

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: "Visión Artificial para la toma de lectura de agua potable"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Ciencias de la Computación

AUTORA: Yánez Magno Lizbeth Estefania

TUTOR: Msc. Hidalgo Gujarro Jairo

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Yánez Magno Lizbeth Estefania con el número de cédula 2100655865 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Visión Artificial para la toma de lectura de agua potable”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO VLADIMIR
HIDALGO GUIJARRO**

MSc. Hidalgo Jairo

TUTOR

Tulcán, febrero de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Yánez Magno Lizbeth Estefania con cédula de identidad número 2100655865 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Yánez Magno Lizbeth Estefania

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Yánez Magno Lizbeth Estefania declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Visión Artificial para la toma de lectura de agua potable" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Yánez Magno Lizbeth Estefania

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado en cada paso que di, gracias por darme la fortaleza, la sabiduría y el conocimiento necesario para enfrentar las adversidades y permitirme culminar una etapa más en mi vida.

A mi madre por el apoyo incondicional, me permitió culminar esta etapa de formación académica.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, que me abrió las puertas, a sus autoridades y docentes cuya enseñanza dio forma a mi formación profesional.

A mi tutor Msc. Jairo Hidalgo por su esfuerzo y dedicación, quien con su conocimiento y experiencia me guio en el desarrollo del proyecto de investigación.

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo de titulación a Dios quien me ha dado la oportunidad de culminar esta maravillosa etapa de mi vida. En esta etapa puedo entender y apreciar cada bendición que él me ha dado.

A mi hijo Eliel Nicolás, tu afecto y tu cariño hacen nacer mi alegría, mi esfuerzo y deseo de buscar lo mejor para ti. Aún a tu corta edad me enseñaste y me enseñarás muchas cosas en esta vida. Fuiste mi mayor motivación para culminar con éxito esta etapa, gracias por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de esta; puede que no entiendas mis palabras, pero cuando lo hagas, quiero que entiendas lo que significas para mí.

ÍNDICE

RESUMEN.....	23
INTRODUCCIÓN.....	25
I. EL PROBLEMA	26
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	28
1.3. JUSTIFICACIÓN	28
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	29
1.4.1. Objetivo General	29
1.4.2. Objetivos Específicos	29
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	29
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	31
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	31
2.2. MARCO TEÓRICO.....	36
2.2.1. Visión Artificial.....	36
2.2.2. Lectura de agua potable.....	52
2.2.4. Entornos de desarrollo para Aplicaciones Móviles y Web.....	58
2.2.5. Metodología de desarrollo.....	61
III. METODOLOGÍA	65
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	65
3.1.1. Enfoque	65
3.1.2. Tipo de Investigación	66
3.2. IDEA A DEFENDER	67
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	67
3.3.1 Definición	67

3.3.2. Operacionalización de variables	68
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	70
3.4.1. Métodos.....	70
3.4.2. Técnica de investigación	71
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	72
3.5.1. Población y muestra	72
3.5.2. Análisis de entrevista.....	74
3.5.3. Análisis de encuesta	75
3.5.3. Recursos.....	90
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	92
4.1. RESULTADOS.....	92
4.1.1. Resultados de la entrevista.....	92
4.2. DISCUSIÓN	98
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1. CONCLUSIONES	100
5.2. RECOMENDACIONES	101
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
VII. ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes RGB de una imagen	39
Figura 2. Procesos de OCR	42
Figura 3. Funcionamiento de YOLO	45
Figura 4. Anatomía de un detector de objetos.	46
Figura 5. Funcionamiento de R-CNN.....	47
Figura 6. Comparación de algoritmos R-CNN, Fast R-CNN	48
Figura 7. Regiones con funciones Faster R-CNN	48
Figura 8. A la izquierda el módulo RPN y derecha el módulo de Fast R-CNN formando Faster R-CNN.....	51
Figura 9. Tarifas de consumo.....	52
Figura 10. Modelo-Vista-Controlador.....	56
Figura 11. Esquema de bifurcación de GitHub	57
Figura 12. Pregunta 1	75
Figura 13. Pregunta 2.....	76
Figura 14. Pregunta 3.....	77
Figura 15. Pregunta 4.....	78
Figura 16. Pregunta 5.....	79
Figura 17. Pregunta 6.....	80
Figura 18. Pregunta 7	81
Figura 19. Pregunta 8.....	82
Figura 20. Pregunta 1	83
Figura 21. Pregunta 2.....	84
Figura 22. Pregunta 3.....	85
Figura 23. Pregunta 4.....	86
Figura 24. Pregunta 5.....	87
Figura 25. Pregunta 6.....	87

Figura 26. Pregunta 7	88
Figura 27. Pregunta 8	89
Figura 28. Proceso de extracción de caracteres	93
Figura 29. Formula de función de perdida	94
Figura 30. Fórmula para regresión.....	95
Figura 31. Medidor de agua potable.....	96
Figura 32. Entrenamiento CNN	97
Figura 33. Iteraciones de entrenamiento.....	97
Figura 34. Verificación de testeo	97
Figura 35. Organigrama del GAD Municipal de Putumayo.....	125
Figura 36. Base de datos relacional.....	141
Figura 37. Página principal del sistema.....	142
Figura 38. Ingreso al sistema	142
Figura 39. Recuperar contraseña	143
Figura 40. Interfaz principal del administrador	143
Figura 41. Registro de usuarios.....	143
Figura 42. Creación de usuarios	144
Figura 43. Edición de usuarios.....	144
Figura 44. Interfaz de tarifas	144
Figura 45. Interfaz de nuevas tarifas	145
Figura 46. Interfaz para editar tarifas	145
Figura 47. Interfaz de la sección cuenta.....	145
Figura 48. Creación de cuentas.....	146
Figura 49. Búsqueda de usuario	146
Figura 50. Registro de dirección.....	146
Figura 51. Editar cuentas	147

Figura 52. Asignación de lecturas	147
Figura 53. Visualización de las lecturas.....	147
Figura 54. Edición de lectura.....	148
Figura 55. Exportación de reporte mensual	148
Figura 56. Login de planillero.....	148
Figura 57. Vista de lecturas.....	149
Figura 58. Edición de lectura.....	149
Figura 59. Ingresó como cliente.....	149
Figura 60. Planillas de consumo de los clientes	150
Figura 61. Descripción de reporte de consumo.....	150
Figura 62. Reporte de consumo.....	150
Figura 63. Iniciar sesión	151
Figura 64. Lecturas	151
Figura 65. Captura de mediador.....	152
Figura 66. Edición de lecturas	152
Figura 67. Menú del aplicativo móvil	153
Figura 68. Perfil de usuario	153
Figura 69. Caso de uso de Login.....	154
Figura 70. Caso de uso de Usuario	155
Figura 71. Caso de uso de Tarifas	156
Figura 72. Caso de uso de Cuentas	158
Figura 73. Caso de uso de Lecturas	159
Figura 74. Caso de uso de Planillero en el sistema web	160
Figura 75. Caso de uso de Cliente	162
Figura 76. Caso de uso de Planillero en la aplicación móvil.....	163
Figura 77. Página principal	164

Figura 78. Código de página principal	165
Figura 79. Iniciar sesión administrador y planilleros.....	165
Figura 80. Código de inicio de sesión administrador y planilleros.....	165
Figura 81. Código de inicio de sesión administrador y planilleros.....	166
Figura 82. Inicio de sesión para clientes.....	166
Figura 83. Código inicio de sesión para clientes	166
Figura 84. Código inicio de sesión para clientes	167
Figura 85. Restablecer contraseña	167
Figura 86. Enlace para recuperar contraseña.....	167
Figura 87. Restablecimiento de contraseña	168
Figura 88. Código para restablecer contraseña	168
Figura 89. Código para restablecer contraseña	168
Figura 90. Menú de administración	169
Figura 91. Menú de administración	169
Figura 92. Interfaz de usuario	170
Figura 93. Código de usuario.....	170
Figura 94. Código de usuario.....	170
Figura 95. Edición de usuarios.....	171
Figura 96. Código de edición de usuarios.....	171
Figura 97. Código de edición de usuarios.....	171
Figura 98. Creación de nuevos usuarios	172
Figura 99. Código de creación de nuevos usuarios y asignación de roles.....	172
Figura 100. Código de creación de nuevos usuarios y asignación de roles.....	172
Figura 101. Tarifas.....	173
Figura 102. Editar tarifas.....	173
Figura 103. Código de tarifas.....	173

Figura 104. Código de actualización de tarifas	174
Figura 105. Código de tarifas	174
Figura 106. Cuentas	174
Figura 107. Crear cuentas.....	175
Figura 108. Código de crear cuentas.....	175
Figura 109. Código de crear cuentas.....	175
Figura 110. Editar cuentas.....	176
Figura 111. Código de editar cuentas.....	176
Figura 112. Código de editar cuentas.....	176
Figura 113. Código de editar cuentas.....	177
Figura 114. Lecturas	177
Figura 115. Código de lecturas.....	178
Figura 116. Asignación de lecturas	178
Figura 117. Código de asignación de lecturas	178
Figura 118. Código de asignación de lecturas	179
Figura 119. Código de asignación de lecturas	179
Figura 120. Código de asignación de lecturas	179
Figura 121. Edición de lectura.....	180
Figura 122. Código de edición de lectura.....	180
Figura 123. Código de edición de lectura.....	180
Figura 124. Descarga de reporte mensual.....	181
Figura 125. Código del reporte	181
Figura 126. Código del reporte	181
Figura 127. Código del reporte	182
Figura 128. Código del reporte	182
Figura 129. Planillero	183

Figura 130. Edición de lectura	183
Figura 131. Código de planillero	183
Figura 132. Código de planillero	184
Figura 133. Código de planillero	184
Figura 134. Login del aplicativo móvil	185
Figura 135. Registro de lecturas.....	185
Figura 136. Código de registro de lecturas	186
Figura 137. Registro de consumo de agua potable	186
Figura 138. Código de registro de consumo de agua potable	187
Figura 139. Código de registro de consumo de agua potable	187
Figura 140. Código de registro de consumo de agua potable	187
Figura 141. Código de API de consumo de agua potable	188
Figura 142. Código de API de consumo de agua potable	188
Figura 143. Código de API de consumo de agua potable	188
Figura 144. Código de API de consumo de agua potable	189
Figura 145. Código de API de consumo de agua potable	189
Figura 146. Menú de navegación.....	189
Figura 147. Código de menú de navegación	190
Figura 148. Perfil	190
Figura 149. Código de perfil.....	190
Figura 150. Lecturas.....	191
Figura 151. Código de cliente	191
Figura 152. Registro de usuarios.....	192
Figura 153. Registro de tarifas	192
Figura 154. Registro de cuenta.....	193
Figura 155. Registro de asignación de lectura.....	193

Figura 156. Módulo de clientes	194
Figura 157. Módulo de planillero.....	194
Figura 158. Página principal	216
Figura 159. Inicio de sesión	216
Figura 160. Restablecer contraseña.....	217
Figura 161. Enlace para recuperar contraseña	217
Figura 162. Restablecimiento de contraseña	217
Figura 163. Menú Principal-Administrador	218
Figura 164. Módulos del sistema	219
Figura 165. Interfaz de Usuario	219
Figura 166. Interfaz para crear nuevos usuarios	220
Figura 167. Interfaz de editar.....	220
Figura 168. Interfaz de Tarifas	221
Figura 169. Interfaz de editar tarifas	221
Figura 170. Interfaz de nueva tarifa.....	222
Figura 171. Listado de cuentas	222
Figura 172. Crear cuenta	223
Figura 173. Registrar dirección	223
Figura 174. Edición de cuenta	224
Figura 175. Asignación de lectura.....	224
Figura 176. Buscar usuario.....	225
Figura 177. Visualización de lecturas.....	225
Figura 178. Edición de lectura.....	226
Figura 179. Reporte mensual	226
Figura 180. Lecturas	227
Figura 181. Edición de lecturas	227

