> </ul>
Evaluar la usabilidad de la aplicación web desarrollada mediante el estándar ISO/IEC 25010.	Descriptivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Encuestas.</li> <li>▪ Observación.</li> <li>▪ Revisión de documentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usuarios.</li> <li>▪ Aplicación web.</li> <li>▪ Cuestionarios de Usabilidad: CSUQ y QUIS.</li> </ul>

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.2 Metodología para medir la usabilidad

En la **Tabla 3-2** se da a conocer los indicadores utilizados para medir la usabilidad de la aplicación web, así como las técnicas y fuentes manejadas para obtener la información para medirla.

**Tabla 3-2:** Indicadores para medir la usabilidad de CropManager

Variable	Indicador	Técnica	Fuente
Usabilidad	Reconocibilidad de la adecuación	Encuesta (Cuestionario de usabilidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usuarios.</li> <li>▪ Aplicación web.</li> </ul>
	Aprendizabilidad		
	Operabilidad		
	Protección frente a errores de usuario		
	Estética de la interfaz de usuario		

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

#### 3.2.1 Encuesta para medir la usabilidad

La encuesta utilizada para medir la usabilidad está compuesta por una combinación de dos cuestionarios, CSUQ Versión 3 que incluye 16 preguntas (Sauro, Lewis 2012) y QUIS en su versión 5.0 que tiene 21 preguntas (Chin, Diehl, Norman 1988).

Dado que QUIS tiene una escala del 1 al 10 y que sus preguntas no están planteadas a modo de afirmaciones, se adaptó a la forma de plantear las preguntas de CSUQ haciendo uso de una escala de Likert del 1 al 5, y, luego de juntar aquellas que eran similares y eliminar las que estaban destinadas a medir la accesibilidad, se obtuvieron un total de 20 preguntas para la encuesta (ANEXO F), las cuales pueden verse en la **Tabla 3-3** con un identificador y divididas por cada indicador antes presentado.

**Tabla 3-3:** Preguntas para medir la usabilidad por cada indicador

<b>Indicador</b>	<b>Id</b>	<b>Pregunta</b>
Reconocibilidad de la adecuación	P1	Puedo completar mi trabajo rápidamente utilizando la aplicación.
	P2	La aplicación tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.
	P3	Me siento cómodo utilizando la aplicación.
	P4	En general, estuve satisfecho con la aplicación.
Aprendizabilidad	P5	Fue fácil aprender a utilizar la aplicación.
	P6	Creo que las tareas se pueden realizar de forma sencilla en la aplicación.
	P7	Fue fácil explorar nuevas características de la aplicación.
Operabilidad	P8	Es fácil encontrar en la aplicación la información que necesito.
	P9	El uso de los términos que aparecen en la pantalla de la aplicación es consistente.
	P10	La organización de la información en la pantalla de la aplicación es clara.
	P11	Los mensajes en pantalla que solicitan información al usuario son claros.
	P12	Creo que la terminología está relacionada a la tarea que estoy haciendo.
	P13	Considero que la secuencia de las pantallas de la aplicación es clara.
	P14	En general, estoy satisfecho de lo fácil que es utilizar la aplicación.
Protección frente a errores de usuario	P15	La aplicación muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.
	P16	Cada vez que cometo un error utilizando la aplicación, lo resuelvo fácil y rápidamente.
	P17	Creo que los mensajes de error son útiles.
Estética de la interfaz de usuario	P18	La interfaz de la aplicación fue placentera.
	P19	Me gustó utilizar la aplicación.
	P20	Considero que los caracteres en la pantalla de la aplicación son fáciles de leer.

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.3 Población y muestra

La población total de agricultores de la parroquia Santa Rosa es de aproximadamente 3590. Sin embargo, para medir la usabilidad se trabajará con una de las asociaciones de agricultores de la parroquia, llamada asociación Jaime Roldós, que cuenta con 30 socios agricultores, los cuales fueron la población para este trabajo.

### 3.4 Desarrollo de la aplicación web utilizando la Metodología XP

En esta subsección se describe el proceso para desarrollar CropManager, siguiendo el ciclo de vida de la Metodología XP.

#### 3.4.1 Planificación

##### 3.4.1.1 Planificación de iteraciones

Para el desarrollo de la aplicación se planifica las iteraciones, donde cada una tiene una duración de una semana y se incluyen las historias de usuario que se desarrollan durante esa iteración. En la **Tabla 3-4** se puede observar las historias de usuario (ANEXO A) que se desarrollaron durante cada iteración.

**Tabla 3-4:** Historias de usuario por cada iteración

Iteración	Historia de usuario	
	Número	Nombre
1	1	Gestión de roles
	2	Gestión de usuarios
2	3	Gestión de familias de cultivos
	4	Gestión de cultivos
3	5	Gestión de estados
	6	Gestión de campos
4	7	Gestión de la siembra
	8	Gestión de la planificación
5	9	Inicio de sesión
6	10	Información de los datos

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2023

Cada historia de usuario está creada de acuerdo con los requisitos funcionales de la aplicación web (ANEXO B), los cuales se encuentran listados en la **Tabla 3-5**.

**Tabla 3-5:** Lista de requisitos funcionales de CropManager

Historia de usuario	Requisito	
	Identificador	Nombre
1	RF01	Registrar roles
	RF02	Eliminar roles
	RF03	Editar o actualizar roles
	RF04	Listar roles
2	RF05	Registrar usuarios
	RF06	Eliminar usuarios
	RF07	Editar o actualizar usuarios
	RF08	Listar usuarios
3	RF09	Registrar familias de cultivos
	RF10	Eliminar familias de cultivos
	RF11	Editar o actualizar familias de cultivos
	RF12	Listar familias de cultivos
4	RF13	Registrar cultivos
	RF14	Eliminar cultivos
	RF15	Editar o actualizar cultivos
	RF16	Listar cultivos
5	RF17	Registrar estados
	RF18	Eliminar estados
	RF19	Editar o actualizar estados
	RF20	Listar estados
6	RF21	Registrar campos de siembra
	RF22	Eliminar campos de siembra
	RF23	Editar o actualizar campos de siembra
	RF24	Listar campos de siembra
7	RF25	Añadir cultivos a los campos
	RF26	Generar calendarización
	RF27	Predicción de productividad
8	RF28	Planificar actividades
	RF29	Finalizar actividades
	RF30	Rotación de cultivos
9	RF31	Inicio de sesión
10	RF32	Mostrar información de los datos
	RF33	Generar información de los datos

