

Desarrollo de un aplicativo móvil para la gestión y visualización de variables agrometeorológicas
en el Departamento del Huila

Cristian Camilo Lozano Delgado

Rubén Dario Triviño Ceballos

Corporación universitaria del Huila – Corhuila
Facultad de ingeniería
Programa de ingeniería de sistemas
Neiva – Huila
2018

Desarrollo de un aplicativo móvil para la gestión y visualización de variables agrometeorológicas
en el Departamento del Huila

Cristian Camilo Lozano Delgado

Rubén Dario Triviño Ceballos

Mg. José Miguel Llanos Mosquera

Director del proyecto

Corporación universitaria del Huila – Corhuila
Facultad de ingeniería
Programa de ingeniería de sistemas
Neiva – Huila
2018

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres, abuelita y hermano por todo apoyo brindado, a Dios que me dio la vida y gracias a él estoy aquí, y a mis amigos y docentes que siempre nos ayudaron cuando lo necesitamos.

Ruben Dario.

Este proyecto está dedicado a Dios por permitirme llegar hasta aquí en mi vida, a mis padres, a mi familia en general por apoyarme siempre sin importar que; a mis amigos que siempre están a mi lado y a los docentes que nos apoyaron en este recorrido.

Cristian Camilo.

Agradecimientos

A Dios por la vida que nos ha dado y por permitirnos llegar a este punto.

A nuestras familias por el apoyo y comprensión brindados todos estos años.

A nuestros amigos, que siempre nos están ayudando y dándonos ánimos.

Al Ingeniero José Migue Llanos quien ha sido nuestro amigo y director de proyecto, gracias por brindarnos de su tiempo para desarrollo este mismo.

Y a la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, por estos más de 5 años de carrera y aprendizaje.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	14
2.	Planteamiento del problema.....	16
3.	Justificación	18
4.	Objetivos	20
4.1.	Objetivo general.....	20
4.2.	Objetivos específicos	20
5.	Marco teórico	21
5.1.	Estado del arte.....	21
5.2.	Marco conceptual.....	26
5.3.	Marco Legal.....	31
6.	Cronograma.....	33
7.	Presupuesto	34
7.1.	Presupuesto Global	34
7.2.	Recursos Humanos.....	34
7.3.	Recursos Tecnológicos	35
7.4.	Recursos Económicos	35
8.	Productos e impactos esperados.....	36
8.1.	Productos.....	36
8.2.	Impactos	36
9.	Metodología	37
9.1.	Metodología de la Investigación	37
9.1.1.	Investigación Exploratoria	37
9.2.	Metodología de Desarrollo Scrum	39
9.2.1.	Equipo Scrum.....	39
9.2.2.	Procesos de Scrum	41
9.3.	Fases de Desarrollo del Proyecto	44
9.4.	Fase de análisis.....	45
9.4.1.	Requerimientos funcionales	45
9.4.2.	Requerimientos no funcionales.....	53
9.5.	Fase de diseño	55
9.5.1.	Modelo 4+1 de Philippe Kruchten	55
9.5.2.	Modelo Relacional de la Base de Datos.....	69

9.5.3.	Arquitectura	71
9.6.	Fase de Desarrollo.....	72
9.6.1.	Estándares	72
9.6.2.	Código limpio	73
9.6.3.	POO.....	76
9.7.	Fase de Testing.....	77
9.7.1.	Pruebas unitarias	77
9.7.2.	Pruebas de estrés	88
9.7.3.	Prueba de aceptación del cliente	92
9.7.4.	Test de usabilidad.....	93
9.8.	Fase de implementación.....	97
9.8.1.	Configuración del servidor.....	97
9.8.2.	Implementación.....	99
9.8.3.	Despliegue.....	102
10.	Resultados.....	103
11.	Análisis de los Resultados.....	117
12.	Conclusiones	139
13.	Referencias.....	140

Lista de Tablas

Tabla 1. Presupuesto	34
Tabla 2. Recursos humanos	34
Tabla 3. Recursos tecnológicos.....	35
Tabla 4. Recursos económicos.....	35
Tabla 5. Productos esperados.....	36
Tabla 6. Impactos esperados	36
Tabla 7. Requerimiento funcional 1.....	45
Tabla 8. Requerimiento funcional 2.....	46
Tabla 9. Requerimiento funcional 3.....	46
Tabla 10. Requerimiento funcional 4.....	47
Tabla 11. Requerimiento funcional 5.....	47
Tabla 12. Requerimiento funcional 6.....	48
Tabla 13. Requerimiento funcional 7.....	48
Tabla 14. Requerimiento funcional 8.....	49
Tabla 15. Requerimiento funcional 9.....	49
Tabla 16. Requerimiento funcional 10.....	50
Tabla 17. Requerimiento funcional 11.....	50
Tabla 18. Requerimiento funcional 12.....	51
Tabla 19. Requerimiento funcional 13.....	51
Tabla 20. Requerimiento funcional 14.....	52
Tabla 21. Requerimiento funcional 15.....	52
Tabla 22. Requerimiento no funcional 1.....	53
Tabla 23. Requerimiento no funcional 2.....	53
Tabla 24. Requerimiento no funcional 3.....	54
Tabla 25. Requerimiento no funcional 4.....	54
Tabla 26. Requerimiento no funcional 5.....	54
Tabla 27. Casos de prueba 1	78
Tabla 28. Casos de prueba 2	79
Tabla 29. Casos de prueba 3	80
Tabla 30. Casos de prueba 4	81
Tabla 31. Casos de prueba 5	82
Tabla 32. Casos de prueba 6	83
Tabla 33. Casos de prueba 7	84
Tabla 34. Casos de prueba 8	84
Tabla 35. Caso de prueba 9.....	85
Tabla 36. Casos de prueba 10	85
Tabla 37. Casos de prueba 11	86
Tabla 38. Casos de prueba 12	86
Tabla 39. Casos de prueba 13	87

Tabla 40. Casos de prueba 14	87
Tabla 41. Casos de prueba 15	88
Tabla 42. Test de usabilidad plantilla	94
Tabla 43. Test de usabilidad prueba 1	95
Tabla 44. Test de usabilidad prueba 2	96
Tabla 45. Requerimiento mínimo aplicativo	102
Tabla 46. Requerimiento recomendado aplicativo	102

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Modelo 4+1 de Philippe Kruchten.....	55
Ilustración 2. Diagrama de casos de uso sistema de registro de usuario	56
Ilustración 3. Diagrama de casos de uso sistema de reconocimiento de usuario.....	56
Ilustración 4. Diagrama de casos de uso selección de markers	57
Ilustración 5. Diagrama de casos de uso selección de lista.....	57
Ilustración 6. Diagrama de casos de usos selección de variables	58
Ilustración 7. Diagrama de casos de usos consulta de variables	58
Ilustración 8. Diagrama de casos de usos variable temperatura	58
Ilustración 9. Diagrama de casos de usos variable humedad relativa	59
Ilustración 10. Diagrama de casos de usos variable precipitación.....	59
Ilustración 11. Diagrama de casos de usos variable velocidad del viento	59
Ilustración 12. Diagrama de casos de usos variable dirección del viento.....	60
Ilustración 13. Diagrama de casos de usos variable radiación solar	60
Ilustración 14. Diagrama de casos de usos variable radiación par	60
Ilustración 15. Diagrama de casos de usos variable temperatura del suelo	61
Ilustración 16. Diagrama de casos de usos variable humedad del suelo	61
Ilustración 17. Diagrama de clases	62
Ilustración 18. Diagrama de secuencia Registro.....	63
Ilustración 19. Diagrama de secuencia Login.....	63
Ilustración 20. Diagrama de secuencia Gráficas.....	64
Ilustración 21. Diagrama de comunicación Registro.....	64
Ilustración 22. Diagrama de comunicación Login.....	65
Ilustración 23. Diagrama de comunicación Gráficas.....	65
Ilustración 24. Diagrama de paquetes	66
Ilustración 25. Diagrama de componentes.....	66
Ilustración 26. Diagrama de actividad Registro.....	67
Ilustración 27. Diagrama de actividad Login.....	68
Ilustración 28. Diagrama de actividad Graficar	68
Ilustración 29. Diagrama de despliegue.....	69
Ilustración 30. Modelo Relacional.....	70
Ilustración 31. Interrelación entre los elementos del patrón MVC.....	71
Ilustración 32. Activity Gráficas.....	74
Ilustración 33. JSONArray.....	75
Ilustración 34. Dataset	75
Ilustración 35. Estilo gráfico.....	75
Ilustración 36. Cohesión	77
Ilustración 37. Resultado casos de prueba 1 registro.....	78
Ilustración 38. Resultado casos de prueba 1 base de datos.....	78
Ilustración 39. Resultado casos de prueba 2 inicio de sesión	79

Ilustración 40. Resultado casos de prueba 3 markers	80
Ilustración 41. Resultado casos de prueba 3 ubicación estación	80
Ilustración 42. Resultado casos de prueba 4 lista de estaciones	81
Ilustración 43. Resultado casos de prueba 5 variables estaciones	82
Ilustración 44. Resultado casos de prueba 5 gráfica variables.....	82
Ilustración 45. Resultado casos de prueba 6 calendario	83
Ilustración 46. Resultado casos de prueba 6 fecha establecida.....	83
Ilustración 47. Resultado casos de prueba 7 gráfica temperatura	84
Ilustración 48. Resultado casos de prueba 8 gráfica humedad relativa	84
Ilustración 49. Resultado casos de prueba 9 gráfica precipitación	85
Ilustración 50. Resultado casos de prueba 10 gráfica velocidad del viento.....	85
Ilustración 51. Resultado casos de prueba 11 gráfica dirección del viento	86
Ilustración 52. Resultado casos de prueba 12 gráfica radiación solar	86
Ilustración 53. Resultado casos de prueba 13 gráfica radiación par	87
Ilustración 54. Resultado casos de prueba 14 gráfica temperatura del suelo.....	87
Ilustración 55. Resultado casos de prueba 15 gráfica humedad del suelo	88
Ilustración 56. Prueba de estrés Logeo 1	89
Ilustración 57. Prueba de estrés Logeo 2	89
Ilustración 58. Prueba de estrés Logeo 3	90
Ilustración 59. Prueba de estrés Gráfica 1	90
Ilustración 60. Prueba de estrés Gráfica 2	91
Ilustración 61. Prueba de estrés Gráfica 3	91
Ilustración 62. Inicio de sesión app 1.....	92
Ilustración 63. Inicio de sesión app 2.....	93
Ilustración 64. Servidor.....	97
Ilustración 65. Base de datos	98
Ilustración 66. Datos de tablas	98
Ilustración 67. Código XML.....	100
Ilustración 68. Webservice rutas.....	101
Ilustración 69. Webservice controlador	101
Ilustración 70. Inicio de la app.....	103
Ilustración 71. Registro de usuarios.....	104
Ilustración 72. Mapa app.....	105
Ilustración 73. Mapa Estación: Arroz	106
Ilustración 74. Mapa estación de caña	106
Ilustración 75. Sector Piscícola.....	107
Ilustración 76. Sector de caña	107
Ilustración 77. Sector frutal.....	108
Ilustración 78. Sector Arrocero	108
Ilustración 79. Sector de cacao	109
Ilustración 80. Listado de variables	110
Ilustración 81. Gráfica Humedad relativa.....	110
Ilustración 82. Gráfica temperatura del suelo	111

Ilustración 83. Gráfica velocidad del viento	111
Ilustración 84. Gráfica radiación solar	112
Ilustración 85. Gráfica radiación par	112
Ilustración 86. Gráfica humedad del suelo	113
Ilustración 87. Consulta fecha.....	113
Ilustración 88. Gráfica temperatura suelo zoom	114
Ilustración 89. Link CENIGAA	115
Ilustración 90. Página CENIGAA.....	115
Ilustración 91. Análisis gráfica humedad relativa.....	117
Ilustración 92. Análisis gráfica humedad relativa Inicio	117
Ilustración 93. Análisis datos humedad relativa inicio	118
Ilustración 94. Análisis gráfica humedad relativa Final	118
Ilustración 95. Análisis datos humedad relativa final	118
Ilustración 96. Análisis gráfica precipitación	119
Ilustración 97. Análisis datos precipitación	119
Ilustración 98. Análisis gráfica radiación par	120
Ilustración 99. Análisis gráfica radiación par Inicio	120
Ilustración 100. Análisis datos radiación par Inicio.....	121
Ilustración 101. Análisis gráfica radiación par Final	121
Ilustración 102. Análisis datos radiación par Final.....	121
Ilustración 103. Análisis gráfica radiación solar.....	122
Ilustración 104. Análisis gráfica radiación solar Inicio	122
Ilustración 105. Análisis datos radiación solar inicio	123
Ilustración 106. Análisis gráfica radiación solar Final	123
Ilustración 107. Análisis datos radiación solar final	123
Ilustración 108. Análisis gráfica temperatura	124
Ilustración 109. Análisis gráfica temperatura Inicio	124
Ilustración 110. Análisis datos temperatura inicio.....	125
Ilustración 111. Análisis gráfica temperatura Final	125
Ilustración 112. Análisis datos temperatura final	125
Ilustración 113. Análisis gráfica velocidad del viento.....	126
Ilustración 114. Análisis gráfica velocidad del viento Inicio	126
Ilustración 115. Análisis datos velocidad del viento inicio	127
Ilustración 116. Análisis gráfica velocidad del viento final	127
Ilustración 117. Análisis datos velocidad del viento final	127
Ilustración 118. Análisis gráfica temperatura del suelo.....	128
Ilustración 119. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 1 inicio	128
Ilustración 120. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 2 inicio	129
Ilustración 121. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 3 inicio	129
Ilustración 122. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 4 inicio	130
Ilustración 123. Análisis datos temperatura del suelo inicio	130
Ilustración 124. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 1 final	131
Ilustración 125. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 2 final	131

Ilustración 126. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 3 final	132
Ilustración 127. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 4 final	132
Ilustración 128. Análisis datos temperatura del suelo final	133
Ilustración 129. Análisis gráfica humedad del suelo	133
Ilustración 130. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 1 inicio	134
Ilustración 131. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 2 inicio	134
Ilustración 132. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 3 inicio	135
Ilustración 133. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 4 inicio	135
Ilustración 134. Análisis datos humedad del suelo inicio	136
Ilustración 135. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 1 final.....	136
Ilustración 136. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 2 final.....	137
Ilustración 137. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 3 final.....	137
Ilustración 138. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 4 final.....	138
Ilustración 139. Análisis datos humedad del suelo final.....	138

1. Introducción

Se ha demostrado la viabilidad de aplicativos en el sector agrícola con aplicaciones como Weenat, esta solución permite el monitoreo de cultivos registrando variables como la temperatura, humedad, velocidad del viento, dirección del viento y radiación¹ (Weenat, 2017). Otros ejemplos de estas aplicaciones son VISUAL app desarrollada por una empresa española llamada VisualNACert, que se encarga de la gestión de datos agroclimáticos obtenidos a través de sensores en los campos (VisualNACert, 2017); y Agrónic, una aplicación móvil que permite por medio de sensores, la gestión en tiempo real del riego y la fertilización de los campos (Sistemes Electrònics PROGRÉS S.A., 2016).

Para este proyecto se plantea la recolección y análisis de datos enviados por sensores establecidos en los campos donde se encuentran los cultivos, y usando con ello una base de datos que facilite la conversión de esta información, para un mejor manejo y uso de las variables como las mencionadas con anterioridad, estas se representarán de forma gráfica ajustándose a los valores requeridos como el tiempo de respuesta y la capacidad para mostrar los datos, debido a que la transmisión de estos es casi por minuto, lo que generará gráficas enormes con bastante información en pantalla. En la investigación se busca implementar una solución tecnológica que permita la transferencia de los datos hacia los Productores agrícolas del Departamento del Huila, esto consiste en la representación gráfica de las variables: temperatura ambiente, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, radiación solar,

¹ Radiación: Es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas las cuales transportan energía como por ejemplo, el calor que transmite la luz del sol. (Moreno & Gourcy, 2017)

radiación par, temperatura y humedad del suelo; provenientes de cinco estaciones agrometeorológicas² ubicadas en pequeños terrenos experimentales en los municipios de San José de Isnos, Palestina, Rivera y Villavieja, los datos son transmitidos a un servidor en el Centro de Investigación CENIGAA, que es una institución de derecho privado, de carácter científico y tecnológico, sin ánimo de lucro, cuyo objetivo es la realización de gestión de conocimiento mediante procesos de investigación básica, servicios aplicados de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología en el marco integral del uso de los recursos naturales (Cenigaa, 2010).

² Estación Agrometeorológica: Encargadas de realizar observaciones del tiempo atmosférico actual, cantidad, visibilidad, precipitaciones, temperatura del aire, humedad, viento, radiación solar, evaporación y otros fenómenos especiales. (Moreno & Gourcy, 2017)

2. Planteamiento del problema

Una de las apuestas del Departamento del Huila es la tecnificación de los procesos agroindustriales; actualmente se están dando técnicas o metodologías más acordes al conocimiento empírico de años que de un proceso técnico y eficiente. Debido a esto es difícil para los agricultores saber exactamente en qué momento es bueno realizar la siembra o prestar más cuidado a los cultivos sembrados por lo que no es posible llevar un control o medición de las variables de forma correcta, ya que la temperatura o la humedad pueden no ser los más óptimos para los cultivos. Además fenómenos como la variabilidad climática³ que han generado cambios abruptos de temperatura y precipitación⁴ en los campos, han desembocado en pérdidas económicas para la producción agrícola que se traduce en una disminución de la calidad de vida de los productores del Huila (Barrios, 2015). Todo esto también trae problemas a la gente del común, debido a que al ser una actividad de producción de alimentos toma un rol importante en la vida de muchas personas, ocasionando escasez de alimentos e inflación de productos, además de riesgos para la salud ya que aunque el producto pueda salvarse, este mismo podría experimentar la aparición de residuos, que en ocasiones pueden ser tóxicas para las personas (Sinergia, 2006). En convenio con CENIGAA, se planteó el desarrollo de un aplicativo que permita la gestión y visualización de variables agrometeorológicas, con el objetivo de obtener en tiempo real las mediciones de temperatura ambiente, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección de viento, radiación solar, radiación par, temperatura y humedad del suelo. Se

³ Variabilidad Climática: promedios de temperatura, dirección y velocidad del viento, humedad, y otros parámetros meteorológicos, calculados a lo largo de un período lo suficientemente largo para darle una denominación. (Moreno & Gourcy, 2017)

⁴ Precipitación: Fenómeno que incluye lluvia, llovizna, nieve y granizo. (Moreno & Gourcy, 2017)

instalaron cinco áreas experimentales para un igual número de sectores priorizados (Caña, Frutal, Cacao, Arroz y Piscicultura), en cada área se instaló una estación⁵. La economía del Huila se basa principalmente en la producción agrícola y ganadera, seguida de la explotación petrolera y el comercio (Roldan, 2010). Por lo cual la agricultura se ha venido desarrollando bajo procesos tecnificados que durante los últimos años ha logrado que el departamento sea competitivo a nivel nacional, logrando así productos de calidad, los pequeños productores emplean como herramienta de planificación de sus cultivos el calendario Bristol, este libro goza de popularidad y credibilidad en América Latina debido a que contiene información sobre el tiempo climático, permitiendo a los agricultores consultar fechas para la siembra y pesca (Roldan, 2010). La información recopilada, permitirá a expertos de CENIGAA realizar un pronóstico agroclimático más acertado para la correcta planificación de cultivos. El uso de nuevas herramientas más técnicas para visualización de datos en tiempo real en remplazo de los antiguos métodos de predicción que no son precisos al completo, pueden generar un cambio para bien al sector, previniendo pérdidas a los agricultores que puedan perjudicar al departamento entero.

⁵ Estación: Encargadas de realizar observaciones del tiempo atmosférico, visibilidad, precipitaciones, temperatura del aire, humedad, viento, radiación solar, evaporación y otros fenómenos especiales (Moreno & Gourcy, 2017)

3. Justificación

Debido al problema de control y medición de manera eficiente de las variables que afectan a los cultivos de los agricultores generando daños y pérdidas en el sector; se planteó este aplicativo que es fundamental para desarrollar estrategias agrícolas encaminadas a garantizar la seguridad alimentaria⁶ sostenible en el marco del cambio climático, esta es una solución tecnológica que permite la gestión de variables agrometeorológicas (temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad del viento, dirección del viento, radiación solar, radiación par, temperatura del suelo y humedad del suelo) y su visualización en dispositivos móviles en tiempo real.

Esta app permitirá mostrar la información recopilada, procesada y validada por expertos, para que sea consultada, apropiada y compartida con el público en general, especialmente con los productores de las diversas apuestas productivas del departamento para la toma de decisiones acertadas a la hora de programar sus cultivos, sistemas de riego, pronóstico del clima y establecer estrategias competitivas para aumentar el nivel de productividad y la automatización de cada proceso de la agricultura. Debido a las afectaciones derivadas del cambio climático, nace el concepto de Agricultura Climáticamente Inteligente (Silva, 2017), la cual constituye un enfoque que ayuda a orientar las acciones necesarias para transformar, adaptar y reorientar los sistemas de producción agrícola con el objetivo de realizar un aporte positivo y eficaz al desarrollo y garantizar la seguridad alimentaria del país dentro de un contexto de clima en constante cambio.

⁶ Seguridad Alimentaria: Acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias. (Moreno & Gourcy, 2017)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, la agricultura climáticamente inteligente persigue tres objetivos principales los cuales dos de ellos se buscan alcanzar con la implementación de este aplicativo al sector agrícola, estos son: el aumento sostenible de la productividad y los ingresos agrícolas, la adaptación y la creación de resistencias ante el cambio climático y la reducción y/o absorción de gases de efecto invernadero, en la medida de lo posible (Silva, 2017). Con esta app se quieren resolver los puntos asociados a la productividad y a los ingresos ya que dentro de la capacidad de la tecnología que se busca aplicar, sí son posibles de alcanzar.

4. Objetivos

4.1.Objetivo general

- Desarrollar un aplicativo móvil para la gestión y visualización de variables agrometeorológicas en el Departamento de Huila.

4.2.Objetivos específicos

- Establecer un análisis de las variables agrometeorológicas (temperatura ambiente, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, radiación solar, radiación par, temperatura y humedad del suelo) para la visualización de los datos en la aplicación móvil.
- Realizar el diseño del aplicativo móvil, con una interfaz sencilla y fácil de entender para la comodidad de todos los usuarios.
- Efectuar la implementación y pruebas para verificar el buen funcionamiento de las gráficas, tomando en cuenta que se estén visualizando correctamente las variables y que pueda soportar la cantidad de datos enviados a ellas.

5. Marco teórico

5.1. Estado del arte

Se ha realizado una investigación sobre los distintos proyectos en el área de la agrometeorología a nivel internacional, nacional y local.

A nivel internacional se encontró una gran cantidad de apps que manejan un sistema similar al descrito en este proyecto y que son relativamente recientes. El primer documento encontrado no habla de una app terminada actualmente pero sí de la idea del proyecto de un instituto ecuatoriano del año 2012 del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). En el documento se plantean varios puntos importantes, como desarrollo de una app para la visualización de variables agrometeorológicas, el cual busca generar varios puntos que ayuden a la parte agrícola de su país, implementando funciones como la selección de regiones para cultivos más óptimos, la selección de las fechas más adecuadas para la siembra y la planeación de riesgos como el combate contra las plagas y enfermedades vegetales (Mena, 2012). De este documento podemos observar un planteamiento similar al de este proyecto solo con una diferencia en las funciones como lo son el combate contra plagas.

En este punto ya podemos observar apps ya funcionales y con gran parecido a la que se plantea en este proyecto se llama Optimizer 2.0: Es una app estadounidense desarrollada por Advanced Ag Solutions LLC en el año 2012, que utiliza datos de estaciones climatológicas cercanas y de sensores de humedad del suelo e indica el momento apropiado para activar el sistema de riego de acuerdo a la demanda del cultivo; El software permite que el agricultor o asesor edite fácilmente su programa de riego, esto es de gran utilidad cuando se presentan

cambios bruscos de clima. Gracias a esto los agricultores pueden asignar recursos de manera más eficiente, mejorar la colocación de las semillas y maximizar las ganancias mediante la carga de información específica del sitio sobre la capacidad del suelo para suministrar nutrientes en una aplicación de teléfono inteligente actualizada. En palabra de sus mismos creadores "Muchos agricultores ya tienen datos de muestreo, y Optimizer 2.0 los ayuda a aprovechar aún más. Otras aplicaciones usan el conjunto de datos de suelo nacional estándar, pero Optimizer 2.0 proyecta información relevante que está relacionada con las prácticas de gestión reales del usuario. Esto lo hace automáticamente en cada zona de suelo, todas las noches" (Precision Farming, 2012). Esta app también comparte similitudes con la de este proyecto en lo que se refiere al envío de datos por medio de sensores aunque este solo envía los de una variable la cual es la humedad, ya que para su sistema es lo único importante, otra gran diferencia es el uso de los datos enviados, en esta app se usan para la activación de los sistemas de riegos, mientras en la de este proyecto se usan para visualizarse gráficamente a los productores de los campos. Si bien el aplicativo de este proyecto posee más funciones, si se puede tomar como aporte el modo de recolección y envío de datos.

Otra app que comparte varias características es Aquadaia. Es una app de control de riesgos creada en 2016 por la empresa Española Daia Intelligent Solutions, dirigido tanto a profesionales como a particulares; apoyada por una red de estaciones meteorológicas y con datos para más de 100 cultivos (frutales, hortalizas, hierba, etc.), combina datos meteorológicos y parámetros de la planta para darle una estimación de cuándo se debería regar el cultivo, también emplea modernas técnicas de minería de datos para integrar la información meteorológica procedente de diferentes sensores automatizando así el seguimiento de los cultivos definidos por el usuario; además Aquadaia emplea el método de coeficiente dual para el cálculo de la

evapotranspiración del cultivo, lo cual permite determinar el balance hídrico con una mayor precisión (Aquadaia, 2016). Esta app al igual que la anterior se centra más en el riego de los cultivos, pero comparte con el aplicativo de este proyecto, la forma de captura y manejo de los datos por medio de sensores y siendo enviados al usuario para que pueda visualizarlos y actuar en base a estos datos. Al igual que el anterior aplicativo, no posee tantas funciones como la app de este proyecto, pero se puede tomar como aporte el modo de recolección y envío de datos.

La siguiente app es de origen español y del año 2016. Agrónic, aplicación desarrollada por la empresa Sistemes Electrònics Progrés: Es una aplicación móvil usada para gestionar en tiempo real, el riego y la fertilización de campos donde se encuentran unos sensores conocidos como Agrónic 2500 o Agrónic 4000; posee una gran variedad de idiomas para ajustarse a las necesidades de diferentes clientes sin importar el territorio; además permite una conexión permanente con los campos a los que están asignados los sensores, obteniendo una visión global de su estado: si efectúan el riego, si hay acción manual o incidencia, también permite consultar los riesgos o anomalías de la última semana (Sistemes Electrònics PROGRÉS S.A., 2016). Esta app como la mayoría de las mencionadas con anterioridad funciona por medio de sensores que se encargan de la recopilación de datos y de su envío al usuario, un plus que tiene este aplicativo es que permite la consulta de riesgos ocurridos actualmente o en los días anteriores, lo que puede ayudar a prevenir pérdidas en los cultivos.

La cuarta es una app también española presentada en el año 2017; es VISUAL app desarrollada por la empresa VisualNACert de España. Es una aplicación que busca mejorar la eficiencia de los procesos agrícolas, gestionando los datos agroclimáticos obtenidos a través de sensores y drones asignados al campo, de ese modo genera un registro y unas órdenes para los tratamientos fitosanitarios y fertilizantes (VisualNACert, 2017). En esta solución se puede

observar que a excepción de los tratamientos de fertilización, posee unas características similares al app del proyecto CENIGAA, aquí podemos tomar muchos aportes, como la forma de graficar la información, la presentación de la información del campo y la forma de organizar los registros.

La siguiente aplicación también fue presentada en la misma fecha que la anterior, en el año 2017; el nombre de la aplicación y de la misma empresa es Weenat de origen Francés. Esta es una app que permite optimizar recursos, ya que posee un sensor que se instala en el campo para realizar informes, el cual ayuda a la gestión de recursos, a prevenir riesgos y permitir un ajuste de la cosecha desde su siembra, todos estos datos son enviados al dispositivo móvil que posee la app (Weenat, 2017). Al igual que con Visual, esta app posea muchas similitudes con el proyecto a desarrollar, de aquí podemos obtener aportes como la gestión y el envío de datos a la app.

Una de las aplicaciones más recientes se denomina Climate FieldView: Es una app estadounidense creada en el 2017 pero liberada en 2018 creada por la empresa The Climate Corporation; que se encarga de monitorear y medir el impacto de sus decisiones agronómicas en el rendimiento de los cultivos debido al manejo de la variabilidad de su campo mediante la construcción de la fertilidad personalizada y planes de siembra para cada uno de sus campos, con el fin de optimizar el rendimiento y maximizar el beneficio. Todo esto proporciona a los agricultores un conjunto completo, conectado de herramientas digitales, permitiendo una comprensión más profunda de sus campos para que puedan tomar decisiones más informadas de la operación con el fin de optimizar el rendimiento, maximizar la eficiencia y reducir el riesgo (Spaetti, 2018). De esta aplicación se puede tomar el impacto que genera el aplicativo ya que a diferencia del planteado en este proyecto, esta app ayuda directamente al planeamiento de

siembra de cultivos en vez de que el usuario los haga por su cuenta en base a los datos visualizados.

Actualmente a nivel nacional el desarrollo de este proyecto es el único de este tipo ya que no se ha encontrado información de otras empresas realizando algo parecido, pero no se descarta que se pueda estar implementando un software similar de forma no pública, por lo cual no se han encontrado proyectos que abarquen un estilo similar al planteado en este proyecto; pero sí algo que planteaba un punto de interés; el cual era una app desarrollada aquí en Colombia, nacida de un convenio entre 2 entes en el año 2014. Artículo del periódico El Tiempo sobre el aplicativo móvil MiPronóstico: En el documento se habla sobre la aplicación realizada por el Ministerio de las TIC y el IDEAM, el cual va enfocado al pronóstico y alertas meteorológica del país, esta aplicación funciona en tiempo real, además de que aparte del pronóstico del tiempo permite gestionar las alertas meteorológicas por medio de un filtro (Mendoza, 2014). Este aporte es de ayuda para darnos una idea más general de la visualización de pronósticos y la forma en la que representa los departamentos a pronosticar en el mapa en forma de marcas o puntos.