Figura 182. Ingresos de clientes	227
Figura 183. Ventana principal de clientes	228
Figura 184. Consumo mensual.....	228
Figura 185. Reporte de consumo	229
Figura 186. Iniciar sesión.....	232
Figura 187. Sección de Lectura	232
Figura 188. Registro de lectura	233
Figura 189. Sección Perfil	233
Figura 190. Directorios del proyecto	236
Figura 191. Subdirectorios de Http	237
Figura 192. Directorio Routes.....	237
Figura 193. Código fuente de web.php	238
Figura 194. Código de app.php	238
Figura 195. Directorio public	239
Figura 196. Directorio resources.....	239
Figura 197. Lang.....	239
Figura 198. Views blade.php.....	240
Figura 199. Archivo. env	240
Figura 200. Estructura Raíz de Ionic.....	241
Figura 201. Subdirectorios src.....	241
Figura 202. Subdirectorios app	242
Figura 203. Código fuente de App-routing. module.ts.....	242
Figura 204. Código fuente de app.component.html	242
Figura 205. Código fuente de app. component.scss	243
Figura 206. Código fuente de app. component.ts	243
Figura 207. Subdirectorio de assets.....	244

Figura 208. Código fuente de theme	244
Figura 209. Código fuente de global. scss	244
Figura 210. Código fuente de index.html.....	245
Figura 211. Código fuente de angular. json.....	245
Figura 212. Código fuente de package-lock. json	245
Figura 213. Código fuente de package. json.....	246

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de funcionamiento de YOLOV5	46
Tabla 2. Análisis de algoritmo FASTER RCNN.....	49
Tabla 3. Características de los algoritmos	50
Tabla 4. Características de Base de datos relacional y no relacional.....	54
Tabla 5. Sistemas de gestores de bases de datos más usados	55
Tabla 6. Comparativa de metodologías de desarrollo	61
Tabla 7. Características de metodologías de desarrollo ágiles	63
Tabla 8. Operacionalización de variables: variable independiente.....	68
Tabla 9. Operacionalización de variables: variable dependiente.....	69
Tabla 10. Población de estudio.....	72
Tabla 11. Fracción muestral	73
Tabla 12. Pregunta 1	75
Tabla 13. Pregunta 2	76
Tabla 14. Pregunta 3	77
Tabla 15. Pregunta 4	78
Tabla 16. Pregunta 5	79
Tabla 17. Pregunta 6	80
Tabla 18. Pregunta 7	81
Tabla 19. Pregunta 8	82
Tabla 20. Pregunta 1	83
Tabla 21. Pregunta 2	84
Tabla 22. Pregunta 3	85
Tabla 23. Pregunta 4	86
Tabla 24. Pregunta 5	87
Tabla 25. Pregunta 6	88

Tabla 26. Pregunta 7	88
Tabla 27. Pregunta 8.....	89
Tabla 28. Recursos Humanos	90
Tabla 29. Recursos Institucionales	90
Tabla 30. Recursos Materiales	91
Tabla 31. Recursos Económicos	91
Tabla 32. Entrenamiento de la CNN.....	96
Tabla 33. Recursos Software	126
Tabla 34. Recursos de Hardware	127
Tabla 35. Recursos materiales	127
Tabla 36. Recursos humanos	127
Tabla 37. Recursos tecnológicos.....	128
Tabla 38. Roles del Proyecto	130
Tabla 39. Requerimiento Funcional RF01	131
Tabla 40. Requerimiento Funcional RF02.....	132
Tabla 41. Requerimiento Funcional RF03.....	132
Tabla 42. Requerimiento Funcional RF04.....	133
Tabla 43. Requerimiento Funcional RF05.....	133
Tabla 44. Requerimiento Funcional RF06.....	133
Tabla 45. Requerimiento Funcional RF07	134
Tabla 46. Requerimiento Funcional RF08.....	134
Tabla 47. Requerimiento Funcional RF09	135
Tabla 48. Requerimiento Funcional RF10.....	135
Tabla 49. Requerimiento Funcional RF11	136
Tabla 50. Requerimiento Funcional RF12.....	136
Tabla 51. Requerimiento Funcional RF13.....	136

Tabla 52. Requerimiento no Funcional RNF01	137
Tabla 53. Requerimiento no Funcional RNF02	137
Tabla 54. Requerimiento no Funcional RNF03	138
Tabla 55. Requerimiento no Funcional RNF04	138
Tabla 56. Caso de uso (Login)	154
Tabla 57. Caso de uso de Usuario.....	155
Tabla 58. Caso de uso de Tarifas.....	156
Tabla 59. Caso de uso de Cuentas	158
Tabla 60. Caso de uso de Lecturas.....	159
Tabla 61. Caso de uso de Planillero en el sistema web	161
Tabla 62. Caso de uso de Cliente	162
Tabla 63. Caso de uso de Planillero en la aplicación móvil	163
Tabla 64. Historial de seguimiento de pruebas	194
Tabla 65. Ingreso correcto de iniciar sesión.....	195
Tabla 66. Ingreso incorrecto de iniciar sesión.....	196
Tabla 67. Recuperación de contraseña	197
Tabla 68. Creación correcta de usuario	197
Tabla 69. Creación incorrecta de usuario	198
Tabla 70. Editar información correcta del usuario.....	198
Tabla 71. Creación correcta de tarifas	199
Tabla 72. Creación incorrecta de tarifas	199
Tabla 73. Editar información correcta de tarifas	200
Tabla 74. Creación correcta de cuenta de los usuarios	200
Tabla 75. Creación incorrecta de cuenta de los usuarios	201
Tabla 76. Editar información correcta de cuentas.....	202
Tabla 77. Asignación correcta de lecturas	202

Tabla 78. Asignación incorrecta de lecturas	203
Tabla 79. Edición de información correcta de las lecturas	203
Tabla 80. Registro correcto de consumo de agua	204
Tabla 81. Edición correcta de consumo de agua.....	204
Tabla 82. Generación del reporte mensual de consumo de agua ha sido correcta	205
Tabla 83. Generación del del reporte de planillas por parte de los clientes ha sido correcta.....	206
Tabla 84. Control de calidad de software	207
Tabla 85. Control de calidad de software Samsung Galaxy A13.....	209
Tabla 86. Control de calidad de software	211

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de sustentación de la Predefensa	110
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	111
Anexo 3. Certificado de antiplagio del informe de investigación	113
Anexo 4. Autorización por el GAD Municipal de Putumayo.....	114
Anexo 5. Entrevista realizada a Ing. María José Songor	115
Anexo 6. Entrevista realizada a Ing. María José Songor	116
Anexo 7. Certificado de culminación del proyecto de investigación.....	117
Anexo 8. Encuesta de investigación dirigida a los Usuarios.....	118
Anexo 9. Encuesta de investigación dirigida a los Empleados	119
Anexo 10. Criterios de evaluación.....	121
Anexo 11. Plan de desarrollo del software.	122
Anexo 12. Manual de Usuario del Aplicativo web	214
Anexo 13. Manual de Usuario del Aplicativo móvil.....	230
Anexo 14. Manual de Programador	234

RESUMEN

La presente investigación, "Visión artificial para la toma de lectura de agua potable", se realizó en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo del cantón Sucumbíos, cuyo objetivo fue desarrollar una solución tecnológica mediante visión artificial para la toma de lectura de agua potable; la cual se centró en el levantamiento de información para la automatización del registro de la lectura del consumo de agua de los medidores de la ciudad. Se trabajó bajo el enfoque cuali-cuantitativo con la ayuda de la investigación bibliográfica, documental, exploratoria y de campo con las técnicas de recolección de datos como entrevistas y encuestas, para identificar las necesidades y reunir los requerimientos para el diseño de la propuesta utilizando la metodología ágil de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), se obtuvo como resultado la automatización del proceso de registro de consumo de lectura con el desarrollo de la aplicación web en el lenguaje de programación PHP v7.4 con el framework Angular v12.0 y una base de datos relación en MySQL, además, se desarrolló un aplicativo móvil en TypeScript v4.0 con el framework Ionic v5.0 enlazada a la base de datos administrada en el aplicativo web, para el desarrollo del algoritmo de reconocimiento de imágenes se desarrolló en el lenguaje de programación Python v3.9 con el framework Django v4.0 utilizando el algoritmo de detección de objetos Faster R-CNN donde se aplica las siguientes fórmulas: Forward pass through the Region Proposal Network (RPN) generando las propuestas de región a partir de una imagen de entrada; RoI pooling layers (RoI) $y_{rj}=x_i$ describe como se realiza el muestreo de una region de interés en la capa pooling; Back-propagation through RoI $\frac{\partial L}{\partial x_i} = \sum_r \sum_j [i = i * (r, j)] \frac{\partial L}{\partial y_{rj}}$ describe como se calcula las derivas parciales en la fase de capa de pooling; Truncated SVD ($W \approx U \sum_t V^t$) describe como se acelera la red utilizando una técnica de compresión; Multi-task loss $L(p, u, t^u, v) = L_{cls}(p, u) + \lambda [u \geq 1] L_{loc}(t^u, v)$ describe como se entrena la red para la clasificación de la regresión de la caja delimitadora.

Palabras Claves: visión, artificial, lectura, consumo, Faster R-CNN

ABSTRACT

Theme: "Computer vision for taking a reading of drinking water"

The present study investigated computer vision methods for reading drinking water in the "Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de Putumayo canton Sucumbíos", whose objective was to develop a technological solution through computer vision for reading drinking water; Additionally, it focused on gathering information for the Automatic meter reading of city meters. To achieve this, we worked under the qualitative quantitative approach with the help of bibliographic, documentary, exploratory, and field research based on data collection techniques such as interviews and surveys to identify the needs and meet the requirements for the creation of the technological solution using the agile Rapid Application Development (RAD) methodology. As a result, the automation of the reading consumption registration process was obtained with the development of the web application in the PHP v7.4 programming language with the Angular v12.0 framework and a relational database in MySQL. Likewise, the web application was complemented by a mobile application developed in TypeScript v4.0 using Ionic v5.0. Moreover, the development of the image recognition algorithm using the Faster R-CNN algorithm based on mathematical functions, was implemented in Python v3.9 using the Django v4.0 framework: Forward pass through the Region Proposal Network (RPN) generating the region proposals from an input image; ROI pooling layer (RoI) $y_{rj}=x_i$ that describes how a region of interest is sampled in the pooling layer; Backpropagation through RoI $\frac{\partial L}{\partial x_i} = \sum_r \sum_j [i = i * (r, j)] \frac{\partial L}{\partial y_{rj}}$ describes how partial drifts are calculated in the phase of pool layer; Truncated SVD ($W \approx U \sum_t V^t$) shows how the network is accelerated using a compression technique; Multi-task loss $L(p, u, t^u, v) = L_{cls}(p, u) + \lambda[u \geq 1]L_{loc}(t^u, v)$ defines how the network is trained for regression classification of the bounding box.

Keywords: vision, artificial, reading, consumption, Faster R-CNN

INTRODUCCIÓN

Dado que la gestión responsable de los recursos hídricos se ha convertido en una de las principales prioridades de los municipios ecuatorianos, es importante que contemos con la infraestructura tecnológica que ayude a automatizar la gestión de los recursos.

Las aplicaciones orientadas a los procesos de toma de lectura de agua potable ya son pocas, las tecnologías existentes que incluyen en algunas áreas, el proceso actual se limita a la recolección manual de registro donde posteriormente se digitan las cuentas para el procesamiento de datos y emisión de planillas.

El registro de las lecturas de consumo de agua mensual son realizadas manualmente por parte del personal de la Unidad De Agua Potable y Alcantarillado, quienes registran las lecturas de cada usuario, arriesgando el registro de datos de forma errónea con el consumo de tiempo y recursos, considerando esa necesidad se planteó una solución tecnológica realizando la automatización del registro del consumo de agua potable, lo que cubre la necesidad de automatizar este proceso, ahorrar tiempo, los resultados serán un registro del consumo en tiempo real mediante el reconocimiento óptico de caracteres; beneficia a la comunidad y al personal del GAD Municipal de Putumayo de que contarán con consultas del consumo y valor a pagar en tiempo real.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transformación digital involucradas con las tecnologías emergentes y en particular la visión artificial (CAF Banco de Desarrollo de América Latina, 2022) menciona que: "tiene alto potencial disruptivo para reiniciar las Administraciones Públicas en el área de digital". En el sector público, la oportunidad es extraordinaria, mejorando la definición de las políticas públicas para potenciar su capacidad para lograr impactos sociales, económicas y ambientales para el bienestar de los ciudadanos, siempre que la visión artificial se implemente en una forma ética y estratégica. En un artículo relacionada La Visión Artificial para mejorar el diseño y la entrega de servicios a los ciudadanos y las empresas, (Van Ooijen, Ubaldi, & Welby, 2019) menciona:

Esta información es fundamental para adaptar el diseño de los servicios a las maneras de pensar, sentir y actuar de las personas u organizaciones de acuerdo con sus realidades, lo que resulta muy útil, por ejemplo, para proveer servicios y asistencia de minorías o poblaciones específicas. En este sentido, el conocimiento de los usuarios puede conducir al diseño de servicios personalizados, que permitan, tanto a ellos como a las entidades proveedoras, ahorrar tiempo y recursos, con la definición de las rutas óptimas de atención a partir de las técnicas de visión artificial con las redes neuronales. Es fundamental que los ciudadanos conozcan el uso que se está haciendo de los datos que ellos mismos produzcan en el diseño, desempeño y mejoramiento de los servicios públicos a los que tienen acceso. (p.37)

Para alcanzar un despliegue eficaz y ético del sistema de visión artificial que apoyen la toma de decisiones en el sector público, es indispensable acceder a datos precisos, que mantengan la privacidad y cumplan con las normas de ética para su uso (Berryhill, Heang, Clogher, & McBride, 2019).