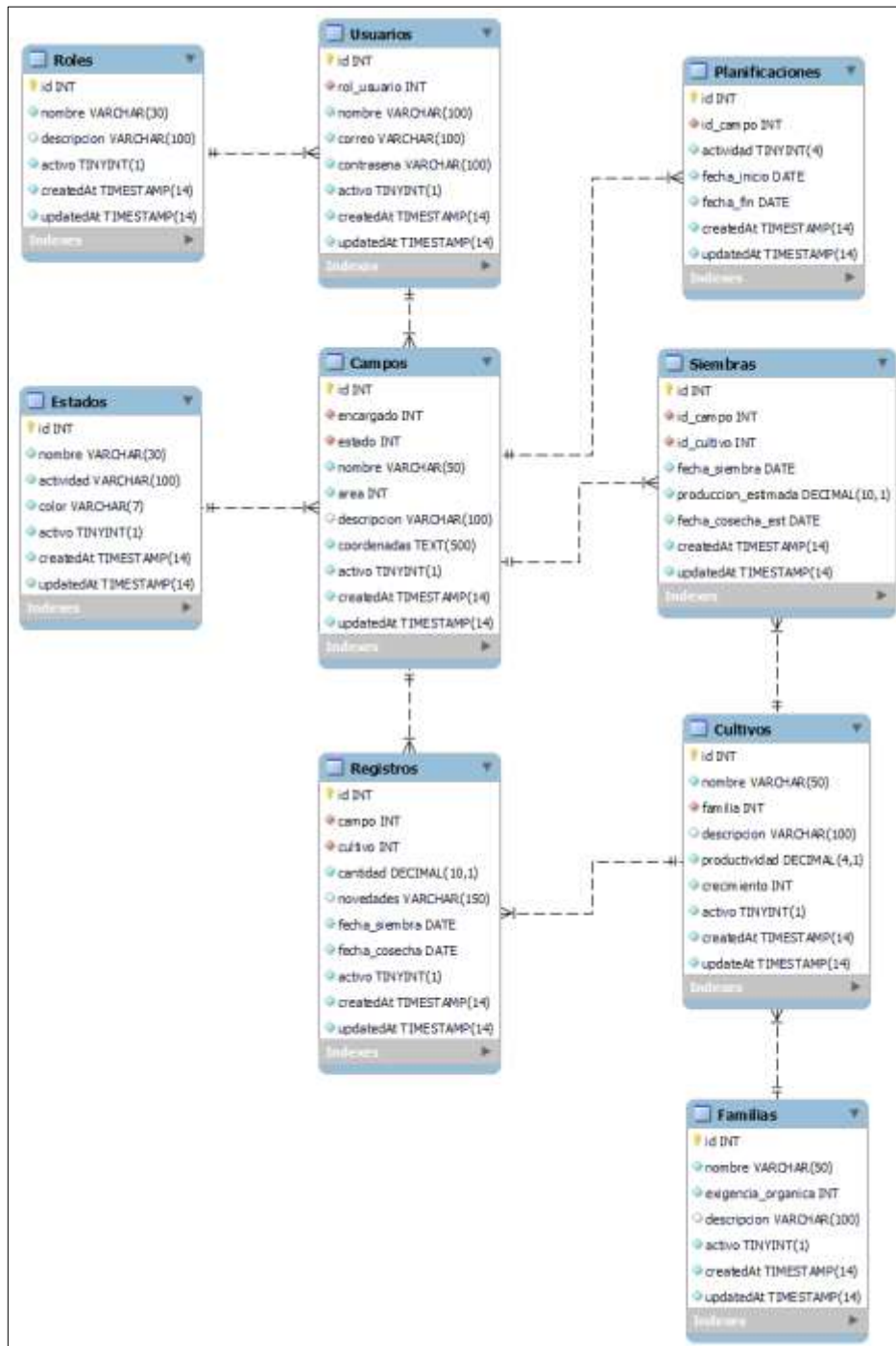
Realizado por: Morocho &amp; Pullutasig, 2023



### 3.4.2 Diseño

#### 3.4.2.1 Diseño físico de la base de datos

Para el diseño de la base de datos de CropManager se utilizó la herramienta MySQL Workbench, y en la **Ilustración 3-1** se puede observar el modelo físico de esta.



**Ilustración 3-1:** Diseño físico de la base de datos de CropManager

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.4.2.2 Diccionario de datos

En la **Tabla 3-6** se puede observar el diccionario de datos para los campos administrativos que son utilizados para conocer las fechas de creación y actualización de cada transacción realizada en cada tabla de la base de datos, y en la **Tabla 3-7** se presenta el diccionario para la tabla de Roles. Para el resto de las tablas, se puede ver en el ANEXO C.

**Tabla 3-6:** Diccionario de datos para los campos administrativos

<b>Nombre del archivo:</b> N/A				
<b>Descripción del archivo:</b> Campos administrativos que tienen todas las tablas de la base de datos				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>Permite NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
createdAt	Fecha de creación del registro	date	no	* formato: aaaa-mm-dd hh:mm:ss *
updatedAt	Fecha de actualización del registro	date	no	* formato: aaaa-mm-dd hh:mm:ss *

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

**Tabla 3-7:** Diccionario de datos de la tabla Roles

<b>Nombre del archivo:</b> Roles				
<b>Descripción del archivo:</b> Roles de los usuarios				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>Permite NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id (PK)	Identificación del rol	integer	no	[1-256] * es auto incremental *
nombre	Nombre del rol	string	no	= { [A-Z   a-z] }
descripcion	Descripción del rol	string	si	= { [A-Z   a-z] }
activo	Identifica si el rol está activo o inactivo	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0 inactivo *

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.4.2.3 Diseño de interfaces

El diseño de las interfaces de usuario se creó utilizando la herramienta Balsamiq Wireframes. En la **Ilustración 3-2** se puede observar el diseño para el panel de control, y, el resto del diseño de interfaces puede encontrarse en el ANEXO D.



**Ilustración 3-2:** Diseño de interfaz del Panel de Control de CropManager

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.4.3 Codificación

#### 3.4.3.1 Codificación de la aplicación

Luego de haber realizado el diseño de la base de datos y las interfaces de usuario, lo siguiente es la codificación, para la cual, se utilizó un estándar camelCase para el nombre de los métodos y de las variables, como se puede observar en la **Ilustración 3-3**. Como muestra del resultado de la codificación, se puede observar el panel de control en la **Ilustración 3-4**.

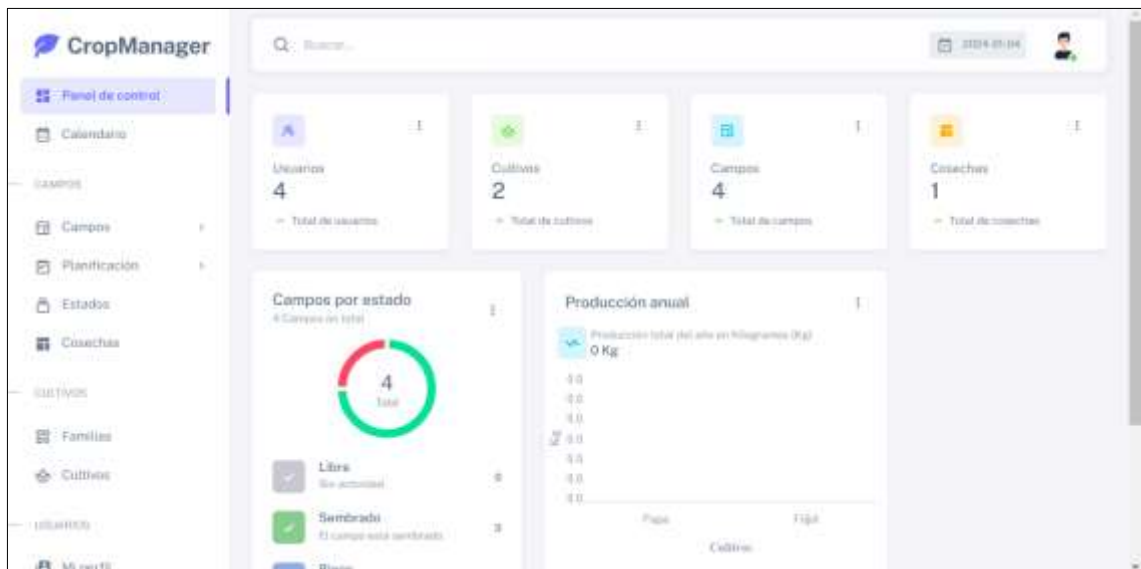
```

Complexity is 2 Everything is cool!
export const agregarCampo = async (req: Request, res: Response) => {
  const { body } = req;
  const conf = await getConfig();
  if (body.area >= conf[0].dataValues.area_minima) {
    await postCampo(req);
    res.status(200).json({ message: 'Campo agregado correctamente' });
  } else {
    res.status(400).json({ error: 'El área del campo no cumple con los requisitos' });
  }
}

```

**Ilustración 3-3:** Método para agregar un nuevo campo

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2023



**Ilustración 3-4:** Interfaz del Panel de Control de CropManager

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.4.3.2 Seguridad de la aplicación

La seguridad es uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de software, por ello, se consideraron distintas maneras para garantizar esta característica. La primera es la encriptación de contraseñas, que implica el cifrado de todas ellas antes de ser almacenadas en la base de datos, de tal forma que no sean visibles en caso de un posible ataque. La forma de como quedan las contraseñas se puede observar en la **Ilustración 3-5**.