Con respecto a nivel local, sucede lo mismo que a nivel nacional no se encontró ninguna app de referencia para el desarrollo de este proyecto de la que se puede encontrar información pública.

5.2. Marco conceptual

Para el desarrollo del proyecto fue necesario conocer y definir algunos términos dada su importancia en el tema a tratar en este proyecto.

Agrometeorología: “Es la ciencia que estudia las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas y su interrelación en los procesos de producción agrícola” (Mormeneo, 2007). Para el desarrollo de nuestro proyecto es uno de los puntos más importante dado que la app se basa en este término, debido a que puntos como son las condiciones climáticas y variables meteorológicas como la temperatura, humedad, radiación, entre otras. Son datos que se recopilan para la realización de las gráficas y posterior envío a la app de los usuarios.

Agricultura Climáticamente Inteligente: “Estudio que pretende mejorar la capacidad de los sistemas agrícolas para prestar apoyo a la seguridad alimentaria, e incorporar la necesidad de adaptación y las posibilidades de mitigación en las estrategias de desarrollo agrícola sostenible” (Silva, 2017). Lo que buscamos con la app es acercarnos lo posible a este término, dando una mejora en la producción y seguridad de los cultivos, además de proporcionar ayuda tecnológica al sector.

Cambio Climático: “Variación global del clima de la Tierra la cual es debido a causas naturales y también a la acción del hombre, se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.” (Rodríguez Moreno & Ramos Gourcy, 2017). Este es un problema que está presente en el sector agrícola y que la app busca tratar de mermar, proporcionando información que ayude a prever algún

cambio de clima dañino para el cultivo en base a los datos proporcionados de las variables de cada estación agrometeorológica.

Producción agrícola: “Es la denominación genérica de cada uno de los productos de la agricultura, la actividad humana que obtiene materias primas de origen vegetal a través del cultivo” (Silva, 2010). Es lo que busca mejorar la app, que la producción de los cultivos pueda llevarse sin problemas y resultando un producto de calidad.

Aplicativo Móvil: “Es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles y que permite al usuario efectuar una tarea concreta de cualquier tipo facilitando las gestiones o actividades a desarrollar” (Quality Devs, 2018). Es lo que se está desarrollando para dar solución al problema presente en el documento, fue elegida como aplicativo móvil en vez de web, por la facilidad de obtención de este tipo de equipos en este sector.

Temperatura: “Es la magnitud física que expresa la cantidad de calor; puede medirse la temperatura de un ambiente cerrado o abierto, de un objeto físico o de un cuerpo viviente; el calor no es otra cosa que el movimiento de las partículas que conforman el objeto” (Deborah, 2015). Es una variable agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

Humedad: “Es la cantidad de vapor de agua en la atmósfera; la cantidad de vapor de agua que un volumen de aire puede almacenar viene determinada por la temperatura; a mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua puede almacenar” (Enaire, 2015). Es una variable

agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

Radiación Solar: “Es la energía del sol en forma electromagnética enviada a la atmósfera; esta transmisión de energía se llama radiación solar, si bien apenas calienta el aire que encuentra a su paso, sí que calienta la corteza terrestre con el incremento de temperatura” (Enaire, 2015). Es una variable agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

Radiación Par: La superficie terrestre radia energía a lo largo de todo el día y es la única radiación que recibe la atmósfera por la noche; en la atmósfera, cada gas atmosférico es un absorbente selectivo de la radiación terrestre para determinadas longitudes de onda, algunos de estos absorbentes son el ozono, anhídrido carbónico, vapor de agua y nubes; estos gases absorben la radiación y emiten una radiación propia que una parte va al espacio y otra parte a la superficie terrestre (Enaire, 2015). Es una variable agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

Dirección del viento: Se llama dirección del viento el punto del horizonte de donde viene o sopla; el instrumento más antiguo para conocer la dirección de los vientos es la veleta que, con la ayuda de la rosa de los vientos, define la procedencia de los vientos, es decir, la dirección desde donde soplan. Para distinguir uno de otro se les aplica el nombre de los principales rumbos de la brújula (Hamel, 2018). Es una variable agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

Velocidad del viento: “Es la velocidad con la que el aire de la atmósfera se mueve sobre la superficie de la tierra, la velocidad y el vector (dirección en la que el viento se desplaza) del viento tienen un gran impacto en el clima de la tierra y en la civilización” (Hamel, 2018). Es una variable agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

Precipitaciones: “Se denomina precipitación al conjunto de partículas líquidas o sólidas que procedentes de las nubes alcanzan el suelo; para que se produzca precipitación es necesario que las gotas de agua o cristales de hielo adquieran un tamaño adecuado para que caigan libremente por efecto de la gravedad” (Enaire, 2015). Es una variable agrometeorológica a visualizar en el aplicativo.

MySQL: Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, resultado de open source y software libre; es ampliamente utilizado y fundamentalmente escrito en C/C++; está disponible en diferentes sistemas operativos como lo son Linux, Solaris y MS Windows. Posee una arquitectura Cliente – Servidor, el cliente de MySQL está compuesto por líneas de comandos, aplicaciones web y aplicaciones de escritorio; sus características principales son la velocidad, por su arquitectura multi-hilos en el cual múltiples clientes tienen acceso concurrente; caché de consultas, el cual se encarga de verificar las consultas comunes; la fiabilidad gracias a su facilidad de uso en las herramientas gráficas; el soporte multi-usuario, para el soporte de múltiples accesos concurrentes a la base de datos simultáneamente y una gran portabilidad siendo compatibles con gran variedad de sistemas operativos (Saha, 2005). Es el sistema usado para gestionar la información de la base de datos del aplicativo.

Android Studio: “Es un entorno de desarrollo integrado, usado para el desarrollo de aplicaciones para Android, también considerado como un potente editor de códigos además de aumentar la productividad durante la compilación de apps” (Android Studio, 2015). Es el entorno en el que se desarrolló el aplicativo.

MPAndroidChart: “Es una librería de Android fácil de usar, creada por Philipp Jahoda publicada en GitHub.com que permite el manejo de gran cantidad de gráficas de manera sencilla y dinámica” (Jahoda, 2016). Es la librería usada para la visualización de las variables agrometeorológicas en gráficas.

Apache: “Es un proyecto de software colaborativo que desarrolla un servidor HTTP gratuito, de código abierto, seguro y robusto. Apache está disponible para múltiples sistemas operativos, pero es comúnmente usado en sistemas operativos basados en Unix” (Alesga, 2014). Apache se usa en el servidor para gestionar la información y restringir acceso a ciertos ficheros.

PHP: “acrónimo de Hypertext Pre-processor; el cual es un lenguaje de programación usado generalmente en la creación de contenidos para sitios web; especialmente usado para crear contenido dinámico web y aplicaciones para servidores, aunque también es posible crear aplicaciones gráficas utilizando la biblioteca GTK+” (Alesga, 2015). Con PHP se desarrolló el web service para el intercambio de datos del aplicativo.

Composer: Es un manejador de dependencias que trata con paquetes y librerías, la instalación siempre es local para cualquier proyecto, las librerías se instalan en un directorio por defecto. Composer es capaz de instalar las librerías que requiere el proyecto con las versiones que necesiten; también es capaz descargar todo lo necesario para que funcione y evitando el hacer todo eso de forma manual (Yair, 2014). Esta herramienta se usa para manejar las dependencias para la programación en PHP y es necesaria para el uso de Laravel.

Laravel: “Es un potente framework de MVC PHP, diseñado para desarrolladores que necesitan un conjunto de herramientas simple y elegante para crear aplicaciones web completas” (Tutorials Point, 2016). Este framework se implementó para completar el desarrollo del web service.

5.3. Marco Legal

Cada una de estas leyes acoge y permite el desarrollo de nuevas tecnologías en el sector agropecuario.

- **Ley 29 de 1990**

Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias.

- **Ley 101 de 1993**

Por medio de la cual se protege el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras, y promover el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores.

- **Ley 607 de 2000**

Por medio de la cual se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales, y se reglamenta la asistencia técnica directa rural en consonancia con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

- **Ley 1450 de 2011**

En el podrán autorizar actos o contratos siempre y cuando los predios objeto de la solicitud estén vinculados a un proyecto de desarrollo agropecuario o forestal que justifique la operación.

6. Cronograma

[illegible]

7. Presupuesto

7.1. Presupuesto Global

Tabla 1. *Presupuesto*

RUBROS	
Personal	8.880.000
Materiales	193.000
Equipos	2.150.000
Salidas de Campo	0
TOTAL	11.223.000

Presupuesto general de la suma de todos los recursos.

7.2. Recursos Humanos

Tabla 2. *Recursos humanos*

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	FORMACIÓN ACADÉMICA	DEDICACIÓN	VALOR UNITARIO	TOTAL
José Miguel Llanos	Maestría	4 Horas Diarias	4.440.000	4.440.000
Ruben Dario Triviño	Estudiante Universitario	4 Horas Diarias	2.220.000	2.220.000
Cristian Camilo Lozano	Estudiante Universitario	4 Horas Diarias	2.220.000	2.220.000
			TOTAL	8.880.000

Presupuesto del personal encargado del desarrollo del aplicativo.

7.3. Recursos Tecnológicos

Tabla 3. *Recursos tecnológicos*

EQUIPO	VALOR (CONTRAPARTIDA)
Lenovo G40	950.000
HP Pavilion Touch 14	1.200.000
TOTAL	2.150.000

Valor de los equipos tecnológicos usados para el desarrollo del aplicativo.

7.4. Recursos Económicos

Tabla 4. *Recursos económicos*

Materiales	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Resmas de papel carta	2	10.000	20.000
Fotocopias	400	100	40.000
Impresiones	500	200	100.000
Memoria USB de 16GB	1	33.000	33.000
		TOTAL	193.000

Coste de los recursos usados para la creación del aplicativo.

8. Productos e impactos esperados

8.1.Productos

Tabla 5. *Productos esperados*

Aspecto	Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Generación de Nuevo conocimiento	Artículo de investigación	Una (1) publicación	Comunidad Académica
	Socialización del proyecto	Un (1) Evento	Comunidad académica CORHUILA y comunidad en general
Fortalecimiento de la comunidad Científica	Capacitación introductoria en Android Studio y uso de la librería MPAndroidChart	30 estudiantes capacitados	Estudiantes de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA del programa de Ingeniería de Sistemas.
	Capacitación en el manejo de la aplicación móvil de las variables agrometereológicas	20 funcionarios de CENIGAA	Funcionarios e investigadores de CENIGAA.
Aprobación Social del Conocimiento	Manual de usuario	Un (1) manual	Usuarios de la App
	Manual de instalación	Un (1) manual	Usuarios de la App

Productos que se esperan obtener con el desarrollo del proyecto y la implementación del aplicativo.

8.2.Impactos

Tabla 6. *Impactos esperados*

Impacto esperado	Plazo	Indicador verificable	Supuestos
Beneficiarios del Proyecto empleando herramientas TICs	A corto plazo de 1 a 4 años	Descargas del Aplicativo superior a 100	Población objeto del estudio cuenta con Smartphone y acceso a internet

Impacto que se quiere lograr en la sociedad.

9. Metodología

La metodología del proyecto se divide en 2 partes, la metodología de la investigación y la metodología de desarrollo; además de estar compuesta por 3 fases; la fase de análisis; la fase de diseño y la fase de testing.

9.1. Metodología de la Investigación

Debido a la metodología de la investigación el campo de la educación ha podido crecer exponencialmente gracias a sus métodos, técnicas y procedimientos que permiten alcanzar el conocimiento de la verdad objetiva para facilitar el proceso de investigación; debido a todo esto es que se ha podido definir, construir y validar los métodos necesarios para la obtención de nuevos conocimientos (Bastar, 2012). Para este proyecto se busca aplicar este procedimiento pero para esto se debe seguir unos pasos que están ligados a los diferentes tipos de investigación, como lo son: la exploratoria, la descriptiva, la correlacional y la explicativa. Para la metodología de investigación se optó por la exploratoria debido a que su método de estudio se adapta perfectamente a este proyecto.

9.1.1. Investigación Exploratoria

Esa investigación tiene como propósito ayudar a entender y mejorar el conocimiento sobre los fenómenos de estudio para explicar mejor el problema a investigar; en la investigación exploratoria se examinan las variables que están relacionadas con el fenómeno a estudiar con el fin de llegar a una idea clara sobre las variables relevantes y se tenga información

suficiente sobre el tema; además una de las cosas más destacables de este tipo de investigación es que se aplica en temas poco estudiados o que no ha sido analizado antes, los procedimientos de esta investigación son la identificación del problema, el establecer de la hipótesis y el fundamentar investigaciones posteriores (Abreu, 2012). Con el concepto claro se puede deducir que esta investigación suele ayudar a entender fenómenos científicamente desconocidos, poco estudiados o nuevos, ayudando a examinar conceptos importantes o variables altamente potenciales, identificando posibles relaciones entre ellas.

Como se ha evidenciado con anterioridad en los antecedentes, se observó que a nivel nacional y local no se encuentran aplicativos de este tipo ya que la mayoría fueron encontrados a nivel mundial, siendo también España el origen de dos aplicativos similares; por eso se considera esta metodología la más apta para este proyecto, que busca estudiar el fenómeno de la agrometeorología para ayudar a desarrollar más este sector que en Colombia no es tan explorado desde los puntos de vista tecnológico. En el proyecto primero se identificó el problema el cual era la falta de control y medición que tenían los productores sobre las variables agrometeorológicas en el Departamento del Huila; después establecer la hipótesis, la cual para este problema, es la poca aceptación de nuevas tecnologías en el sector agrícola, ya que los productores prefieren seguir usando herramientas antiguas como lo son el calendario Bristol, posiblemente por la poca experiencia y conocimiento que tienen de las nuevas tecnologías. Para el último punto los cuales son los fundamentos de la investigación posteriores, se debe continuar con otro tipo de investigación, en este caso la investigación cualitativa; la cual “se basa en enfoques de recolección y análisis de datos para buscar el entendimiento o explicación de un fenómeno” (Abreu, 2012).

En este caso, la recolección de datos es realizada en la construcción de este proyecto y su uso para el aplicativo, para conocer más del tema que se quiere abarcar como las variables estudiadas las cuales son recolectadas por la empresa CENIGAA, ya que la información es recogida de los sensores ubicados en cada campo de las estaciones agrometeorológicas, estos son reportados a la base de datos de la empresa, los cuales se envían a al aplicativo para su respectivo análisis, para luego ser interpretados de modo que sean legibles y con ello se puedan generar las gráficas deseadas de cada variable agrometeorológica.

9.2. Metodología de Desarrollo Scrum

Para el desarrollo del aplicativo se utilizó Scrum, esta metodología de desarrollo ágil usada para el desarrollo de software, expresa que el conocimiento viene de la experiencia y la toma de decisiones basándose en los conocimientos que se posee, además de esto se emplea un enfoque iterativo e incremental lo que optimiza la predictibilidad y el control del riesgo. En Scrum se pueden encontrar tres pilares; los cuales son la transparencia, la adaptación y la inspección (Harvie & Agah, 2016). Se escogió esta metodología por ser fácil de implementar ya que ayuda a cumplir más fácilmente la demanda del cliente debido a sus procesos de Sprint y su organización de equipo que se verán a continuación.

9.2.1. Equipo Scrum

Para el desarrollo del Scrum se tiene al equipo Scrum el cual consiste en un Product Owner (Dueño de Producto); el Development Team (Equipo de Desarrollo) y un Scrum Master (Maestro del Scrum).

Primero está el dueño de producto quien es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo; es el responsable de mantener una gestión de la lista del producto; que es una lista en donde se muestra lo que será necesario en el producto, y es la principal fuente de requisitos para cualquier realización de cambios. El Dueño de Producto (Product Owner) es el que se encarga de la Lista de Producto, la cual engloba su contenido, disponibilidad y ordenación, en donde se debe dar a conocer los elementos de la lista de productos; se debe mantener un orden en la lista para que sea más fácil alcanzar los objetivos planeados de manera más eficiente; se debe asegurarse que la lista del producto que sea clara y a disposición de todos; y que se haga un seguimiento de lo realizado por el equipo, con el fin de que se tenga un control y se pueda trabajar de la manera más eficiente posible (Schwaber & Sutherland, 2013).

Después tenemos al equipo de desarrollo que son los encargados del desarrollo del software, ellos son los que entregan el producto al final de cada Sprint, este es un término que se explicara más adelante, pero básicamente consiste en la entrega del producto o un aporte de este cada determinado tiempo, los desarrolladores deben ser auto organizados, ya que son ellos los que deben de adaptar los puntos establecidos en la lista del producto al software que se está desarrollando, además de este la metodología no exige que cada miembro conozca o aporte en todas las funciones del software, ya que lo miembros del equipo de desarrollo pueden enfocarse o responsabilizarse de solo ciertas funciones mientras otros lo hacen con las demás (Schwaber & Sutherland, 2013).

Por último el Scrum Master, quien se encarga de asegurar que el Scrum se entienda y se aplique perfectamente al proyecto, los Scrum Masters ayudan al equipo de trabajo a que se ajusten a la teoría, prácticas y reglas del Scrum; se considera el líder del equipo por lo que

debe de asistir el resto en lo posible para realizar un óptimo trabajo.

Todo lo mencionado fue aplicado con los involucrados en el proyecto. En este caso CENIGAA llevando el papel del dueño del producto debido a que fueron los que gestionaban los productos que se usaban e implementaban; los estudiantes como el equipo de desarrollo ya que fueron las personas que desarrollaron el software y mostraban los avances en cada reunión del equipo; y por último el director del proyecto como el Scrum master quien ajustaba y corroborara que todo se cumpliera de acuerdo a la metodología planteada.

9.2.2. Procesos de Scrum

En el Scrum existen varios procesos predefinidos para un óptimo desarrollo del proyecto; estos procesos son: Sprint, Sprint Planning Meeting (Reunión de Planificación de Sprint), Reunión de Planificación de Sprint (Objetivo del Sprint), Daily Scrum (Scrum diario), Sprint Review (Revisión de Sprint) y Sprint Retrospective (Retrospectiva del Sprint) (Schwaber & Sutherland, 2013).

El Sprint es un tiempo estimado en el cual se realiza el producto deseado, si bien no se crea inmediatamente el software al completo, si se crea una versión que funcione como una previa de los que se planea desarrollar, este es el proceso más importante dado que de este se componen los siguientes procesos, como el Sprint Planning Meeting.

El Sprint Planning Meeting o Reunión de Planificación de Sprint es donde se realiza como su nombre indica la Planificación de Sprint; esta planeación se realiza con todos los miembros del grupo del desarrollo del software, en estas reuniones se estima un tiempo por el Scrum master, que también se encarga de revisar que todo lo planeado se encuentre en orden según el tiempo que se planeó para la realización del Sprint (Schwaber & Sutherland, 2013).

El Sprint goal u objetivo del Sprint es una meta que se marca para que el Sprint puede ser alcanzada mediante utilización de la lista de producto; se puede tomar como una guía para el equipo de desarrollo para saber lo que construyen; este punto se aborda en la planificación del Sprint; es importante plantear un buen objetivo ya que si el proyecto termina desviándose de lo que esperaba el esquivo de desarrollo, se deberá realizar una nueva revisión de la lista de producto con el dueño del producto (Schwaber & Sutherland, 2013).

El Daily Scrum o Scrum Diario es una reunión diaria en la cual se lleva a cabo una pequeña inspección software, esto se hace con el fin de que el equipo de desarrollo pueda estar constantemente en contacto con las otras partes del Scrum para evitar desvíos del proyecto y generar un producto más sólido, en esta reunión miembros como el dueño del producto ayuda a los desarrolladores a comprobar que se siga correctamente el objetivo planeado con revisiones constantes a la lista de producto (Schwaber & Sutherland, 2013).

El Sprint Review o revisión de Sprint se realiza con el fin de inspeccionar y adaptar la lista de producto al proyecto de ser necesario; en esta reunión se habla sobre lo realizado a lo largo del Sprint, si bien no es una reunión explícitamente de seguimiento del producto si se toman en cuenta varios puntos como lo son la asistencia del equipo del Scrum; una explicación breve de la lista de producto para una retroalimentación junto al equipo de desarrollo; también se revisa que elementos ya fueron concluidos de la lista de producto; también se habla de problemas que se hayan podido presentar al momento de realizar el Scrum y el grupo completo planea cuál será el siguiente paso a realizar en el proyecto (Schwaber & Sutherland, 2013).

Por último el Sprint Retrospective o retrospectiva de Sprint, aquí el equipo del Scrum se encarga de crear un plan de mejoras para aplicar al proyecto para que en el siguiente Sprint ya se encuentren aplicadas y se puedan revisar; además de esto, en este punto el Scrum Master encarga de revisar que el proyecto se lleve a cabo y que el equipo del Scrum entienda su propósito de forma que el equipo Scrum desempeña su trabajo de manera eficiente (Schwaber & Sutherland, 2013).

Todo esto se fue aplicando al proyecto con el pasar del tiempo; para el Sprint se presentó en cada reunión avances del proyecto, si bien no terminado completamente, si con grandes avances entre esos intervalos de tiempo. El Sprint Planning Meeting se realizó con todos los encargados del proyecto en las oficinas de CENIGAA el cual dirigió el director del proyecto como el Scrum master. En el Sprint goal los empleados de CENIGAA establecían unos objetivos los cuales se debían cumplir, algunos a largo plazo que sería para la finalización del proyecto y otros a corto plazo que se presentarían en las siguientes reuniones. Para el Daily Scrum, se realizaban pequeños encuentros diarios donde se verificaba si se estaba plasmando de manera correcta los objetivos deseados en el proyecto y que no se estaban desviando del tema. En el Sprint Review se verificaba al final de la reunión los propuestos y se realizaban actas de constancias de ello. Por último el Sprint Retrospective, aquí se planteaban ideas pequeñas que se desarrollarían inmediatamente para que estuvieran listas en la siguiente reunión de ese modo se lograba avanzar en el proyecto de manera segura y eficiente.

9.3. Fases de Desarrollo del Proyecto

Las diferentes fases del desarrollo nos ayudaran a darle solución a los objetivos planteados en este proyecto.

Fase 1 análisis: se establecieron los requerimientos para el desarrollo del aplicativo, analizamos también las variables agrometeorológicas del programa con el fin de usar ambos puntos para determinar la forma de visualización de los datos de manera gráfica, estableciendo el tipo de gráfica para cada variable y de cómo debe ir presentada acorde a los requerimientos suministrados por CENIGAA.

Fase 2 diseño: nos ayudara a establecer la interfaz y la arquitectura del proyecto, para la descripción de la arquitectura usaremos el modelo 4+1 de Philippe Kruchten el cual está compuesto por distintos diagramas que ayudan a plasmar los elementos de la arquitectura de forma más ordenada, además el uso del MVC (Modelo – vista - controlador). Gracias a su facilidad en la programación de sistemas múltiples como en gráficas, para este caso, de las variables, permite manejar diferentes escalas en ventanas separadas lo cual facilita la visualización de estas para el usuario y reduce la programación excesiva.

Fase 3 testing e implementación: como sus mismos nombres lo indica, corresponderán con los objetivos planteados, para la implementación se configura el servidor con el fin de soportar la cantidad de datos que se visualizan, además de especificar los requerimientos de la app. Para el testing se realizaron pruebas unitarias, pruebas de estrés, pruebas de aceptación del cliente y pruebas usabilidad para corroborar el perfecto funcionamiento del aplicativo y la visualización de las gráficas de cada variable.

9.4. Fase de análisis

En este punto se realizó un análisis de los requerimientos; esta es una técnica o procedimiento que nos ayuda a entender los elementos importantes para la definición de un proyecto; estos requerimientos nos especifican que es lo que el sistema debe de hacer y cuáles son sus propiedades esenciales (Fuentes, 2011). Existen dos tipos de requerimientos, los funcionales y los no funcionales.

9.4.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales se encargan de describir una interacción entre el sistema y su ambiente, detallan de cómo se debe comportar el sistema ante determinada actividad; se podría decir que son explicaciones de los servicios que debe entregar el sistema, de modo que debe de reaccionar a entradas particulares, en resumen los requerimientos funcionales de un sistema describen lo que el sistema debe hacer (Fuentes, 2011).

Tabla 7. *Requerimiento funcional 1*

ID	RF-01 Sistema de registro de usuario
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	N/A
Descripción	El sistema presenta una pantalla de registro para los nuevos usuarios que requieren el nombre, la contraseña y el email de la persona.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 8. *Requerimiento funcional 2*

ID	RF-02 Sistema de logeo de usuario
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-01 Sistema de registro de usuario.
Descripción	El sistema presenta una pantalla de inicio de sesión, con los campos a llenar de usuario y contraseña.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 9. *Requerimiento funcional 3*

ID	RF-03 Selección de Markers
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-02 Sistema de logeo de usuario.
Descripción	Se muestra un mapa del departamento del Huila en el cual están marcados las diferentes estaciones donde están ubicados los sensores, el usuario puede acceder a la información de estos puntos con solo seleccionarlos en el mapa.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 10. *Requerimiento funcional 4*

ID	RF-04 Lista desplegable
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-02 Sistema de logeo de usuario.
Descripción	Para que la aplicación sea más sencilla de usar se le agregó un listado con las ubicaciones de las estaciones, con el fin de que el usuario tenga más facilidad de encontrar la ubicación deseada.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 11. *Requerimiento funcional 5*

ID	RF-05 Selección de variables por estación
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-03 Selección de Markers RF-04 Lista desplegable
Descripción	Para que la aplicación sea más sencilla de usar se le agregó un listado con las ubicaciones de las estaciones, con el fin de que el usuario tenga más facilidad de encontrar la ubicación deseada.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 12. *Requerimiento funcional 6*

ID	RF-06 Consulta de variables por fecha
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación
Descripción	Para realizar la gráfica de la variable escogida, la app pedirá al usuario que seleccione la fecha que desea ver graficada.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 13. *Requerimiento funcional 7*

ID	RF-07 Gráfica de variable Temperatura
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizará la representación gráfica de la variable temperatura con, información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 14. *Requerimiento funcional 8*

ID	RF-08 Gráfica de variable Humedad relativa
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable humedad relativa, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 15. *Requerimiento funcional 9*

ID	RF-09 Gráfica de variable Precipitación
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable precipitación, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 16. *Requerimiento funcional 10*

ID	RF-10 Gráfica de variable Velocidad del viento
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable velocidad del viento, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 17. *Requerimiento funcional 11*

ID	RF-11 Gráfica de variable Dirección del viento
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable dirección del viento, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 18. *Requerimiento funcional 12*

ID	RF-12 Gráfica de variable Radiación solar
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable radiación solar, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 19. *Requerimiento funcional 13*

ID	RF-13 Gráfica de variable Radiación par
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable radiación par, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 20. *Requerimiento funcional 14*

ID	RF-14 Gráfica de variable Temperatura del suelo
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable temperatura del suelo, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

Tabla 21. *Requerimiento funcional 15*

ID	RF-15 Gráfica de variable Humedad del suelo
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	RF-05 Selección de variables por estación RF-06 Consulta de variables por fecha
Descripción	Se realizara la representación gráfica de la variable humedad del suelo, con información que se encuentra en la base de datos de acuerdo a la fecha actual o la establecida por el usuario en la consulta.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta
[Estado]	Validado por el usuario.

9.4.2. Requerimientos no funcionales

Son pedidos por el cliente y especifican los comportamientos del sistema en los que la interacción del usuario final no afecta directamente el funcionamiento de este; además de que ponen límites y restricciones al sistema (Fuentes, 2011).

Tabla 22. *Requerimiento no funcional 1*

ID	RNF-01 Seguridad
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	N/A
Descripción	Se envían los datos por medio de una librería al controlador que contiene la función registrar, dentro de esa función, antes de guardar los datos en la BD, se encripta la contraseña para tener una mayor seguridad.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta

Tabla 23. *Requerimiento no funcional 2*

ID	RNF-02 Usabilidad
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	N/A
Descripción	La app será de fácil uso para todos los usuarios de modo que no haya complicaciones en su uso para cualquier persona, ejemplo de esto es la doble forma de selección de las estaciones de modo que el usuario puede elegir la más cómoda o que más se facilite.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta

Tabla 24. *Requerimiento no funcional 3*

ID	RNF-03 Accesibilidad
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	N/A
Descripción	Disponibilidad del sistema para revisión de datos en cualquier momento y consultas incluso de fechas antiguas.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta

Tabla 25. *Requerimiento no funcional 4*

ID	RNF-04 Estilo
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	N/A
Descripción	La empresa CENGAA definió los colores y fuentes a usar en el aplicativo; para los colores se usaron, blanco para el fondo, verde para los botones y café para títulos de variables y estaciones; en cuanto a la fuente la escogida fue Sans Serif.
[Importancia]	7
[Prioridad]	Media

Tabla 26. *Requerimiento no funcional 5*

ID	RNF-05 Eficiencia
[Versión]	CeniApp V.1.3. (19-07-2017)
[Dependencias]	N/A
Descripción	La app funciona de manera rápida y eficiente, ejecutando los comandos en tiempos relativamente cortos.
[Importancia]	10
[Prioridad]	Alta

9.5. Fase de diseño

En el diseño del sistema se pretende definir la arquitectura que utiliza la aplicación, con la visualización de distintos diagramas presentes en el Modelo 4+1 de Philippe Kruchten y el modelo relacional de la base de datos, además de una descripción detallada de la arquitectura usada para la app de este proyecto.

9.5.1. Modelo 4+1 de Philippe Kruchten

El modelo 4+1 de Philippe Kruchten es un modelo de vistas que se usa para la descripción de la arquitectura de un software basado en el uso de múltiples puntos de vista. Para ser más exactos se refiere a 4 vistas las cuales se han de relacionar todas con una vista más, a la que se le conoce como vista “+1”; se les llama Kruchten, a las 4 primeras vistas y estas son la vista lógica, vista de procesos, vista de despliegue y vista física; y por último la vista +1 que se encarga de relacionar las 4 vistas anteriores se le conoce como vista de escenario; estas vistas deben de mostrar al completo la arquitectura del sistema software, todas estas vistas deben de mostrar diferentes modos de ver el sistema del software; cada vista tiene una función y es representada por diferentes diagramas (Moya, 2012).



Ilustración 1. Modelo 4+1 de Philippe Kruchten (Moya, 2012)

- **Vista de Escenarios:** Representa la unión y relación las otras 4 vistas, esta se representa con un diagrama de casos de uso y nos permitirá ligar las otras 4 vistas, con lo que tendremos una trazabilidad de componentes, clases, equipos y paquetes; a continuación se pueden ver los diagramas de casos de uso de la app de este proyecto.