El uso de la tecnología aplicada en el sector público ha generado preocupación en los últimos años, ya que el ingreso manual de datos es una práctica centenaria que ha demostrado ser bastante persistente

En un estudio realizado por Schneider & Schultz (2020), sobre el estado de la automatización en la industria de fabricación, casi la mitad (48%) las empresas encuestadas indicaron que todavía utilizan hojas de cálculo u otro documento de entrada de datos manual. Una de las razones por las que la entrada de datos no está completamente automatizada es debido a la costumbre. Es posible que se haya convertido en un hábito en dedicar un día a la semana a la introducción de datos mejor va manual. Con una solución automatizada, estos costos pueden reducirse al menos en un 50-70%, aunque algunos estudios incluso estiman reducciones de costos de hasta el 80%.

Ecuador comenzó a intensificar esfuerzos para promover el uso de datos abiertos que apoyen el desarrollo tecnológico y promuevan el emprendimiento a través de planes y estrategias nacionales. Desde el 2018, han estado trabajando duro para crear una política digital sin desarrollar herramientas de política de datos visión artificial. Las iniciativas ecuatorianas se están desarrollando en paralelo desde el sector privado hasta el sector académico, enfocándose en dar a conocer las aplicaciones de visión artificial.

El uso de la tecnología, aplicada a las instituciones del sector público en el Ecuador ha generado preocupación en los últimos años, en pequeñas instituciones públicas que muchos de los casos desconocen sobre la aplicación de la tecnología

Espinel Álava (2018) en su tesis menciona:

(...) No cuenta con un sistema automático de la medición del consumo de agua, por tal motivo este proceso se lo realiza manualmente. Dicho proceso manual no es eficaz al momento de recaudar todas las mediciones del consumo de agua de los clientes de la empresa, provocando que se dificulte la facturación de los valores correctos del consumo de agua de cada uno de los clientes de la empresa. (p. 16)

En la provincia de Sucumbíos, principalmente en el GAD Municipal de Putumayo se observó que el municipio realiza el procedimiento de toma de lectura de agua potable de forma manual, desde el campo anotan en una hoja de papel. Éste es un

registro de consumo mensual de agua potable por cada medidor de los usuarios de la ciudad. En la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado trabajan ocho personas, de las cuales cada mes se asignan a tres operarios para cumplir con el rol de planilleros, encargados de recolectar la información del consumo de agua del mes actual. Al finalizar el proceso de registro, el administrador de la Unidad realiza los cálculos en la tabla de Hoja de Lectura en Excel, la cual resta el mes actual del mes anterior para proceder a generar la facturación correspondiente a cada usuario.

La transcripción de una hoja de papel a otra hoja de Excel genera errores repetidamente al momento de digitalizar los datos de consumo. Como resultado, la cantidad de agua consumida no coincide con lo que indica el medidor de agua, lo que genera un cobro incorrecto de los cargos por consumo de agua, esta situación también permite que los planilleros manipulen el consumo real que marcan el medidor, causando pérdidas económicas a la Institución.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera ayudará el uso de visión artificial en los procesos de toma de lecturas de consumo de agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo en el año 2021-2022?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad es importante que las instituciones implementen soluciones tecnológicas mediante el uso de visión artificial, ya que con este tipo de investigación se obtienen frutos innovadores.

La presente investigación tiene la finalidad de desarrollar una aplicación informática utilizando el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), es importante para el GAD Municipal de Putumayo, que se obtendrá una lectura automática de medidores de agua potable, donde se verá reflejados recaudaciones reales del consumo de cada usuario, por ende, los beneficios que obtendrán son: datos, cobro eficiente y transparente de agua y les permitirá automatizar y agilizar el proceso de facturación de este servicio.

Con esta solución tecnológica, pueden acceder con facilidad a la información y datos administrados para generar reportes de los consumos mensuales de los medidores de agua potable. Optimizará los recursos físicos que era el papel y

conocer las medidas en metros cúbicos irregulares, podemos determinar si hay fugas de agua y dar una solución para que no desperdicie este líquido vital.

Los beneficiarios directos son los planilleros de agua potable quienes brindaran servicios de recolección de calidad en la toma de lectura y cobro reduciendo las posibles pérdidas de información brindando información veraz sobre el consumo y cobro mensual. Los beneficiarios indirectos son los usuarios de este servicio.

Esta investigación es factible, cuenta con los recursos humanos, el desarrollo del aplicativo y el apoyo del personal de la Unidad de Agua Potable de la institución, la cual brindó la información requerida para el desarrollo.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Desarrollar una solución tecnológica mediante visión artificial para la toma de lectura del agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Fundamentar bibliográficamente el uso de la visión artificial en los procesos de toma de lectura de consumo de agua potable.
- Investigar las formas de aplicar visión artificial en la lectura de datos.
- Determinar el proceso de la toma de lectura de agua potable para automatizar la lectura de agua potable.
- Construir una solución tecnológica aplicando visión artificial para la toma de lectura de agua potable obteniendo lecturas automáticas del consumo.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo la fundamentación bibliográfica del uso de la visión artificial y el proceso de la toma de lectura agua potable aportará para una mejor sustentación bibliográfica de la investigación?
- ¿De qué forma se seleccionará los algoritmos que son aplicables para la transformación de datos mediante el uso de visión artificial?
- ¿Determinar los procesos para el registro del consumo de agua potable que realiza el GAD Municipal de Putumayo?

- ¿Cuáles serán los beneficios que brindará una solución tecnológica mediante visión artificial que permita una toma de lectura automática de consumo de agua potable?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó una investigación previa sobre la toma de lectura de agua potable y el reconocimiento de imágenes, para identificar las metodologías utilizadas, los resultados son los siguientes:

La tesis denominada "El registro de toma de la lectura del consumo de agua y los procesos de cobro en los medidores de la comunidad El Colorado" (Imbaquingo y Rodríguez, 2021). ("Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi: Carrera ...") El objetivo de su tesis fue realizar la automatización de la toma, registro de lectura y cobro del consumo de agua en los medidores de la comunidad El Colorado, utilizando software libre para mejorar los procesos, diagnosticando los procesos para realizar este proceso y determinar las herramientas de desarrollo para el sistema de gestión.

La metodología utiliza para el desarrollo de la investigación fue enfoque cuantitativo para recolectar datos necesarios para la evolución de esta, trabajando con los métodos de investigación: exploratoria, documental, acción, correlaciona y explicativa; el nivel empírico, adaptándose con la lógica empírica y los experimentos que se requieren, junto con la observación y análisis estadístico.

Los autores de la tesis determinan como conclusión que, al momento de realizar la evolución y selección de las herramientas de construcción del sistema de gestión, se resolvió con el uso herramientas de software libre, permitiendo realizar la combinación de características en cuanto a conexión y reconocimiento de datos. El uso de la tecnología le permitió resolver las falencias encontradas en los procesos.

Los resultados de la investigación fueron positivos debido a que, se automatiza el proceso de toma de lectura y registro en los medidores de agua de la comunidad, mediante el desarrollo de un sistema de gestión de cobros y registro de usuarios, el cual utiliza un aplicativo móvil para capturar el número de consumo de los medidores de agua. Administrando la información personal y correspondiente a la que la junta

administradora de agua utilice como son; código de medidor y su respectivo código de usuario.

El aplicativo móvil descifra mediante el lector de caracteres un código QR con la información correspondiente a cada usuario, para luego almacenar todos los registros de lecturas de consumo de agua respectivos medidores.

Esta tesis tuvo un aporte fundamental en la elaboración de mi tesis, permitiendo mejorar el panorama para el desarrollo tanto del sistema progresivo como del documento; permitiendo conocer los procesos exactos de la toma de lectura de agua potable y la utilización de la metodología para el desarrollo del sistema la cual es el Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) ya que, nos permite obtener resultados rápidos y aumentos de viabilidad de todo el procesos del desarrollo, a medida que avanza el proyecto el cliente realiza revisiones rápidas.

Marcillo Matute (2019) desarrollo la tesis de grado denominada "Desarrollo de un sistema web progresivo para el control y toma de lecturas de agua potable". Su objetivo fue desarrollar un sistema web progresivo que permita mejorar los procesos de toma de lecturas de los medidores de agua potable mediante la automatización de la administración de información de la Empresa Municipal de Agua Potable (EMAP) del GAD Municipal de Pimampiro. Para el desarrollo del sistema se optó la metodología Kanban es un método ágil donde se implementa con éxito, agregar valor al producto, flexibilidad, y permite observar una vista general del avance del proyecto.

En esta tesis llegan a la conclusión, las aplicaciones web progresivas brindan la facilidad de que con un mismo desarrollo se implementen sistemas web y sistemas para dispositivos móviles, demostrando que el método de desarrollo centrado en el usuario permitió la construcción de prototipos en un proceso iterativo que promueven la evolución de las interfaces y que se validan con la aplicación del usuario.

Los resultados de la investigación demuestran que el estudio de usabilidad de usuario del sistema web progresivo para el control y toma de lecturas de medidores de agua potable, indicaron una reacción positiva de los participantes expresando satisfacción con el sistema, las interfaces y la calidad de interacción.

Esta tesis aporta en mi investigación en conocer los procesos para la automatización de toma de lectura de los medidores, dando a conocer que las aplicaciones web progresivas permiten implementar sistemas web y sistemas para dispositivos móviles.

En la tesis denominada "Implementación de un sistema inteligente para la identificación vehicular" (Cáceres Mayorga, 2021). Esta investigación tiene como fin la implementación de un sistema inteligente capaz de clasificar placas vehiculares y automotores, así como, autocorregir errores de reconocimiento, diseño de un algoritmo capaz de detectar y clasificar los vehículos e implementando inteligencia artificial.

La metodología utilizada en esta investigación es cual-cuantitativa. Cualitativa debido a la caracterización del problema para encontrar la mejor solución de implementación del sistema; cuantitativa porque se utilizaron los conocimientos técnicos para el desarrollo de la solución factible, empleando análisis, calculosa y pruebas adecuadas para el diseño del sistema. Cumpliendo con los requerimientos del paradigmas experimental y descriptiva, la cual permitió manipular, evaluar y organizar las variables de estudio.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación realizada en el lenguaje de programación Python, utilizando la plataforma gratuita de Google colab, cada etapa detallada en el proyecto se trató por separado. La entrada del sistema inteligente fue una imagen, debido a que el sistema se encuentra en la nube, se necesitó una cuenta de Google para la comunicación y ejecución. La salida del sistema inteligente fue la placa identificada (número de placa), la base de datos proporcionada presenta adicionalmente información básica del vehículo.

Los autores de esta investigación llegaron a la conclusión que, el sistema inteligente desarrollado obtuvo un 90.77% de eficacia en el reconocimiento de placas ecuatorianas al momento de realizar pruebas aleatorias y la manipulación del sistema es de libre uso con Google Drive en el contorno de ColabNotebook.

Recomiendan que la cámara para realizar la captura de imagen tenga buena resolución, para poder distinguir con mejor calidad y no se dañe los pixeles de la imagen al realizar el binarizado y lograr el reconocimiento de caracteres sea más exacto.

Esta investigación aporta en mi tesis en el desarrollo de la visión artificial con el uso del lenguaje de programación Python y conocer los algoritmos utilizados para el reconocimiento de caracteres en base a cada etapa para este proceso. En la parte de documentación me aportó en la guía de la metodología de desarrollo.