id	rol_usuario	nombre	correo	contraseña	activo
1	1	Estalín Morocho	estalinmorocho15@gmail.com	\$2b\$12\$acV7k56jppddUTa90fX9WuekOxWHVxTLxxxbjn1a7qYX...	1
2	2	Juan Lopez	juanlopez@gmail.com	\$2b\$12\$EpMeoH7poCIAqdLH.5nJfuFhyUO0ryktDb5SCa2Hh5...	1
3	2	Ana Rodríguez	anarodriguez@gmail.com	\$2b\$12\$husEKHp2B5.rbhq/jbdlBO2tIHEXhWgSYqH1eoYYE.M...	1
4	2	Pablo Zapata	pablozapata@gmail.com	\$2b\$12\$7JQ7b/KS00Uq6dCps.umbu/eBC1N94trTcQlzgkPS6...	1

**Ilustración 3-5:** Encriptación de contraseñas al guardarse en la base de datos

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

Otra de las formas que se implementaron fue la protección de rutas, mediante el uso de las sesiones, se evita que los usuarios puedan acceder al sistema sin antes haber iniciado sesión, es decir, que mientras no se inicie sesión no se podrá acceder a ninguna de las vistas y funcionalidades de la aplicación. También, haciendo uso de los roles, se protegen las rutas que

son propias del usuario administrador, es decir, que un usuario con un rol diferente que ya haya iniciado sesión no podrá acceder a las funcionalidades del administrador. En la **Ilustración 3-6** se puede ver el mensaje mostrado en caso de intentarlo.



**Ilustración 3-6:** Pantalla mostrada al intentar acceder a funcionalidades del administrador

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

### 3.4.4 Pruebas

#### 3.4.4.1 Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias fueron realizadas para comprobar el correcto funcionamiento de cada historia de usuario. En la **Tabla 3-8** se presenta la prueba unitaria de la historia de usuario 1, y las demás se pueden encontrar en el ANEXO E.

**Tabla 3-8:** Caso de prueba para la historia de usuario 1

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código:</b> CP1	<b>Nº Historia de Usuario:</b> 1
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de roles.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario administrador debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Roles.</li> <li>2. Para agregar roles. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Llenar los datos.</li> <li>b. Clic en el botón Agregar.</li> </ol> </li> </ol>	

<ol style="list-style-type: none"><li>3. Para editar roles.<ol style="list-style-type: none"><li>a. Clic en el botón Editar.</li><li>b. Llenar los datos.</li><li>c. Clic en el botón Guardar.</li></ol></li><li>4. Para eliminar roles.<ol style="list-style-type: none"><li>a. Clic en el botón Eliminar.</li></ol></li></ol>
<b>Resultado Esperado:</b> Se listan los roles en una tabla, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2023

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

En este capítulo se presenta la evaluación de la calidad del software de la aplicación web desarrollada, enfocado a evaluar la característica de Usabilidad del estándar ISO/IEC 25010, y como subcaracterísticas específicas: la reconocibilidad de la adecuación, la aprendizabilidad, la operabilidad, la protección contra errores y la estética de la interfaz de usuario.

#### 4.1 Evaluación de la usabilidad

Para evaluar la usabilidad se utilizó una encuesta con 20 preguntas basadas en los cuestionarios CSUQ y QUIS. Se ha empleado una escala de Likert, la cual permitió cuantificar el grado de acuerdo o desacuerdo de las personas que hagan uso de la aplicación, valorando los niveles del 1 al 5, que se describen en la **Tabla 4-1**.

**Tabla 4-1:** Escala de Likert utilizada en la encuesta

Nivel de Aceptación	Valor
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Neutral	3
Desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2024

En el proceso de evaluación se determinó la muestra de 30 personas, que pertenecen a la asociación Jaime Roldós. Se puede evidenciar la encuesta realizada en el ANEXO F, y los resultados obtenidos se presentan a continuación.

##### 4.1.1 Reconocibilidad de la adecuación

La **Tabla 4-2** muestra los resultados obtenidos con respecto a la reconocibilidad de la adecuación. En ella, se detalla el número de encuestados que seleccionaron cada opción de la escala de Likert de la encuesta con respecto a las preguntas P1, P2, P3 y P4 para medir dicha subcaracterística. Además, se muestra el porcentaje obtenido al realizar una regla de tres simple sobre un total de 150 puntos máximos, que sería el 100% que se puede obtener en cada pregunta.

**Tabla 4-2:** Resultados obtenidos para la Reconocibilidad de la adecuación

Id de la pregunta	Escala de Likert					Valor sobre 100%
	1	2	3	4	5	
P1	0	0	1	5	24	95.33%
P2	0	1	3	3	23	92%
P3	0	0	4	5	21	91.33%
P4	0	0	2	7	21	92.67%
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>						<b>92.83%</b>

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2024

#### 4.1.2 *Aprendizabilidad*

En cuanto a la Aprendizabilidad. La Tabla 4-3 presenta el número de encuestados que eligieron cada opción en la escala de Likert utilizada para evaluar las preguntas relacionadas con esta subcaracterística. También se proporciona el porcentaje correspondiente, calculado sobre un máximo de 150 puntos, representando el 100% de la puntuación posible en cada pregunta.

**Tabla 4-3:** Resultados obtenidos para la Aprendizabilidad

Id de la pregunta	Escala de Likert					Valor sobre 100 %
	1	2	3	4	5	
P5	0	0	3	9	18	90%
P6	0	0	2	6	22	93.33%
P7	0	2	4	7	17	86%
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>						<b>89.77%</b>

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2024

#### 4.1.3 *Operabilidad*

En la Tabla 4-4 se exponen los resultados relacionados con la operabilidad, detallando el número de encuestados que optaron por cada opción en la encuesta en relación con las preguntas diseñadas para evaluar esta subcaracterística. Además, se proporciona el porcentaje obtenido sobre el 100%, que representa los 150 puntos máximos de cada pregunta

**Tabla 4-4:** Resultados obtenidos para la Operabilidad

Id de la pregunta	Escala de Likert	Valor sobre 100%
-------------------	------------------	------------------



	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
P8	0	2	3	6	19	88%
P9	2	2	4	8	14	80%
P10	0	1	3	5	21	90.67%
P11	0	1	4	7	18	88%
P12	1	3	5	6	15	80.67%
P13	0	1	2	5	22	92%
P14	0	1	2	5	22	92%
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>						<b>87.33%</b>

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2024

#### 4.1.4 *Protección frente a errores de usuario*

Los resultados sobre la protección frente a errores de usuario se presentan en la Tabla 4-5, donde se especifica el recuento de encuestados que eligieron cada opción en la escala de Likert de la encuesta para evaluar las preguntas relacionadas con esta subcaracterística. También se incluye el porcentaje obtenido sobre un total de 150 puntos máximos, que representa el 100% de puntuación posible en cada pregunta.

**Tabla 4-5:** Resultados obtenidos para la Protección frente a errores de usuario

<b>Id de la pregunta</b>	<b>Escala de Likert</b>					<b>Valor sobre 100%</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
P15	0	1	3	6	20	90%
P16	0	1	3	5	21	90.67%
P17	0	0	3	7	20	91.33%
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>						<b>90.67%</b>

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2024

#### 4.1.5 *Estética de la interfaz de usuario*

Los resultados referentes a la estética de la interfaz de usuario se exhiben en la Tabla 4-6, donde se detalla el número de encuestados que optaron por cada opción en las preguntas de la encuesta destinadas a medir esta subcaracterística. Asimismo, se muestra el porcentaje obtenido sobre el

100%, equivalente a 150 puntos, que representa la totalidad de la puntuación posible en cada pregunta.

**Tabla 4-6:** Resultados obtenidos para la Estética de la interfaz de usuario

Id de la pregunta	Escala de Likert					Valor sobre 100%
	1	2	3	4	5	
P18	0	0	3	7	20	91.33%
P19	0	0	2	4	24	94.67%
P20	0	0	3	5	22	92.67%
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>						<b>92.89%</b>

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2024

## 4.2 Análisis de resultados

Para el análisis de resultados se ponderó un valor para cada subcaracterística evaluada según la cantidad de preguntas de la encuesta para cada una de ellas (ver **Tabla 4-7**). Se presenta en la **Tabla 4-8** los resultados obtenidos en la encuesta para cada una de ellas aplicando una regla de tres simple.