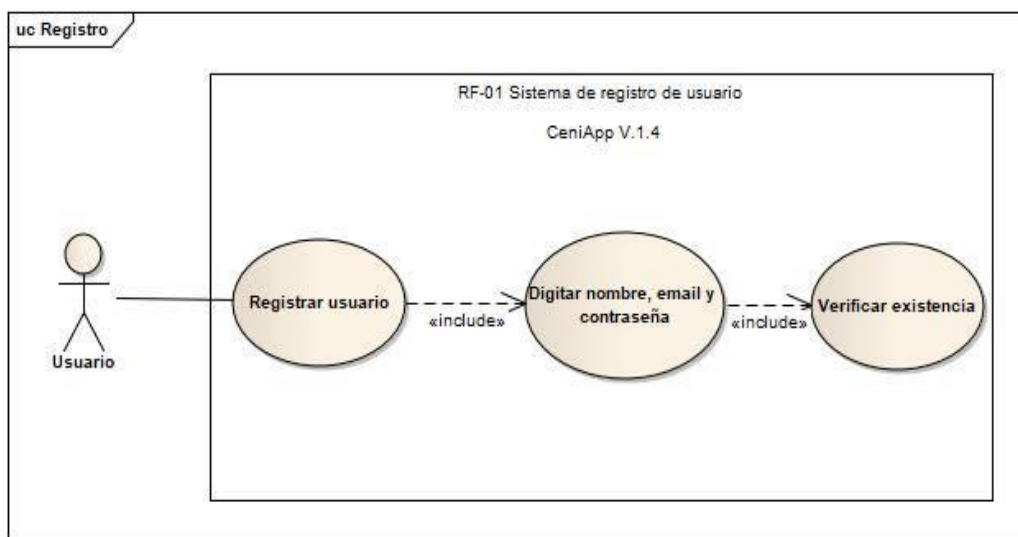


Ilustración 2. Diagrama de casos de uso sistema de registro de usuario

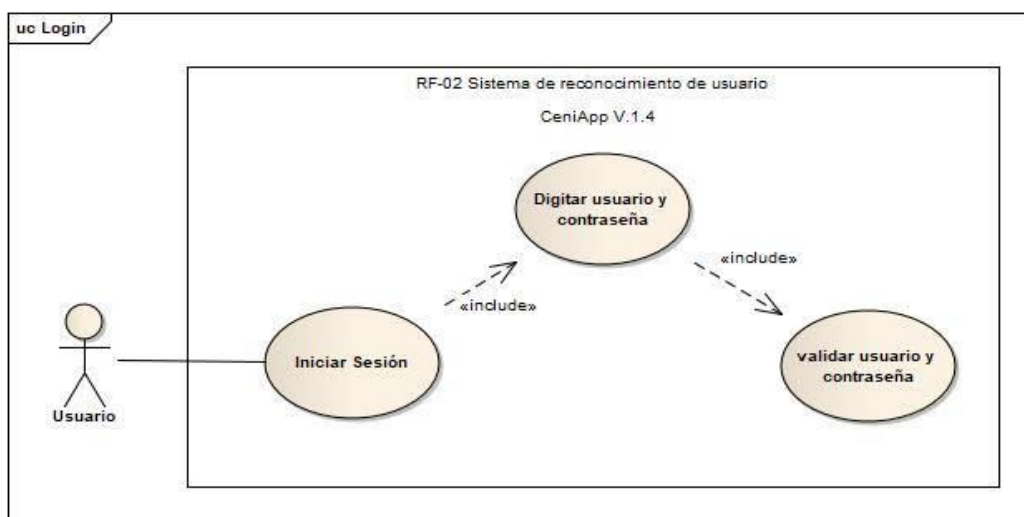


Ilustración 3. Diagrama de casos de uso sistema de reconocimiento de usuario

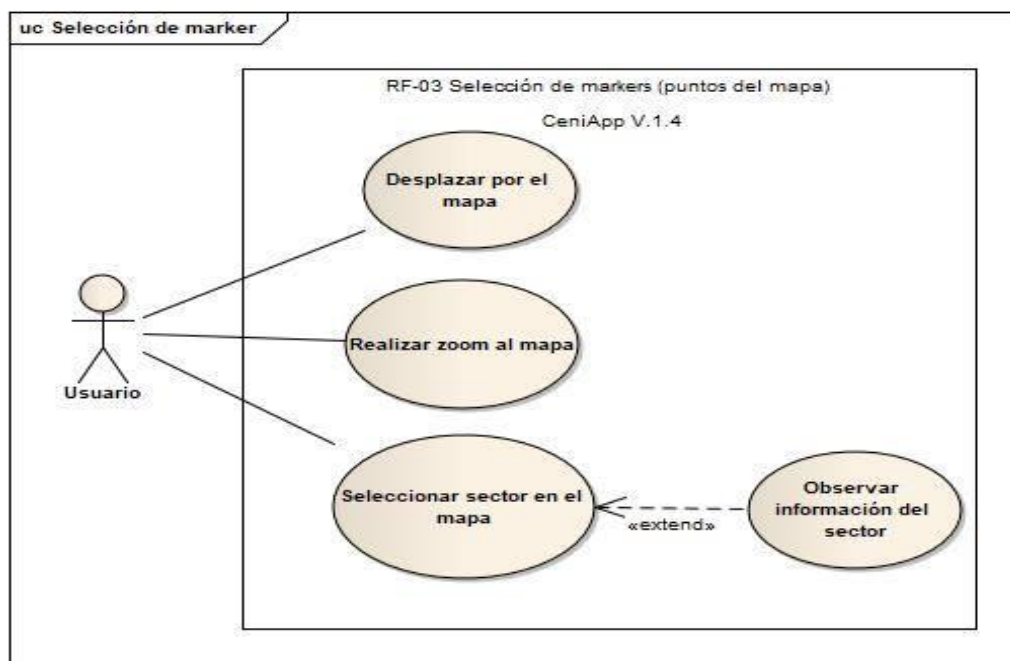


Ilustración 4. Diagrama de casos de uso selección de markers

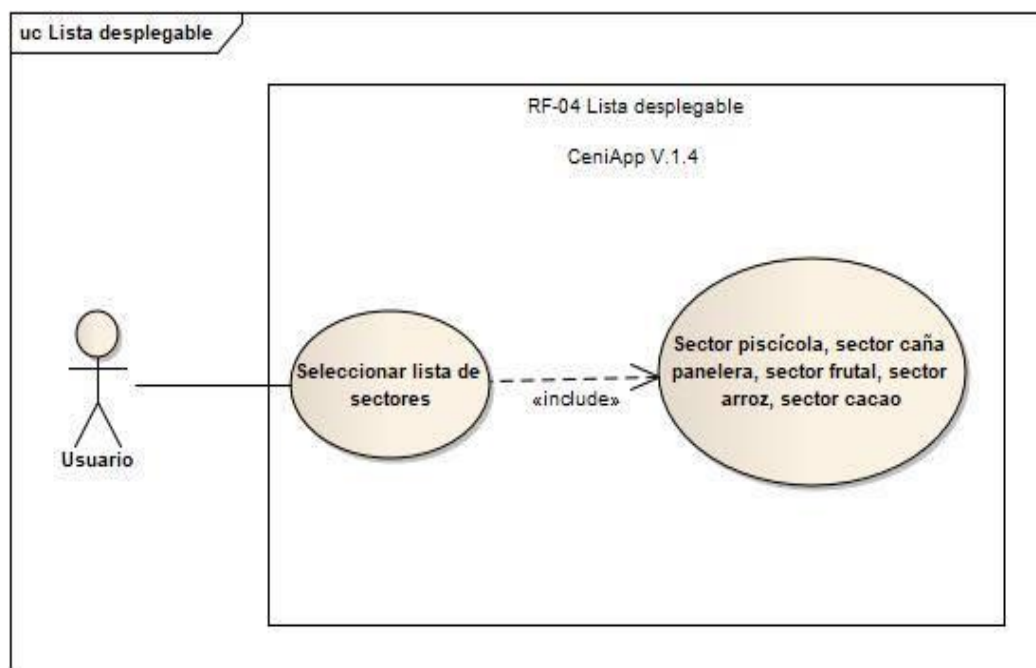


Ilustración 5. Diagrama de casos de uso selección de lista

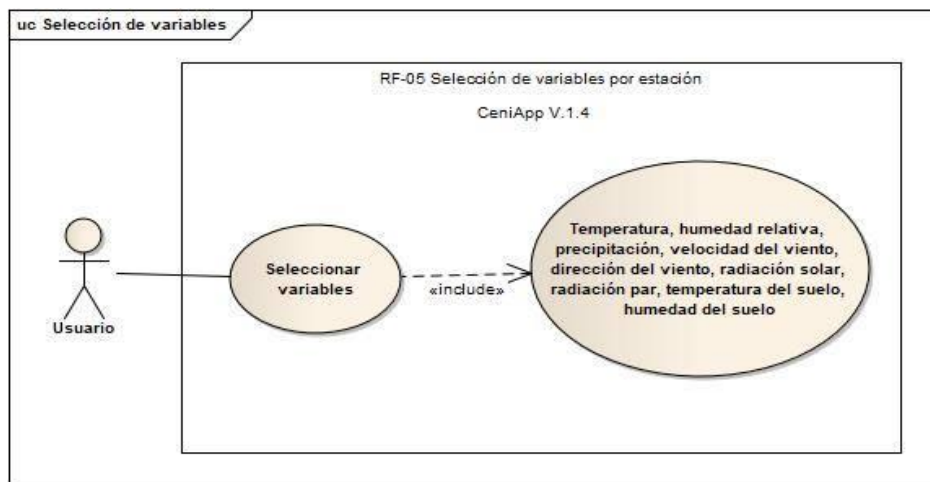


Ilustración 6. Diagrama de casos de usos selección de variables

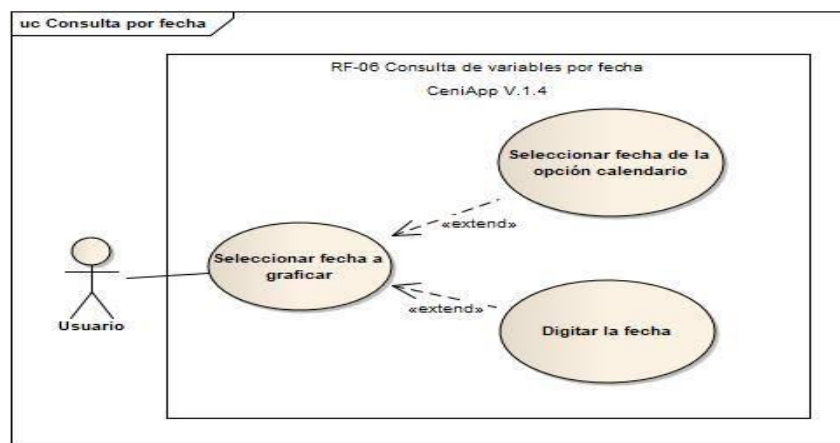


Ilustración 7. Diagrama de casos de usos consulta de variables

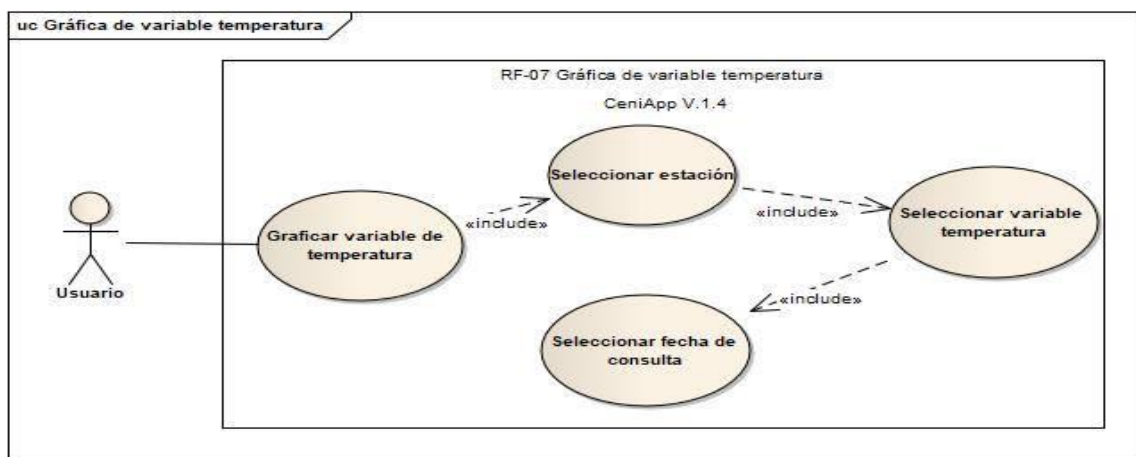


Ilustración 8. Diagrama de casos de usos variable temperatura

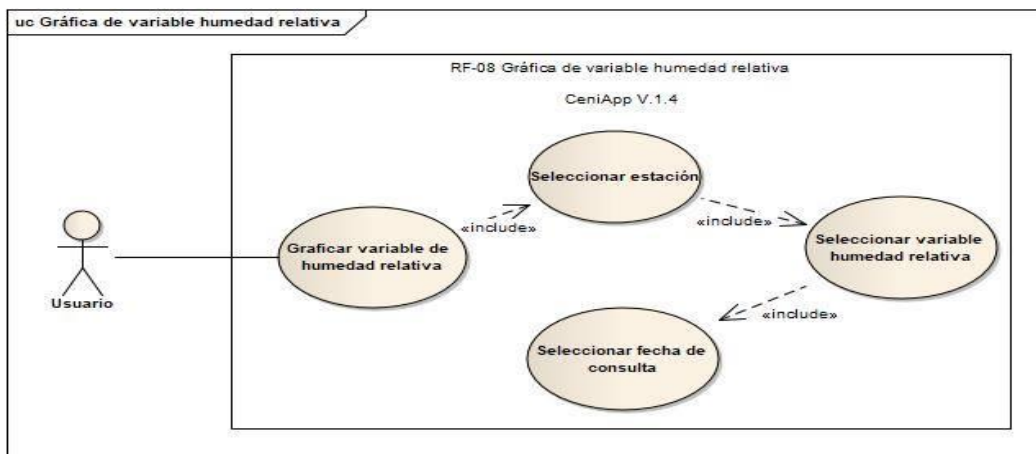


Ilustración 9. Diagrama de casos de usos variable humedad relativa

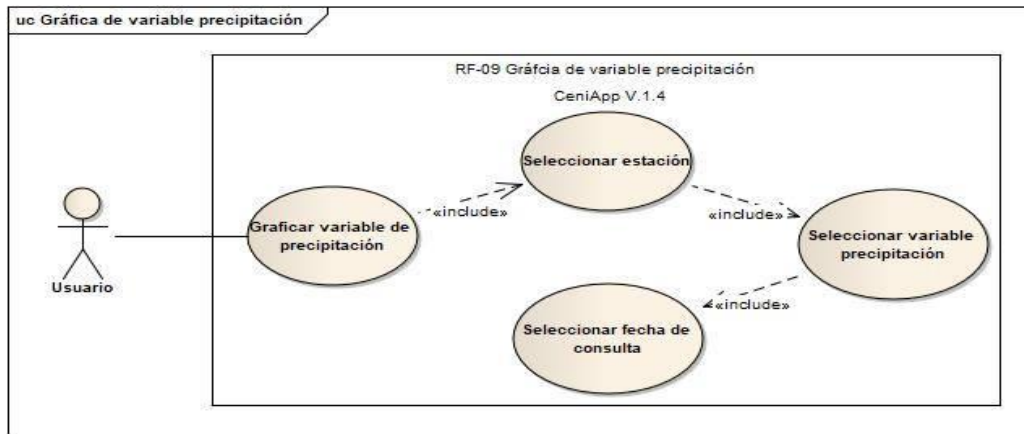


Ilustración 10. Diagrama de casos de usos variable precipitación

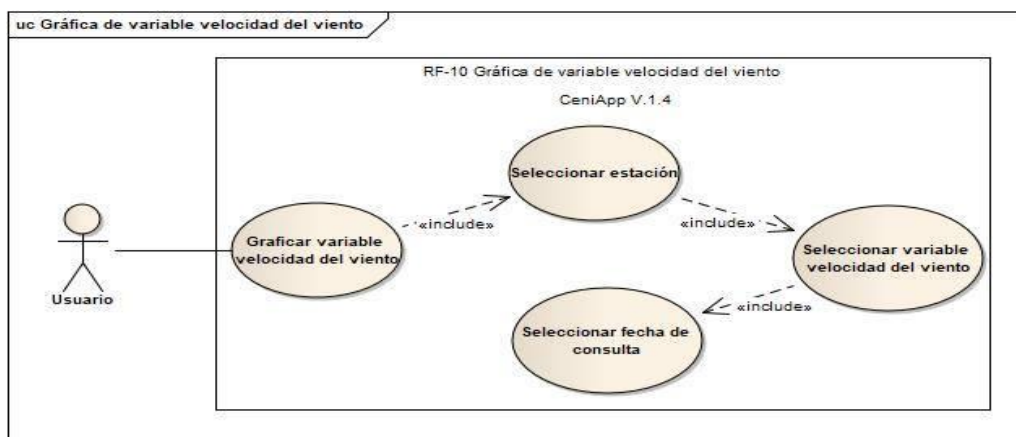


Ilustración 11. Diagrama de casos de usos variable velocidad del viento

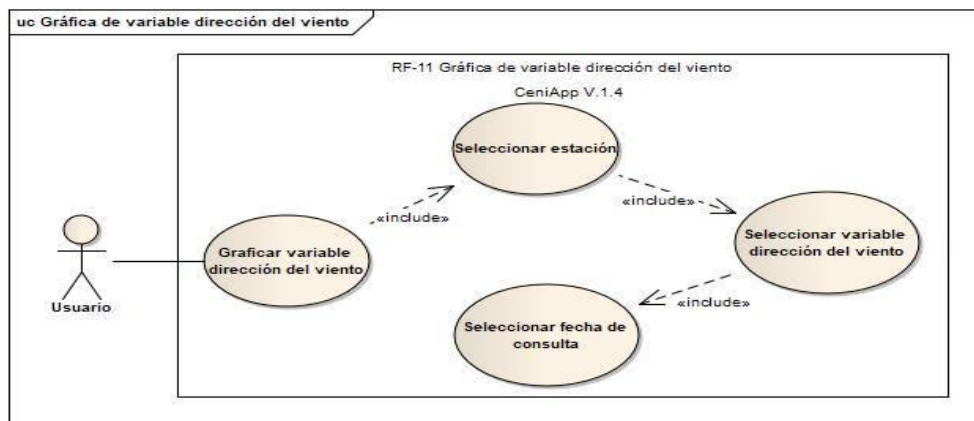


Ilustración 12. Diagrama de casos de usos variable dirección del viento

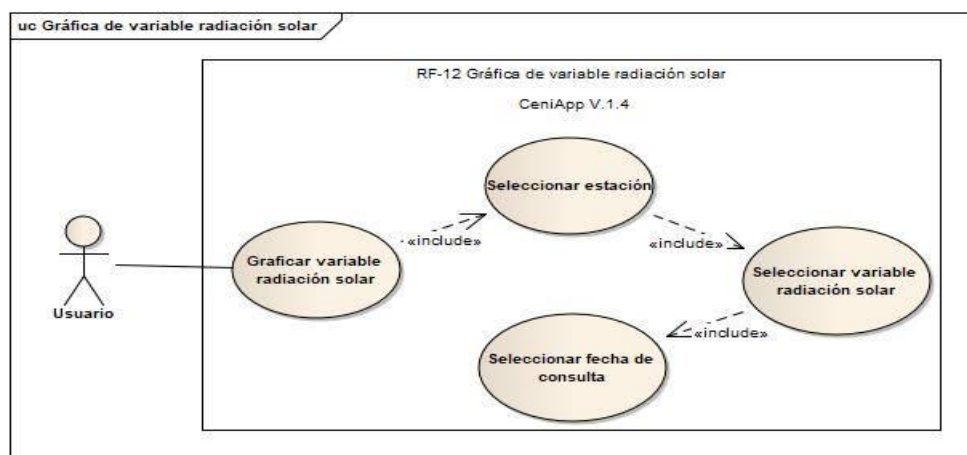


Ilustración 13. Diagrama de casos de usos variable radiación solar

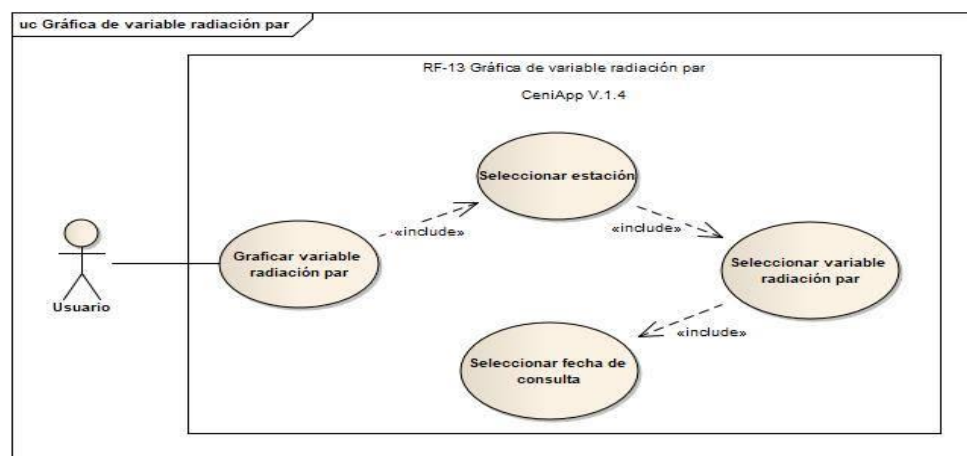


Ilustración 14. Diagrama de casos de usos variable radiación par

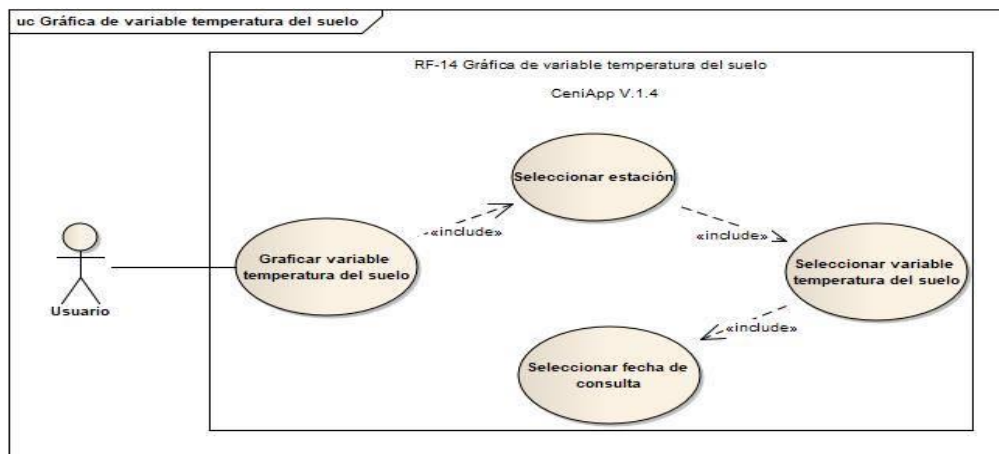


Ilustración 15. Diagrama de casos de usos variable temperatura del suelo

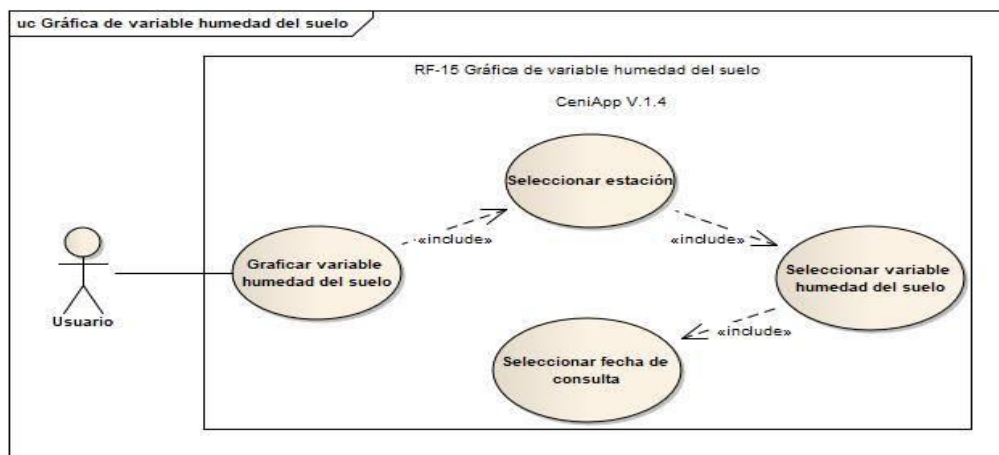


Ilustración 16. Diagrama de casos de usos variable humedad del suelo

- Vista Lógica: Representa las funciones y servicios que ofrece el sistema. Se representa con los diagramas de clases, comunicación y secuencia; en los siguientes diagramas se puede observar la estructura de la app de este proyecto, con un diagrama de clases, tres diagramas de secuencia y un diagrama de comunicación.