En la tesis denominada "Software de Reconocimiento óptico de caracteres" (Romo Marín, 2018), cuyo objetivo es desarrollar un módulo aplicando las técnicas de inteligencia artificial como las redes neuronales y reconocimiento de patrones, para el reconocimiento óptico de caracteres de una imagen escaneada y lo almacene en un archivo .txt, con la finalidad de ahorrar tiempo, evitar errores en la captura y eficientizar el proceso.

Los resultados obtenidos en esta investigación que debido a que tuvieron que realizar dos versiones para el reconocimiento de caracteres la tasa de éxito no es del 100%, sigue siendo buena. A pesar de la complejidad involucrada de las redes neuronales artificiales, el Deep Learning (aprendizaje profundo) ofrece varias ventajas para el reconocimiento y clasificación de los patrones.

Concluyen que, se puede realizar proyectos de dos maneras: ya sea con perceptrones o con redes neuronales convulsiónales y redes neuronales recurrentes. Al crear el OCR, se dieron cuenta que la versión de Python contenía errores, ya que no detectaba las letras acentuadas ni la letra ñ y solo detectaba las letras de imágenes en pyplot. Oír estas razones el proyecto en Python fue descartado y se decidió realizar otra versión en java donde se corrigieron todos estos errores.

El aporte que tuvo esta investigación en mi trabajo fue, tener una mejor orientación en el tipo de problemas que se le presento en el lenguaje de programación e identificar claramente los procesos y técnicas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y conocer sobre el desarrollo de software en base a la utilización de la visión artificial.

En la tesis "Sistema de Reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real con Visión Artificial" (Gutiérrez, 2020). En relación con esta investigación desarrollan un software con la metodología RUP que está dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura que se desarrolló y cumple con un ciclo de vida iterativo incremental. El mismo, que tiene como objetivo desarrollar un sistema con visión artificial para el

reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real para el registro automatizado de programación para la tranca de Urujara, desarrollado con el lenguaje de programación gráfica LabVIEW que es utilizado para la extracción de características de la región de interés mediante el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para el sistema.

El sistema tiene una delimitación de módulos para su éxito, tales como: reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real; registro de vehículos y conductores de transporte público y particulares; reportes actualizados de circulación de vehículos buscados con deudas tributarias; infracción de tránsito antecedentes penales y otros; configuración y calibración de dispositivos; y, por último, gestión de usuarios roles.

El aporte que se destaca para el desarrollo del proyecto de investigación es conocer la metodología de desarrollo de la herramienta tecnológica para solucionar un problema con la visión artificial; el mismo, que cumple con diferentes herramientas de desarrollo que me ayudará a cumplir con el objetivo de desarrollar un sistema orientado a la toma de lectura de agua potable para un sector que no cumple con esta tecnología, y sin duda será de gran apoyo a incentivar el correcto uso de tiempo y obtener datos reales.

En definitiva, la visión artificial puede ser orientada en diferentes áreas con la intención de dar una solución tecnológica para crear nuevas oportunidades de solventar respuestas rápidas a problemas tradicionales que afrontamos día a día en nuestra sociedad.

Con la nueva tecnología de la detección de objetos aparece Faster R-CNN

En la tesis "Detección de objetos usando redes neuronales convoluciones junto con Random Forest y Support Vector Machines" (Campanini, 2018), cuyo objetivo fue mejorar el sistema de detección de objetos conocido como Faster R-CNN". El sistema completo debe ser capaz de analizar las imágenes de entrada de forma online, realizando la clasificación y la localización de objetos.

Una de las redes neuronales convoluciones que se utilizó para implementar el sistema Faster R-CNN es la red ZF, se obtiene la mayor rapidez en la detección, se utiliza dos arquitecturas de trabajos que son: el número de capas convoluciones y el tamaño de los filtros, redes conocidas como ZF y VGG16. Utilizando una de las

implementaciones disponibles en GitHub del sistema Faster R-CNN, se replicaron los resultados para las dos redes con un rendimiento de 60.0% y 69.3% de mAP.

Este trabajo de investigación permitió determinar, que el algoritmo Faster R-CNN es para la detección de objetos de forma offline se obtiene la mayor rapidez en la detección, la cual se procederá a realizar el análisis profundo para realizar la detección de la toma de lectura de agua potable.

Ameijeiras y González (2020) señalan en su artículo de inteligencia artificial que:

Faster R-CNN es una red que realiza detección de objetos. Como su nombre lo explica, es más rápido que sus descendientes RCNN y Faster RCNN (...) la arquitectura Fast R-CNN, esencialmente disminuye la carga computacional, respecto a CNN, por esta razón disminuye el tiempo de detección que presenta la capa R-CNN. En consecuencia, Fast R-CNN junto con la búsqueda selectiva, presenta una mejor calidad de detección. Ambos métodos requieren un generador de ROI externo y tienen problemas para detectar objetos pequeños. Para remediar estas deficiencias, se desarrolla Faster R-CNN, que agrega un generador de ROI basado en capas RPN completamente conecto, se comparten los mapas de características generados por la red convulsionar con Fast R-CNN. (...) Faster R-CNN soluciona el cuello de botella de tener que realizar una búsqueda selectiva de cada imagen como primer paso. La mayoría de la implementación de la búsqueda selectiva están en CPU (lentas). este código base implementa Faster R-CNN usando Resnet y VGG16. (p.181)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Visión Artificial

2.2.1.1. Definición de visión artificial

Vélez (2004) afirma que:

La visión artificial, o visión por computadora, trata de imitar la capacidad que tiene algún ser vivo para ver una escena (imagen), comprenderla y actuar en consecuencia. Existe un crecimiento en el número y tipo de aplicaciones industriales que demandan el uso de técnicas de visión artificial.

La visión artificial se aplicó en los procesos donde se necesite la interpretación de información mediante imágenes para la automatización de la toma de lectura de agua potable, donde mediante una fotografía se detectará el consumo de volumen en metros cúbicos de un medidor de agua potable.

2.2.1.2. Niveles de la visión artificial

Son tres niveles según su complicación e implementación R. Gonzales, & R. Woods, 2002:

1. Procesos de bajo nivel: hace referencia a operaciones básicas como la captura o adquisición de imágenes y el preprocesamiento de imágenes para reducir el ruido y mejorar el contraste y la nitidez de la imagen. Una característica esencial de estos procesos es que sus entradas y salidas, o resultados, son imágenes.
2. Procesos de nivel medio: se refiere a la segmentación y la descripción de cada objeto presente en la escena con el fin de reducir el esfuerzo computacional, reconocimiento y clasificación de estos. Una característica clave de este proceso es que su entrada suele ser una imagen, pero los resultados son características extraídas de las imágenes, como bordes, contornos o identidades de los objetos presentes en la imagen.
3. Procesos de alto nivel: se refiere a operaciones que reconocen un conjunto de objetos en una imagen y realizar funciones cognitivas, generalmente asociadas con la visión, conocido como proceso interpretativo (p.233).

2.2.1.3. Etapas de la visión artificial

(González, Martín de Pisón, Pernía , Castejón y Vergara, 2006) definen las siguientes etapas:

Adquisición: este es el primer paso en el proceso de visión artificial, es la fase de adquisición. Se trata de conseguir que la imagen sea lo más adecuada posible para que se puede continuar con las siguientes etapas. Existen múltiples factores que atañen directamente al proceso de captura de la imagen, formados fundamentalmente por: el sistema hardware de visión artificial y el entorno y posicionamiento de los elementos.

- La cámara: para una cámara a color o blanco y negro, debe decidir si se utiliza una cámara de color o cámara de escala de grises, la cámara digital o analógica transmite la información directamente en formato digital, lo que significa una mejor calidad frente al posible elemento de transmisión.
- Técnicas de iluminación: teniendo en cuenta la importancia del escenario, la iluminación debe realizarse correctamente. La iluminación frontal es iluminación que proporciona luz vertical, horizontal o de forma difusa directamente sobre el sujeto, contra luz o iluminación de fondo, se ilumina la pantalla de forma que lo que se busca es la silueta del objeto como una delante o detrás de la pantalla.

Preprocesamiento: la imagen se obtiene por medios ópticos. La fuerza electrónica tiene un cierto grado de efecto de descomposición en forma de ruido, definición de pérdida y lealtad en la imagen. Parte del preprocesador en el sistema de visión artificial se forma operando dos maneras, es decir, el tratamiento de la corrección y la mejora de la imagen y, por lo tanto, contribuye al tratamiento de tales actividades.

- Operaciones básicas: existen operaciones básicas utilizadas en visión artificial, por ejemplo: inversión: consiste en obtener el valor inverso ($1/\text{valor}$) del de cada píxel; complementación (obtención del negativo), es invertir el valor de los pixeles de la imagen $IMB(i,j)=255-IMA(i,j)=\sim IMA(i,j)$ (NOT), se cambia el nivel de los grises de forma que los blancos nieve se convierten a negros carbón y los negros a blancos nieves, es decir, el efecto que obtiene es como el negativo de una foto; transformaciones no lineales, funcionan como corrector gamma, afilado de la imagen, etc., realizadas mediante una función de transformación $b(x)$ (generalmente una tabla de 256 valores para 256 niveles de grises) la imagen resultante será: $IMB(i,j)=h(IMA(i,j))$.
- Transformaciones geométricas de imágenes: su uso se refiere a la reconstrucción de imágenes distorsionadas donde se utilizan rotación y ajuste de rasgos o deformación deliberada, escalado, translación, rotación y espejo. Todos los algoritmos se basan en realizar una nueva distribución de pixeles según sus necesidades.
- Algoritmos generadores de ruido: (Pitas, 2002) permiten la introducción de ruido de imagen para probar la respuesta del sistema de visión a las diversas perturbaciones que se puedan producir; el ruido depende de la señal, y

generalmente lo provoca el propio sensor fotoeléctrico (CCD) o el grano de la película de fotografías o cintas de video; el ruido salt-pepper o ruido impulsivo formado por puntos blancos y negros distribuidos aleatoriamente por la imagen. Este tipo de ruido es independiente de la señal, es causado por perturbaciones atmosféricas o actividad humana.

- Filtrado: la mayoría de las implementaciones de filtros se realizan en dos dominios: el dominio espacial, que se ocupa de la manipulación directa de la luminancia de los píxeles, y el dominio de la frecuencia, que cambia indirectamente la luminancia de cada píxel utilizando los valores de otros como factores de ponderación de imagen o del entorno del punto y las relaciones numéricas entre ellos. Se divide en dos filtros: un filtro simple que proporciona normalización, promedio y notación, un filtro basado en el uso de la convolución y basado en histograma.
- Conversión a escala de grises: (Madrid Távora, 2019) se trata de la conversión de una imagen en color a escala de grises, el equivalente de la luminancia de la imagen el ojo percibe distintas intensidades de luz en función del color que se observe, debido a la respuesta del ojo al espectro visible la cual se puede observar en la Figura 2 (pág.29).

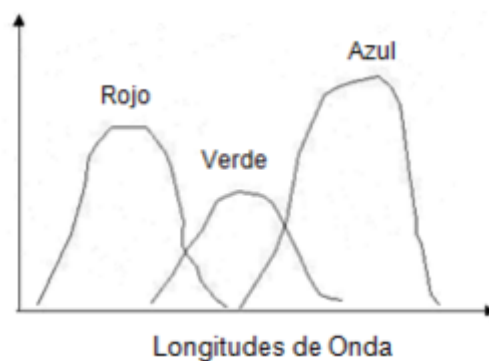


Figura 1. Componentes RGB de una imagen

Fuente: https://www.uv.es/gpoei/eng/Pfc_web/generalidades/grises/grey.htm

Segmentación: Segmentar una imagen digital significa dividirla en áreas no relacionadas y personalizadas, es decir, consiste en diferenciar los diversos objetos y dónde se encuentra de fondo. Al final de cada etapa, cuando traen perfectamente los objetos, se obtenían las características de cada objeto.

- Transformaciones morfológicas: se encargan de cambiar la forma y estructura de los objetos, esta herramienta matemática permite obtener componentes que dan una idea de la forma y estructura de los objetos que forman la imagen permitiendo modificar estas formas para separar a los objetos uno de los otros.
- Dilatación: (Madrid Távora, 2019) sea A y B conjuntos de Z^2 y \emptyset representando al conjunto vacío, la dilatación de A por B se representa $A \oplus B$, en la ecuación:

$$A \oplus B = \{x / (B)_x \cap A \neq \emptyset\}$$

El proceso de dilatación consiste en obtener la reflexión de B sobre su origen, después, cambiar esta reflexión por x .