**Tabla 4-7:** Ponderación de cada subcaracterística de la Usabilidad

Subcaracterísticas	Porcentaje
Reconocibilidad de la adecuación	20%
Aprendizabilidad	15%
Operabilidad	35%
Protección contra errores de usuario	15%
Estética de la interfaz de usuario	15%
Total	100%

Realizado por: Morocho & Pullutasig, 2024

**Tabla 4-8:** Resultados obtenidos de la encuesta para cada subcaracterística

Subcaracterísticas	Porcentaje
Reconocibilidad de la adecuación	18.56%
Aprendizabilidad	13.46%
Operabilidad	30.56%
Protección contra errores de usuario	13.6%

Estética de la interfaz de usuario	13.93%
<b>Total</b>	<b>90.11%</b>

**Realizado por:** Morocho & Pullutasig, 2024

Luego, se efectuó una comparación que muestra el nivel de puntuación de la usabilidad que alcanza un producto software con su respectivo porcentaje referencial (ver **Tabla 4-9**).

**Tabla 4-9:** Niveles de puntuación de la Usabilidad con sus porcentajes referenciales

<b>Puntaje</b>	<b>Porcentaje referencial</b>	<b>Nivel</b>	<b>Interpretación</b>
8.40 - 10	84 - 100%	Excelente	Usable
6.80 - 8.30	68 - 83%	Alto	Usable
5.30 - 6.70	53 - 67%	Mediano	Usable
3.60 - 5.20	36 - 52%	Bajo	No Usable
0.00 - 3.50	0 - 35%	Muy bajo	No Usable

**Adaptado de:** Flores Tineo, Dolorier Poma, 2022

Finalmente, al realizar la comparación se puede concluir que la Usabilidad de la aplicación web CropManager, tiene un valor de 90.11%, alcanzando un nivel Excelente, siendo muy satisfactorio. Esto indica que es usable, por lo que puede ser utilizada de manera efectiva, al mismo tiempo que es atractiva para los usuarios.

## CONCLUSIONES

A través de una revisión bibliográfica, la observación y entrevistas con los agricultores se identificaron todos los componentes del proceso de la planificación de cultivos, los cuales se han detallado mediante un diagrama de procesos creado con la herramienta Lucidchart. Este enfoque ha proporcionado una comprensión más profunda del flujo de trabajo, lo que a su vez ha facilitado un desarrollo más eficaz de la aplicación web automatizando dicho proceso.

Tras realizar una comparación de los métodos para georreferenciar los campos, mediante GPS e imágenes satelitales, se determinó que el segundo fue el más adecuado, por su fácil implementación, su bajo margen de error y su mejor adaptación a la aplicación desarrollada. Así mismo, se analizaron las herramientas para llevarlo a cabo, incluyendo MapBox, Leaflet, Amazon Location Service y Maps JavaScript API, concluyendo que esta última resultó ser la opción óptima, debido a sus completas herramientas, como el trazado de polígonos y la interacción visual con los mapas, y a su amplia documentación, que la destacan como la mejor herramienta para trazar los polígonos para la georreferenciación de los campos.

La implementación de la metodología Extreme Programming (XP) en el desarrollo de la aplicación web demostró ser altamente beneficiosa, lográndose desarrollar los módulos de cultivos, campos, usuarios, siembras y registros de manera satisfactoria. La práctica de la programación en pares no solo aceleró significativamente el proceso de desarrollo, sino que también mejoró la calidad del código generado. Además, el uso del estándar camelCase facilitó la legibilidad y mantenibilidad del código, contribuyendo aún más a la eficiencia del desarrollo. En conjunto, estas prácticas ágiles, también aumentaron la adaptabilidad del equipo frente a los requisitos cambiantes de la aplicación.

Mediante la aplicación de una encuesta formada por los cuestionarios CSUQ y QUIS se evaluó la característica de Usabilidad, propuesta por el estándar ISO/IEC 25010, de la aplicación web desarrollada. Donde se obtuvo un valor de Usabilidad del 90.11%, alcanzando un nivel Excelente, lo que indica que esta puede ser usada de manera efectiva, al mismo tiempo que es atractiva para los usuarios.

## **RECOMENDACIONES**

Se implemente en un servidor dedicado en lugar de un servicio de hosting, ya que las herramientas utilizadas para su correcto funcionamiento están optimizadas para entornos de servidor, lo que garantizará un rendimiento óptimo y una experiencia de usuario más estable. Esto ayudará a minimizar posibles problemas y a garantizar un funcionamiento fluido y confiable de la aplicación.

Realizar un control y seguimiento continuo de la aplicación web con el fin de identificar oportunidades de mejora y cambios que beneficien tanto al usuario como a la optimización de recursos. Este enfoque proactivo permitirá una evolución de manera eficiente para adaptarse a los cambios en el entorno operativo.

Llevar a cabo una capacitación sobre los beneficios de la aplicación web en el ámbito de la producción agrícola. Para concienciar al personal sobre cómo el uso de este software puede transformarse en una herramienta de ayuda para mejorar la eficiencia de los procesos agrícolas. El equipo podrá aprovechar al máximo su potencial, optimizando las operaciones y aumentando la productividad en todas las etapas de la producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AHRQ, 2023. Questionnaire for User Interface Satisfaction. *Digital Healthcare Research* [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://digital.ahrq.gov/health-it-tools-and-resources/evaluation-resources/workflow-assessment-health-it-toolkit/all-workflow-tools/questionnaire> [accedido 15 noviembre 2023].
2. AMAZON WEB SERVICES, 2023a. Amazon Location Service. *aws* [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://aws.amazon.com/es/location/> [accedido 3 noviembre 2023].
3. AMAZON WEB SERVICES, 2023b. Añadir geocercas. *aws* [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : [https://docs.aws.amazon.com/es\\_es/location/latest/developerguide/add-geofences.html](https://docs.aws.amazon.com/es_es/location/latest/developerguide/add-geofences.html) [accedido 3 noviembre 2023].
4. ANDERSON, Rick et al., 2023. Información general sobre ASP.NET MVC. *Microsoft* [en línea]. 15 junio 2023. Recuperado a partir de : <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/mvc/overview/older-versions-1/overview/asp-net-mvc-overview> [accedido 29 octubre 2023].
5. ARAYA MUÑOZ, Dayhann, 2015. Metodología para la georreferenciación de elementos emisores y su implementación a través de un SIG. *Tiempo y Espacio*. Vol. 21, pp. 24-46. DOI <https://doi.org/10.22320/rte.vi21.1738>.
6. BOYABATLI, Onur, NASIRY, Javad y ZHOU, Yangfang (Helen), 2019. Crop Planning in Sustainable Agriculture: Dynamic Farmland Allocation in the Presence of Crop Rotation Benefits. *Management Science*. p. mns.2018.3044. DOI 10.1287/mns.2018.3044.
7. CANTELON, Mike. et al., 2014. *Node.js in action*. Manning Publications. ISBN 9781617290572.
8. CÁRDENAS, Christian y QUIMBITA, Edgar, 2017. *ANÁLISIS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA RED SOCIAL ORIENTADA A LA SEGURIDAD PARA LA EMPRESA CEFOSSEG* [en línea]. Quito : Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado a partir de : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14123/1/UPS%20-%20ST003091.pdf> [accedido 15 noviembre 2023].
9. CASILLAS, Luis, GINESTÀ, Marc y PÉREZ, Óscar, 2014. *Bases de datos en MySQL*. . Barcelona.
10. CHIN, J. P., DIEHL, V. A. y NORMAN, L. K., 1988. Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. En : *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '88*, pp. 213-218. New York, New York, USA : ACM Press. 1988. ISBN 0201142376. DOI 10.1145/57167.57203.
11. ESIC UNIVERSITY, 2023. ¿Qué son las aplicaciones web? [en línea]. enero 2023. Recuperado a partir de : <https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/que-son-las-aplicaciones-web-c> [accedido 21 octubre 2023].
12. FLORES, Frankier, 2022. Qué es Visual Studio Code y qué ventajas ofrece. *OpenWebinars* [en línea]. 22 julio 2022. Recuperado a partir de : <https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/> [accedido 13 junio 2023].
13. FLORES TINEO, Hugo Galvani y DOLORIER POMA, Rony Raul, 2022. *Evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje para usuarios de las zonas rurales del Perú utilizando la norma ISO/IEC 25010* [en línea]. Chiclayo : Universidad Señor de Sipán. Recuperado a partir de : <https://hdl.handle.net/20.500.12802/10136> [accedido 3 marzo 2024].
14. FRATTINI, Simón, 2019. Georreferenciación en el campo. *ANEIA* [en línea]. septiembre 2019. Recuperado a partir de : <https://aneia.uniandes.edu.co/2019/09/georreferenciacion-en-el-campo/> [accedido 3 noviembre 2023].