class Modelo de clases

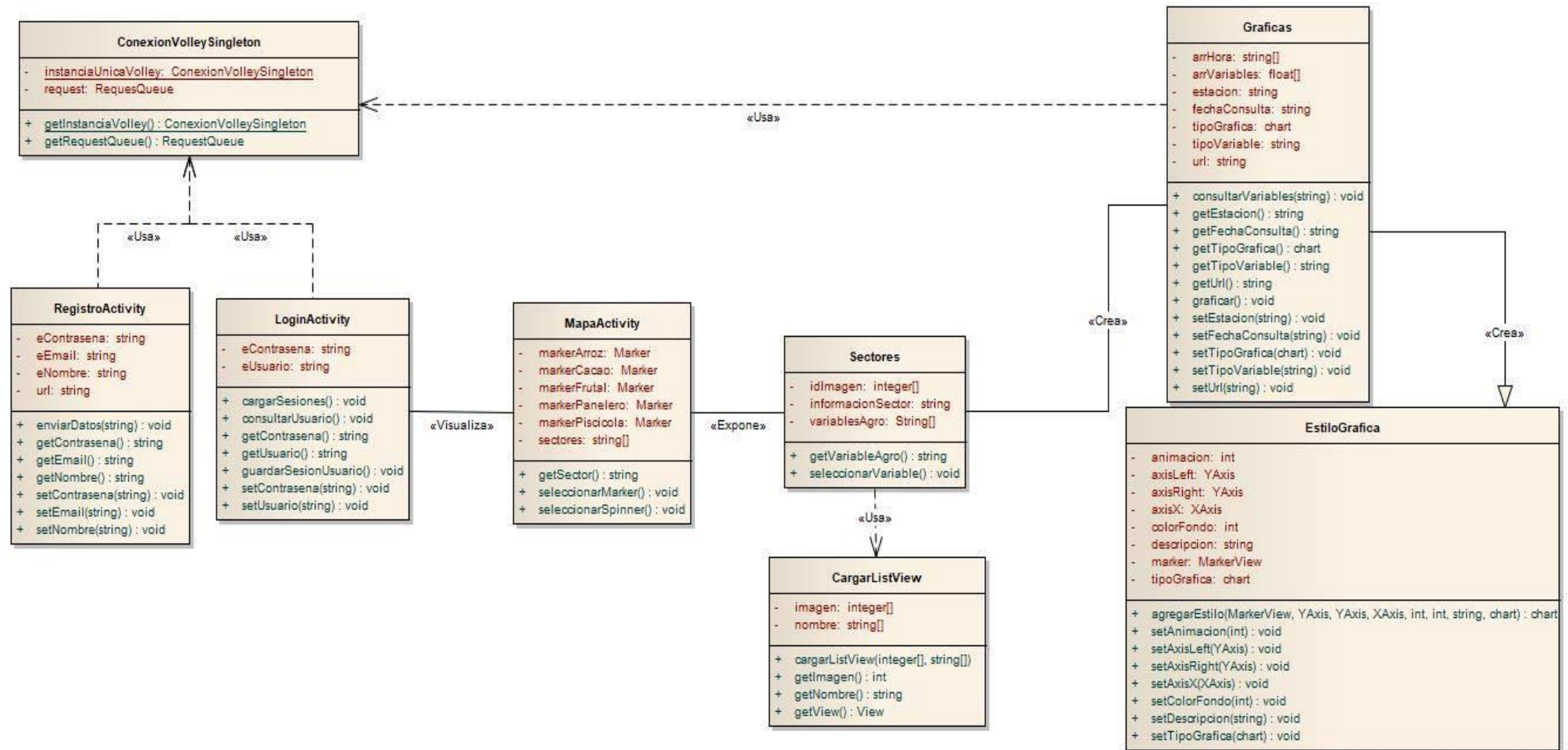


Ilustración 17. Diagrama de clases

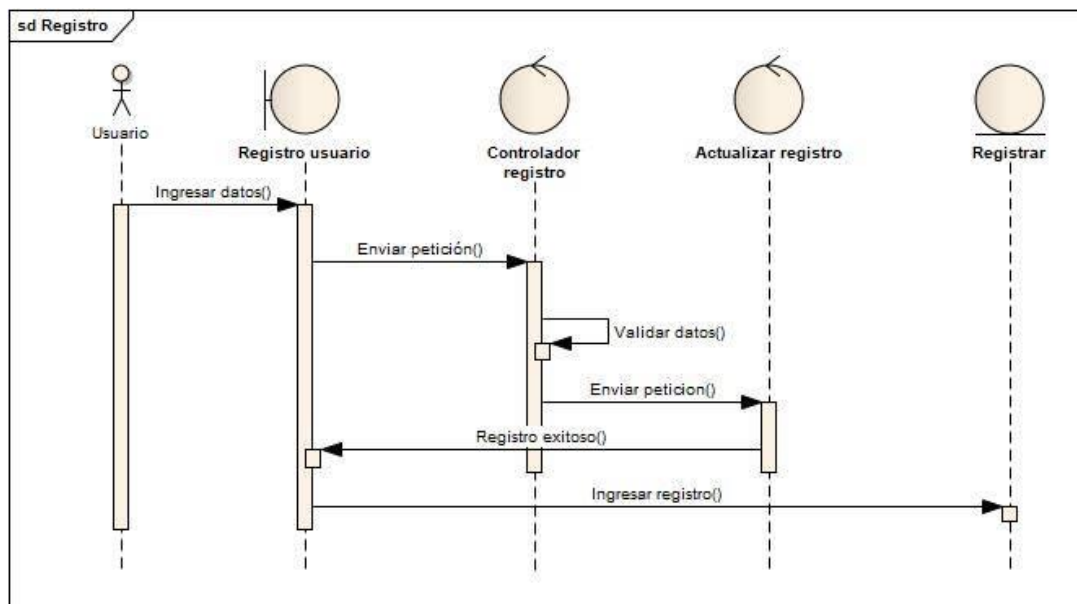


Ilustración 18. Diagrama de secuencia Registro

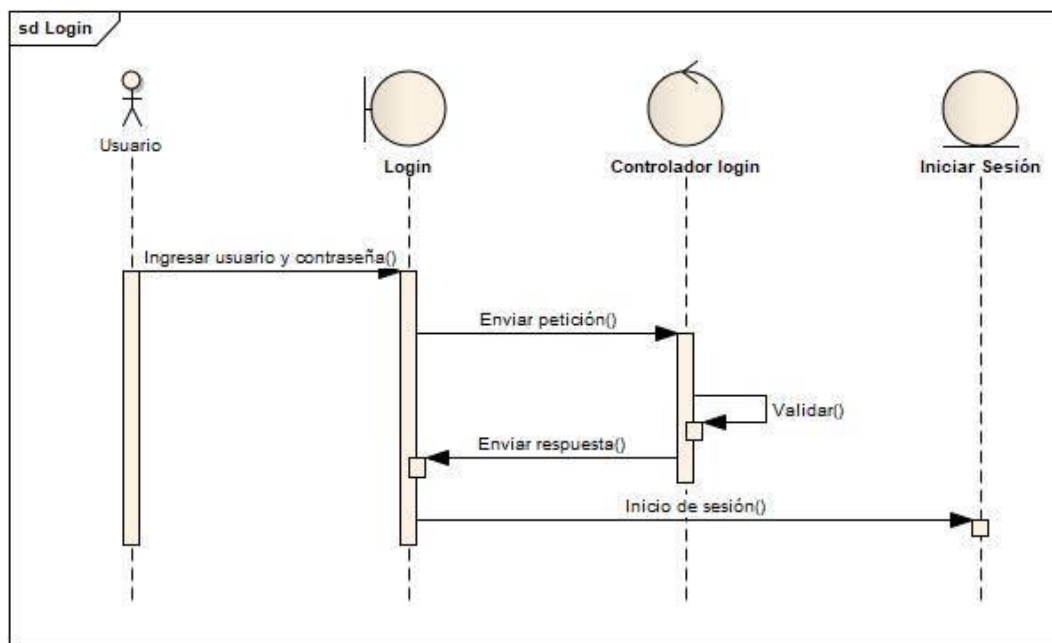


Ilustración 19. Diagrama de secuencia Login

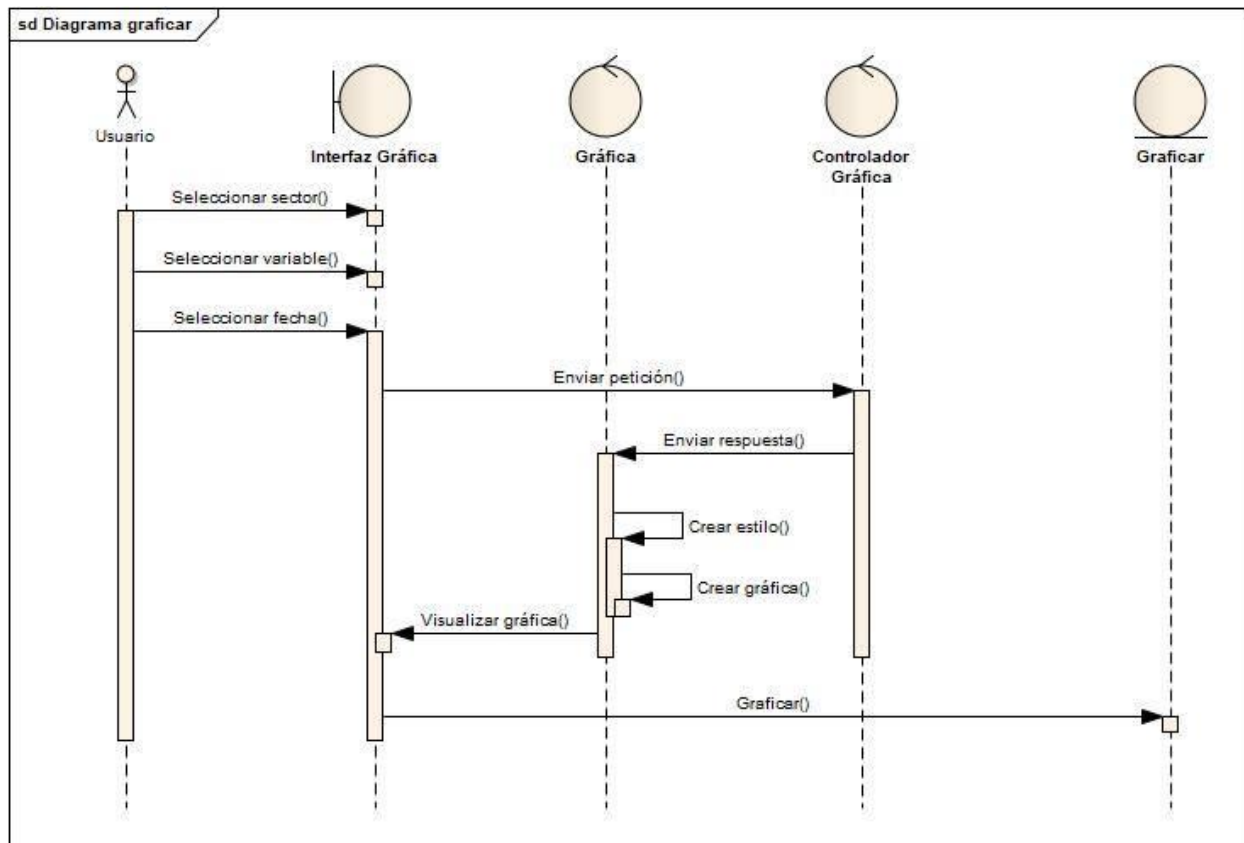


Ilustración 20. Diagrama de secuencia Gráficas

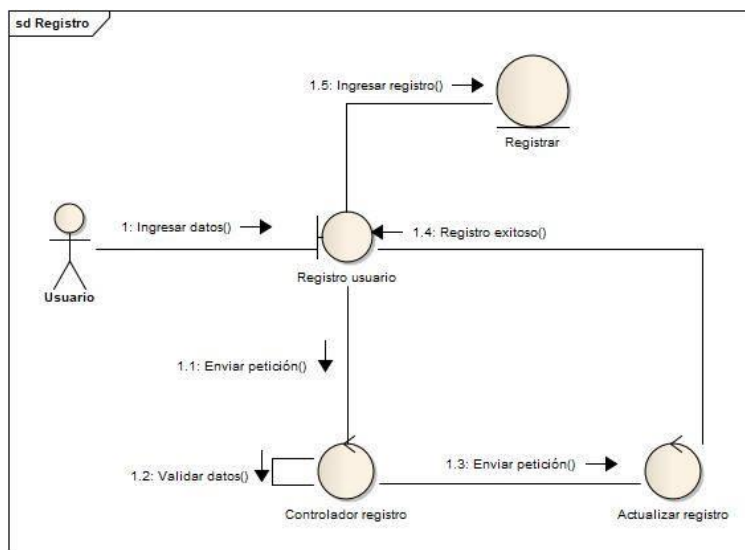


Ilustración 21. Diagrama de comunicación Registro

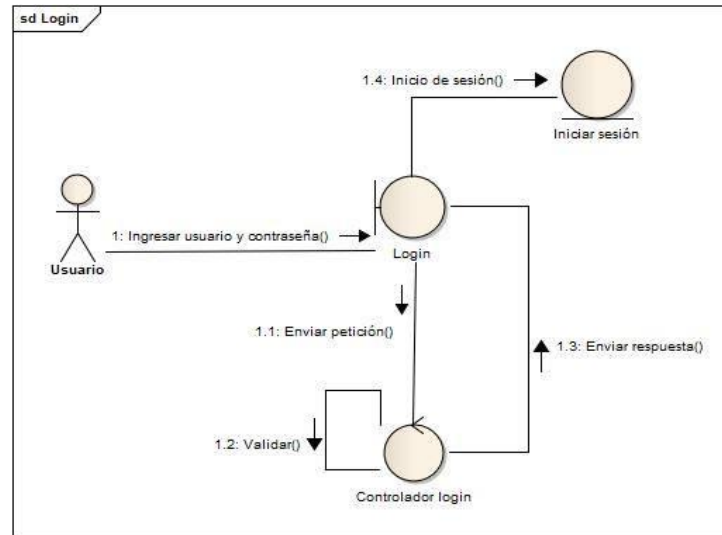


Ilustración 22. Diagrama de comunicación Login

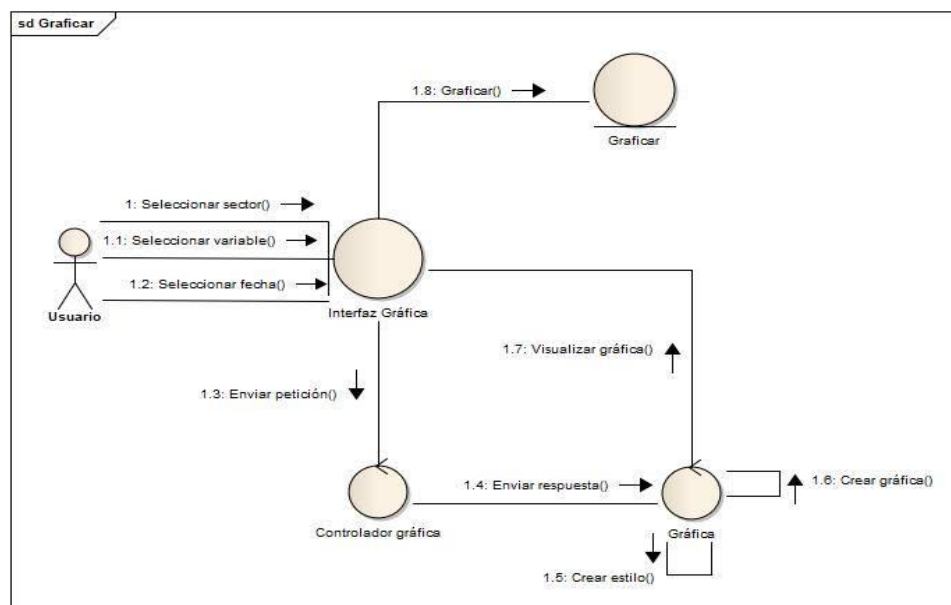


Ilustración 23. Diagrama de comunicación Gráficas

- Vista de Despliegue: Representa la división del software en sus componentes y las dependencias que existen en esos componentes. Se representa en diagramas de componentes y de paquetes; como en los siguientes diagramas se puede ver lo mencionado en esta vista, aplicado a la app de este proyecto.

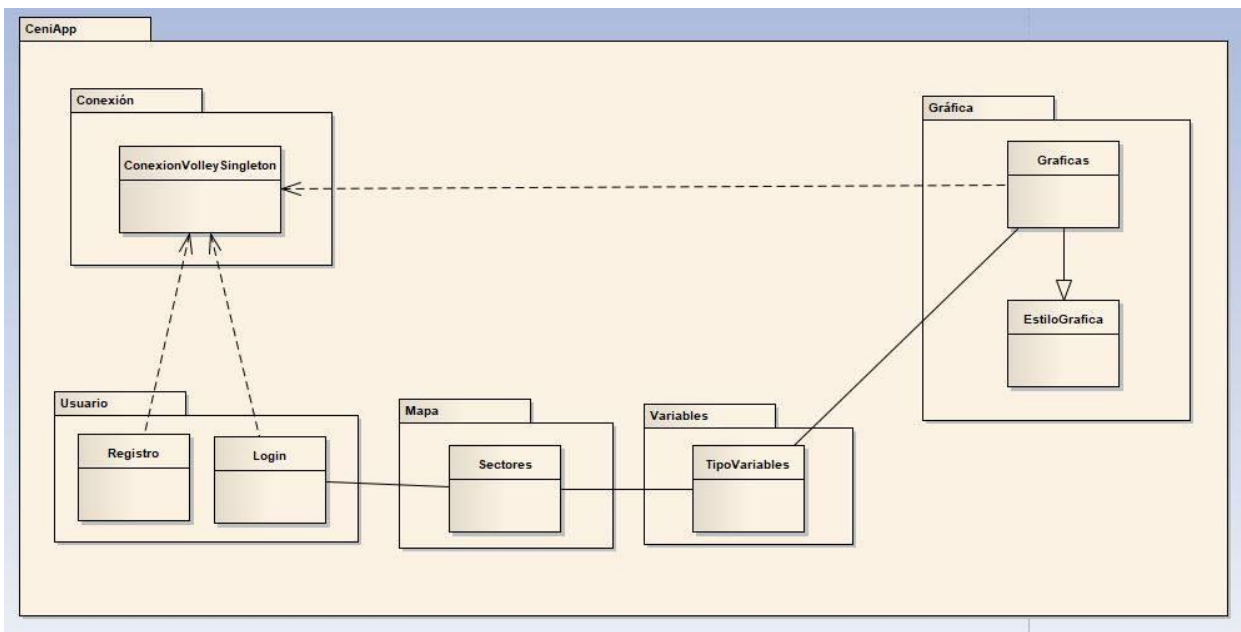


Ilustración 24. Diagrama de paquetes

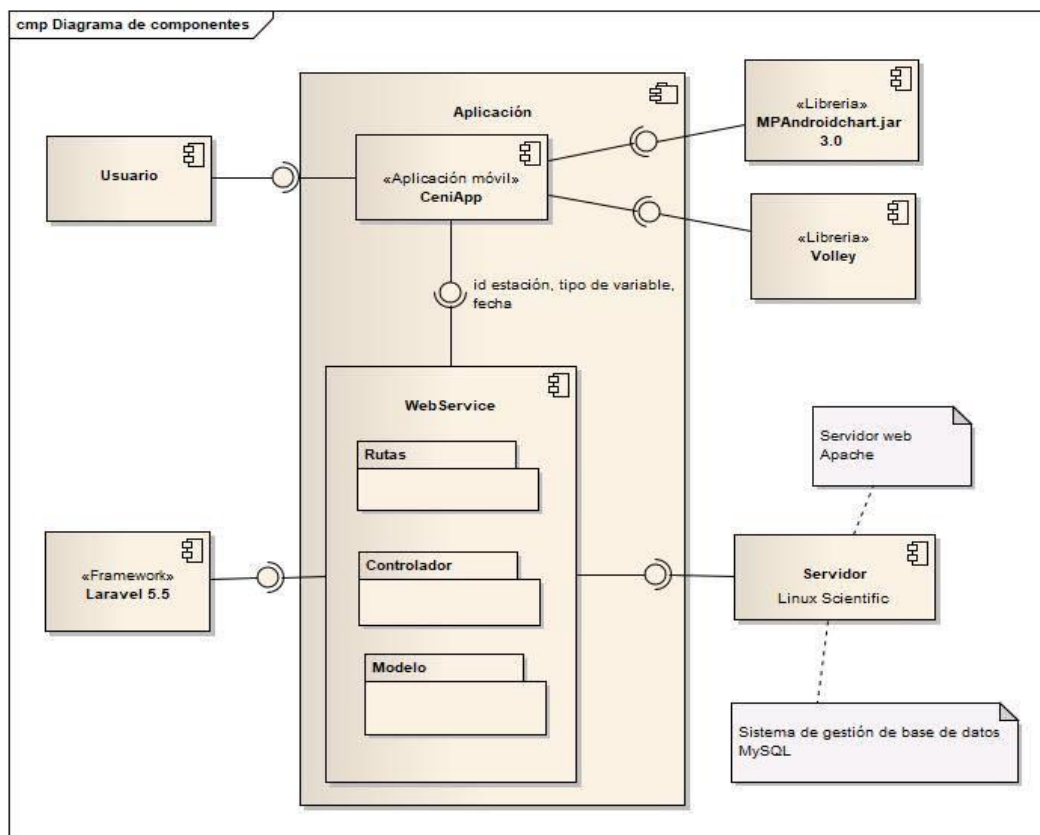


Ilustración 25. Diagrama de componentes

- Vista de Procesos: Representa el flujo de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes que conforman el sistema. Se representa en diagramas de actividades, como en los siguientes diagramas donde se pueden ver los procesos efectuados en la app de este proyecto, los cuales están separados en el diagrama que muestra la función del registro, el siguiente la función del login y la ultima la de la generación de las gráficas.

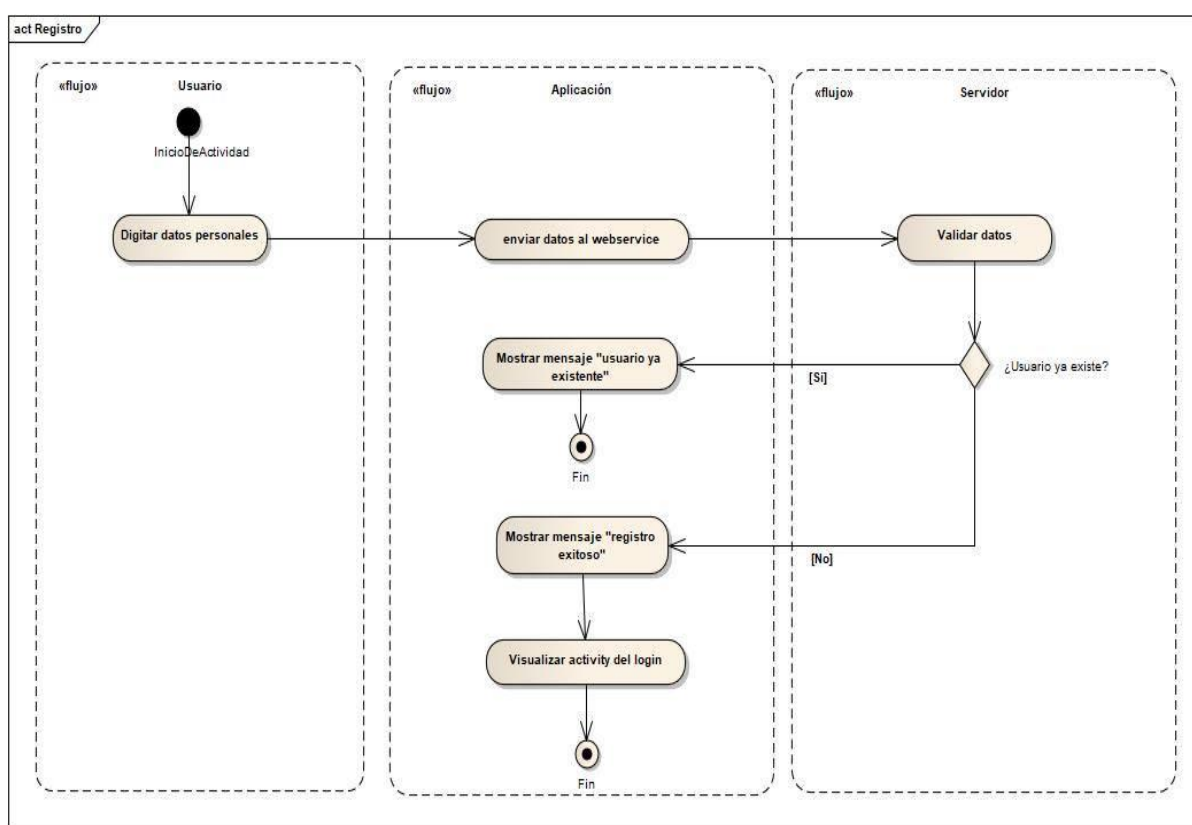


Ilustración 26. Diagrama de actividad Registro

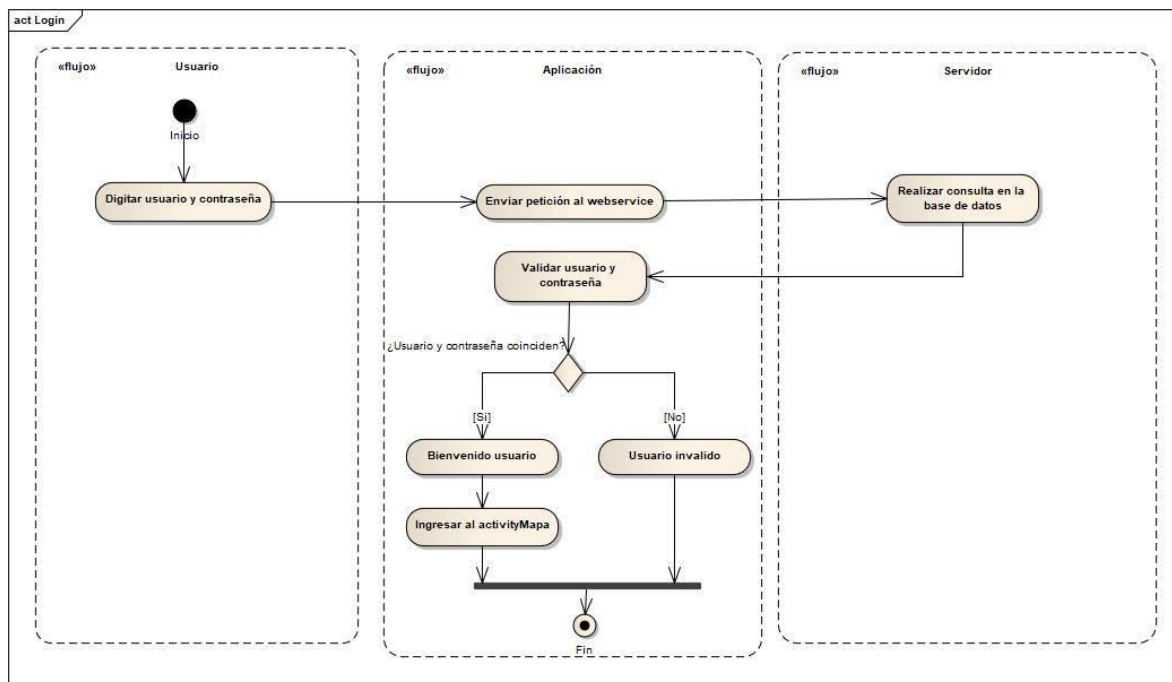


Ilustración 27. Diagrama de actividad Login

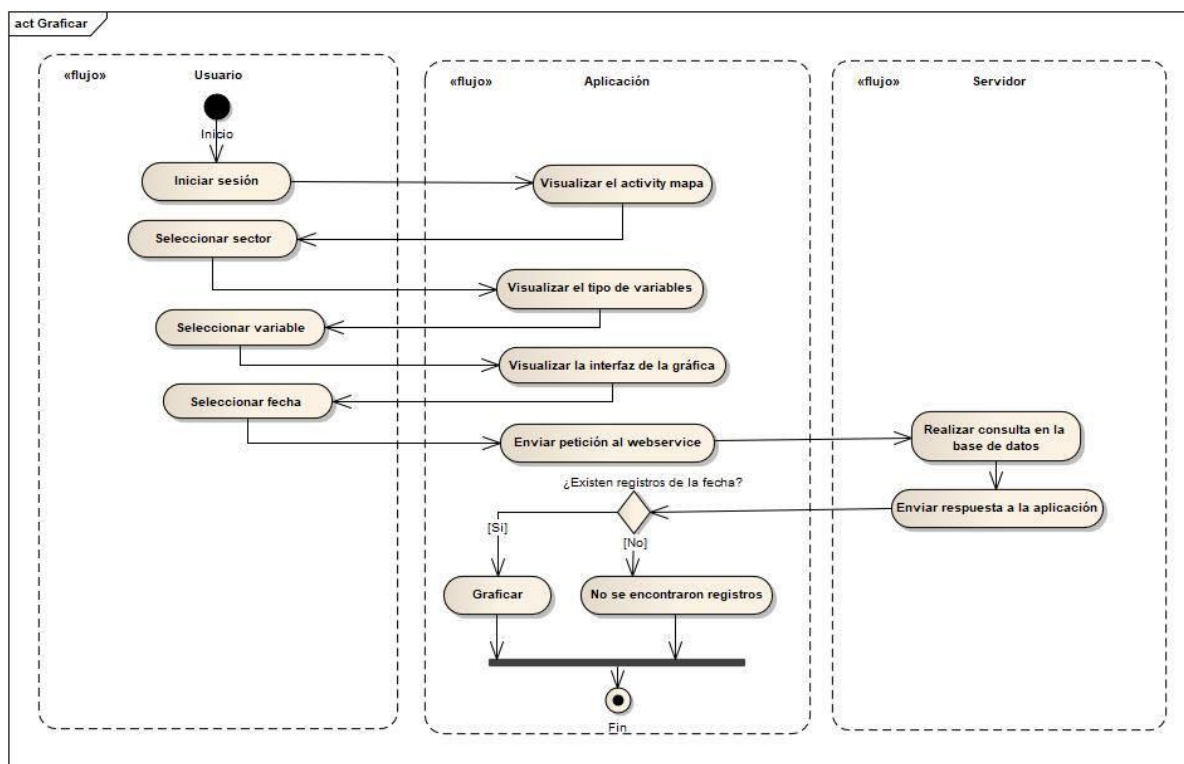


Ilustración 28. Diagrama de actividad Graficar

- **Vista Física:** Representa los componentes físicos del sistema así como las conexiones físicas entre esos componentes que conforman la solución. Se representa en diagramas de despliegues, como en el siguiente diagrama donde se puede analizar las descripciones del sistema de la app de este proyecto.

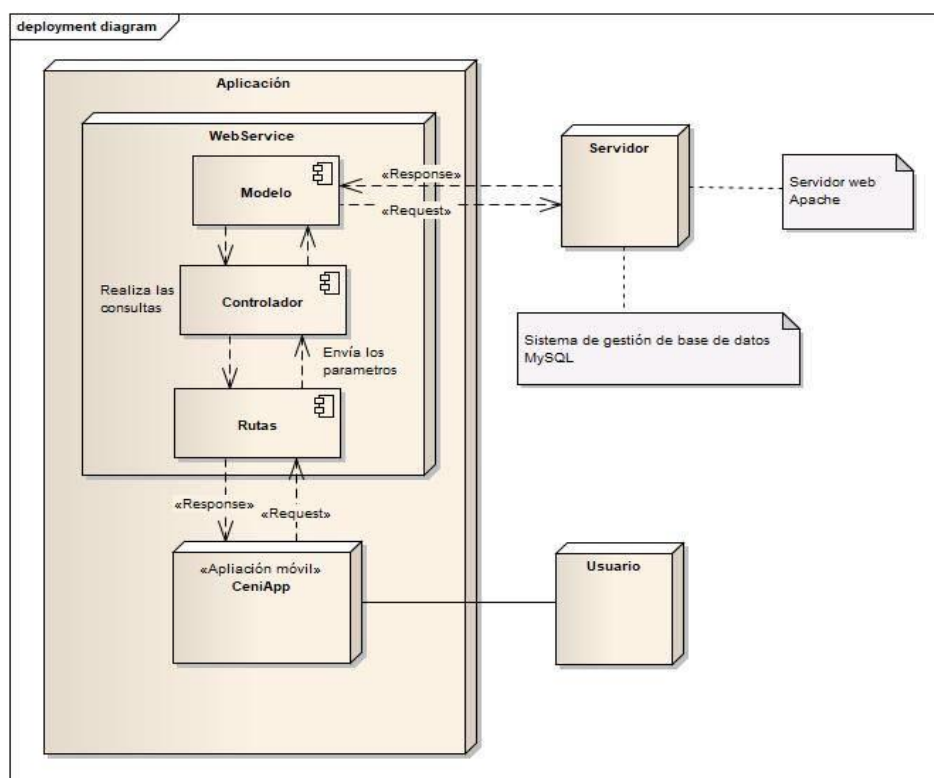


Ilustración 29. Diagrama de despliegue

9.5.2. Modelo Relacional de la Base de Datos

El modelo relacional es un modelo de bases de datos muy usado para el modelado de problemas y la administración de datos dinámicos; se basa principalmente en el concepto de tablas, que a su vez se componen de registros los cuales son las filas de una tabla; y de campos los cuales son las columnas de una tabla; la tabla es una estructura lógica que tiene como funcionamiento el almacenar los datos de un mismo tipo desde un punto de vista conceptual;

cabe destacar que almacenar los datos de un tipo similar no significa que se almacenen sólo datos numéricos, o sólo datos alfanuméricos, ya que desde un punto de vista conceptual significaría que las entidades se almacenarían en estructuras separadas; de esta forma cada entidad tendría una tabla que fuera diseñada para ese tipo de entidad; además los elementos que se almacenen dentro de la tabla obtienen el nombre de registro, tupla o fila (Velázquez, Arrieta, & Iglesias, 2007). Algo interesante de este modelo es que a diferencia de otros, en este no hay relevancia en el lugar y forma del almacenamiento de datos; además la información puede ser recuperada o almacenada por medio de consultas, las cuales permiten una gran flexibilidad y poder al administrar la información; gracias a esto se vuelve mucho más fácil de comprender y usar para el usuario poco experimentado en las bases de datos (Velázquez et al., 2007).

En la siguiente ilustración podemos observar el modelo relacional de la base de datos en la cual se tienen guardados los registros de las variables y de la cual procede la información que pasa a ser graficada en la app dependiendo de las opciones escogidas, además de encontrarse la parte referente a los usuarios en el logeo de la aplicación.

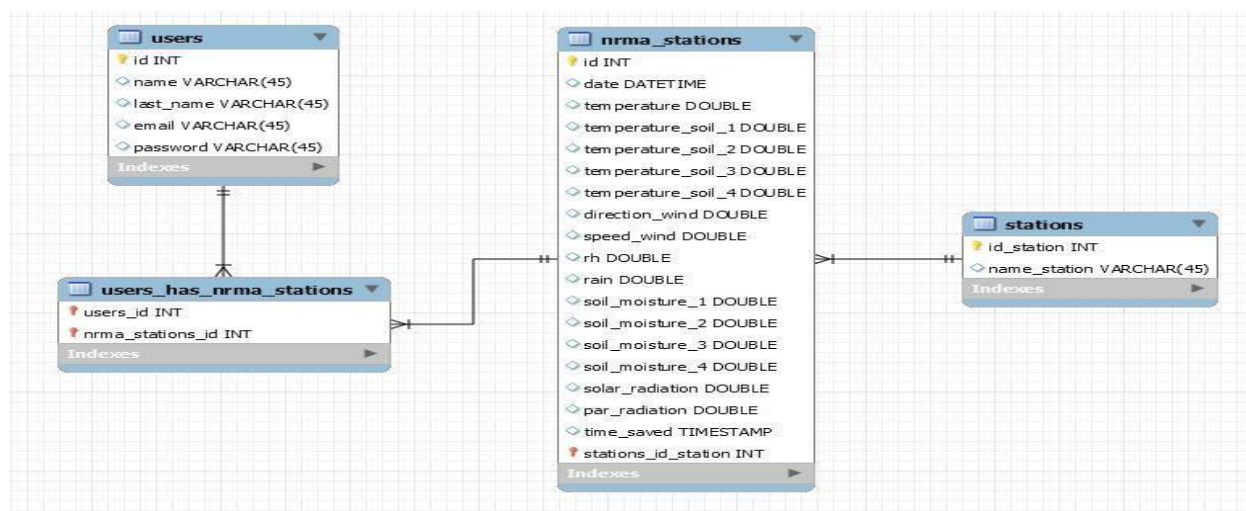


Ilustración 30. Modelo Relacional

9.5.3. Arquitectura

Esta arquitectura se separa en 3 elementos como bien su nombre lo indica, Modelo, Vista y Controlador, cada uno cumple una función importante, en el caso del modelo, se encarga de acceder al almacenamiento de los datos y definir la funcionalidad del sistema; el controlador se encarga de recibir los eventos de entrada como por ejemplo los campos de texto, además de contener las reglas de la gestión de los eventos; y la Vista es quien recibe los datos procesados por el controlador o del modelo y los muestra al usuario (Romero & González, 2012).