Extracción de características: consiste en identificar y describir las características de los objetos presentes en la imagen como color, textura, superficie, posición, nivel de intensidad, estructura geométrica, entre otros. Es muy dependiente de la aplicación concreta que se tenga, existen muchos métodos para extracción de características, pero no se cuenta con un método universal. Las características que se deben extraer deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Capacidad discriminante: resalta los diferentes aspectos para objeto de diferentes clases.
- Fiabilidad: la dispersión entre los objetos de una misma clase debe ser pequeña.
- Incorrelación: las características no deben estar relacionadas considerablemente entre sí, pues no añaden información.
- Invariancia al tamaño, rotaciones y traslaciones: el tamaño, cambios del ángulo y posición de los objetos no deben ser reflejados en las características (Viera, 2017).

Descripción: para poder analizar una imagen será necesario tener una descripción en la memoria de la computadora. Siguiendo esta descripción no es otra cosa que un modelo que representa las características de la imagen de relevancia para los fines del sistema de visión artificial específicos. ("Reconocimiento de Objetos Usando Visión Artificial") Los modelos que describe una imagen pueden ser estadísticas,

estructurales, entre otros, pero todos ellos obtienen a partir de imágenes previamente segmentadas y en analizadas.

Reconocimiento: (Madrid Távora, 2019) una vez que se han realizado las etapas de procesamiento, segmentación y extracción de características, se procede a realizar el reconocimiento. La fase de reconocimiento consistirá en la clasificación de los objetos de interés, presentes en la imagen de acuerdo con sus modelos respectivos.

Representación y localización: es una fase de la selección de características anteriormente extraídas y otra de clasificación. En la selección de características, se elimina o valencia el peso de ciertas características en función de su importancia en la aplicación (Viera, 2017).

Interpretación: es el significado que se le da a los objetos reconocidos.

2.2.1.4 Aplicaciones de la visión artificial

En este trabajo de investigación se aplicó la visión artificial para la lectura de código y caracteres, el cual permitirá leer el consumo de metros cúbicos de un medidor de agua potable mediante una fotografía.

(Castro, 2019) describe el siguiente uso de Visión Artificial:

Visión artificial para la lectura de códigos y caracteres (OCR): Este algoritmo de reconocimiento de caracteres es para disponer de un sistema de reconocimiento por visión artificial entrenador, que tenga la tipografía que tenga, sea capaz de leerlas. Es un sistema tan robusto que es capaz de leer hasta letras escritas a mano. (Castro, 2019)

Para (Navarro, 2020) define como:

OCR en inglés, optical character recognition, es una tecnología que se utiliza para convertir las letras o palabras escritas o impresas a un formato digital. Se compone de varias etapas: preprocesado, segmentación, post procesado y la extracción de caracteres. Primero se debe entrenar al algoritmo Faster R-CNN, en OCR los patrones son letras, números y algunos símbolos especiales, la enseñanza del algoritmo se realiza mostrando ejemplos de caracteres de todas las clases.

2.2.1.5. Procesos del Reconocimiento Óptico de caracteres

Existen diferentes sistemas de reconocimiento de caracteres, entre ella está la siguiente Figura 2, donde se observa el proceso de reconocimiento óptico de caracteres:

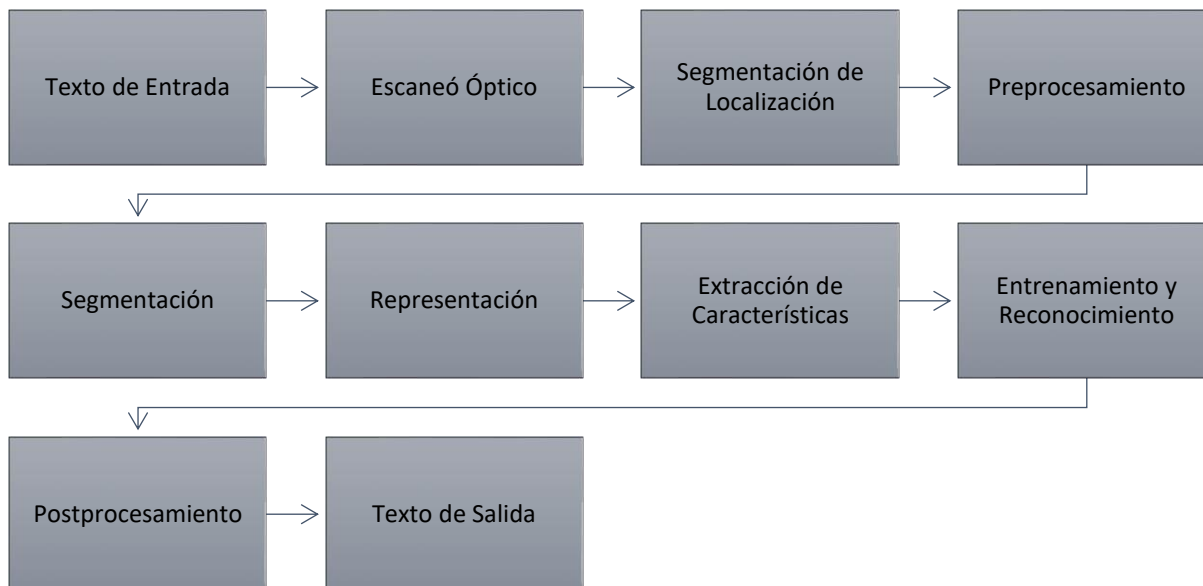


Figura 2. Procesos de OCR

Escaneo Óptico: se captura una imagen digital del documento original mediante un escáner óptico, que consta de un mecanismo de transporte y un dispositivo sensores que convierte la intensidad de la luz en escala de grises. Cuando se realiza OCR, la imagen multinivel se convierte en una imagen secundaria en blanco y negro. Este proceso se denomina umbralización.

Segmentación de Localización: para identificar los contribuyentes de una imagen, el documento debe ubicarse de modo que se pueda distinguir entre las figuras y los gráficos. La mayoría de los algoritmos de OCR dividen las palabras en caracteres individuales que se puedan reconocer individualmente.

Preprocesamiento: la imagen se somete a un proceso de escaneado que puede contener una cierta cantidad de ruido, parte del cual puede provocar bajas tasas de reconocimiento, y los caracteres digitalizados se eliminan con un preprocesador. Rellenar elimina pequeñas muescas, espacios y agujeros en los caracteres digitalizados, mientras que la reducir reduce el ancho de la línea.

Segmentación: la imagen es segmentada en sus subcomponentes. Este paso es importante porque la extensión que puede alcanzar en la separación de las diversas líneas en los caracteres afecta directamente a la tasa de reconocimiento.

Representación: juega uno de los roles más importantes en cualquier sistema de reconocimiento. El nivel de gris o las imágenes binarias se alimentan un reconocedor, la mayoría de los sistemas de reconocimiento para evitar una complejidad adicional y aumentar la precisión de los algoritmos, requieren una representación más compacta y características. Extrae y selecciona un conjunto de características que maximice la tasa de reconocimiento con la menor cantidad de elementos.

Extracción de características: captura las características esenciales de los símbolos, la extracción de características se acepta como uno de los problemas más difíciles del reconocimiento de patrones. La forma directa de describir el carácter es mediante una imagen de trama real. La extracción de características se divide en tres grupos: distribución de puntos, transformaciones y expansión de series, análisis estructural.

Entrenamiento y reconocimiento: utilizan ampliamente las metodologías de reconocimiento de patrones que asignan muestras desconocidas a clases previamente definidas. Los algoritmos de segmentación explícitos o implícitos son necesarios para esta estrategia, no solo al agregar complejidad adicional al problema sino también al introducir un error de segmentación en el sistema. Sin embargo, el paso de segmentación colaborativa reduce el problema de reconocimiento de caracteres únicos o trazos aislados, que pueden manejar un vocabulario ilimitado con altas tasas de reconocimiento.

Post procesamiento: incluye la detección y corrección de grupos y errores. Al agrupar, los símbolos en el texto están asociados con cadenas. El resultado de un reconocimiento de símbolo simple en el texto es un conjunto de símbolos individuales. Existen símbolos que no contienen suficiente información y están vinculados entre sí para formar palabras y números. La agrupación de símbolos en cadena se basa en la ubicación de los símbolos en el documento, para caracteres tipográficos, la distancia entre caracteres es variable, la distancia entre las palabras es significativamente mayor que la distancia entre los caracteres y agrupaciones por lo tanto posible (Chaudhuri, 2016, como se citó en Romo Marín, 2018).

2.2.1.6. Algoritmo de aprendizaje

Según Zambrano Ruiz (2018) menciona:

El aprendizaje automático (Machine Learning) es la ciencia de los algoritmos que se encarga de darle sentido a los datos. este concepto es adecuado indicarlo pues cada vez estamos rodeados de más información de lo que creemos, algo que sabemos procesarlo y hacemos un adecuado uso de los algoritmos de autoaprendizaje nos puede ayudar a identificar patrones y con ellos clasificar o predecir partiendo de nuevos conjuntos de datos que no han sido tratadas previamente. Esta técnica se basa en el uso de datos estadísticos, probabilísticos y de técnicas de optimización para dar capacidad de aprender a las máquinas por sí solas. (p.14)

Sandoval (2018) menciona en su revista que el algoritmo supervisado "Es cuando entrenamos un algoritmo de Machine Learning dándole las preguntas (características) y las respuestas (etiquetas). Así en un futuro el algoritmo puede hacer una predicción conociendo las caracterizas." (p.37)

El aprendizaje supervisado se divide en dos algoritmos: clasificación y regresión. Este estudio utiliza un algoritmo de clasificación, este algoritmo se encarga de clasificar y guiar un grupo de imágenes debido al procesos de reconocimiento que se tiene (Silva Morales, 2021) menciona el algoritmo de clasificación es:

El algoritmo nos dice a qué clase pertenece la parte aprendida. El algoritmo encuentra patrones en los datos que proporcionamos y los categoriza, luego compara los nuevos datos y los coloca en uno de los grupos y así es como puede predecir qué es. (p.38)

Los algoritmos de Machine Learning se agrupan en tres modelos, el modelo utilizado es la red neuronal convolucionales, que como su nombre lo indica replica el comportamiento del cerebro humano, conectando e interconectando neuronas que tienen información. Sandoval (2018) menciona que las redes neuronales son:

Las redes artificiales de neuronas tratan, en cierto modo, de replicar el comportamiento del cerebro, donde tenemos millones de neuronas que se interconectan en red para enviar mensajes unas a otras. Esta réplica del funcionamiento del cerebro es una de los "modelos de moda" hola estabildades cognitivas del razonamiento que adquiere. El reconocimiento de

imágenes o videos, por ejemplo, es un mecanismo complejo y una red neuronal es lo mejor para realizarlo. El problema, como ocurre con el cerebro humano, es que son lentas de entrenar y necesitan mucha capacidad de cómputo. (p.38)

Algoritmo YOLO

El algoritmo YOLO o You Only Look Once, es una arquitectura de detección de objetos muy rápida y precisa creada por Joseph Redmond. Es ideal para la inspección de video en tiempo real, consta de una red neuronal convencional que predice simultáneamente varios cuadros delimitadores y las probabilidades de las clases de objetos rodeadas por estos cuadros delimitadores. Es utilizado en su mayoría para la detección de objetos en tiempo real y hace posible el uso de la visión artificial.

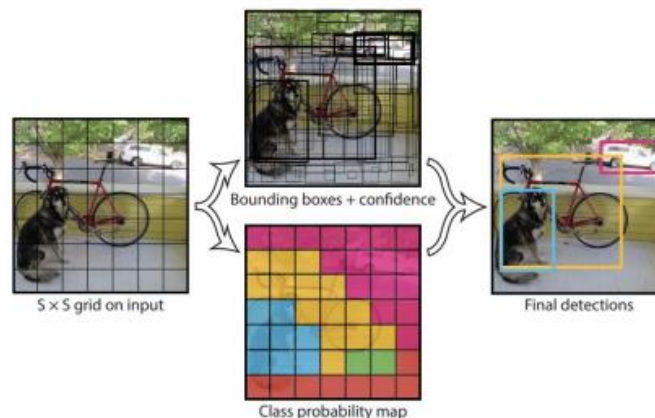


Figura 3. Funcionamiento de YOLO

Fuente: "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection" (Divvala, Farhadi, Girshick y Redmon, 2016)

YOLO divide la imagen de entrada en una cuadrícula $S \times S$. Si el centro de un objeto ubica en una celda de la cuadrícula, esa celda es responsable de detectar ese objeto. Yo los entrena con imágenes completas y aquí mi hija directamente al rendimiento de detección. Además, puede procesar el video en tiempo real con menos de 25 milisegundos de latencia. (Méndez, Miranda y Solano, 2019, p.54)

La arquitectura está diseñada para crear características de imágenes a través de entradas y luego usarlas para realizar una predicción de clases en cada uno de los cuadros delimitadores ya mencionados anteriormente.