15. GEOJSON, 2023. GEOJSON. [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://geojson.org> [accedido 3 noviembre 2023].
16. GOOGLE DEVELOPERS, 2023. Maps JavaScript API. *Google Maps Platform* [en línea]. 2 noviembre 2023. Recuperado a partir de : <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overview> [accedido 3 noviembre 2023].
17. GUANCHE, Arturo, 2010. *Planificación de cultivos hortícolas* [en línea]. Cabildo Insular de Tenerife. Recuperado a partir de : [https://www.tierra-fertil.es/wp-content/uploads/2021/02/planificacion\\_de\\_cultivos.pdf](https://www.tierra-fertil.es/wp-content/uploads/2021/02/planificacion_de_cultivos.pdf) [accedido 21 octubre 2023].
18. INEC, 2022. *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo -ENEMDU* [en línea]. Recuperado a partir de : [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2022/Trimestre-enero-marzo-2022/2022\\_I\\_Trimestre\\_Mercado\\_Laboral.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2022/Trimestre-enero-marzo-2022/2022_I_Trimestre_Mercado_Laboral.pdf) [accedido 13 junio 2023].
19. ISO 25000, 2022. ISO/IEC 25010. *ISO 25000* [en línea]. 2022. Recuperado a partir de : <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?start=3> [accedido 26 noviembre 2023].
20. ISOLDE, María et al., 2015. Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ Spanish language adaptation of the Computer Systems Usability Questionnaire CSUQ. . Vol. 4.
21. JOSKOWICZ, José, 2008. *Reglas y Prácticas en eXtreme Programming*. . Vigo.
22. KASHINA, Evgeniia et al., 2022. Impact of Digital Farming on Sustainable Development and Planning in Agriculture and Increasing the Competitiveness of the Agricultural Business. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. Vol. 17, n.º 8, pp. 2413-2420. DOI 10.18280/ijstdp.170808.
23. KOTEISH, Kamila et al., 2022. AGRO: A smart sensing and decision-making mechanism for real-time agriculture monitoring. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. Vol. 34, n.º 9, pp. 7059-7069. DOI 10.1016/j.jksuci.2022.06.017.
24. KOYSAWAT, Phunon et al., 2021. Progressive Web App for Crop Field Data Collection. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1163, n.º 1, p. 012018. DOI 10.1088/1757-899X/1163/1/012018.
25. KUMAR K, Santosh y BABU DB, Suresh, 2016. A Web GIS Based Decision Support System for Agriculture Crop Monitoring System-A Case Study from Part of Medak District. *Journal of Remote Sensing & GIS*. Vol. 05, n.º 04. DOI 10.4172/2469-4134.1000177.
26. LEAFLET, 2023. Leaflet. [en línea]. 18 mayo 2023. Recuperado a partir de : <https://leafletjs.com/index.html> [accedido 3 noviembre 2023].
27. LERMA-BLASCO, Raúl, MURCIA, José y TALÓN, Elvira, 2013. *Aplicaciones web*. 2. Madrid : McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L.
28. MAPBOX, 2023. Mapbox GL JS. [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/guides/> [accedido 3 noviembre 2023].
29. MDN CONTRIBUTORS, 2023. MVC. *MDN Web Docs* [en línea]. 8 junio 2023. Recuperado a partir de : <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/MVC> [accedido 10 noviembre 2023].
30. MICROSOFT, 2023. Visual Studio. *Microsoft* [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://visualstudio.microsoft.com/es/> [accedido 13 junio 2023].
31. NANCE, Christopher, 2014. *TypeScript Essentials*. Birmingham : Packt Publishing Ltd.
32. NODE.JS, 2023. Acerca de Node.js. [en línea]. 2023. Recuperado a partir de : <https://nodejs.org/es/about> [accedido 22 octubre 2023].
33. ORMEÑO, Nicolás, 2019. ISO 25010 y el desarrollo de software. [en línea]. 15 mayo 2019. Recuperado a partir de : <https://normeno.medium.com/iso-25010-y-el-desarrollo-de-software-112393a4b341> [accedido 29 octubre 2023].

34. REYES, Giovanni, 2011. Problemas estructurales del sector agrícola y subsidio recurrente a otros sectores económicos en América Latina. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* [en línea]. pp. 503-516. Recuperado a partir de : <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28022767010> [accedido 13 junio 2023].
35. SAIZ-RUBIO, Verónica y ROVIRA-MÁS, Francisco, 2020. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*. Vol. 10, n.º 2, p. 207. DOI 10.3390/agronomy10020207.
36. SAURO, Jeff y LEWIS, James R., 2012. Introduction and How to Use This Book. En : *Quantifying the User Experience*, pp. 1-8. Elsevier. DOI 10.1016/B978-0-12-384968-7.00001-1.
37. SEMBRA EN SAÓ, 2017. *PLANIFICACIÓN DE CULTIVOS*. .
38. SHRIVASTAVA, Anchit et al., 2021. A Systematic Review on Extreme Programming. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1969, n.º 1. DOI 10.1088/1742-6596/1969/1/012046.
39. SINNAPS, 2020. METODOLOGÍA XP O PROGRAMACIÓN EXTREMA. *sinnaps* [en línea]. 2020. Recuperado a partir de : <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-xp> [accedido 10 noviembre 2023].
40. TOSHIAKI, Kurihara, 2012. *Guía Técnica sobre Mejoramiento de Administración Agrícola para Pequeños Agricultores No.6: Planificación de la Producción* [en línea]. Recuperado a partir de : [https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/0603028/pdf/production/farm\\_06.pdf](https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/0603028/pdf/production/farm_06.pdf) [accedido 15 noviembre 2023].
41. WWF, 2020. Estamos devorando nuestro planeta: Primer Día Internacional de Concienciación sobre la Pérdida y el Desperdicio de Alimentos. [en línea]. 29 septiembre 2020. Recuperado a partir de : <https://www.wwf.org.ec/?364845/desperdicioalimentos> [accedido 21 octubre 2023].
42. ZHANG, Chunhua y KOVACS, John M., 2012. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision Agriculture*. Vol. 13, n.º 6, pp. 693-712. DOI 10.1007/s11119-012-9274-5.





## ANEXOS

### ANEXO A: HISTORIAS DE USUARIO

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 1	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre de Historia:</b> Gestión de roles	
<b>Prioridad en negocio:</b> Medio	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Bajo
<b>Puntos estimados:</b> 2	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá realizar las operaciones CRUD para los roles.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 2	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre de Historia:</b> Gestión de usuarios	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 2	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá realizar las operaciones CRUD para los usuarios.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 3	<b>Usuario:</b> Administrador

<b>Nombre historia:</b> Gestión de familias de cultivos	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Bajo
<b>Puntos estimados:</b> 2	<b>Iteración asignada:</b> 2
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá realizar las operaciones CRUD para las familias de cultivos.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 4	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre historia:</b> Gestión de cultivos	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 2	<b>Iteración asignada:</b> 2
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá realizar las operaciones CRUD para los cultivos.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 5	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre historia:</b> Gestión de estados	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 2	<b>Iteración asignada:</b> 3
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá realizar las operaciones CRUD para los estados de los campos.	