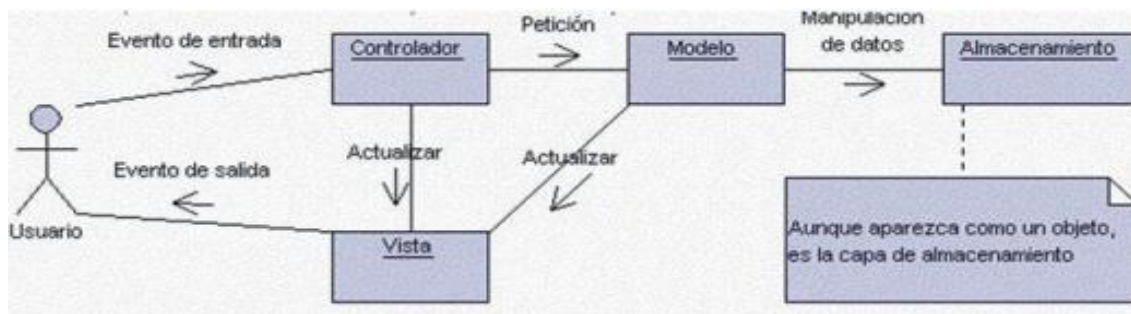


Ilustración 31. Interrelación entre los elementos del patrón MCV (Romero & González, 2012)

Para el proyecto se optó por usar el MVC (Modelo – Vista - Controlador), debido a que fue diseñado para reducir el esfuerzo de programación en los sistemas múltiples y de sincronización de datos; ya que el hecho de que el modelo, las vistas y los controladores se traten como entidades separadas hace que los cambios que se produzcan en el modelo se refleje en las vistas, lo que genera un beneficio en los sistemas de representación de datos, como por ejemplo en gráficas, en donde se manejan diferentes escalas en ventanas separadas; justo como en la app de este proyecto al momento de realizar las gráficas de las variables seleccionadas por el usuario (Romero & González, 2012).

Otra razón para elegir este patrón son sus ventajas en cuanto al tipo de aplicación que se está desarrollando, debido a la cantidad de variables que se tienen y la cantidad de graficas a realizar, es el hecho de que estas piezas se puedan construir por separado y unirse en el momento de la ejecución facilitando su construcción y permitiendo realizar la corrección más fácilmente, debido a que si algún componente se daña, puede ser solucionado sin comprometer o afectar otras piezas del proyecto; al incorporar el modelo de arquitectura MVC a un diseño, las piezas de un programa se pueden construir por separado y luego unirlos en tiempo de ejecución; si uno de los componentes posteriormente se observa que funciona mal, puede reemplazarse sin que las otras piezas se vean afectadas (Romero & González, 2012).

9.6. Fase de Desarrollo

Se muestran las diferentes pautas usadas en el desarrollo de la misma, tales como los estándares empleados al momento de la codificación, también la muestra y descripción de la parte principal del código en el formato de código limpio, además del uso de la programación orientada a objetos (POO) en la construcción de la app.

9.6.1. Estándares

“Los estándares de codificación se conocen como un estilo de programación homogéneo o uniforme en un proyecto que permite que todos los participantes lo puedan entender en menos tiempo y que el código en consecuencia sea sostenible” (Calleja, 2014). En nuestro proyecto optamos por usar algunos estándares como lo son el uso de PascalCase en las clases; para las variables, variables globales, locales, atributos y métodos el uso de camelCase; también se usaron nombres descriptivos para las variables, es decir que a las variables no se les

coloco nombres como t, h, r; se le nombraron con de forma completa y entendible, por ejemplo, temperatura, humedad, radiación; también todas las variables numéricas se iniciaban en cero y las variables tipo string las iniciaba en vacío; los comentarios del programa se realizaron de 2 formas, en los bloques cortos es decir que no pasaban de 1 línea de código, se colocaban los comentarios con la sentencia “//”, pero para los comentarios más largos que ocuparan varios bloques, se realizaban con la sentencia “/* */”. Además de que cada comentario se colocaba arriba de cada función y que para un mejor organización del código y que fuera visualmente más cómodo dejaron dos espacios máximo cada 5 líneas de código (Calleja, 2014).

9.6.2. Código limpio

En lo que respecta a el código limpio no se tiene una definición concreta de esta, pero se le puede escribir por medio de cualidades, entre ellas podemos encontrar el enfoque, que dice que cada clase, método o cualquier otra entidad deberían permanecer sin cambios; el código no debe ser redundante, también que pueda ser extendido por otros desarrolladores; lo que eso nos llevaría a que además debe ser placentero de leer, tener pocas dependencias, ser lo más corto posible, debe ser expresivo, tener dependencias mínimas y mientras más corto mejor (Seta, 2013). En definitiva debe ser un código ordenado, eficiente y fácil de comprender para otros.

Estas son las variables más importantes del activity de las gráficas; para empezar, activity es un componente de la aplicación que contiene una pantalla con la que los usuarios pueden interactuar para realizar una acción.

La variable float es la que guarda las variables agrometeorológicas mientras se pasan a un ArrayList, los ArrayList es una clase que permite almacenar datos en una memoria de forma dinámica, es decir, que no es necesario declarar el tamaño que debe de guardar. El string

(cadena de caracteres) “fechaConsulta” es donde se guarda la fecha al seleccionarla del calendario o al digitarla.

El string “fecha_grafica” se encarga de guarda la fecha del día en que se registró la variable agrometeorológica. Los ArrayList “arrVariables” y “arrHora”, guardan todos los registros (variables y hora) que se van a mostrar en la gráfica.

El Linechart se encarga realizar la gráfica, ya muestra la información como una serie de puntos de datos llamados marcadores conectados por segmentos que forman una línea. Datasets y data representa una memoria caché de datos; estas tres son las encargadas de crear las gráfica.

El objEstiloGrafica es el objeto instanciado de la clase EstiloGrafica, la cual es la clase donde se crean los estilos de la gráfica como el color, la animación, la descripción y el título; y el c1 es el objeto instanciado de la clase Calendar para crear el calendario en la aplicación.

```
StringRequest request;

float variables=0;
String fechaConsulta="";
String fecha_grafica="";
ArrayList<Entry> arrVariables = new ArrayList<>();
ArrayList<String> arrHora = new ArrayList<>();

LineChart lineChart;
LineDataSet dataset;
LineData data;

EstiloGrafica objEstiloGrafica = new EstiloGrafica();

final Calendar c1 = Calendar.getInstance();
```

Ilustración 32. Activity Gráficas

En esta parte se crea el objeto “ja” de tipo JSONArray (nos proporcionarán la colección de datos y los datos uno a uno respectivamente), es el encargado de traer el arreglo json que contiene las variables con su respectiva fecha cada una; y el for recorrer el JSONArray y guardar los datos en los ArrayList arrVariables y arrHora.

```
JSONArray ja = new JSONArray(response);
for(int i=0; i<ja.length(); i++){
    variables = Float.parseFloat(ja.getJSONObject(i).getString("temperature"));
    arrVariables.add(new Entry(i, variables));

    fecha_hora = (ja.getJSONObject(i).getString("date"));
    if(fecha_hora.equals("")){
        arrHora.add(fecha_hora);
    }else{
        fecha_grafica = fecha_hora.substring(11,16);
        arrHora.add(fecha_grafica);
    }
}
```

Ilustración 33. JSONArray

Después eso, los ArrayList se pasan al dataset y por último al data para ser presentados en la gráfica.

```
dataset = new LineDataSet(arrVariables, "Datos");
data = new LineData(dataset);
```

Ilustración 34. Dataset

En este punto se pasan los parámetros correspondientes para personalizar el estilo de la gráfica, como el tipo de gráfica linechart (Gráfica de líneas), descripción de la gráfica, color de fondo, etc.

```
objEstiloGrafica.estilo(lineChart, "Temperatura", Color.WHITE, 5000, lineChart.getXAxis(),
    lineChart.getAxisLeft(), lineChart.getAxisRight(), mv, vacio);
```

Ilustración 35. Estilo gráfico

9.6.3. POO

Se le conoce como un paradigma, lo cual es una forma de afrontar la construcción de código de software; las características de POO son la facilidad de diseño y relación con el mundo real (UML) Reusabilidad y facilidad de mantenimiento, sistemas más complejos (abstracción, trabajo en equipo), resuelve problemas complicados y no está pensado para tareas sencillas (Velasco, 2012). Sus elementos principales son:

Las clases se le conocen como una especificación de un conjunto de elementos y los objetos que es un elemento autónomo y con una funcionalidad concreta. También se basa en otros conceptos como herencia, polimorfismo y encapsulamiento; en el caso de herencia es un mecanismo que sirve para reutilizar clases y se suele usar cuando existen clases que comparten varias de sus características; el polimorfismo es la capacidad que tienen los objetos de una clase de responder al mismo mensaje o evento en función de los parámetros utilizados durante su invocación; y el encapsulamiento es un mecanismo que consiste en organizar datos y métodos de una estructura conciliando el modo en que el objeto se implementa, es decir, evitando el acceso a datos por cualquier otro medio distinto a los especificados (Velasco, 2012).

Unas de las técnicas que usamos, son la cohesión, la alta cohesión porque cada clase tiene su rol, como ejemplo esta la clase de registro que solo se encarga de registrar y la de estilos de gráfica, ya que solo tiene los métodos para el estilo de la gráfica. Otra técnica POO usada es la herencia para la reutilización de las clases, también se usa un patrón, el cual es el patrón singleton, el cual permite restringir la creación de objetos que pertenecen a una clase o el valor de un tipo a un único objeto, esto se hace con el fin de garantizar que una clase sólo tenga una instancia y proporcionar un punto de acceso global a ella; además de las partes básicas como

clases, métodos, atributos, objetos instanciados de las clases.

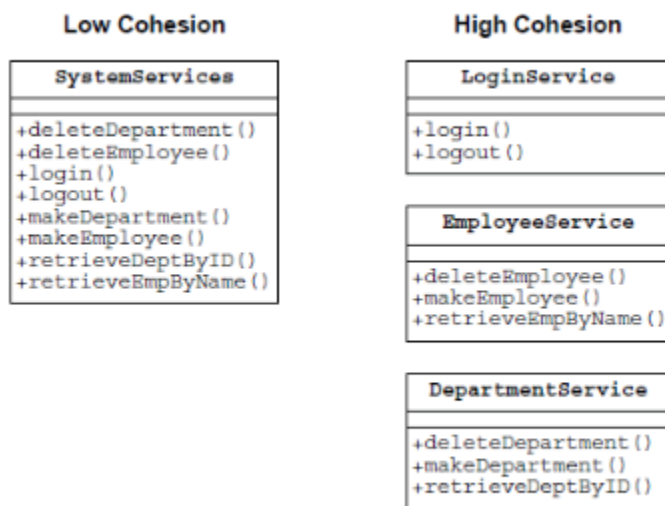


Ilustración 36. Cohesión (L500, 2008)

9.7. Fase de Testing

En esta fase se presentan todas las pruebas realizadas al aplicativo con el fin de corregir errores y forzarlo al máximo para aumentar sus capacidades y mejorar el programa.

9.7.1. Pruebas unitarias

Para la realización de las pruebas unitarias, se hicieron casos de pruebas para probar cada uno de los requerimientos del aplicativo. La primera correspondiente al inicio del aplicativo, su registro y login; después a los markers para la selección de la estación; luego a la lista de selección de estaciones; para pasar a las variables de cada estación y seguir a la consulta de gráficas por fechas y a la visualización de ellas.

Tabla 27. Casos de prueba 1

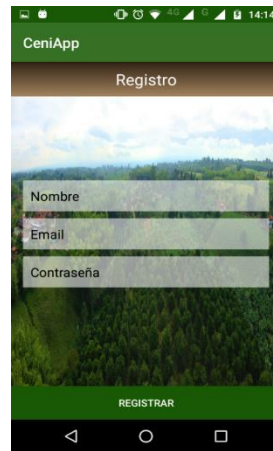
Objetivo del caso de prueba Identificador Nombre del caso Precondiciones	Validar el registro de un nuevo usuario. CP-01 Registro Usuario Poseer email	
Pasos 1) En la pantalla de inicio de sesión hacer click en el botón inferior “Registrarse” 2) Se ingresan el Nombre, email y contraseña 3) Hacer click en el botón “Registrar” para confirmar registro	Resultado Esperado Se muestra la interfaz de registro de usuarios Se llenan los campos requeridos para el registro Se guardan los datos del nuevo usuario en la base de datos	Resultado Real  Ilustración 37. Resultado casos de prueba 1 registro OK  Ilustración 38. Resultado casos de prueba 1 base de datos

Tabla 28. Casos de prueba 2

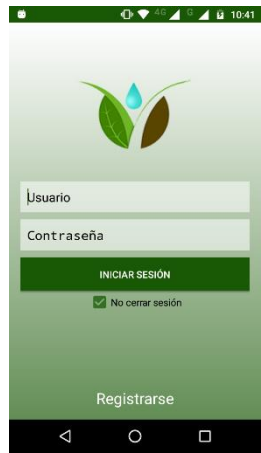
Objetivo del caso de prueba	Validar el ingreso de usuario	
Identificador	CP-02	
Nombre del caso	Inicio sesión usuario	
Precondiciones	CP-01 Registrar usuario	
Pasos	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Ingresar Usuario y Contraseña”	Se llenan los campos requeridos para el inicio de sesión	
2) Hacer click en el botón “iniciar sesión”	Se envía al mapa de selección de estaciones	Ilustración 39. Resultado casos de prueba 2 inicio de sesión OK

Tabla 29. Casos de prueba 3

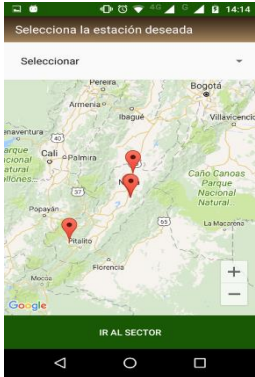
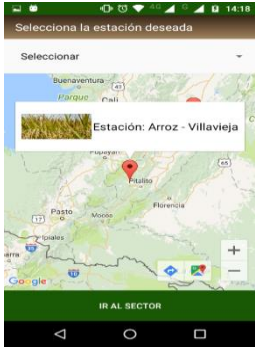
Objetivo del caso de prueba Identificador Nombre del caso Precondiciones	Visualizar la estación deseada con el uso de los markers. CP-03 Selección Markers • CP-01 Usuario registrado • CP-02 Inicio de sesión usuario	
Pasos 1) Acercar mapa para la visualización de los markers 2) Seleccionar uno de los markers mostrados en el mapa del Huila. 3) Hacer click en el botón “Ir al sector”	Resultado Esperado Vista de los makers de las estaciones. Se muestra nombre y ubicación de la estación. Se abre una nueva pestaña con información de la estación seleccionada.	Resultado Real  Ilustración 40. Resultado casos de prueba 3 markers  Ilustración 41. Resultado casos de prueba 3 ubicación estación OK

Tabla 30. Casos de prueba 4

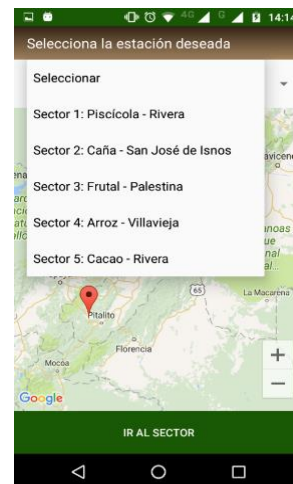
Objetivo del caso de prueba Identificador Nombre del caso Precondiciones	Visualizar la estación deseada con el uso del listado de estaciones. CP-04 Selección lista estaciones • CP-01 Usuario registrado • CP-02 Inicio de sesión usuario	
Pasos 1) Hacer click en la pestaña “Seleccionar” 2) Seleccionar una de las estaciones de la lista.	Resultado Esperado Se desplegara un listado con el nombre y la ubicación de cada estación. Se abre una nueva pestaña con información de la estación seleccionada.	Resultado Real  Ilustración 42. Resultado casos de prueba 4 lista de estaciones OK

Tabla 32. Casos de prueba 6

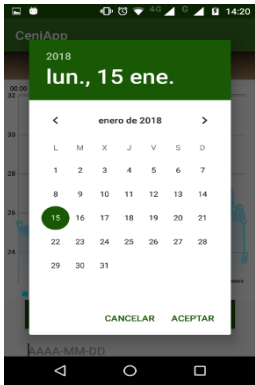
Objetivo del caso de prueba Identificador Nombre del caso Precondiciones	Establecer fecha para la visualización grafica de la variable. CP-06 Fecha variable CP-05 Selección variables	
Pasos 1) Hacer click en el botón “Consultar fecha” 2) Seleccionar el día y el mes deseado o digite la fecha deseada. 3) Hacer click en el botón “Graficar”	Resultado Esperado Vista un de calendario para la selección de fecha. Vuelve a la pestaña de la gráfica con la fecha ya establecida. Se visualiza la gráfica de la variable con los datos de la fecha seleccionada.	Resultado Real  Ilustración 45. Resultado casos de prueba 6 calendario  Ilustración 46. Resultado casos de prueba 6 fecha establecida OK

Tabla 33. Casos de prueba 7

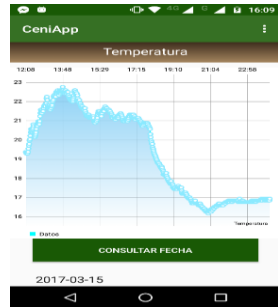
Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de variable temperatura	
Identificador	CP-07	
Nombre del caso	Gráfica temperatura	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Pasos	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica Temperatura	 Ilustración 47. Resultado casos de prueba 7 gráfica temperatura

Tabla 34. Casos de prueba 8

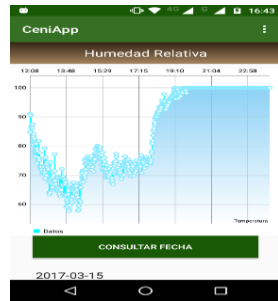
Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de variable humedad relativa	
Identificador	CP-08	
Nombre del caso	Gráfica humedad relativa	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica Humedad relativa	 Ilustración 48. Resultado casos de prueba 8 gráfica humedad relativa

Tabla 35. Caso de prueba 9

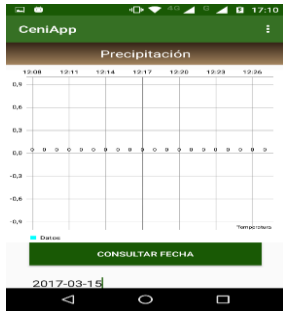
Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de variable precipitación	
Identificador	CP-09	
Nombre del caso	Gráfica precipitación	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica precipitación	 Ilustración 49. Resultado casos de prueba 9 gráfica precipitación

Tabla 36. Casos de prueba 10

Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de velocidad del viento	
Identificador	CP-010	
Nombre del caso	Gráfica velocidad del viento	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica velocidad del viento	 Ilustración 50. Resultado casos de prueba 10 gráfica velocidad del viento

Tabla 37. Casos de prueba 11

Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de dirección del viento	
Identificador	CP-011	
Nombre del caso	Gráfica dirección del viento	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica dirección del viento	 Ilustración 51. Resultado casos de prueba 11 gráfica dirección del viento

Tabla 38. Casos de prueba 12

Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de radiación solar	
Identificador	CP-012	
Nombre del caso	Gráfica radiación solar	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica radiación solar	 Ilustración 52. Resultado casos de prueba 12 gráfica radiación solar

Tabla 39. Casos de prueba 13

Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica de radiación par	
Identificador	CP-013	
Nombre del caso	Gráfica radiación par	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica radiación par	 Ilustración 53. Resultado casos de prueba 13 gráfica radiación par

Tabla 40. Casos de prueba 14

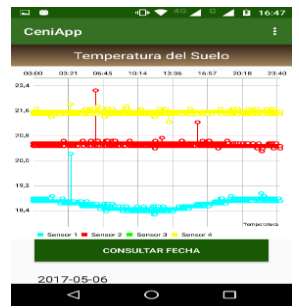
Objetivo del caso de prueba	Visualizar gráfica temperatura del suelo	
Identificador	CP-014	
Nombre del caso	Gráfica temperatura del suelo	
Precondiciones	CP-06 Fecha variable	
Paso	Resultado Esperado	Resultado Real
1) Visualización de la gráfica	Vista de la gráfica temperatura del suelo	 Ilustración 54. Resultado casos de prueba 14 gráfica temperatura del suelo

Tabla 41. Casos de prueba 15

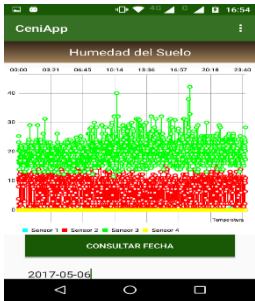
Objetivo del caso de prueba Identificador Nombre del caso Precondiciones	Visualizar gráfica humedad del suelo CP-015 Gráfica humedad del suelo CP-06 Fecha variable	
Paso 1) Visualización de la gráfica	Resultado Esperado Vista de la gráfica humedad del suelo	Resultado Real 

Ilustración 55. Resultado casos de prueba 15 gráfica humedad del suelo

9.7.2. Pruebas de estrés

La herramienta usada para las pruebas de estrés fue NeoLoad. Es una plataforma de prueba que funciona para aplicaciones preparadas para la nube, también aplicaciones de arquitectura de microservicios, aplicaciones móviles e IoT y aplicaciones empaquetadas de nivel empresarial (Neotys, 2018).

La primera prueba realizada fue la del logeo; un total de cincuenta usuarios que realizaron 3 iteraciones cada uno, aquí podemos observar el tráfico de los datos que es de 0.15 MB, el tiempo de respuesta de 6.33 S, el radio de errores, de alertas y el promedio de solicitudes.

Statistics Summary					
Total pages	150	—	Average pages/s	3.9	—
Total requests	150	—	Average requests/s	3.9	—
Total users launched	50	—	Average Request response time	6.33 s	—
Total iterations completed	150	—	Average Page response time	6.33 s	—
Total throughput	0.15 MB	—	Average throughput	0.03 Mb/s	—
Total request errors	1	—	Error rate	0.7 %	—
Total action errors	0	—	Alerts total duration	0 %	—
— = No SLA 🟡 = Passed ⚠️ = Warning 🛑 = Failed					

Ilustración 56. Prueba de estrés Logeo 1

En la siguiente ilustración se puede observar una gráfica de los datos anteriores, con el promedio de alerta y errores, el tiempo de respuesta y las solicitudes realizadas en dicho tiempo, se puede observar como la alerta se mantiene en 0 lo que indica que no hubo ningún problema.

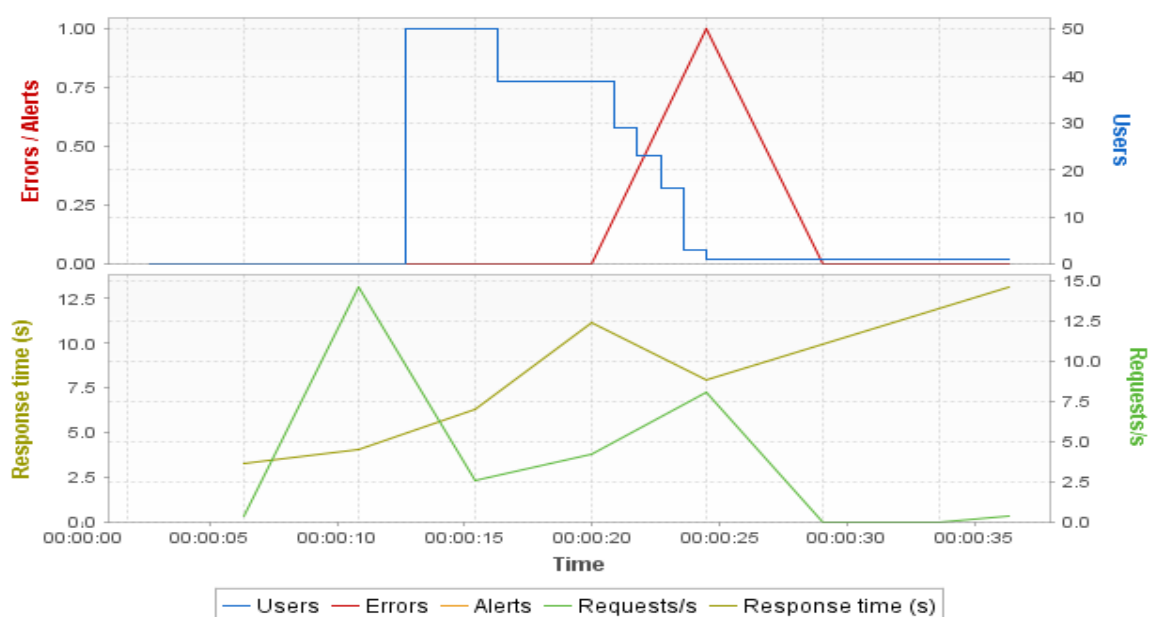


Ilustración 57. Prueba de estrés Logeo 2

En la última ilustración de la prueba de logeo podemos observar como no se hallan problemas en la cantidad de usuarios que inician sesión.

Hot spots				
Top 5 errors				
User Path	Parent	Page	Count	
UserPath_2	login	/ceniapp/public/usuarios/ver/ruben_gmail.com	1	
Top 5 alerts				
No alerts				
First critical alerts				
No alerts				
Top 5 average response time (Pages)				
User Path	Parent	Page	Duration	
UserPath_2	login	/ceniapp/public/usuarios/ver/ruben_gmail.com	6.33	
Top 5 maximum response time (Pages)				
User Path	Parent	Page	Duration	
UserPath_2	login	/ceniapp/public/usuarios/ver/ruben_gmail.com	18.1	

Ilustración 58. Prueba de estrés Logeo 3

La siguiente prueba realizada fue la de graficar; con un total de cincuenta usuarios que realizaron 3 iteraciones cada uno, aquí al igual que la anterior prueba, podemos observar el tráfico de los datos que es de 4.83 MB, el tiempo de respuesta de 6.11 S, el radio de errores, de alertas y el promedio de solicitudes.

Results summary			
Name	02:05 - 4 Apr 2018	Project	login_ceni
Description		Scenario	scenario1
Status	✓ Passed	Load Policy	The population Population1 is constant with 50 users for 3 iteration(s).
Start date	Apr 4, 2018 2:06:03 AM	Stop Policy	Population Population1: immediate.
End date	Apr 4, 2018 2:06:25 AM	Filters	None
Duration	00:00:21	Debug	Disabled
Termination reason	Execution policy		
LG Hosts	localhost:7100		

Statistics Summary					
Total pages	150	—	Average pages/s	6.8	—
Total requests	150	—	Average requests/s	6.8	—
Total users launched	50	—	Average Request response time	6.11 s	—
Total iterations completed	150	—	Average Page response time	6.11 s	—
Total throughput	4.83 MB	—	Average throughput	1.76 Mb/s	—
Total request errors	1	—	Error rate	0.7 %	—
Total action errors	0	—	Alerts total duration	75.5 %	—

— = No SLA 🟡 = Passed 🟡 = Warning 🛑 = Failed

Ilustración 59. Prueba de estrés Gráfica 1

En la siguiente ilustración se puede observar una gráfica de los datos anteriores, con el promedio de alerta y errores, el tiempo de respuesta y las solicitudes realizadas en dicho tiempo, pero en esta prueba si hubo una alerta.

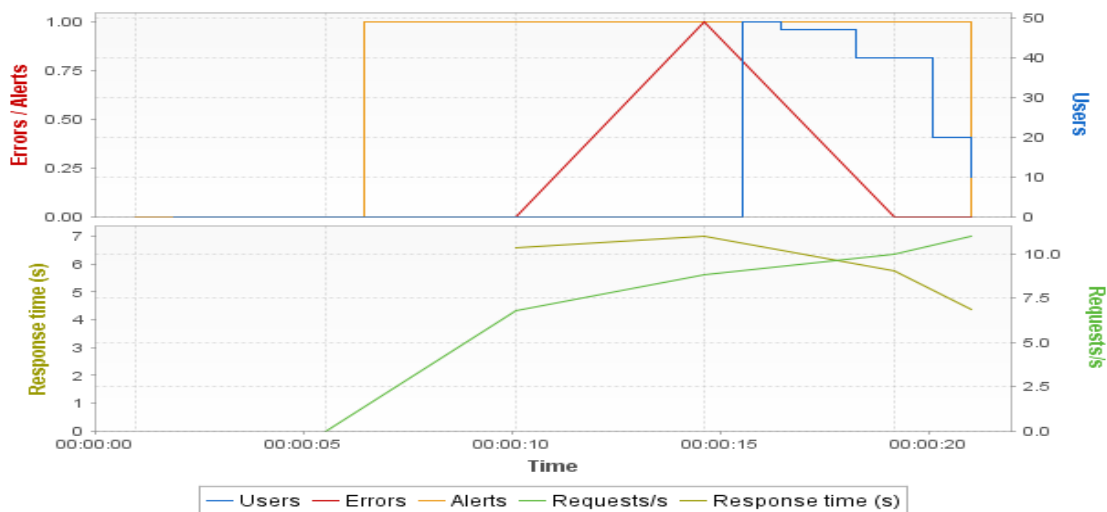


Ilustración 60. Prueba de estrés Gráfica 2

En esta última prueba se puede observar que hubo un error al momento de la realización de las gráficas, el aplicativo no fue capaz de soportar realizar esa gran cantidad de gráficas en ese periodo de tiempo, por lo que el aplicativo no portaría 150 o más acciones en pequeños lapsos de tiempo.