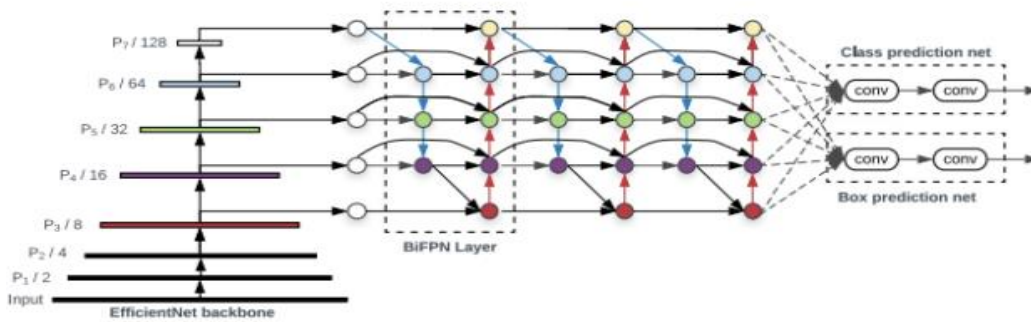


Figura 4. Anatomía de un detector de objetos.

Fuente: "EfficientDet: Scalable and Efficient Object Deteccion" (Pang y Tan, 2020)

En su tesis señala (Silva, Entrenamiento de la Red Neuronal Convolutacional YOLO para objetos propios, 2020) que YOLO:

Es un sistema del estado del arte, que utiliza una red neuronal convencional para la detección de objetos en tiempo real. El sistema aplica una única red neuronal a la imagen completa, razón por la cual es muy rápido. Esta red divide la imagen en regiones y predice múltiples cajas delimitador (...) y la probabilidad de detección de la clase de entrenamiento para cada caja delimitadora. Por último, utiliza un método de supresión de no-máximos para eliminar múltiples detecciones del mismo objeto. Como resultado, el sistema imprime los objetos que detectó, su confianza y el tiempo de ejecución. (p.17)

Realizando con análisis del funcionamiento del algoritmo encontrándose los siguientes resultados:

Tabla 1. Análisis de funcionamiento de YOLOV5

YOLOV5							
SO/Tecnología	Número de imágenes	Iteraciones	Memoria GPU	CPU	Tiempo	Precisión	Margen de error.
GPU COLAB	300	300	1.94GB	4.0%	2.670horas	0.843	0.16
Windows 11	300	300	2.3GB	62.5 %	7.48horas	0.761	0.24
Windows 10	300	300	2.1GB	30%	3.9 horas	0.828	0.18
CentOS 8	300	300	2.5GB	35.22%	6 horas	0.877	0.13

Fuente: (Pang y Tan, 2020)

El algoritmo se ha ejecutado en diferentes dispositivos y sistemas operativos en una sesión de entrenamiento, se puede definir que el uso de GPU COLAB para la ejecución de este algoritmo en específico, entrega un mejor rendimiento en tiempo y recursos utilizados, además de que todas las pruebas tuvieron un resultado similar en cuanto a su precisión.

Algoritmo R-CNN

El algoritmo Fast R-CNN tiene un similar funcionamiento al R-CNN. Pero, en vez de enviar las propuestas de región a la CNN, este ingresa la imagen a la CNN para generar un mapa de características convolucionales. Con este mapa, se puede determinar la región de las propuestas las cuales se transforman en cuadrados y al aplicar una capa de agrupación RoI, las transformamos a un tamaño fijo para que pueda ingresar a una capa totalmente conectada. Partiendo del vector de características generado por la capa RoI, luego se emplea una capa softmax que ayuda en la predicción de la región propuesta como también los valores de desplazamiento para el marco delimitador (Girshick, Fast R-CNN, 2015).

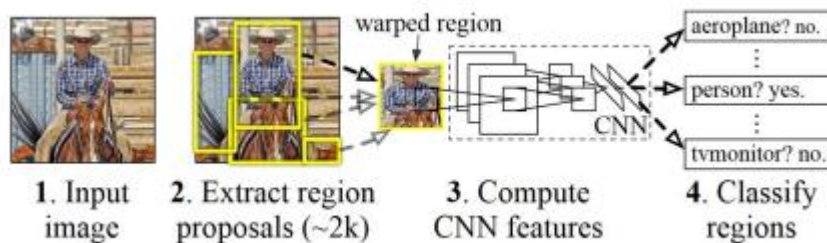


Figura 5. Funcionamiento de R-CNN

Fuente: (Girshick, Fast R-CNN, 2015)

Consta de cuatro pasos: primero entra la imagen al sistema; se extrae region proposals no envía de 2000 propuestas de regiones a la red neuronal convolucional en todo momento; la region proposals desformados entra a la red y genera un vector

de dimensión 4096 desde la segunda capa conectada; finalmente clasifica cada vector específico para cada clase.

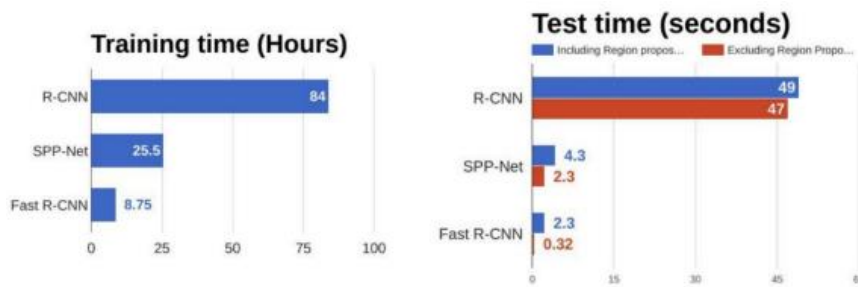


Figura 6. Comparación de algoritmos R-CNN, Fast R-CNN

Fuente: (Khandelwal, 2019)

En la figura 6 se observa que el algoritmo Fast R-CNN es significativamente más rápido que R-CNN dentro de las sesiones de entrenamiento como en los tiempos de prueba.

Algoritmo Faster R-CNN

Faster R-CNN es un algoritmo de region Proposals tiene la tarea de localización de clasificación de objetos (Dollar, Wojek, Schiele, & Perona). En el sistema de detección de objetos se unifican el algoritmo RPN y Fast R-CNN recibiendo el nombre de Faster R-CNN. Este sistema es una sola red para dicha funcionalidad.

Modelo que utiliza dos subredes diferentes: una red para proponer las RoI y otra red para clasificar las RoI y predecir los límites de la caja de detección. La red de propuestas de RoI es más ligera y rápida que la de Fast R-CNN, lo que permite una detección más rápida de objetos.

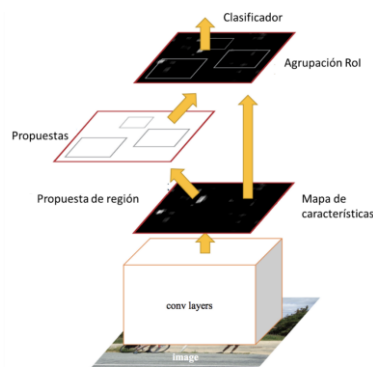


Figura 7. Regiones con funciones Faster R-CNN

Fuente: (Chavez et al, 2018)

En la Figura 7 se indica cómo funciona el algoritmo Faster R-CNN, la imagen entre una reconversión a la cual suministra una capa de características convolucionales, y no utiliza la búsqueda selectiva en el mapa de características en el reconocimiento de la propuesta de la región, este ocupa una red separada y así realiza la predicción de las propuestas de la región. Estas propuestas de región precedidas se reúnen mediante una capa RoI que se utiliza para clasificar la imagen dentro de la región propuesta y pronosticar valores de desplazamiento para los marcos delimitadores.

Este algoritmo es la mejora considerable de los algoritmos antecesores, principalmente su gran mejora es la reducción de pasos de entrenamiento, reducción de tiempo y recursos, de igual forma, se encuentra basado en la red neuronal VGG con 16 capas, es más rápido que RCNN en su velocidad de entrenamiento.

Tabla 2. Análisis de algoritmo FASTER RCNN

FASTER RCNN							
SO/Tecnología	Número de imágenes	Iteraciones	Memoria GPU	CPU	Tiempo	Precisión	Margen de error.
GPU COLAB	300	300	2GB	4.0%	3.51 horas	0.671	0.329
Windows 11	300	300	2.4GB	67.0 %	12 horas	0.787	0.213
Windows 10	300	300	1.9GB	35.188%	6.89 horas	0.68	0.32
CentOS 8	300	300	3.1GB	37.11%	10.6 horas	0.715	0.285

Fuente: (Pang y Tan, 2020)

Faster R-CNN demuestra mejor resultado que RCNN en los recursos que utiliza en su ejecución, a diferencia que el algoritmo YOLO que se ejecuta con uso de recursos similares, incluyendo la eficiencia en tiempo que tarda en realizar un entrenamiento.

Características que debe cumplir el algoritmo a desarrollarse:

- Reconocimiento por secciones
- Recibir imágenes de cualquier tamaño
- Precisión en distinto hardware
- Optimización de tiempo y de recursos

- Propuesta de regiones en base a patrones y probabilidades
- Uso de una red neuronal compartida para eficiencia en el uso de los recursos
- Entrenamiento de fin a fin de todo el modelo

En la Tabla 3 se observará las características principales de los algoritmos YOLO, R-CNN y Faster R-CNN.

Tabla 3. Características de los algoritmos

YOLO	R-CNN	Faster R-CNN
Sistema rápido	Sistema rápido	Sistema rápido
Aprende representaciones generalizadas de objetos	Es preciso dependiendo del extractor de características.	Trabaja con dos etapas para la detección de objetos.
Trabaja globalmente sobre la imagen	Trabaja por secciones	Trabaja por secciones, Búsqueda selectiva
Detecta en tiempo real	La velocidad no le permite detectar en tiempo real	Velocidad de reconocimiento
Velocidad de detección	Clasifica las propuestas del objeto en una red profunda	Una sola etapa y se entrena de extremo a extremo
Capacidad de aprendizaje	Esquema de agrupación de regiones	Utilización de una red RPN para generar propuestas de región

Se investigó sobre los algoritmos de detección de objetos entre ellos se describió sobre el algoritmo YOLO, Faster R-CNN y R-CNN. Bajo la tabla de criterios de evaluación, ver Anexo 10 se ha determinado trabajar con el algoritmo de Faster R-CNN, ya que cumple con las características necesarias para el desarrollo de la solución tecnológica debido a que el aplicativo móvil no requiere de un reconocimiento en tiempo real, por lo que la precisión tiene prioridad sobre la velocidad en el reconocimiento de objetos, logrando en tiempo real utilizando la red RPN y el método de búsqueda selectiva funciona con avidez y super píxeles en características de bajo nivel.

Entrenamiento de Faster R-CNN

Un método de entrenamiento consta de cuatro pasos:

Primero se entrena la red RPN con back propagation y gradiente descendente estocásticos stochastic gradient descent, las capas compartidas inician desde una modelo pre-entrenada, las capas nuevas inician desde una gaussiana de media cero

y desviación estándar de 0.01. El segundo método de entrenamiento se realiza de forma separada la red Fast R-CNN usando los proposals. En el paso tres se usa la red Fast R-CNN para iniciar el entrenamiento del módulo RPN fijando las capas convolucionales compartidas y solo se ajusta la capa de RPN. Finalmente se mantiene las capas compartidas y se ajusta a las capas de Fast R-CNN (Campanini, 2018, p.33).