**Observaciones:**

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 6	<b>Usuario:</b> Productor
<b>Nombre historia:</b> Gestión de campos	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 4	<b>Iteración asignada:</b> 3
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá registrar los campos mediante el trazado de polígonos, además de editar y eliminar.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 7	<b>Usuario:</b> Productor
<b>Nombre historia:</b> Gestión de la siembra	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 4	<b>Iteración asignada:</b> 4
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá registrar y cancelar las siembras de los cultivos y crear los registros de cada siembra, así como poder eliminar los registros.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 8	<b>Usuario:</b> Productor
<b>Nombre historia:</b> Gestión de la planificación	

<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 3	<b>Iteración asignada:</b> 4
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá realizar las operaciones CRUD para crear una planificación de actividades a realizarse en un campo.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 9	<b>Usuario:</b> Administrador y Productor
<b>Nombre historia:</b> Inicio de sesión	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 3	<b>Iteración asignada:</b> 5
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación permitirá iniciar sesión, como administrador o como productor, y restaurar la contraseña en caso de olvidarla.	
<b>Observaciones:</b>	

Historia de usuario	
<b>Número:</b> 10	<b>Usuario:</b> Administrador y Productor
<b>Nombre historia:</b> Información de los datos	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 3	<b>Iteración asignada:</b> 6
<b>Programador responsable:</b> Estalin Morocho y Jonathan Pullutasig	
<b>Descripción:</b> La aplicación generará información de los datos y la mostrará en un panel de control.	
<b>Observaciones:</b>	

**ANEXO B: REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES**

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF01
Nombre	Registrar roles
Descripción	El sistema permitirá que el usuario administrador registre roles.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'roles'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF02
Nombre	Eliminar roles
Descripción	El sistema permitirá eliminar roles por el administrador del sistema.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'roles'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF03
Nombre	Editar o actualizar roles
Descripción	El sistema permitirá editar roles por el administrador del sistema.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'roles'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
-------------------------	--------------------

Identificador	RF04
Nombre	Listar roles
Descripción	El sistema mostrará una lista de los roles para el administrador.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'roles'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF05
Nombre	Registrar usuarios
Descripción	El sistema permitirá que el usuario administrador registre usuarios.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'usuarios'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF06
Nombre	Eliminar usuarios
Descripción	El sistema permitirá eliminar a los usuarios por el administrador del sistema.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'usuarios'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF07
Nombre	Editar o actualizar usuarios

Descripción	El sistema permitirá al usuario editar o actualizar sus datos.
Actor	Productor y Administrador
Fuente	Vista 'perfil'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF08
Nombre	Listar usuarios
Descripción	El sistema mostrará una lista de los usuarios para el administrador.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'usuarios'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF09
Nombre	Registrar familias de cultivos
Descripción	El sistema permitirá registrar las familias de cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'familias'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF10
Nombre	Eliminar familias de cultivos
Descripción	El sistema permitirá eliminar las familias de cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'familias'

Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF11
Nombre	Editar o actualizar familias de cultivos
Descripción	El sistema permitirá editar o actualizar las familias de cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'familias'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF12
Nombre	Listar familias de cultivos
Descripción	El sistema mostrará una lista de las familias de cultivos para el administrador.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'familias'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF13
Nombre	Registrar cultivos
Descripción	El sistema permitirá registrar los cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'cultivos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional



<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF14
Nombre	Eliminar cultivos
Descripción	El sistema permitirá eliminar los cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'cultivos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF15
Nombre	Editar o actualizar cultivos
Descripción	El sistema permitirá editar o actualizar los datos de los cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'cultivos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF16
Nombre	Listar cultivos
Descripción	El sistema mostrará una lista de los cultivos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'cultivos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF17

Nombre	Registrar estados
Descripción	El sistema permitirá registrar los estados de los campos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'estados'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF18
Nombre	Eliminar estados
Descripción	El sistema permitirá eliminar los estados de los campos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'estados'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF19
Nombre	Editar o actualizar estados
Descripción	El sistema permitirá editar o actualizar los estados de los campos.
Actor	Administrador
Fuente	Vista 'estados'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF20
Nombre	Listar estados
Descripción	El sistema mostrará una lista de los estados de los campos.
Actor	Administrador

Fuente	Vista 'cultivos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF21
Nombre	Registrar campos de siembra
Descripción	El sistema permitirá registrar los campos de siembra mediante un trazado del campo.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'trazado'
Estabilidad	Estable
Prioridad	5
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF22
Nombre	Eliminar campos de siembra
Descripción	El sistema permitirá eliminar los campos de siembra.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'campos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF23
Nombre	Editar o actualizar campos de siembra
Descripción	El sistema permitirá editar o actualizar algunos datos de los campos de siembra.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'campos'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3

Tipo de requisito	Funcional
-------------------	-----------

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF24
Nombre	Listar campos de siembra
Descripción	El sistema mostrará una lista de los campos de siembra y los trazará en un mapa.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'campos' y 'trazado'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF25
Nombre	Añadir cultivos a los campos
Descripción	El sistema permitirá añadir cultivos a los campos para iniciar una siembra.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'trazado'
Estabilidad	Estable
Prioridad	5
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF26
Nombre	Generar calendarización
Descripción	El sistema permitirá generar una calendarización en el que se especificarán las fechas de sembrado y cosechado de cada campo sembrado.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'calendario'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF27
Nombre	Predicción de productividad
Descripción	El sistema realizará una predicción aproximada de cuánto va a producir un campo si se siembra un determinado cultivo.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'trazado'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF28
Nombre	Planificar actividades
Descripción	El sistema permitirá planificar las distintas actividades que se pueden realizar en los campos.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'actividades'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF29
Nombre	Finalizar actividades
Descripción	El sistema permitirá finalizar las actividades que se hayan completado.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'actividades'
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	Funcional

<b>Tipo de Atributo</b>	<b>Significado</b>
Identificador	RF30

Nombre	Rotación de cultivos
Descripción	El sistema permitirá organizar una rotación de cultivos en los campos.
Actor	Productor
Fuente	Vista 'rotación'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RF31
Nombre	Inicio de sesión
Descripción	El sistema permitirá iniciar sesión a los distintos usuarios, verificará si los datos son correctos, y permitirá restaurar la contraseña.
Actor	Administrador y Productor
Fuente	Vista 'login'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RF32
Nombre	Mostrar información de los datos
Descripción	El sistema permitirá ver información de los datos a través de un panel de control (dashboard).
Actor	Administrador y Productor
Fuente	Vista 'dashboard'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RF33
Nombre	Generar información de los datos

Descripción	El sistema generará información de los datos que serán mostrados en el panel de control (dashboard).
Actor	Administrador y Productor
Fuente	Vista 'dashboard'
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	Funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RNF01
Nombre	Diseño responsive del sistema
Descripción	El sistema debe tener un diseño "Responsive" a fin de garantizar la adecuada visualización de este en distintos tipos de tamaños de pantallas de los dispositivos (computador, celular, Tablet, etc.)
Fuente	Todas las vistas de la aplicación web
Estabilidad	Estable
Prioridad	2
Tipo de requisito	No funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RNF02
Nombre	Garantizar la seguridad del sistema
Descripción	El sistema debe tener mecanismos de seguridad como la validación y la encriptación de los datos de inicio de sesión, así como la protección de las rutas de navegación.
Fuente	Todas las vistas de la aplicación web
Estabilidad	Estable
Prioridad	5
Tipo de requisito	No funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RNF03
Nombre	Cumplimiento de métricas de usabilidad
Descripción	El sistema debe cumplir con todas las métricas de usabilidad como la eficacia, eficiencia y satisfacción. Debe tener la

	capacidad de ser comprendido, aprendido, usado y a su vez atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso.
Fuente	Todas las vistas de la aplicación web
Estabilidad	Estable
Prioridad	2
Tipo de requisito	No funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RNF04
Nombre	Operar adecuadamente
Descripción	El sistema debe ser capaz de operar de forma adecuada con gran concurrencia de usuarios, sin que este tenga ningún tipo de fallo.
Fuente	Todas las vistas de la aplicación web
Estabilidad	Estable
Prioridad	4
Tipo de requisito	No funcional