Hot spots

Top 5 errors				
User Path	Parent	Page	Count	
UserPath	Actions	/ceniapp/public/variables/ver/temperature/2017-03-15/2	1	
Top 5 alerts				
Alert		Duration %	Occurrences	
Controller/CPU Load >= 90.0%		75.5	1	
First critical alerts				
Time	Alert			
00:00:05.157	Controller/CPU Load >= 90.0%			
Top 5 average response time (Pages)				
User Path	Parent	Page	Duration	
UserPath	Actions	/ceniapp/public/variables/ver/temperature/2017-03-15/2	6.11	
Top 5 maximum response time (Pages)				
User Path	Parent	Page	Duration	
UserPath	Actions	/ceniapp/public/variables/ver/temperature/2017-03-15/2	14.2	

Ilustración 61. Prueba de estrés Gráfica 3

9.7.3. Prueba de aceptación del cliente

Durante la fase final del proyecto no se ha podido lograr una comunicación más cercana con la empresa CENIGAA, pero se ha tenido la oportunidad de mostrar a los clientes las fases más avanzadas del proyecto, ya cada módulo funcionando de manera correcta y con una interfaz de inicio de sesión para los usuario además de un registro por si aún no lo son.

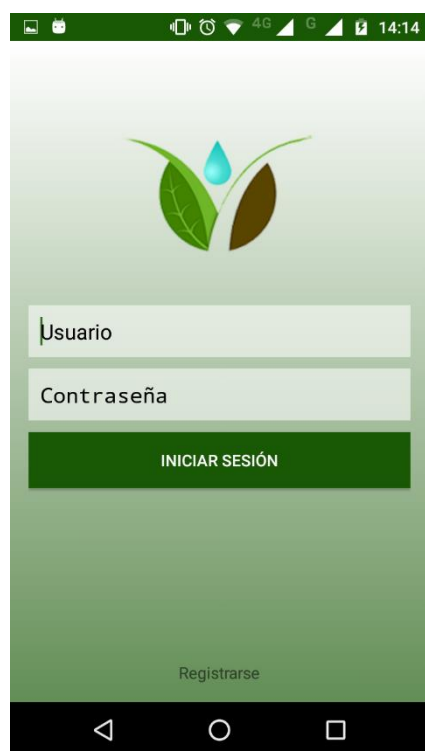


Ilustración 62. Inicio de sesión app 1

Para agilizar la visualización de los datos, los usuarios participantes en las pruebas sugirieron manejar la opción “No cerrar sesión” ya que se daría un mejor manejo de tiempo.

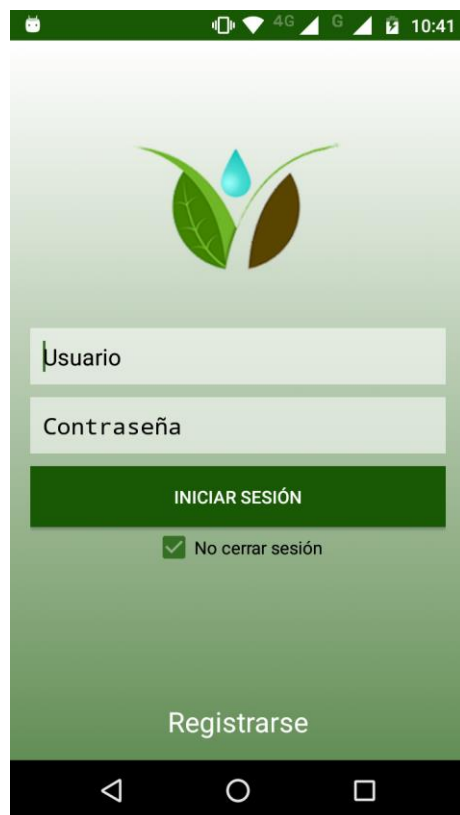


Ilustración 63. Inicio de sesión app 2

9.7.4. Test de usabilidad

Para el test de usabilidad se implementó la siguiente prueba donde evaluábamos el uso y la eficiencia del aplicativo; con el test podemos evaluar la comodidad del usuario con la app, lo importante que considera sus características, su presentación y su viabilidad. A continuación se presenta el formato de la prueba y dos test realizados a los usuarios.

Tabla 42. *Test de usabilidad plantilla*

Nombre: _____

Para el siguiente test se evaluarán los aspectos y funcionamientos del aplicativo, por favor selecciones de 1 a 5 que le parece dicho aspecto, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

ASPECTOS A EVALUAR	Valoración				
	1	2	3	4	5
¿Qué tan bien estructurado le parece la interfaz de registro e inicio de sesión?					
¿Considera la casilla de “No cerrar sesión” como algo útil para agilizar el uso del aplicativo?					
Para la selección de las estaciones contamos con dos formas, por medio de los makers (puntos en el mapa) y por un listado ¿qué tan bueno considera que el hecho que haya diferentes formas de selección de estaciones?					
¿Qué tan cómodo le parece el mapa del aplicativo para la selección de los markers?					
Al escoger una estación se envía a una nueva pestaña con la información y variables de la estación ¿qué tan bien ordenada y precisa considera los datos mostrados?					
Cada variable tiene un icono para que sea más fácil identificarlas ¿considera esto como un buen apoyo para reconocer las variables?					
Al dar click al botón “consultar fecha” se abre un calendario para seleccionar la fecha que desea revisar ¿considera cómodo el uso de esta herramienta para la búsqueda?					
Para la selección de la fecha hay dos formas, seleccionarla con el botón y el calendario, o escribirla directamente en la línea de texto ¿considera esta variedad útil o beneficiosa para el aplicativo?					
¿Considera cómodo la visualización y el manejo de las gráficas?					
El aplicativo tiene diferentes opciones a una misma acción como la selección de las estaciones y de las fechas ¿considera que estas opciones son importantes y facilitan a un manejo óptimo del aplicativo?					
Visualmente ¿Cómo considera el aplicativo?					
¿Qué tan bien considera que es el funcionamiento del aplicativo?					
¿Considera importante el uso de estas herramientas para el sector agrícola?					

OBSERVACIONES

Tabla 43. *Test de usabilidad prueba 1*Nombre: Henry Andrés Perdomo

Para el siguiente test se evaluarán los aspectos y funcionamientos del aplicativo, por favor selecciones de 1 a 5 que le parece dicho aspecto, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

ASPECTOS A EVALUAR	Valoración				
	1	2	3	4	5
¿Qué tan bien estructurado le parece la interfaz de registro e inicio de sesión?				X	
¿Considera la casilla de “No cerrar sesión” como algo útil para agilizar el uso del aplicativo?					X
Para la selección de las estaciones contamos con dos formas, por medio de los makers (puntos en el mapa) y por un listado ¿qué tan bueno considera que el hecho que haya diferentes formas de selección de estaciones?				X	
¿Qué tan cómodo le parece el mapa del aplicativo para la selección de los markers?				X	
Al escoger una estación se envía a una nueva pestaña con la información y variables de la estación ¿qué tan bien ordenada y precisa considera los datos mostrados?					X
Cada variable tiene un icono para que sea más fácil identificarlas ¿considera esto como un buen apoyo para reconocer las variables?				X	
Al dar click al botón “consultar fecha” se abre un calendario para seleccionar la fecha que desea revisar ¿considera cómodo el uso de esta herramienta para la búsqueda?				X	
Para la selección de la fecha hay dos formas, seleccionarla con el botón y el calendario, o escribirla directamente en la línea de texto ¿considera esta variedad útil o beneficiosa para el aplicativo?			X		
¿Considera cómodo la visualización y el manejo de las gráficas?					X
El aplicativo tiene diferentes opciones a una misma acción como la selección de las estaciones y de las fechas ¿considera que estas opciones son importantes y facilitan a un manejo óptimo del aplicativo?				X	
Visualmente ¿Cómo considera el aplicativo?				X	
¿Qué tan bien considera que es el funcionamiento del aplicativo?				X	
¿Considera importante el uso de estas herramientas para el sector agrícola?					X

OBSERVACIONES
La aplicación está bastante bien, es fácil de usar y funciona perfectamente, aunque visualmente se pueden rebordar las esquinas de los elementos para que no se vean estéticos y dé un aspecto más agradable.

Tabla 44. Test de usabilidad prueba 2

Nombre: Johan Camilo Cruz

Para el siguiente test se evaluarán los aspectos y funcionamientos del aplicativo, por favor selecciones de 1 a 5 que le parece dicho aspecto, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

ASPECTOS A EVALUAR	Valoración				
	1	2	3	4	5
¿Qué tan bien estructurado le parece la interfaz de registro e inicio de sesión?				X	
¿Considera la casilla de “No cerrar sesión” como algo útil para agilizar el uso del aplicativo?					X
Para la selección de las estaciones contamos con dos formas, por medio de los makers (puntos en el mapa) y por un listado ¿qué tan bueno considera que el hecho que haya diferentes formas de selección de estaciones?					X
¿Qué tan cómodo le parece el mapa del aplicativo para la selección de los markers?			X		
Al escoger una estación se envía a una nueva pestaña con la información y variables de la estación ¿qué tan bien ordenada y precisa considera los datos mostrados?				X	
Cada variable tiene un icono para que sea más fácil identificarlas ¿considera esto como un buen apoyo para reconocer las variables?					X
Al dar click al botón “consultar fecha” se abre un calendario para seleccionar la fecha que desea revisar ¿considera cómodo el uso de esta herramienta para la búsqueda?				X	
Para la selección de la fecha hay dos formas, seleccionarla con el botón y el calendario, o escribirla directamente en la línea de texto ¿considera esta variedad útil o beneficiosa para el aplicativo?					X
¿Considera cómodo la visualización y el manejo de las gráficas?					X
El aplicativo tiene diferentes opciones a una misma acción como la selección de las estaciones y de las fechas ¿considera que estas opciones son importantes y facilitan a un manejo óptimo del aplicativo?					X
Visualmente ¿Cómo considera el aplicativo?			X		
¿Qué tan bien considera que es el funcionamiento del aplicativo?					X
¿Considera importante el uso de estas herramientas para el sector agrícola?					X

OBSERVACIONES
Este aplicativo funciona bastante bien, es cómodo y fácil de usar, me gusta la variedad de formas de selección, como en las estaciones o las fechas, de modo que cualquiera use el que sea más a gusto para él o ella; visualmente se podría mejorar, escogiendo otro tipo de colores ya que algunos no me convencen del todo como es el café de los títulos o algunos colores muy claros de las gráficas.

9.8. Fase de implementación

En esta fase se mostrará la configuración que se optó para la base de datos de este proyecto, además de mostrar y especificar la implementación de líneas importantes del código.

9.8.1. Configuración del servidor

Para empezar este punto se debe denotar que la información recaudada de los sensores va directamente a la base de datos de la empresa CENIGAA, después de que los datos llegan allá, se debe hacer una conversión de esos datos para que puedan ser leídos por la aplicación, a continuación se debe de guardar dicha información en la base de datos de la cual la app saca dichos datos.

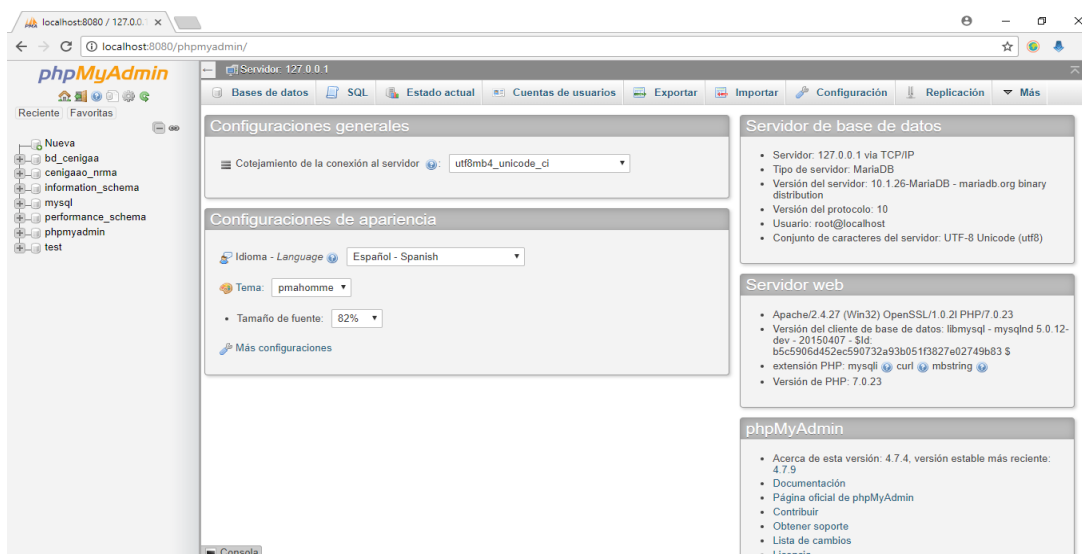


Ilustración 64. Servidor

Para el uso de la base de datos usamos MySQL, en ella se tienen las tablas donde se guardan todos los datos, como los usuarios y las variables: temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, radiación solar, temperatura y humedad del suelo.

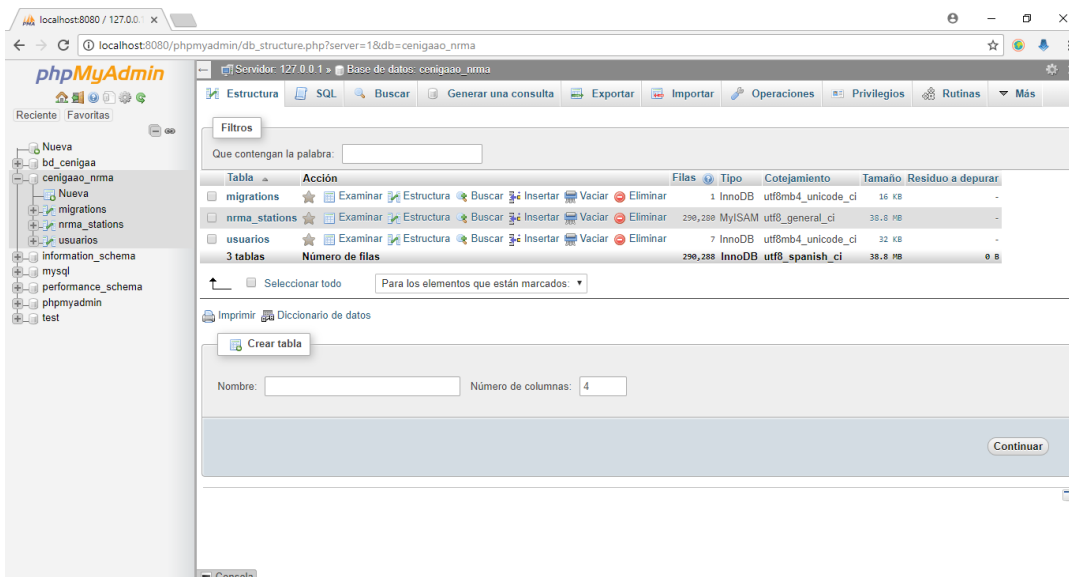


Ilustración 65. Base de datos

La siguiente ilustración muestra los datos de las variables que se encuentran en las tablas, en este caso los de temperatura, en donde se puede apreciar, el nombre de la variable, los valores a graficar, que ya están convertidos a un formato que la app pueda leer y su fecha que es el modo con el que se consulta.

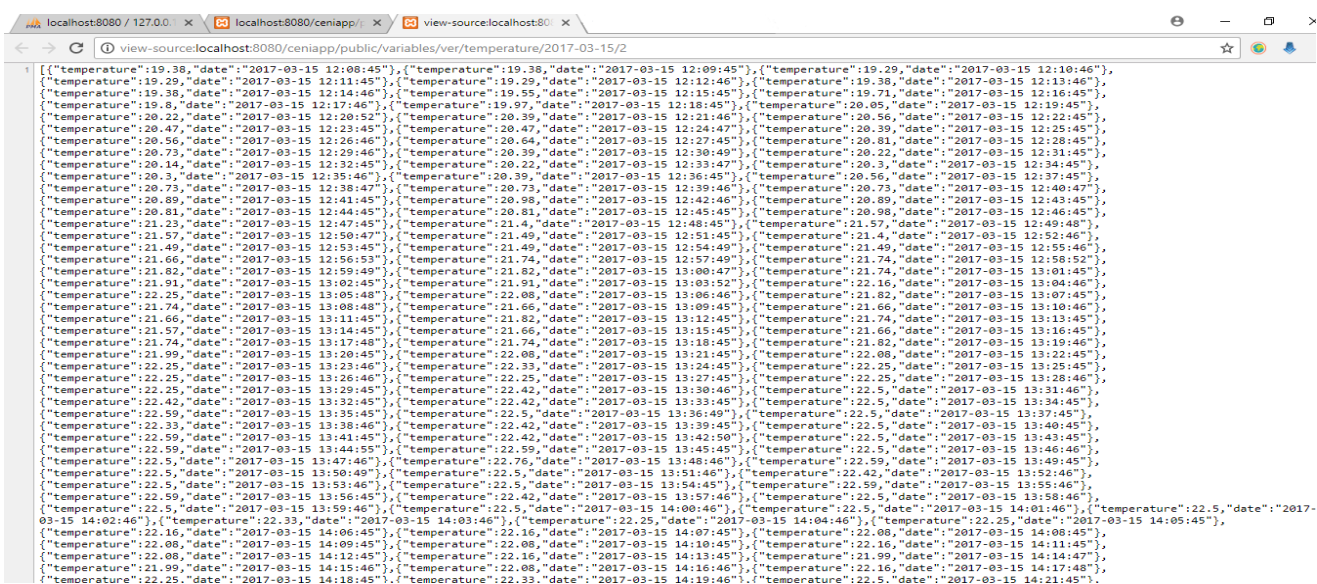


Ilustración 66. Datos de tablas

9.8.2. Implementación

```

<com.github.mikephil.charting.charts.LineChart
    android:id="@+id/lineChart"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="360dp"
    android:layout_marginTop="10dp"
/>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="vertical"
    >
    <Button
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Consultar Fecha"
        android:textColor="@color/colorBlanco"
        android:id="@+id/btnFecha"
        android:layout_marginLeft="30dp"
        android:layout_marginRight="30dp"
        android:layout_marginBottom="15dp"
        android:layout_gravity="center_horizontal"
        android:background="@drawable/animacion_boton"/>

    <EditText
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginLeft="30dp"
        android:layout_marginRight="30dp"
        android:layout_marginBottom="10dp"
        android:id="@+id/txtFecha"
        android:inputType="date"
        android:hint="AAAA-MM-DD"
    />

    <Button
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Graficar"
        android:textColor="@color/colorBlanco"
        android:id="@+id/btnGraficar"
        android:layout_marginLeft="30dp"
        android:layout_marginRight="30dp"
        android:layout_marginBottom="20dp"
        android:layout_gravity="center_horizontal"
        android:background="@drawable/animacion_boton"/>

```

```

<TextView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:text="Para más información"
    android:id="@+id/tvinformacion"
    android:layout_gravity="center_horizontal"
    android:textSize="20dp"
    android:textAlignment="center" />

<Button
    android:id="@+id/btnPaginaWeb"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginTop="10dp"
    android:layout_marginBottom="10dp"
    android:layout_gravity="center"
    android:drawableTop="@mipmap/ic_cenigaa"
    android:text="Visítanos"
/>

```

Ilustración 67. Código XML

En el código podemos observar que este es el campo en el que se visualiza el objetivo a lograr, se busca graficar las variables de las diferentes estaciones agrometeorológicas, en el código podemos observar cómo está estructurado para mostrar la gráfica en un recuadro central, dejando espacio en la parte inferior para la consulta por medio de la fecha y del icono que redirige a la página de CENIGAA por si se desea más información relacionado con la agrometeorología y para un contacto en caso de ser necesario.

La siguiente parte del código es referente al webservice, siendo una parte muy importante ya que se encarga de hacer las consultas para las variables. La primera ilustración se encarga de las rutas y la segunda es el controlador.

```
Route::group(['prefix' => 'variables'], function(){
    Route::get('ver/{variable}/{fecha}/{estacion}', [
        'uses' => 'VariablesController@verVariables'
    ]);

    Route::get('ver_variables_sensores/{sensor1}/{sensor2}/{sensor3}/{sensor4}/{fecha}/{estacion}', [
        'uses' => 'VariablesController@verVariablesSensores'
    ]);

    Route::get('ver_variables_rosa/{variable1}/{variable2}/{fecha}/{estacion}', [
        'uses' => 'VariablesController@verVariablesRosa'
    ]);
});
```

Ilustración 68. Webservice rutas

```
<?php
namespace App\Http\Controllers;
use Illuminate\Http\Request;
use App\Variable;
class VariablesController extends Controller
{
    public function verVariables($variable,$fecha,$estacion){
        $resultado = Variable::select($variable,'date')->where('id_station',$estacion)->where('date','like','%'.$fecha.'%')->get();
        if($resultado == "[]"){
            $arreglo[0] = ['.'.$variable.'==>0','date'=>""];
            echo json_encode($arreglo);
        }else{
            echo json_encode($resultado);
        }
    }

    public function verVariablesSensores($sensor1,$sensor2,$sensor3,$sensor4,$fecha,$estacion){
        $resultado = Variable::select($sensor1,$sensor2,$sensor3,$sensor4, 'date')->where('id_station',$estacion)->where('date',
        'like','%'.$fecha.'%')->get();
        if($resultado == "[]"){
            $arreglo[0] = ['.'.$sensor1.'==>0','.'.$sensor2.'==>0','.'.$sensor3.'==>0','.'.$sensor4.'==>0','date'=>""];
            echo json_encode($arreglo);
        }else{
            echo json_encode($resultado);
        }
    }
}
```

Ilustración 69. Webservice controlador

De la aplicación android, se envía una petición con la ruta que contiene los parámetros que son: el tipo de variables como por ejemplo temperatura, precipitacion, etc... Esos parámetros se envían al controlador, el controlador tiene las funciones que contienen las consultas, eso se refiere a los select para buscar las variables en la base de datos. Una vez realizada la consulta, toma esos registros y son convertirlos en un json; luego ese json es enviado como respuesta a la aplicación en Android.

9.8.3. Despliegue

Al finalizar la app se entregará el APK a la empresa CENIGAA, la cual optará por la entrega de dicha APK a los agricultores encargados de cada sector, el sistema se planteó móvil desde un principio pensando en la facilidad de la gente, ya que es más viable para la mayoría de personas poder ver esta información desde un dispositivo móvil que desde una computadora tomando en cuenta los lugares donde están ubicados la mayoría de sectores; aunque para el uso de esta app, se necesita un móvil medianamente potente, de modo que no haya problema con la visualización de gráficas bastante exigentes como lo son la variable de la temperatura del suelo.

Tabla 45. *Requerimiento mínimo aplicativo*

Requisitos mínimos	
Sistema operativo compatibles	• Sistema operativo Android en su versión 4.4 KitKat.
Requisitos de hardware	• Procesador: 1 Ghz. • Memoria RAM: 1GB • Espacio de almacenamiento: 30MB • Conexión a internet

Tabla 46. *Requerimiento recomendado aplicativo*

Requisitos recomendados	
Sistema operativo compatibles	• Sistema operativo Android en su versión 5 Lollipop o superior.
Requisitos de hardware	• Procesador: doble núcleo 1 Ghz • Memoria RAM: 2GB • Espacio de almacenamiento: 50MB • Conexión a internet

10. Resultados

Con todas las fases finalizadas se puede iniciar la aplicación para mostrar los resultados del proyecto; la aplicación inicia en la Activity principal que contiene dos casillas de texto, para digitar el usuario y contraseña que se encuentran registrados en la base de datos, además de esto, también cuenta con un botón que permitirá iniciar sesión para pasar a la siguiente activity. Aquí se utilizaron el logo de CENIGAA y unas imágenes sacadas directamente de la página web de la misma, en reuniones anteriores se habían establecido los colores que se querían usar para el aplicativo, por eso se realizó una combinación de estos los cuales fueron el verde y el blanco para el inicio del aplicativo.



Ilustración 70. Inicio de la app

En caso de que el usuario no tenga una cuenta creada para iniciar sesión, en la parte inferior se puede observar una opción que dirigirá al usuario al activity correspondiente para el registro.

Aquí, el usuario deberá ingresar ciertos datos como el nombre, correo electrónico y contraseña, al presionar el botón registrar, con la implementación de la librería Volley, los datos son enviados al web services desarrollado en PHP, aquí se hace uso del framework laravel para tener una mayor seguridad debido a la cualidades de este framework, en este punto se presenta la función correspondiente para registrar la información en la base de datos, para una mayor seguridad, antes de guardarlos en la base de datos, la contraseña del usuario se encripta

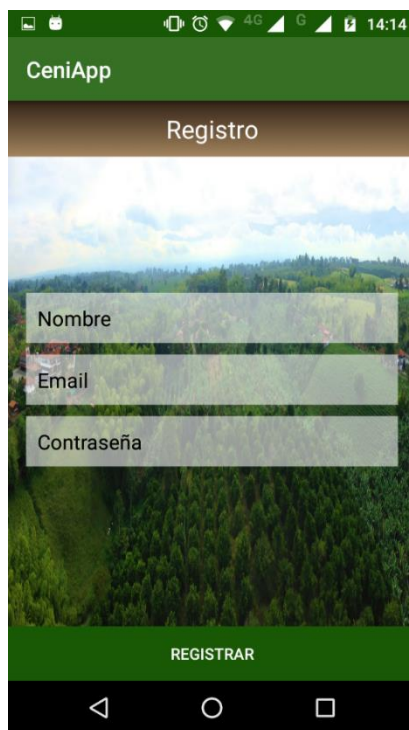


Ilustración 71. Registro de usuarios

Una vez registrado el usuario, la aplicación muestra de nuevo la actividad principal que contiene los campos necesarios para iniciar sesión. Una vez inicie sesión, se muestra al usuario la actividad que contiene un listado de los diferentes sectores.

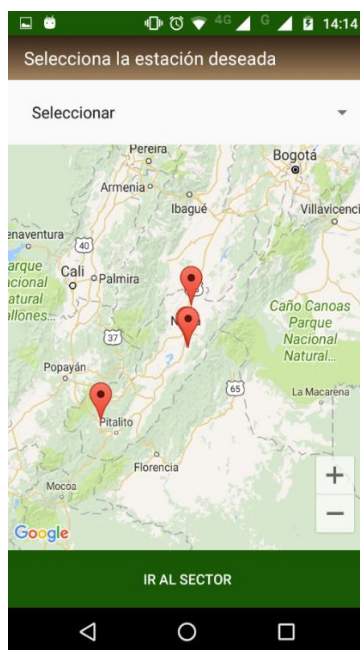


Ilustración 72. Mapa app

También se muestra al usuario un mapa donde están marcados las ubicaciones de los diferentes sectores (piscícola, caña, frutales, arroz y cacao), al seleccionar uno de los sectores en el mapa, aparece información y una imagen sobre el sector. Como se ha estado hablando a lo largo del proyecto, se buscó facilitarle las opciones al usuario de manera que siempre este cómodo al momento de seleccionar las estaciones deseadas, por lo cual se puede acceder a las estaciones de dos maneras, bien por la lista desplegable de las estaciones, o por lo markers al seleccionar los puntos rojos en el mapa el cual también te lleva a la pestaña de la estación seleccionada.

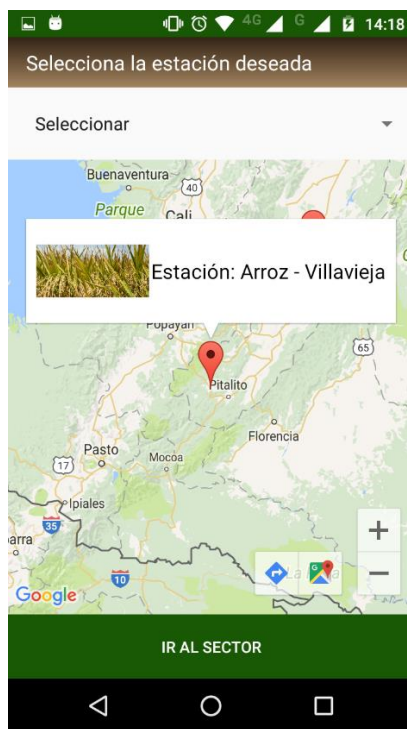


Ilustración 73. Mapa Estación: Arroz

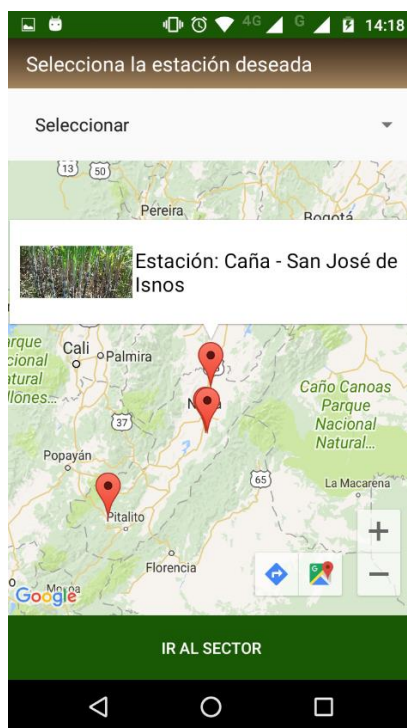


Ilustración 74. Mapa estación de caña

Al seleccionar uno de los sectores, ya sea en el mapa o en el listado, muestra al usuario información general de la estación dependiendo de la que haya escogido, la primera ilustración es la del sector piscícola en donde se puede observar el nombre clave que se le da a la estación, su código, la fecha de la instalación, las coordenadas de su ubicación y su altitud; todo esto está presente en todas las estaciones, con sus diferentes valores.



Ilustración 75. Sector Piscícola



Ilustración 76. Sector de caña



Ilustración 77. Sector frutal



Ilustración 78. Sector Arrocerero



Ilustración 79. Sector de cacao

En la pestaña de cada estación se muestra el listado de las diferentes variables agrometeorológicas (temperatura, humedad relativa, precipitación, temperatura del suelo, humedad del suelo, radiación par, radiación solar, velocidad del viento y dirección del viento).

Para representar las variables de forma más vistosa, se emplearon unos iconos relacionados con cada una, todos los iconos utilizados en el aplicativo son de uso libre, por lo tanto no tienen problemas de derechos de autor, aquí también se usaron colores para cada icono con el fin de que se viera menos plano ya que originalmente se planteaba el uso de iconos a blanco y negro, pero luego de un charla y un mejor vistazo al aplicativo se decidió agregarles un color de forma que denotara de mejor manera la variable que se estaba mostrando, todo con el fin de dejar más fácil el uso del aplicativo a cualquier persona.