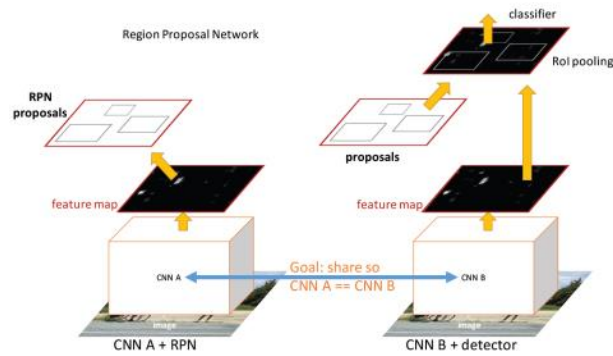


Figura 8. A la izquierda el módulo RPN y derecha el módulo de Fast R-CNN formando Faster R-CNN.

Fuente: Tolls for Efficient Object Detection, ICCV, (2015)

El algoritmo funciona de la siguiente manera:

Forward pass through the Region Proposal Network (RPN): esta fórmula describe cómo se generan las propuestas de región a partir de una entrada de imagen.

Roi pooling layer: $y_{rj} = x_i$ describe cómo se realiza el muestreo de una región de interés en la capa de pooling.

Back-propagation through Roi pooling layers: esta fórmula describe cómo se calculan las derivadas parciales en la fase de back-propagation a través de la capa de pooling.

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \sum_r \sum_j [i = i * (r, j)] \frac{\partial L}{\partial y_{rj}}$$

Truncated SVD for faster detection: esta fórmula describe cómo se acelera la red utilizando una técnica de compresión llamada "Truncated SVD".

$$(W \approx U \sum_t V^t)$$

Multi-task loss: esta fórmula describe cómo se entrena la red tanto para la clasificación como para la regresión de la caja delimitadora.

$$L(p, u, t^u, v) = L_{cls}(p, u) + \lambda[u \geq 1]L_{loc}(t^u, v)$$

2.2.2. Lectura de agua potable

Se realiza la lectura de agua potable a todos los medidores instalados una vez al mes, se requiere del personal con rol de planillero, que recorra una ruta organizada por sectores para realizar las respectivas lecturas del medidor en cada predio.

2.2.2.1. Consumo

SEACE (2019), define el consumo como: "El volumen (m3) de agua potable que abastece a un predio por la conexión domiciliaria en un periodo determinado, teniendo en cuenta el periodo establecido de 28 a 32 días".

Tarifas de consumo

ORDENANZA 07 DE JULIO DEL 2017							
RESIDENCIAL							
CONSUMO		RANGO	Valor	10% ALC	C/M3	COMISION	FACTURA
7	Básico	0-7	5,68	0,57		0,50	6,75
17		8-20	14,96	1,50	0,88	0,51	17,84
30		21-40	29,1	2,19	0,97	0,52	33,48
60		41-60	63,6	6,36	1,06	0,53	71,52
100		61-100	117	11,70	1,17	0,54	130,37
200		101-200	258	25,80	1,29	0,55	285,59
201		201-...	285,42	28,54	1,42	0,56	315,88

Figura 9. Tarifas de consumo

Derecho de exoneraciones y beneficios de las personas adultas mayores y discapacidad

Art. 13.- **De los beneficios no tributarios.** Toda persona que ha cumplido 65 años se exonera el 50% del valor de consumo que causare el uso de los servicios de los medidores de energía eléctrica, de agua potable y (...) un plan básico de telefonía celular e internet. (Suplemento del Registro Oficial, 2019)

Art. 22.- **Excepciones.** - "(...) el descuento será del 50% de la tarifa regular. Igualmente, el descuento para los espectáculos públicos, consumo de servicios básicos, servicios de telefonía celular pospago y planes de internet, el descuento será libre del impuesto" (Registro Oficial Suplemento 1, 2017)

2.2.2.2. Lectura

(SEDAPAL, 2020) define a la Lectura como: "La tarea de recoger datos necesarios para interpretar los consumos de los usuarios y registrar las distintas incidencias detectadas durante su realización, se realiza mediante el uso de Hoja de Lectura"

2.2.2.3. Ruta

Es un recorrido secuencial de medidores instalados en el predio actual, que debe seguir el personal encargado de la toma de lectura para cumplir con su recorrido asignado. En el aplicativo móvil, se asignará la ruta de recorrido en base al lugar de instalación del medidor en el predio actual.

2.2.2.4. Sectores

Son porciones de terrenos conformados por manzanas y zonas de un predio, el cual permite generar las rutas de forma ordenada y seguir una secuencia previa a los medidores instalados.

2.2.2.5. Medidor

Un medidor de agua potable es un instrumento de precisión utilizado para registrar y cuantificar el flujo de agua que pasa por el ramal desde la red de distribución hacia el interior de la casa del usuario; los medidores consta por tres partes: un mecanismo que mide el paso del agua, transmisión que es el enlace entre el mecanismo de relojería y un mecanismo de registro donde se mueven de manera continua las agujas y los números ubicados en el medidor (Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantrillado Salapa).

2.2.2.6. Planilleros

El personal realizar la tarea de recolección de información del consumo de lectura de agua potable.

2.2.3. Entornos de desarrollo

2.2.3.1. Base de datos

Una base de datos es una colección organizada de información estructurada o datos almacenados electrónicamente en un sistema de informático. Las bases de datos generalmente son administradas con un sistema de administración. Los datos y las bases de datos, junto con las aplicaciones están asociados con ellos,

se conocen como un sistema de base de datos, que a menudo se reducen a solo base de datos (Oracle, 2021).

Tabla 4. Características de Base de datos relacional y no relacional

Características	BD Relacional	BD no Relacional
Año de desarrollo	A partir de los años 80	Se empezaron a usar en los años 2012 y 2015
Tipo	Estructura basada en tablas	Es usa para documentos, gráficos, clave-valor, en memoria y búsqueda
Ejemplos	Oracle, PostgreSQL y MySQL	MongoDB, Hbase y Redis
Código	Combinación con PostgreSQL y MySQL	Fuente abierta
Esquema	Cuenta con un esquema predefinido	Utilizan esquema dinámico para datos no estructurados

Fuente: (Rendón, 2019)

Para la presente investigación se utilizó el modelo de base de datos relacional, ya que va acorde a el modelo del trabajo, sirve para analizar datos de manera eficiente y flexibles de acceder a la información estructurada, garantizando la integridad de los datos. Les permite representar y crear unión entre datos generando consultas y actualizando dicha información que se almacena en tablas donde cada una tiene filas y etiquetas únicas que son clave primaria. Oracle (2021) menciona que:

Las bases de datos relacionales se hicieron populares en la década de los 1980. Los elementos de una base de datos relacional se organizan como un conjunto de tablas con contienen columnas y filas. La tecnología de una base de datos relacionales proporciona una forma más eficiente y flexible de acceder a información estructurada. (párr.2)

- **Sistema gestor de base de datos relacional (SGBDR):** Son conjuntos de programas que realizan la administración y manejo de la información que se almacena dentro de la base de datos, se caracterizan por: monitorear los accesos de datos, mantener la integridad, proveer seguridad y privacidad en la manipulación de estos.

Los sistemas de gestión de base de datos se componen de:

- Gestores de bases de datos
- Diccionarios de datos
- Administradores de base de datos
- Lenguaje de base de datos

Tabla 5. Sistemas de gestores de bases de datos más usados

	MySQL	PostgreSQL	Firebase
Precios	Código abierto	Código abierto	Cuenta con versión gratuita y tiene planes desde 25\$ mensuales
Prueba gratuita	N/A	N/A	NO
Lenguaje	C, C++, C##, Pasca; PHP, Python	PL/pgSQL, lengua de consultas	Java, JavaScript, Objective
API	ADO, JDB, ODBC	RESTful	Android, iOS, RESTful, HTTP, JavaScript
Nivel de Habilidad	Intermedio	Alto	Intermedio
Características	Propietaria y publica, escrita en lenguaje de programación C y C++. Servidor separa para un solo uso cliente/servidor	Potente y robusta, permite herencia entre tablas. Incorpora estructuras de arrays	Inicio gratuito y escalable, multiplataforma, no es open source (código abierto) y requiere un tiempo de aprendizaje.

Fuente: (Marchena y Vásquez, 2017)

En esta investigación, se utilizó la base de datos MySQL donde se determinó que: es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto basado en SQL. Está diseñado y optimizado para aplicaciones web y puede ejecutarse en cualquier plataforma a medida que surgen y diferentes requisitos con internet. MySQL se convirtió en la plataforma elegida por los desarrolladores web y las aplicaciones basadas en la web, debido a que está diseñada para procesar millones de consultas y miles de transacciones, tiene una flexibilidad de baja demanda, qué es la característica principal de MySQL (Oracle, 2021).

2.2.3.2. Modelo-Vista-Controlador

El patrón MVC ayuda a separar el código de front-end y back-end en componentes separados, lo que facilita la administración y el cambio a cualquier lado sin que interfieran entre sí (Hernandez, 2021).

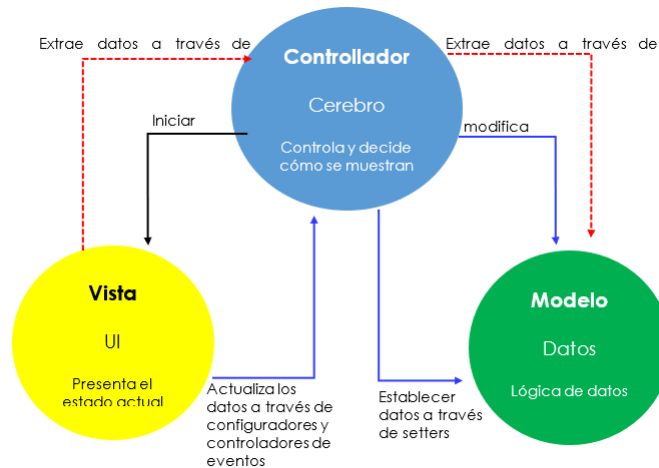


Figura 10. Modelo-Vista-Controlador

Fuente: (Hernandez, 2021)

Cuenta con los tres componentes que son (Hernandez, 2021):

- Modelo: el back-end que contiene toda la lógica de datos. Administra los datos los datos, ya sea que provengan de una base de datos, una API o un objeto JSON. El modelo es el responsable de administrarlos.
- Vista: el frontend o interfaz gráfica de usuario (GUI). La función de este componente es decidir que verá el usuario en su pantalla y como lo verá.
- Controlador: el cerebro de la aplicación que controla la visualización de los datos. La responsabilidad del componente es extraer, modificar y proporcionar datos al usuario, por medio de él se comunican el modelo y la vista, para solicitar los datos necesarios; los manipula para lograr resultados; y pásalos a la vista para que los muestre.

2.2.3.3. Editor de código Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollada por Microsoft, es un software libre y multiplataforma, está disponible para Windows, GNU/Linux y macOS. Tiene una buena integración con Git, cuenta con un soporte para depuración de código y disponible de un sin número de extensiones, que

básicamente te da la posibilidad de escribir y ejecutar código en cualquier lenguaje de programación (Flores, 2022, párr.3).

Para (Flores, 2022) define las siguientes características de VS Code:

- Es multiplataforma importante en cualquier aplicación y más si trata de desarrollo
- Contiene funciones de depuración para ayudar a detectar errores en el código, evitamos tener que inspeccionar visualmente línea por línea ojo humano para encontrar errores.
- Es un editor potente y en gran parte por las extensiones, es decir, nos permiten personalizar y agregar funcionalidad adicional de forma modular y aislada (párr.6).

Este editor de código permite personalizar, agregar funciones y contar con una experiencia agradable, ya que, el rendimiento es de calidad y ejecuta procesos independientes y sobre todo es una herramienta gratuita.

2.2.3.4. Control de versiones de código fuente

Las herramientas de control de versiones son programas que registran todos los cambios realizados sobre los archivos a lo largo del tiempo, permitiendo al desarrollador comparar diferentes puntos de tiempo y volver a un estado anterior si así lo requiere.

- GitHub: es un repositorio que ofrece un servicio en línea para alojar el código fuente de proyectos y controlar sus versiones. Puede contener carpeta y cualquier tipo de archivo, gracias a su característica de elaboración y bifurcación se puede trabajar en dos versiones diferentes del mismo proyecto a partir del mismo punto de origen (GitHub, 2018).