Tipo de Atributo	Significado
Identificador	RNF05
Nombre	Corrección de fallos o modificaciones
Descripción	El sistema debe permitir agregar nuevas características o corregir fallos encontrados en un tiempo relativamente corto antes de entregar el sistema en producción.
Fuente	Todas las vistas de la aplicación web
Estabilidad	Estable
Prioridad	3
Tipo de requisito	No funcional

## ANEXO C: DICCIONARIO DE DATOS

<b>Nombre del archivo:</b> Usuarios				
<b>Descripción del archivo:</b> Usuarios que utilizan el sistema				
Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato y tamaño	Permite NULL	Valor permitido del dato



id (PK)	Identificación del usuario	integer	no	* entero positivo auto incremental *
rol_usuario (FK)	Identifica el rol del usuario	integer	no	[1-256]
nombre	Nombre del usuario	string	no	primer nombre + primer apellido + (segundo apellido) = { [A-Z   a-z] }
correo	Correo electrónico del usuario	string	no	= [a-z] + @ + [a-z] + TLD * TLD: nombre de dominio *
contrasena	Contraseña del usuario	string	no	= { [A-Z   a-z   0-9] } * requiere la entrada de mínimo 8 caracteres *
activo	Identifica si el usuario está activo o inactivo	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0: inactivo *

<b>Nombre del archivo:</b> Estados				
<b>Descripción del archivo:</b> Estados de los campos				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>Permite NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id (PK)	Identificación del estado	integer	no	[1-256] * es auto incremental *
nombre	Nombre del estado	string	no	= { [A-Z   a-z] }
actividad	Actividad que se realiza en el estado	string	no	= { [A-Z   a-z] }
color	Color que identifica al estado en el mapa	string	no	= # + [000000] * tiene un formato RGB y permite un dígito hexadecimal de 0 a F*
activo	Identifica si el estado está activo o inactivo	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0: inactivo *

<b>Nombre del archivo:</b> Campos				
<b>Descripción del archivo:</b> Campos de cultivo de los usuarios				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>Permite NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id (PK)	Identificación del campo	integer	no	* entero positivo auto incremental *
encargado (FK)	Identifica al encargado del campo	integer	no	* entero positivo *

estado (FK)	Identifica el estado actual del campo	integer	no	[1-256]
nombre	Nombre del campo	string	no	= { [A-Z   a-z] }
area	Área total del campo	integer	no	* entero positivo *
descripcion	Descripción del campo	string	si	= { [A-Z   a-z] }
coordenadas	Coordenadas geográficas que georreferencian al campo	string	no	* formato: coordenadaX <sub>1</sub> , coordenadaY <sub>1</sub> ; coordenadaX <sub>2</sub> , coordenadaY <sub>2</sub> ; ...; coordenadaX <sub>n</sub> , coordenadaY <sub>n</sub> *
activo	Identifica si el campo está activo o inactivo	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0: inactivo *

<b>Nombre del archivo:</b> Planificaciones				
<b>Descripción del archivo:</b> Planificación de actividades en los campos				
Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato y tamaño	Permite NULL	Valor permitido del dato
id (PK)	Identificación de la planificación	integer	no	* entero positivo auto incremental *
id_campo (FK)	Identificador del campo	integer	no	* entero positivo *
actividad	Identificador del estado que representa a la actividad	integer	no	* entero positivo *
fecha_inicio	Fecha de inicio de la actividad	date	no	* formato: aaaa-mm-dd *
fecha_fin	Fecha de finalización de la actividad	date	no	* formato: aaaa-mm-dd *
activo	Identifica el estado de la actividad planificada	integer	no	[0   1   2] * significado: 0: planificado   1: en proceso   2: finalizado *

<b>Nombre del archivo:</b> Familias				
<b>Descripción del archivo:</b> Familias de cultivos				
Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato y tamaño	Permite NULL	Valor permitido del dato
id (PK)	Identificación de la familia de cultivos	integer	no	* entero positivo auto incremental *
nombre	Nombre de la familia de cultivos	string	no	= { [A-Z   a-z] }

exigencia_organica	Exigencia de materia orgánica de la familia de cultivos	integer	no	[1-5] * significado: 5: muy alta exigencia – 1: muy baja exigencia*
descripcion	Descripción de la familia de cultivos	string	si	= { [A-Z   a-z] }
activo	Identifica si la familia está activa o inactiva	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0: inactivo *

<b>Nombre del archivo:</b> Cultivos				
<b>Descripción del archivo:</b> Cultivos que se siembran en los campos				
Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato y tamaño	Permite NULL	Valor permitido del dato
id (PK)	Identificación del cultivo	integer	no	* entero positivo auto incremental *
nombre	Nombre del cultivo	string	no	= { [A-Z   a-z] }
familia (PK)	Familia a la que pertenece el cultivo	integer	no	* entero positivo *
descripcion	Descripción del cultivo	string	si	= { [A-Z   a-z] }
productividad	Cantidad de cultivo aproximado (kg) que se cosecha por metro cuadrado (m <sup>2</sup> )	decimal	no	* real positivo con máximo 2 decimales *
crecimiento	Tiempo aproximado de crecimiento del cultivo (días)	integer	no	* entero positivo *
activo	Identifica si la familia está activa o inactiva	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0: inactivo *

<b>Nombre del archivo:</b> Siembras				
<b>Descripción del archivo:</b> Siembras que se realizan en los campos				
Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato y tamaño	Permite NULL	Valor permitido del dato
id (PK)	Identificación de la siembra	integer	no	* entero positivo auto incremental *
id_campo (FK)	Identifica el campo donde se siembra	integer	no	* entero positivo *
id_cultivo (FK)	Identifica el cultivo que se siembra	integer	no	* entero positivo *
fecha_siembra	Fecha cuando se siembra	date	no	* formato: aaaa-mm-dd *

producción_estimada	Producción estimada de la siembra (kg)	decimal	no	* real positivo con máximo 2 decimales *
fecha_cosecha	Fecha cuando se cosecha	date	no	* formato: aaaa-mm-dd *

<b>Nombre del archivo:</b> Registros				
<b>Descripción del archivo:</b> Registros de cada siembra que se realiza en los campos				
Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato y tamaño	Permite NULL	Valor permitido del dato
id (PK)	Identificación de la siembra	integer	no	* entero positivo auto incremental *
campo (FK)	Identifica el campo donde se sembró	integer	no	* entero positivo *
cultivo (FK)	Identifica el cultivo que se sembró	integer	no	* entero positivo *
cantidad	Cantidad de cultivo que se cosechó (kg)	decimal	no	* real positivo con máximo 2 decimales *
novedades	Novedades de la siembra	string	si	= { [A-Z   a-z] }
fecha_siembra	Fecha cuando se sembró	date	no	* formato: aaaa-mm-dd *
fecha_cosecha	Fecha cuando se cosechó	date	no	* formato: aaaa-mm-dd *
activo	Identifica si el registro está activo o inactivo	char	no	[1   0] * significado: 1: activo   0: inactivo *

## ANEXO D: DISEÑO DE INTERFACES



**¡Bienvenido!** 🖐️

Por favor, ingrese sus datos para iniciar sesión.

Correo

Contraseña

[¿Olvidaste tu contraseña?](#)





## ANEXO E: CASOS DE PRUEBA DE LA APLICACIÓN

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código:</b> CP2	<b>Nº Historia de Usuario:</b> 2
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de usuarios.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Debe haber roles registrados y el usuario administrador debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Usuarios.</li> <li>2. Para agregar usuarios. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Agregar usuario.</li> <li>b. Llenar los datos.</li> <li>c. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>3. Para editar el rol del usuario. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Editar rol.</li> <li>b. Seleccionar el rol.</li> </ol> </li> <li>4. Para eliminar usuarios. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Eliminar.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Resultado Esperado:</b> Se listan los usuarios en una tabla y se realizan las operaciones CRUD correctamente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.	