Ilustración 80. Listado de variables

Al seleccionar cada una de las variables, dirigirá al usuario a la siguiente actividad donde podrá consultar y visualizar los datos que se obtienen de los diferentes sensores ubicados en las cinco estaciones. En las siguientes ilustraciones se pueden observar los resultados de las gráficas de todas las variables exceptuando la temperatura ambiental ya que se ha usado bastante como ejemplo en las pruebas y ya quedo demostrado su resultado.

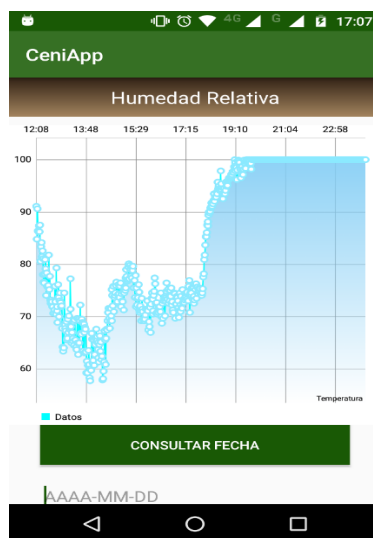


Ilustración 81. Gráfica Humedad relativa

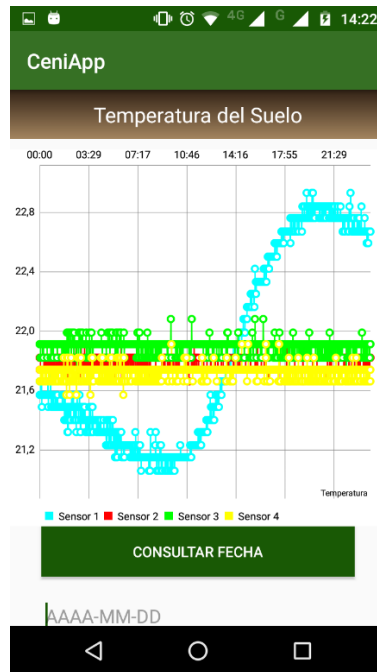


Ilustración 82. Gráfica temperatura del suelo

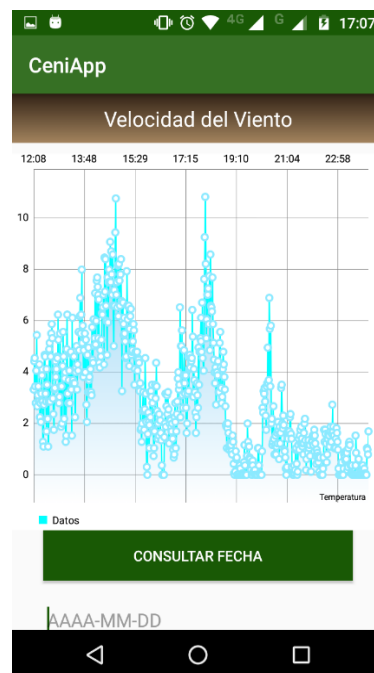


Ilustración 83. Gráfica velocidad del viento

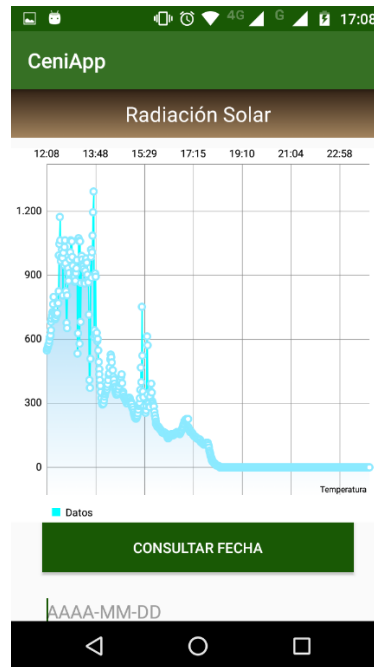


Ilustración 84. Gráfica radiación solar

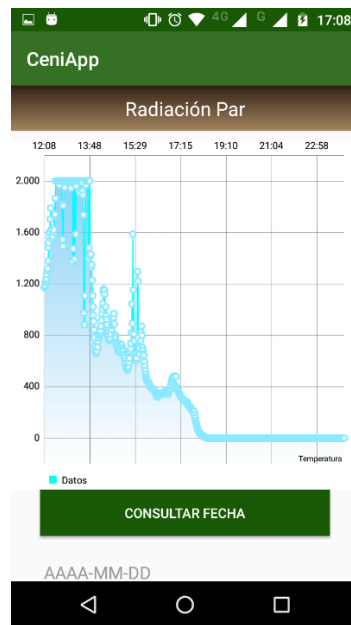


Ilustración 85. Gráfica radiación par

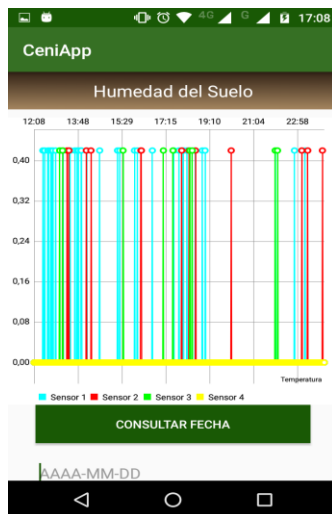


Ilustración 86. Gráfica humedad del suelo

El usuario podrá obtener información de la fecha que desee, presionando el botón consultar fecha, aparecerá un calendario que permite seleccionar la fecha de los datos que se quieren graficar. Ahora si el usuario no desea seleccionar la fecha desde el calendario, también le puede digitar en el campo de texto, sin necesidad de abrir la opción del calendario que ofrece la aplicación.



Ilustración 87. Consulta fecha

Al seleccionar la fecha y presionar en el botón consultar, usando la librería Volley, la aplicación envía una petición por medio del método GET en donde se envía la fecha, el tipo de variable y el sector, al web services, ahí se hace la consulta a la base de datos que traerá como respuesta todos los registros de esa variables y la hora exacta en que se registraron para luego convertir estos datos en un JSON y pasarlos al final como respuesta a la aplicación, la cual ve a guardar estos datos en un ArrayList y con la implementación de la librería MPAndroidChart, estos datos pasan a ser graficados.

En el caso de las gráficas con un gran número de datos que se muestran en la gráfica, los datos no se pueden apreciar bien, para que los usuarios puedan obtener una mejor visualización de cada dato de la gráfica, ellos podrán realizar zoom y moverse por la gráfica para tener una vista más detallada de cada registro.

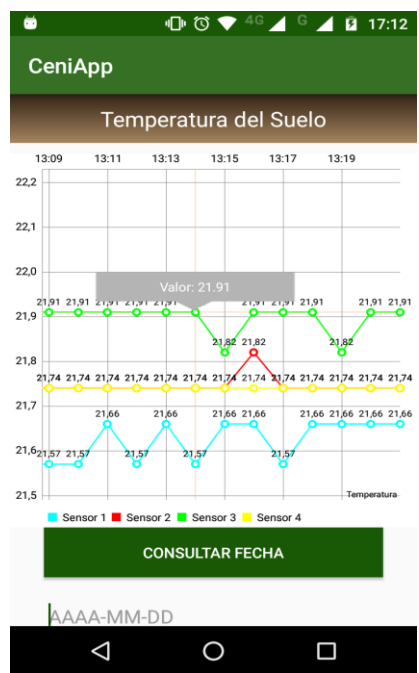


Ilustración 88. Gráfica temperatura suelo zoom

Si el usuario desea obtener más información, la aplicación de la opción de visitar la página del Centro de Investigación en Ciencias y Recursos GeoAgroAmbientales CENIGAA.



Ilustración 89. Link CENIGAA



Ilustración 90. Página CENIGAA

Con esto quedan comprobado los resultados de la app, la cual ha demostrado cumplir su función correctamente, graficando todas las variables deseadas por el cliente y cumpliendo con las peticiones de este último, de forma que sea eficiente y fácil de usar para cualquier persona, incluyendo las que tengan poco contacto con la tecnología.

11. Análisis de los Resultados

Para el análisis de los resultados se busca comprobar que los datos graficados de cada variable con verídicos, es decir que si grafica de forma correcta cada dato minuto a minuto. Primero comprobaremos la humedad relativa. Para esto se tomaron los datos de los rangos mínimos y máximos de cada variable.

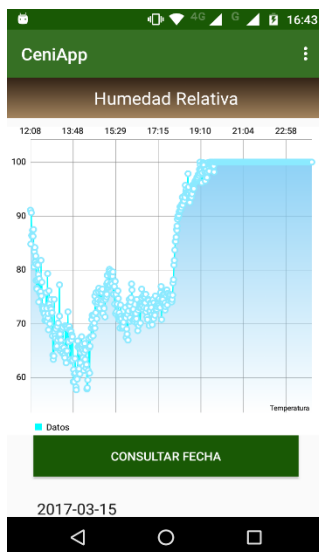


Ilustración 91. Análisis gráfica humedad relativa



Ilustración 92. Análisis gráfica humedad relativa Inicio

id_station	date	rh
2	2017-03-15 12:08:45	91.06
2	2017-03-15 12:09:45	84.78
2	2017-03-15 12:10:46	90.58
2	2017-03-15 12:11:45	86.39
2	2017-03-15 12:12:46	86.23
2	2017-03-15 12:13:46	87.36
2	2017-03-15 12:14:46	86.23
2	2017-03-15 12:15:45	87.52
2	2017-03-15 12:16:45	80.6
2	2017-03-15 12:17:46	83.34
2	2017-03-15 12:18:45	84.14
2	2017-03-15 12:19:45	81.41
2	2017-03-15 12:20:52	82.53
2	2017-03-15 12:21:46	81.08
2	2017-03-15 12:22:45	78.03
2	2017-03-15 12:23:45	76.58
2	2017-03-15 12:24:47	76.42
2	2017-03-15 12:25:45	78.19
2	2017-03-15 12:26:46	80.92
2	2017-03-15 12:27:45	79.15
2	2017-03-15 12:28:45	74
2	2017-03-15 12:29:46	78.35
2	2017-03-15 12:30:49	75.77
2	2017-03-15 12:31:45	75.61
2	2017-03-15 12:32:45	75.93

Ilustración 93. Análisis datos humedad relativa inicio



Ilustración 94. Análisis gráfica humedad relativa Final

id_station	date	rh
2	2017-03-15 23:48:50	100
2	2017-03-15 23:49:47	100
2	2017-03-15 23:50:47	100
2	2017-03-15 23:51:47	100
2	2017-03-15 23:52:47	100
2	2017-03-15 23:53:47	100
2	2017-03-15 23:54:47	100
2	2017-03-15 23:55:47	100
2	2017-03-15 23:56:47	100
2	2017-03-15 23:57:47	100
2	2017-03-15 23:58:47	100
2	2017-03-15 23:59:47	100

Ilustración 95. Análisis datos humedad relativa final

Tomando en cuenta los primeros datos de la tabla por ejemplo rh: 91.06, coincide con los de la gráfica, al igual que los siguientes 84.78 y 90.58, igualmente al final, siendo todos los datos 100; por lo tanto en lo que respecta a la gráfica y a los datos de la tabla humedad relativa, se encuentran correctos. En la siguiente comparación veremos la variable precipitación.

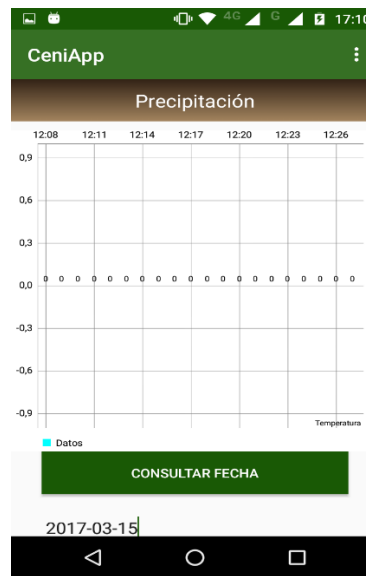


Ilustración 96. Análisis gráfica precipitación

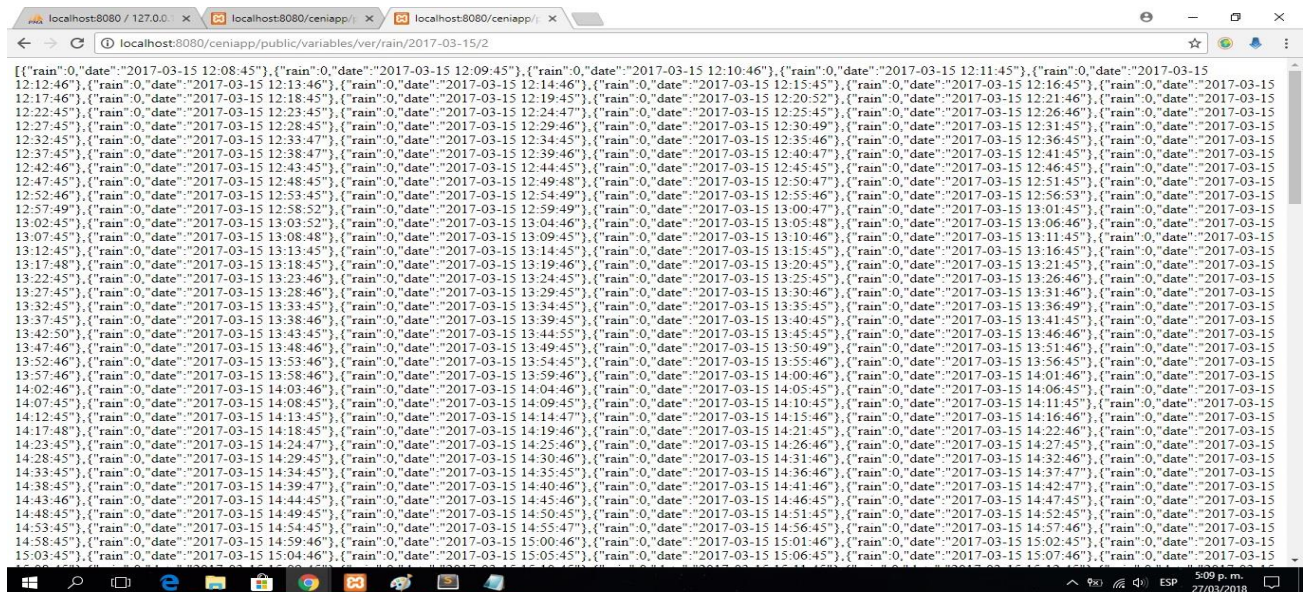


Ilustración 97. Análisis datos precipitación

En esta ocasión la estación no estaba calibrada, por lo tanto todos los valores se encuentran en 0, por esto los resultados tanto de la gráfica como de la tabla en la base de datos muestran los mismos. En la siguiente grafica veremos la radiación par.

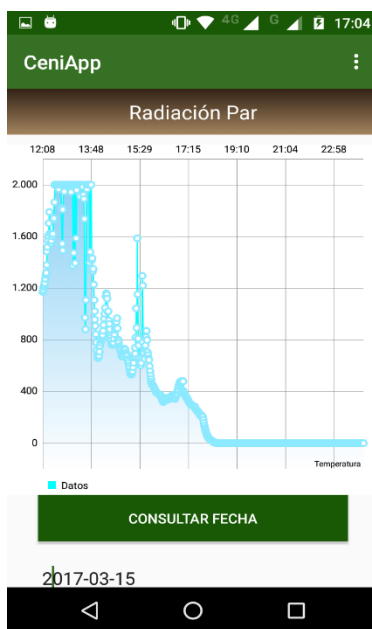


Ilustración 98. Análisis gráfica radiación par

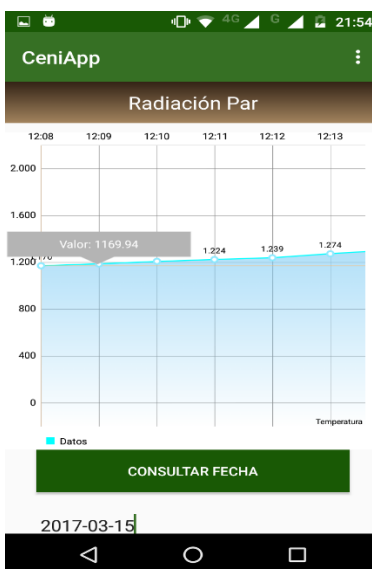


Ilustración 99. Análisis gráfica radiación par Inicio

id_station	date	par_radiation
2	2017-03-15 12:08:45	1169.94
2	2017-03-15 12:09:45	1187.22
2	2017-03-15 12:10:46	1206.96
2	2017-03-15 12:11:45	1224.24
2	2017-03-15 12:12:46	1239.05
2	2017-03-15 12:13:46	1273.61
2	2017-03-15 12:14:46	1303.23
2	2017-03-15 12:15:45	1318.04
2	2017-03-15 12:16:45	1379.74
2	2017-03-15 12:17:46	1483.41
2	2017-03-15 12:18:45	1517.96
2	2017-03-15 12:19:45	1564.86
2	2017-03-15 12:20:52	1604.35
2	2017-03-15 12:21:46	1700.61
2	2017-03-15 12:22:45	1789.47
2	2017-03-15 12:23:45	1621.63
2	2017-03-15 12:24:47	1552.52
2	2017-03-15 12:25:45	1547.58
2	2017-03-15 12:26:46	1567.33
2	2017-03-15 12:27:45	1624.1
2	2017-03-15 12:28:45	1599.41
2	2017-03-15 12:29:46	1619.16
2	2017-03-15 12:30:49	1727.76
2	2017-03-15 12:31:45	1740.1
2	2017-03-15 12:32:45	1865.98

Ilustración 100. Análisis datos radiación par Inicio



Ilustración 101. Análisis gráfica radiación par Final

id_station	date	par_radiation
2	2017-03-15 23:48:50	0
2	2017-03-15 23:49:47	0
2	2017-03-15 23:50:47	0
2	2017-03-15 23:51:47	0
2	2017-03-15 23:52:47	0
2	2017-03-15 23:53:47	0
2	2017-03-15 23:54:47	0
2	2017-03-15 23:55:47	0
2	2017-03-15 23:56:47	0
2	2017-03-15 23:57:47	0
2	2017-03-15 23:58:47	0
2	2017-03-15 23:59:47	0

Ilustración 102. Análisis datos radiación par Final

En esta comparación también se puede ver la coincidencia de datos en el inicio de la gráfica por debajo de los 1200 para ser más exacto, 1169 para luego ir ascendiendo poco a poco; y en la recta final culminar con datos igual a 0, en este caso también coinciden los datos por lo cual la radiación par es también perfectamente funcional. Para esta siguiente comparación de datos veremos la radiación solar.



Ilustración 103. Análisis gráfica radiación solar

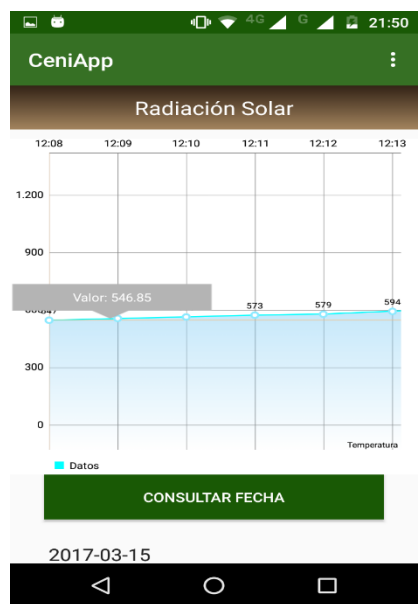


Ilustración 104. Análisis gráfica radiación solar Inicio

id_station	date	solar_radiation
2	2017-03-15 12:08:45	546.85
2	2017-03-15 12:09:45	555.72
2	2017-03-15 12:10:46	564.59
2	2017-03-15 12:11:45	573.46
2	2017-03-15 12:12:46	579.37
2	2017-03-15 12:13:46	594.15
2	2017-03-15 12:14:46	608.93
2	2017-03-15 12:15:45	617.8
2	2017-03-15 12:16:45	641.44
2	2017-03-15 12:17:46	679.87
2	2017-03-15 12:18:45	694.65
2	2017-03-15 12:19:45	709.43
2	2017-03-15 12:20:52	727.17
2	2017-03-15 12:21:46	762.64
2	2017-03-15 12:22:45	798.11
2	2017-03-15 12:23:45	721.26
2	2017-03-15 12:24:47	694.65
2	2017-03-15 12:25:45	691.7
2	2017-03-15 12:26:46	700.56
2	2017-03-15 12:27:45	721.26
2	2017-03-15 12:28:45	712.39
2	2017-03-15 12:29:46	721.26
2	2017-03-15 12:30:49	765.59
2	2017-03-15 12:31:45	768.55
2	2017-03-15 12:32:45	824.71

Ilustración 105. Análisis datos radiación solar inicio

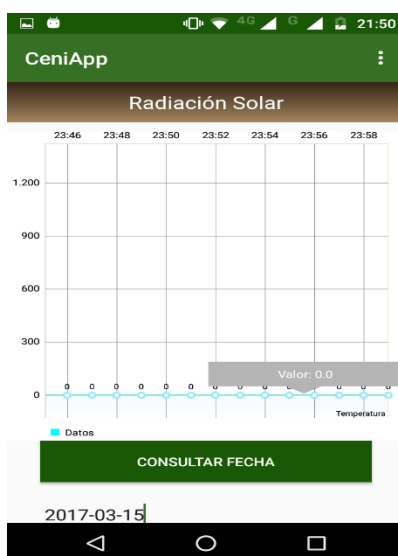


Ilustración 106. Análisis gráfica radiación solar Final

id_station	date	solar_radiation
2	2017-03-15 23:48:50	0
2	2017-03-15 23:49:47	0
2	2017-03-15 23:50:47	0
2	2017-03-15 23:51:47	0
2	2017-03-15 23:52:47	0
2	2017-03-15 23:53:47	0
2	2017-03-15 23:54:47	0
2	2017-03-15 23:55:47	0
2	2017-03-15 23:56:47	0
2	2017-03-15 23:57:47	0
2	2017-03-15 23:58:47	0
2	2017-03-15 23:59:47	0

Ilustración 107. Análisis datos radiación solar final

La radiación solar al igual que las anteriores sigue mostrando los mismo datos que la tabla de la base de datos, empezando desde debajo de 546 y finalizando con los datos en 0. La siguiente comparación es la de temperatura.

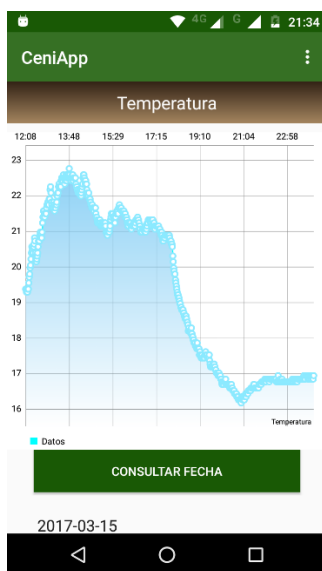


Ilustración 108. Análisis gráfica temperatura

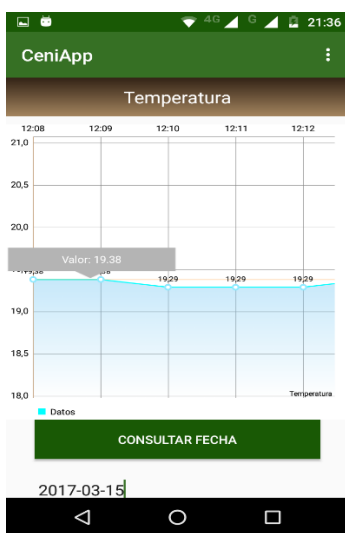


Ilustración 109. Análisis gráfica temperatura Inicio

id_station	date	temperature
2	2017-03-15 12:08:45	19.38
2	2017-03-15 12:09:45	19.38
2	2017-03-15 12:10:46	19.29
2	2017-03-15 12:11:45	19.29
2	2017-03-15 12:12:46	19.29
2	2017-03-15 12:13:46	19.38
2	2017-03-15 12:14:46	19.38
2	2017-03-15 12:15:45	19.55
2	2017-03-15 12:16:45	19.71
2	2017-03-15 12:17:46	19.8
2	2017-03-15 12:18:45	19.97
2	2017-03-15 12:19:45	20.05
2	2017-03-15 12:20:52	20.22
2	2017-03-15 12:21:46	20.39
2	2017-03-15 12:22:45	20.56
2	2017-03-15 12:23:45	20.47
2	2017-03-15 12:24:47	20.47
2	2017-03-15 12:25:45	20.39
2	2017-03-15 12:26:46	20.56
2	2017-03-15 12:27:45	20.64
2	2017-03-15 12:28:45	20.81
2	2017-03-15 12:29:46	20.73
2	2017-03-15 12:30:49	20.39
2	2017-03-15 12:31:45	20.22
2	2017-03-15 12:32:45	20.14

Ilustración 110. Análisis datos temperatura inicio

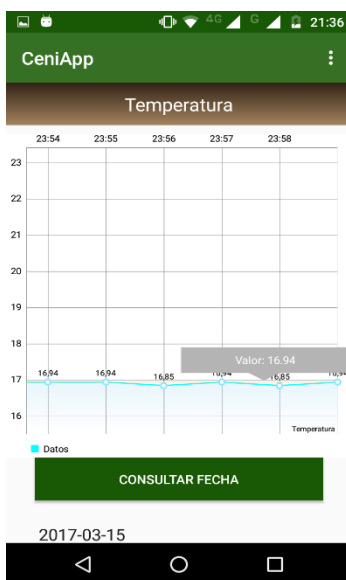


Ilustración 111. Análisis gráfica temperatura Final

id_station	date	temperature
2	2017-03-15 23:48:50	16.85
2	2017-03-15 23:49:47	16.94
2	2017-03-15 23:50:47	16.94
2	2017-03-15 23:51:47	16.94
2	2017-03-15 23:52:47	16.85
2	2017-03-15 23:53:47	16.94
2	2017-03-15 23:54:47	16.94
2	2017-03-15 23:55:47	16.94
2	2017-03-15 23:56:47	16.85
2	2017-03-15 23:57:47	16.94
2	2017-03-15 23:58:47	16.85
2	2017-03-15 23:59:47	16.94

Ilustración 112. Análisis datos temperatura final

En esta comparación de datos se puede apreciar la similitud de datos, siendo el primero 19.38 con una leve subida de sus datos hasta los 20 para luego descender terminando en 16.94 datos alrededor de los 16. La siguiente comparación es la velocidad del viento.

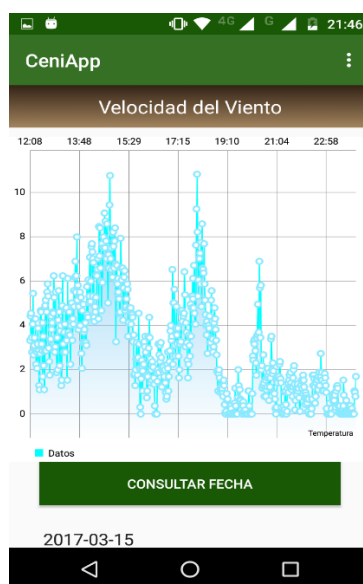


Ilustración 113. Análisis gráfica velocidad del viento

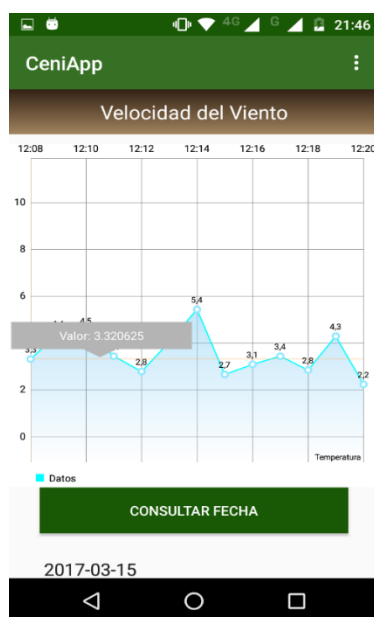


Ilustración 114. Análisis gráfica velocidad del viento Inicio

id_station	date	speed_wind
2	2017-03-15 12:08:45	3.320625
2	2017-03-15 12:09:45	4.407375
2	2017-03-15 12:10:46	4.528125
2	2017-03-15 12:11:45	3.441375
2	2017-03-15 12:12:46	2.77725
2	2017-03-15 12:13:46	4.045125
2	2017-03-15 12:14:46	5.43375
2	2017-03-15 12:15:45	2.6565
2	2017-03-15 12:16:45	3.079125
2	2017-03-15 12:17:46	3.441375
2	2017-03-15 12:18:45	2.837625
2	2017-03-15 12:19:45	4.286625
2	2017-03-15 12:20:52	2.233875
2	2017-03-15 12:21:46	2.77725
2	2017-03-15 12:22:45	2.05275
2	2017-03-15 12:23:45	3.1395
2	2017-03-15 12:24:47	3.864
2	2017-03-15 12:25:45	2.837625
2	2017-03-15 12:26:46	1.267875
2	2017-03-15 12:27:45	1.08675
2	2017-03-15 12:28:45	2.716875
2	2017-03-15 12:29:46	4.648875
2	2017-03-15 12:30:49	4.5885
2	2017-03-15 12:31:45	3.1395
2	2017-03-15 12:32:45	2.837625

Ilustración 115. Análisis datos velocidad del viento inicio



Ilustración 116. Análisis gráfica velocidad del viento final

id_station	date	speed_wind
2	2017-03-15 23:48:50	0.36
2	2017-03-15 23:49:47	0
2	2017-03-15 23:50:47	0.06
2	2017-03-15 23:51:47	0.24
2	2017-03-15 23:52:47	0
2	2017-03-15 23:53:47	0.06
2	2017-03-15 23:54:47	0
2	2017-03-15 23:55:47	0
2	2017-03-15 23:56:47	1.03
2	2017-03-15 23:57:47	0.97
2	2017-03-15 23:58:47	0.78
2	2017-03-15 23:59:47	1.69

Ilustración 117. Análisis datos velocidad del viento final

En esta ocasión los números poseen más dígitos al inicio, siendo 3.320625, y terminando con menores dígitos en este caso el último número 1.69. Las siguiente es más complicada de entender debido a la gráfica que se nos presenta, siendo la temperatura del suelo.

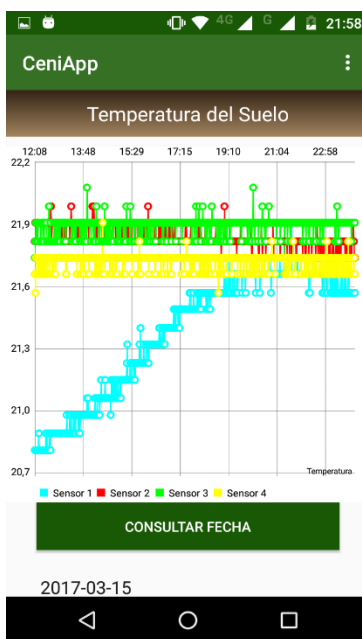


Ilustración 118. Análisis gráfica temperatura del suelo

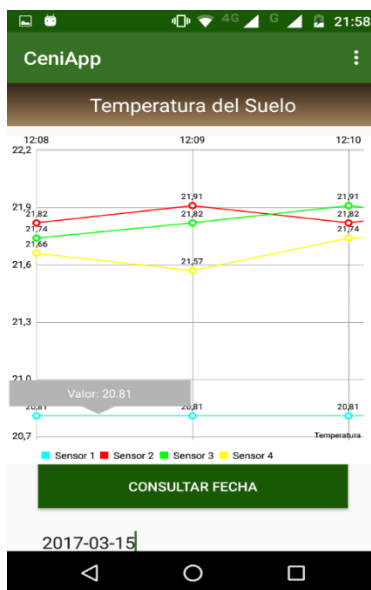


Ilustración 119. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 1 inicio

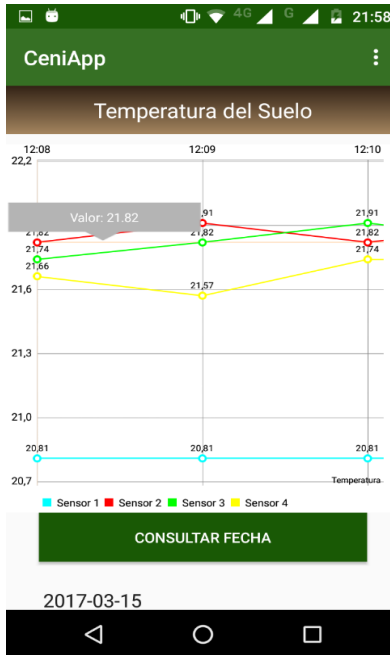


Ilustración 120. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 2 inicio

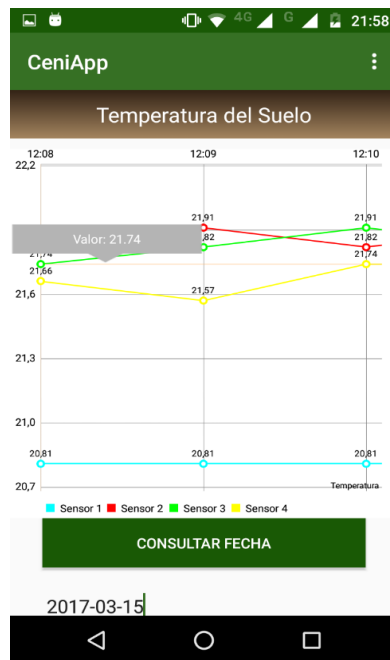


Ilustración 121. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 3 inicio

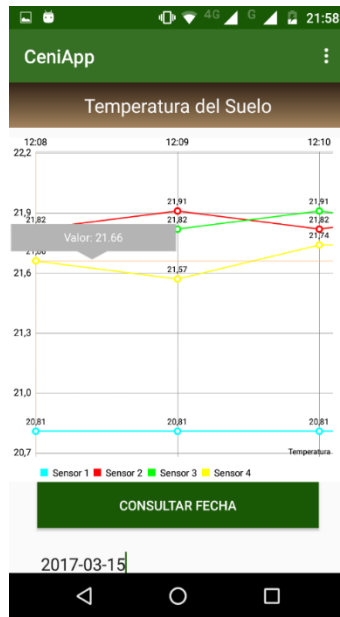


Ilustración 122. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 4 inicio

id_station	date	temperature_soil_1	temperature_soil_2	temperature_soil_3	temperature_soil_4
2	2017-03-15 12:08:45	20.81	21.82	21.74	21.66
2	2017-03-15 12:09:45	20.81	21.91	21.82	21.57
2	2017-03-15 12:10:46	20.81	21.82	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:11:45	20.81	21.91	21.82	21.74
2	2017-03-15 12:12:46	20.81	21.91	21.82	21.74
2	2017-03-15 12:13:46	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:14:46	20.81	21.91	21.82	21.66
2	2017-03-15 12:15:45	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:16:45	20.89	21.91	21.91	21.66
2	2017-03-15 12:17:46	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:18:45	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:19:45	20.81	21.91	21.91	21.66
2	2017-03-15 12:20:52	20.81	21.91	21.82	21.74
2	2017-03-15 12:21:46	20.81	21.91	21.82	21.66
2	2017-03-15 12:22:45	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:23:45	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:24:47	20.81	21.91	21.91	21.66
2	2017-03-15 12:25:45	20.81	21.91	21.82	21.66
2	2017-03-15 12:26:46	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:27:45	20.81	21.91	21.82	21.74
2	2017-03-15 12:28:45	20.81	21.91	21.91	21.66
2	2017-03-15 12:29:46	20.81	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:30:49	20.81	21.91	21.91	21.66
2	2017-03-15 12:31:45	20.89	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 12:32:45	20.81	21.91	21.91	21.74

Ilustración 123. Análisis datos temperatura del suelo inicio

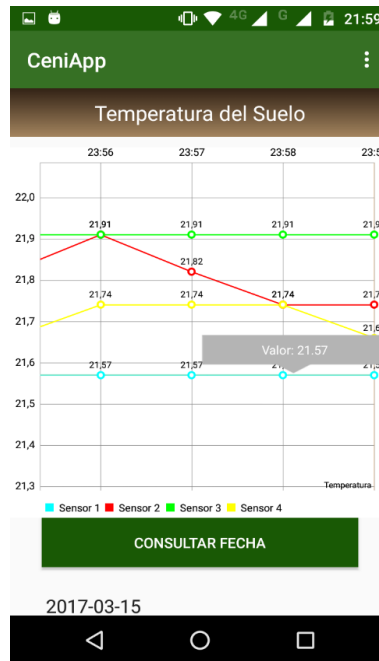


Ilustración 124. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 1 final

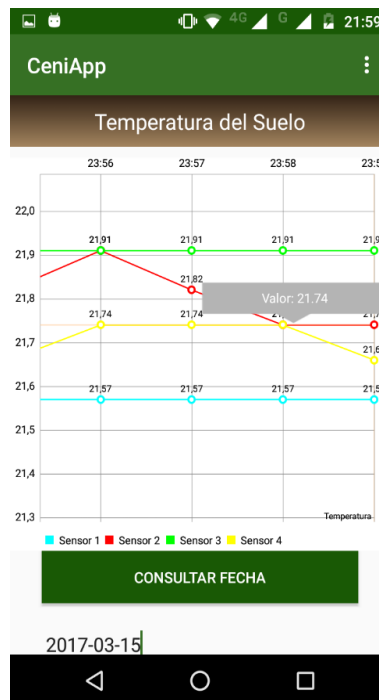


Ilustración 125. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 2 final

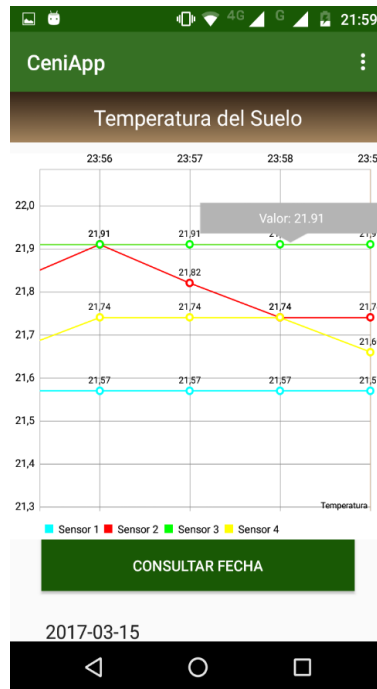


Ilustración 126. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 3 final

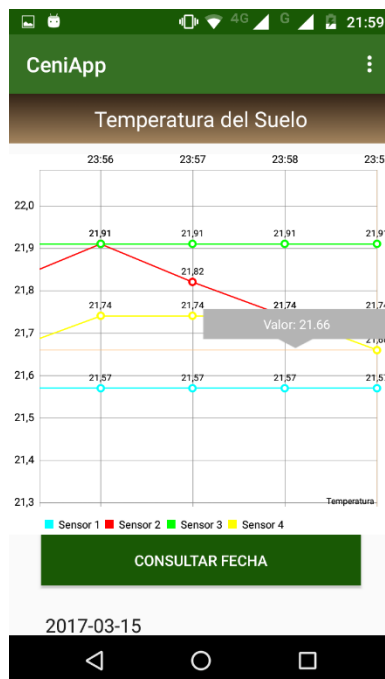


Ilustración 127. Análisis gráfica temperatura del suelo sensor 4 final

id_station	date	temperature_soil_1	temperature_soil_2	temperature_soil_3	temperature_soil_4
2	2017-03-15 23:48:50	21.57	21.74	21.91	21.74
2	2017-03-15 23:49:47	21.57	21.82	21.91	21.66
2	2017-03-15 23:50:47	21.57	21.74	21.91	21.66
2	2017-03-15 23:51:47	21.57	21.82	21.91	21.74
2	2017-03-15 23:52:47	21.57	21.74	21.82	21.66
2	2017-03-15 23:53:47	21.57	21.82	21.91	21.66
2	2017-03-15 23:54:47	21.57	21.82	21.91	21.66
2	2017-03-15 23:55:47	21.57	21.82	21.91	21.66
2	2017-03-15 23:56:47	21.57	21.91	21.91	21.74
2	2017-03-15 23:57:47	21.57	21.82	21.91	21.74
2	2017-03-15 23:58:47	21.57	21.74	21.91	21.74
2	2017-03-15 23:59:47	21.57	21.74	21.91	21.66

Ilustración 128. Análisis datos temperatura del suelo final

En esta variable podemos observar 4 líneas de las cuales se puede comprobar que en el sensor 1 el inicio es 20.81, para el sensor 2 es 21.82, para el sensor 3 es 21.74 y para el 4 es 21.66. Para el final, el sensor 1 es 21.57, para el sensor 2 es 21.74, para el 3 es 21.91 y para el 4 es 21.74. Por último la humedad del suelo.

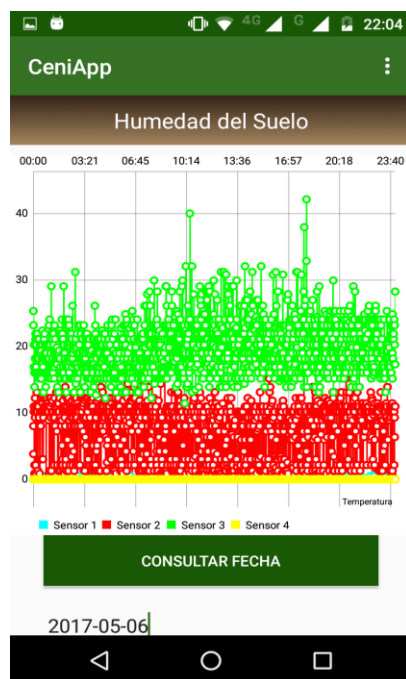


Ilustración 129. Análisis gráfica humedad del suelo

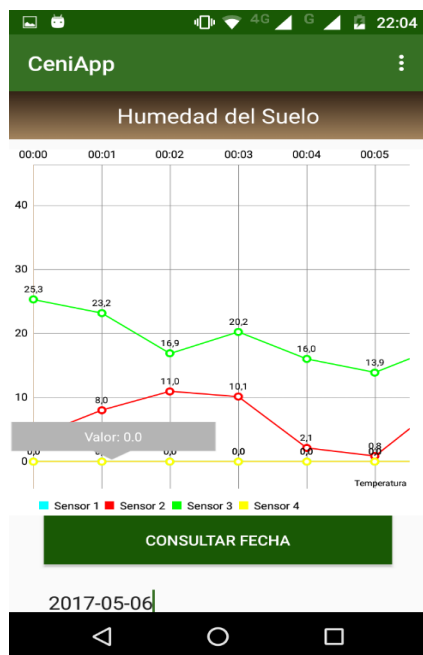


Ilustración 130. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 1 inicio

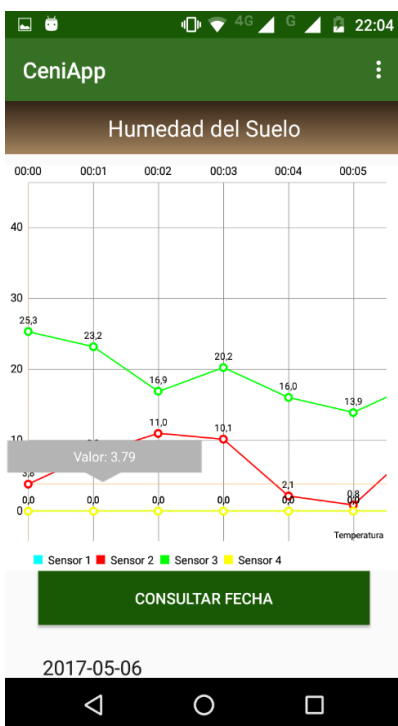


Ilustración 131. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 2 inicio

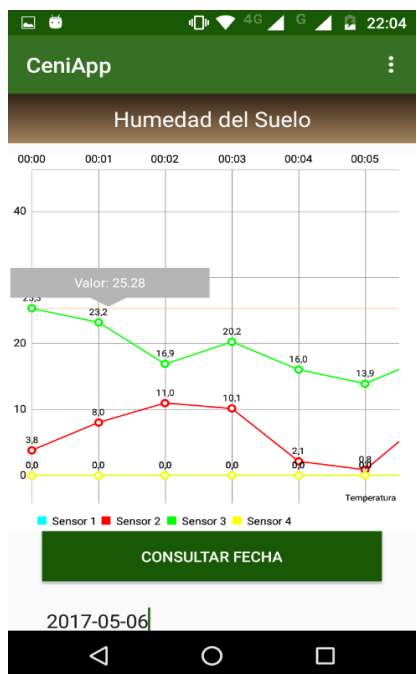


Ilustración 132. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 3 inicio

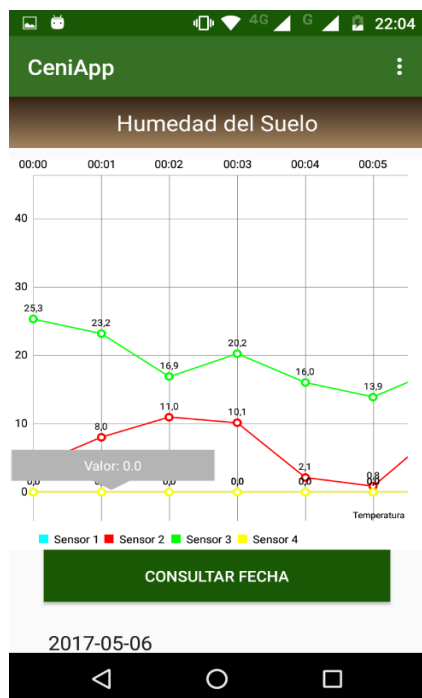


Ilustración 133. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 4 inicio

id_station	date	soil_moisture_1	soil_moisture_2	soil_moisture_3	soil_moisture_4
2	2017-05-06 00:00:18	0	3.79	25.28	0
2	2017-05-06 00:01:19	0	8.01	23.17	0
2	2017-05-06 00:02:18	0	10.96	16.85	0
2	2017-05-06 00:03:19	0	10.11	20.23	0
2	2017-05-06 00:04:18	0	2.11	16.01	0
2	2017-05-06 00:05:18	0	0.84	13.9	0
2	2017-05-06 00:06:18	0	9.27	18.12	0
2	2017-05-06 00:07:22	0	12.22	16.85	0
2	2017-05-06 00:08:24	0	10.11	21.07	0
2	2017-05-06 00:09:18	0	2.11	21.91	0
2	2017-05-06 00:10:19	0	10.96	16.85	0
2	2017-05-06 00:11:37	0	10.11	20.23	0
2	2017-05-06 00:12:19	0	0.84	16.01	0
2	2017-05-06 00:13:18	0	10.96	21.07	0
2	2017-05-06 00:14:19	0	13.06	18.12	0
2	2017-05-06 00:15:33	0	10.96	21.91	0
2	2017-05-06 00:16:18	0	10.11	21.07	0
2	2017-05-06 00:17:18	0	1.26	16.01	0
2	2017-05-06 00:18:19	0	10.96	18.12	0
2	2017-05-06 00:19:18	0	10.96	18.12	0
2	2017-05-06 00:20:18	0	10.96	16.01	0
2	2017-05-06 00:21:19	0	9.27	21.07	0
2	2017-05-06 00:22:18	0	9.27	21.07	0
2	2017-05-06 00:23:18	0	8.01	15.17	0
2	2017-05-06 00:24:18	0	0.84	15.17	0

Ilustración 134. Análisis datos humedad del suelo inicio

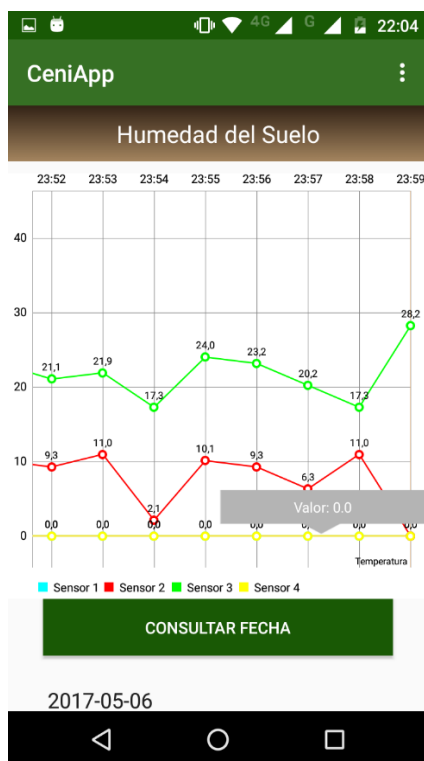


Ilustración 135. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 1 final

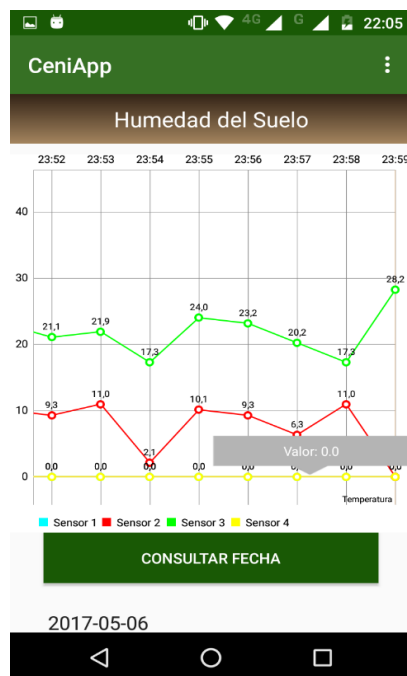


Ilustración 136. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 2 final

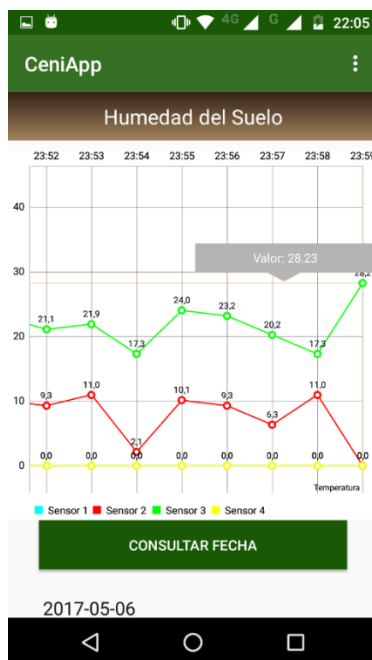


Ilustración 137. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 3 final

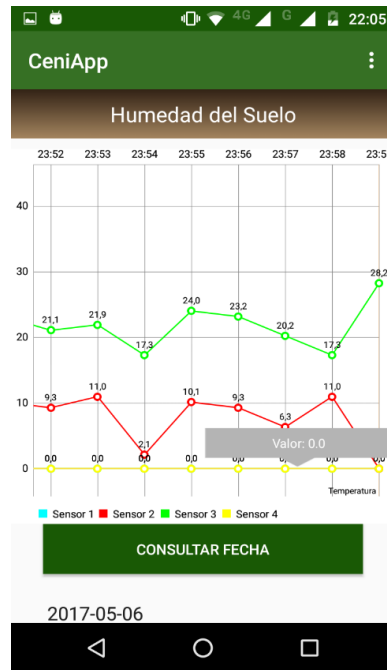


Ilustración 138. Análisis gráfica humedad del suelo sensor 4 final

id_station	date	soil_moisture_1	soil_moisture_2	soil_moisture_3	soil_moisture_4
2	2017-05-06 23:40:21	0	1.26	16.01	0
2	2017-05-06 23:41:21	0	9.27	23.17	0
2	2017-05-06 23:42:21	0	9.27	18.96	0
2	2017-05-06 23:43:21	0	0.42	16.01	0
2	2017-05-06 23:44:21	0	10.96	21.07	0
2	2017-05-06 23:45:21	0	10.11	21.91	0
2	2017-05-06 23:46:21	0	10.96	18.12	0
2	2017-05-06 23:47:21	0	11.38	18.96	0
2	2017-05-06 23:48:21	0	0.42	15.17	0
2	2017-05-06 23:49:21	0	1.26	24.86	0
2	2017-05-06 23:50:21	0.42	10.53	18.12	0
2	2017-05-06 23:51:21	0	10.11	23.17	0
2	2017-05-06 23:52:21	0	9.27	21.07	0
2	2017-05-06 23:53:21	0	10.96	21.91	0
2	2017-05-06 23:54:21	0	2.11	17.28	0
2	2017-05-06 23:55:21	0	10.11	24.02	0
2	2017-05-06 23:56:21	0	9.27	23.17	0
2	2017-05-06 23:57:21	0	6.32	20.23	0
2	2017-05-06 23:58:21	0	10.96	17.28	0
2	2017-05-06 23:59:21	0	0	28.23	0

Ilustración 139. Análisis datos humedad del suelo final

En los registros iniciales, el primer sensor es 20.81, el sensor 2 es 21.82, el sensor 3 es 21.74 y el sensor 4 es 21.66; en los registros finales el primer sensor es 0, el sensor 2 es 1.26, el sensor 3 es 16.01 y el sensor 4 es 0. Se ha comprobado que los datos si son coherentes entre las gráficas y lo que se encuentra en la base de datos.

12. Conclusiones

Con la evidencia mostrada en el proyecto podemos ver los resultados obtenidos en el análisis de los datos de las variables agrometeorológicas, las cuales culminaron con la realización de las distintas gráficas presentes en la aplicación, de forma visualmente cómoda y entendible a todo público.

En cuanto al diseño de la app se puede observar una interfaz bastante cómoda y fácil de usar para cualquier usuario que no sea muy conocedor de las aplicaciones móviles, como la selección de estaciones por medio de markers o por listado, también en la búsqueda de los datos por fecha, ya sea digitando o usando el calendario presentado por la app; la visualización de los datos resultantes también son fáciles de entender y manejar, cuentan con un zoom que permite ver más detalladamente la información dada la gran cantidad de datos y permite deslizar la pantalla para contemplar todos los detalles de la gráfica de inicio a fin.

En los requisitos iniciales se presentaron un cumulo de datos que inicialmente producía problemas como caídas en el aplicativo pero con el avanzar del proyecto se fueron solucionando estos problemas por medio de pruebas las cuales fueron exitosas demostrando la calidad del producto, ya que al realizar los debidos análisis y revisiones, el aplicativo fue capaz de soportar una gran cantidad de datos en una sola gráfica que albergaba diversos sensores. También se demostró la fiabilidad de las variables representadas con la coincidencia de datos entre gráficas y la misma base de datos.

La creación de un aplicativo a este campo aporta un avance a este sector agrícola que se sigue rigiendo por lo tradicional, la tecnología siempre ha sido un recurso que facilita mucho los trabajos en algunos casos y puede llegar a ser más beneficioso de los que se cree.

13. Referencias

- Groussard, T. (2012). *JAVA 7: Los fundamentos del lenguaje Java* (Ediciones). Barcelona.
- Abreu, J. L. (2012). *Hipótesis, Método & Diseño de Investigación*. México. Retrieved from [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf)
- Alesga. (2014). Diccionario de informática y tecnología: Apache. Retrieved from http://www.alesga.com.ar/Dic/servidor_apache.php
- Alesga. (2015). Diccionario de informática y tecnología: PHP. Retrieved from <http://www.alesga.com.ar/Dic/php.php>
- Aquadaia. (2016). Características Aquadaia. Retrieved from <http://www.aquadaia.com>
- Barrios, C. M. I. (2015). *Agenda Interna-Plan Regional de Competitividad del Huila*. Colombia. Retrieved from <file:///C:/Users/CristianCamilo/Downloads/AgendaInternaPlanRegionalCompetitividadHuila.pdf>
- Bastar, S. G. (2012). *Metodología de la Investigación*. México. Retrieved from http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- Calleja, M. A. (2014). *Estándares de codificación*. España. Retrieved from <http://www.cisiad.uned.es/carmen/estilo-codificacion.pdf>
- Cenigaa. (2010). CENIGAA About. Retrieved from <https://cenigaa.org/wp/about-us/>
- Deborah. (2015). Temperatura. Retrieved from <http://www.definicion.co/temperatura/?s=temperatura#ixzz5BUganSiK>
- Enaire. (2015). *Conceptos Básicos METEOROLOGÍA*. España. Retrieved from <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiT78SZp5raAhUNx1kKHdw5DnMQFgiCATAI&url=http%3A%2F%2Fempleo.enaire.es%2Fempleo%2FmostrarBinarioSharepoint.jsp%3FurlPDF%3DLists%2FOcupaciones%2FAttachments%2F91%2FTema>
- Fuentes, M. del C. G. (2011). *ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS*. México. Retrieved from http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/librosec/Notas_Analisis_Requerimiento.pdf
- Hamel, G. (2018). ¿Qué es la velocidad del viento? Retrieved from <https://www.geniolandia.com/13181757/que-es-la-velocidad-del-viento>

- Harvie, D. P., & Agah, A. (2016). *Targeted Scrum: Applying Mission Command to Agile Software Development*. New York.
- Moreno, V. R., & Gourcy, F. R. (2017). *La agrometeorología De la ciencia a la producción de cultivos en campo*. Colombia.
- Mormeneo, I. (2007). ¿Qué es la Agrometeorología? Retrieved from <http://agrometeorologia.criba.edu.ar>
- Moya, R. (2012). Modelo “4+1” vistas de Kruchten. Retrieved from <https://jarroba.com/modelo-41-vistas-de-kruchten-para-dummies/>
- Neotys. (2018). NeoLoad. Retrieved from <https://www.neotys.com/neoload/overview>
- Precision Farming. (2012). Crop Yield Forecasting App Optimizer 2.0. Retrieved from <https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/230-crop-yield-forecasting-app-can-now-utilize-gps-soil-testing-data>
- Quality Devs. (2018). Por qué necesito una aplicación móvil para mi empresa.
- Rodríguez Moreno, V. M., & Ramos Gourcy, F. (2017). *La agrometeorología De la ciencia a la producción de cultivos en campo*. Colombia.
- Romero, Y. F., & González, Y. D. (2012). *Patrón Modelo-Vista-Controlador*. Cuba. Retrieved from <http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/viewFile/15/10>
- Saha, A. K. (2005). *MySQL: Introducción, Características y Beneficios*.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). *The Definitive Guide to Scrum The Rules of the Game*. California. Retrieved from <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-us.pdf>
- Seta, L. De. (2013). Las 9 cualidades del código limpio. Retrieved from <https://dosideas.com/noticias/desarrollo-de-software/965-las-9-cualidades-del-codigo-limpio>
- Silva, J. G. (2010). Las biotecnologías en la agroindustria en los países en desarrollo. Retrieved from <http://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/agro-industry/es/>
- Silva, J. G. (2017). *Manual de AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE*. Retrieved from <http://www.fao.org/climatechange/37495-0edc2355c27f19ee5cee068a90496add9.pdf>
- Sinergia. (2006). *Impactos Ambientales en la Agricultura*. Retrieved from http://www.lifesinergia.org/formacion/curso/03_impactos_ambientales_en_agr.pdf
- Sistemas Electrònics PROGRÉS S.A. (2016). *What is Agrónic APP?* España.

Spaetti, C. (2018). Farm Data Working Together: FieldView™ Equipment Compatibility. Retrieved from <https://www.climate.com/blog/farm-data-working-together>

Tutorials Point. (2016). Laravel Tutorial. Retrieved from <https://www.tutorialspoint.com/laravel/index.htm>

Velasco, L. G. (2012). *POO: Programación orientada a objetos*. España. Retrieved from http://mmc.geofisica.unam.mx/femp/ProgramacionOrientadaObjetos/POO_1.pdf

Velázquez, J. A., Arrieta, F. Á., & Iglesias, L. M. (2007). *Generador del Modelo Relacional y Esquemas de Bases de Datos a partir del modelo Entidad/Relación*. España. Retrieved from http://eprints.ucm.es/9037/1/Generador_del_Modelo_Relacional_y_Esquemas_de_Bases_de_Datos.pdf

VisualNACert. (2017). Tecnología con Mapas Interactivos para una Gestión Agraria Rentable. Retrieved from <https://visualnacert.com/visual3-0/>

Yair. (2014). Qué es Composer y cómo usarlo. Retrieved from <https://styde.net/que-es-composer-y-como-usarlo/>

Mendoza, V. H. (2014). MiPronóstico, la aplicación oficial del Ideam. Retrieved from <http://www.eluniversal.com.co/tecnologia/aplicaciones/mipronostico-la-aplicacion-oficial-del-ideam-159988>

Mena, M. P. (2012). Aplicaciones Agrometeorológicas para el Desarrollo Agrícola del Ecuador. Quito.

Android Studio. (2015). Android Studio Guía del Usuario. Retrieved from <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419>

Jahoda, P. (2016). MPAndroidChart. Retrieved from <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>

Roldan, A. F. C. (2010). El Bristol: rasgos e imágenes de lo popular. Barranquilla.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. del pilar baptista. (n.d.). Metodología de la investigación 6a edición. (M. G. Hill, Ed.). México D.F.

Weenat. (2017). About Weenat. Retrieved from <https://www.weenat.com>