**Caso de prueba**

<b>Código: CP3</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 3</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de familias de cultivos.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario administrador debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Familias.</li> <li>2. Para agregar familias: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Llenar los datos.</li> <li>b. Clic en el botón Agregar.</li> </ol> </li> <li>3. Para editar familias: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Editar.</li> <li>b. Editar los datos.</li> <li>c. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>4. Para eliminar familias: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Eliminar.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Resultado Esperado:</b> Se listan las familias en una tabla, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.	

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código: CP4</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 4</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de cultivos.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Debe haber familias registradas y el usuario administrador debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Cultivos.</li> <li>2. Para agregar cultivos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Llenar los datos.</li> <li>b. Clic en el botón Agregar.</li> </ol> </li> <li>3. Para editar cultivos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Editar.</li> <li>b. Editar los datos.</li> <li>c. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>4. Para eliminar cultivos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Eliminar.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Resultado Esperado:</b> Se listan los cultivos en una tabla, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.	

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código: CP5</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 5</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de estados.	

<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario administrador debe haber iniciado sesión.
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Estados.</li> <li>2. Para agregar estados: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Llenar los datos.</li> <li>b. Clic en el botón Agregar.</li> </ol> </li> <li>3. Para editar estados: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Editar.</li> <li>b. Editar los datos.</li> <li>c. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>4. Para eliminar estados: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Eliminar.</li> </ol> </li> </ol>
<b>Resultado Esperado:</b> Se listan los estados en una tabla, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código:</b> CP6	<b>Nº Historia de Usuario:</b> 6
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de campos.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Debe haber estados registrados y el usuario debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Trazado.</li> <li>2. Para agregar campos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el botón Trazar forma.</li> <li>b. Llenar los datos.</li> <li>c. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>3. Para editar campos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el campo.</li> <li>b. Clic en el botón Editar.</li> <li>c. Clic en el botón Editar datos del campo.</li> <li>d. Editar los datos.</li> <li>e. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>4. Para eliminar campos: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el menú Lista de campos.</li> <li>b. Clic en el botón Eliminar.</li> <li>c. Clic en el botón Aceptar.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Resultado Esperado:</b> Se trazan los campos en el mapa, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.	

<b>Caso de prueba</b>
-----------------------



<b>Código: CP7</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 7</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de la siembra.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Debe haber campos libres registrados y el usuario debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Trazado.</li> <li>2. Para agregar siembras: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el campo.</li> <li>b. Clic en el botón Nueva siembra.</li> <li>c. Llenar los datos.</li> <li>d. Clic en el botón Sembrar.</li> </ol> </li> <li>3. Para registrar la siembra: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el campo.</li> <li>b. Clic en el botón Cosechar.</li> <li>c. Editar los datos.</li> <li>d. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>4. Para cancelar la siembra: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el campo.</li> <li>b. Clic en el botón Cancelar siembra.</li> <li>c. Clic en el botón Aceptar.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Resultado Esperado:</b> Se muestra información de la siembra, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.	

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código: CP8</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 8</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Gestión de la planificación.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Debe haber campos y estados registrados y el usuario debe haber iniciado sesión.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en el menú Actividades.</li> <li>2. Para planificar actividades: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar campo.</li> <li>b. Clic en el botón Nueva actividad.</li> <li>c. Llenar los datos.</li> <li>d. Clic en el botón Guardar.</li> </ol> </li> <li>3. Para finalizar actividades: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar el campo.</li> <li>b. Clic en el botón Finalizar.</li> </ol> </li> <li>4. Para eliminar actividades finalizadas: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar el campo.</li> <li>b. Clic en el botón Eliminar.</li> <li>c. Clic en el botón Aceptar.</li> </ol> </li> </ol>	

<b>Resultado Esperado:</b> Se listan las actividades de los campos, y se realizan las operaciones CRUD correctamente.
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código: CP9</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 9</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Inicio de sesión.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario debe estar registrado.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para iniciar sesión: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Ingresar correo y contraseña.</li> <li>b. Clic en el botón Iniciar sesión.</li> </ol> </li> <li>2. Para recuperar la contraseña: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el enlace ¿Olvidaste tu contraseña?</li> <li>b. Ingresar el correo.</li> <li>c. Clic en el botón Enviar.</li> <li>d. Dirigirse al correo y dar clic en el enlace proporcionado.</li> <li>e. Ingresar nueva contraseña y confirmar la contraseña.</li> <li>f. Clic en el botón Restaurar.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Resultado Esperado:</b> Se validan los datos e inicia sesión con éxito, y se restaura la contraseña correctamente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> La prueba concluyó de manera satisfactoria.	

<b>Caso de prueba</b>	
<b>Código: CP10</b>	<b>Nº Historia de Usuario: 10</b>
<b>Historia de Usuario:</b> Información de los datos.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Debe haber campos, siembras, cultivos, usuarios y otros datos registrados.	
<b>Entradas/Pasos de Ejecución:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para ver el panel de control: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el menú Panel de control.</li> </ol> </li> <li>2. Para ver informes: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el menú Informes.</li> <li>b. Seleccionar el informe que se quiere ver.</li> </ol> </li> <li>3. Para ver registros de cosechas: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el menú Registros.</li> </ol> </li> <li>4. Para ver el calendario de las siembras: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Clic en el menú Calendario.</li> </ol> </li> </ol>	
<b>Nota:</b> Algunos de los gráficos y datos mostrados son interactivos por lo que el usuario puede ver más información interactuando con ellos.	
<b>Resultado Esperado:</b> Se muestra toda la información, gráficos y datos que facilitan cada uno de los apartados destinados a mostrarlos.	

**Evaluación de la Prueba:** La prueba concluyó de manera satisfactoria.

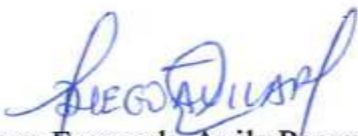

**ANEXO F: ENCUESTA PARA MEDIAR LA USABILIDAD**

<b>CUESTIONARIO DE USABILIDAD</b>					
	Totalmente en desacuerdo			Totalmente de acuerdo	
	1	2	3	4	5
1. Puedo completar mi trabajo rápidamente utilizando la aplicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. La aplicación tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Me siento cómodo utilizando la aplicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En general, estuve satisfecho con la aplicación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Fue fácil aprender a utilizar la aplicación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Creo que las tareas se pueden realizar la forma sencilla en la aplicación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Fue fácil explorar nuevas características de la aplicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Es fácil encontrar en la aplicación la información que necesito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. El uso de los términos que aparecen en la pantalla de la aplicación es consistente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. La organización de la información en la pantalla de la aplicación es clara.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Los mensajes en pantalla que solicitan información al usuario son claros.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Creo que la terminología está relacionada a la tarea que estoy haciendo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Considero que la secuencia de las pantallas de la aplicación es clara.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. En general, estoy satisfecho de lo fácil que es utilizar la aplicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. La aplicación muestra mensajes de error que me dicen claramente como resolver los problemas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Cada vez que cometo un error utilizando la aplicación, lo resuelvo fácil y rápidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Creo que los mensajes de error son útiles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. La interfaz de la aplicación fue placentera.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Me gustó utilizar la aplicación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Considero que los caracteres en la pantalla de la aplicación son fáciles de leer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:**

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Iván Estalin Morocho Vera Jonathan Santiago Pullutasig Chimborazo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Informática y Electrónica
<b>Carrera:</b> Software
<b>Título a optar:</b> Ingeniero en Software
<p style="text-align: center;"> <b>Dr. Diego Fernando Avila Pesantez</b> <b>DIRECTOR DEL TRABAJO</b> <b>DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b></p> <p style="text-align: center;"> <b>Ing. Bastidas Guacho Gisel Katerine</b> <b>ASESOR DEL TRABAJO</b> <b>DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b></p>