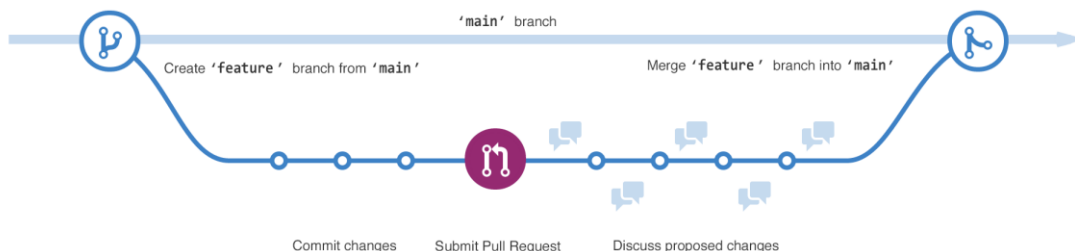


Figura 11. Esquema de bifurcación de GitHub

Fuente: (GitHub, 2018)

Se eligió trabajar con esta herramienta, ya que, cuenta con una gran utilidad para este proyecto y se puede manejar el control de versiones, manteniendo una copia de respaldo en la nube y poder restituir el proyecto de inmediato en cualquier contrariedad.

2.2.3.5. Python

Python es uno de los lenguajes de programación que más potentes de los últimos años, y su sencillez está muy relacionada con el desarrollo de soluciones de inteligencia artificial. Santander Universidades (2021) define a Python como:

Es un lenguaje fácil de leer y escribir debido a su gran similitud con el lenguaje humano. También es un lenguaje de código abierto multiplataforma y, por lo tanto, gratuito, lo que le permite desarrollar software sin limitaciones. Con el paso del tiempo, Python ha ganado seguidores por su simplicidad y amplitud gama de capacidades, especialmente en los últimos años, ya que ha transformado el trabajo en inteligencia artificial, Big Data, Machine Learning y Data Science, entre muchos otros campos en auge.

2.2.3.6. Django

Para el desarrollo de aplicaciones web podemos encontrar diferentes framework de desarrollo, uno de los cuales es Django, que tiene la gran ventaja de facilitar el trabajo con código en el lenguaje de programación Django. Se define a Django como:

Django es un framework web Python de alto nivel que promueve un desarrollo rápido y un diseño limpio y funcional. Creado por desarrolladores experimentados, elimina la mayor parte de las molestias del desarrollo web para que pueda concentrarse en escribir su aplicación sin necesidad de reinventar la rueda. Es gratis y de código abierto (Django, 2022).

Para la presente investigación se utilizó el lenguaje de programación Python con el framework Django permite diseñar sitios escalables aptos para dispositivos móviles y sitios web, su arquitectura permite desarrollar, probar y desplegar de manera rápida.

2.2.4. Entornos de desarrollo para Aplicaciones Móviles y Web

2.2.4.1. TypeScript

TypeScript es un lenguaje de programación orientado a objetos fuertemente tipificado basado en JavaScript que proporciona mejores herramientas a cualquier

escala. Es un código abierto y multiplataforma, y por tanto portátil, dicho con otras palabras, se puede utilizar desde cualquier dispositivo, sistema operativo o navegador. Al igual que JavaScript, no requiere una máquina específica (TypeScript, 2022).

A continuación, las ventajas de TypeScript (IMMUNE TECHNOLOGY INSTITUTE, 2022):

- Un lenguaje intuitivo: si conoce JavaScript, es un lenguaje fácil de aprender. Adicionalmente, es un lenguaje fácil de leer y redactar.
- Detecta errores a tiempo: la precisión de TypeScript es ejemplar. Eso permite detectar errores de compilación antes de su ejecución, convirtiéndolo en un código fiable con una tasa de errores muy baja.
- Estructura estática: no es un código dinámico, por lo que este tipo de escritura admite mejoras en la estructura de código y en las técnicas de programación orientada a objetos.
- Efectividad: las habilidades de JavaScript se pueden utilizar de forma más eficiente. Al compilar TypeScript, se convierte en un JavaScript seguro y puro.

2.2.4.2. Ionic

Según Pérez menciona que:

Es una herramienta gratuita para desarrollar aplicaciones híbridas utilizando HTML, debido a su código abierto. Ionic nos ofrece un diseño amigable, sencillo y funcional, diseñado para todos los dispositivos móviles, permite a los usuarios desplazarse por miles de lista sin afectar el rendimiento.

La principal característica es su alto rendimiento, ya que, fue construido para ser más rápido gracias a DOM con jQuery Con aceleración de transiciones para hardware. Es fácil de usar y comprende para cualquier desarrollo que crea aplicaciones para iOS o Android. (p.30)

Para la presente investigación se utilizó la herramienta de TypeScript para el desarrollo móvil porque es un lenguaje fácil de aprender, se conoces de JavaScript siendo un lenguaje fácil de leer y redactar con el framework Ionic favoreciendo la productividad y reduciendo los costes de desarrollo realizada en HTML facilitando proyectos de forma efectiva en la comunicación con Angular.

2.2.4.3. Lenguaje de programación PHP

Para (Cobo, Gómez, Pérez, y Rocha, 2005) define como:

PHP es un lenguaje interpretado al lado del servidor que surge dentro de la corriente denominada código abierto. Se caracteriza por su potencia, versatilidad, robustez y modularidad. Al igual que ocurre con tecnologías similares. Los programas son integrados directamente dentro del código HTML (p.99).

Según (Arce, 2018) afirma que: "este lenguaje se puede ejecutar en todos los sistemas operativos actuales y en múltiples servidores web. También soporta una amplia variedad de base de datos y cuenta con múltiples librerías para ejecutar procesos comunes".

Las características según el autor nos indica que:

- Este lenguaje está diseñado para desarrollar de aplicaciones web de forma dinámica que puedan acceder a datos almacenados en una base de datos.
- Se conecta a todos los motores de base de datos, su conectividad se destaca con PostgreSQL y MySQL.
- El código fuente escrito en este lenguaje es invisible para el cliente y para el navegador web porque el servidor es quien tiene a su cargo la ejecución del código y él envió del resultado HTML hacia el navegador, permitiendo que la programación en PHP sea confiable y segura (Redactores Profesionales, 2022).

PHP cuenta con algunos manejadores de paquetes para PHP que proporciona un estándar para administrar, descargar e instalar dependencias y librerías.

En la investigación se trabajó con Composer, que es un administrador de dependencias para proyectos de programación en PHP, es decir, nos permite administrar los paquetes de software en los que se basa nuestro proyecto PHP. Ayudándonos a resumir las tareas de descarga y mantenimiento de las versiones del proyecto para que estén siempre actualizadas (Alvarez, 2020).

2.2.4.4. Angular

Según (Deyimar, 2022) menciona que:

Angular es un framework de diseño de aplicaciones y plataformas de desarrollo para crear aplicaciones de una sola página eficiente y sofisticada. Fue una

arquitectura modelo-vista-controlador, que se usa en el desarrollo de aplicaciones web, vincula JavaScript y HTML, el código entre ellos a sincroniza. Este mecanismo facilita el trabajo de los desarrolladores reduciendo la cantidad de código necesario para escribir. Ofrece una serie de beneficios como: plantillas de código, documentación extensa, pruebas y compatibilidad móvil y de escritorio.

Esta investigación utilizó estas herramientas del entorno de desarrollo para crear una aplicación web que nos permitiera decodificar la información sobre cada medidor de agua potable con la ayuda del reconocimiento de imágenes, luego capturar las lecturas de consumo de agua y exportar de la base de datos a la web y completar el proceso de cobro.

2.2.5. Metodología de desarrollo

Metodología ágil

Existen algunos tipos de metodología ágil, se ha seleccionado la metodología ágil desarrollo rápido de aplicaciones (RAD), nos permite caracterizar la productividad e informalidad.

Molina et al. (2018) manifiesta que “en un mundo empresarial existe un entorno global de las nuevas necesidades y oportunidades de mercado, considerando el software como un pionero de las operaciones empresariales; se debe desarrollar con soluciones informáticas de manera ágil para dar respuestas de calidad” (pág.4).

Tabla 6. Comparativa de metodologías de desarrollo

Metodología tradicional	Metodología ágil
Orientado a procesos	Orientado a personas
Poca comunicación con el cliente	Comunicación constante con el cliente
Entrega de software al finalizar el desarrollo	Entregas constantes de software
Más roles, más específicos	Pocos roles, más genéricos y flexibles
Se promueve que la arquitectura se defina tempranamente en el proyecto	La arquitectura se va definiendo y mejorando a lo largo del proyecto

Grupos grandes y posiblemente distribuciones	Grupos pequeños mejores de 10 integrantes
Resistencia a cambios	Preparados para cambios durante el proyecto
Más artefactos, el modelo es esencial y mantenimiento de modelos	Pocos artefactos, el modelo es prescindible y modelos desechables

Las meteorologías de desarrollo ágil más destacadas son:

- XP (extreme Programming): que se basa una serie de reglas y principios que se han utilizado a lo largo de toda la historia del desarrollo de software, aplicando conjuntamente cada una de ellas de manera que creen un proceso ágil, en donde dan esos de las tareas que agreguen valor y quieten procedimientos que genere burocracia en él mismo (Rojas, 2013).
- Scrum: basada en la teoría de control de procesos empíricos. Esto asegura que el conocimiento provenga de la experiencia y que las decisiones se tomen base a la información conocida. Esta metodología impone enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo, realizó entrega del proyecto en sí. Cuenta con tres pilares fundamentales que soportan el control de proceso empírico los cuáles son: transparencia, inspección y adaptación (Schwaber & Sutherland, 2013).
- Crystal Clear: es una metodología en la cual se establecen códigos de color como parte de la definición de la complejidad de esta, si es más oscuro entonces el método es más pesado; cuanto más crítico es el sistema más rigor se necesita. Crystal tal sugiere que se defina un color para cada proyecto en función de su criticidad y tamaño. no existe una metodología en general, si no existe una metodología para todo tipo de proyecto (Rivadeneira, 2012).
- RAD: una metodología de desarrollo conocida como Diseño Rápido de Aplicaciones (RAD) ha crecido enormemente a medida que las agencias necesitan crear aplicaciones funcionales en un corto período de tiempo. RAD es un ciclo de desarrollo diseñado para crear aplicaciones de computadora de alta calidad.

Tabla 7. Características de metodologías de desarrollo ágiles

Metodología	Características
XP (extreme Programming)	Metodología basada en prueba y error.
	Cliente bien definido.
	Los requerimientos pueden y van a cambiar.
	Implementa compatibilidad y usabilidad con otras metodologías.
	Programación organizada y reduce la tasa de errores.
Scrum	En prácticas orientado a planes como CMMI o PSP.
	El aporte de la industria a través de las buenas prácticas.
	La competitividad en el desarrollo de productos y proyectos industriales a través de implementación de esta metodología ágil.
Crystal Clear	Aplicación de las metodologías ágiles en los procesos de calidad, entregando resultados óptimos.
	Entregas frecuentes basadas en ciclos de vida iterativos e incrementales.
	Cuantas más personas estén implicadas, más gran debe ser la metodología.
	Comunicación entre los componentes.
	La forma más eficaz la comunicación es interactiva.
RAD	Creación temprana de prototipos, reiterando está a través de la presentación del prototipo visual.
	Impere el criterio de reutilización de software.
	Reuniones de trabajo que van al grano.
	Menor nivel de formalidad en la documentación escrita.
	Lluvia de ideas para obtener un borrador inicial de los requerimientos.

Basado en la tabla características de las metodologías de desarrollo ágil, que tiene en cuenta la flexibilidad y la velocidad del desarrollo del proyecto, también es una metodología abierta que se centra en los cambios en colaboración con equipos pequeños y aun así informa al cliente sobre el estado actual del proyecto en el durante cada iteración de ejecución.

Dentro de las metodologías ágiles se eligió la metodología diseño rápido de aplicaciones (RAD) por ser una de las que tiene una característica principal, en la cual se utiliza el desarrollo iterativo e incremental con entregas frecuentes y funcionales, siendo una metodología con una comunicación alta de forma directa y verbal enfocándose en las necesidades del cliente.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Esta investigación se trabajó en base al enfoque mixto, enfoque cualitativo y cuantitativo, el mismo que me permitió dar soluciones optimas al planteamiento de problema.

El enfoque cuantitativo, referenciando al libro Metodología de la Investigación (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014) menciona que:

El enfoque cuantitativo (un conjunto de procesos) son secuenciales y basados en evidencia. Cada paso precede a siguiente, y no podemos omitir ni evitar pasos. El orden es riguroso, por supuesto podemos redefinir algunas fases. Se parte de una idea que va acatándose y una vez delimitada se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica, se formulan hipótesis y determinan variables a partir del problema; se elabora un plan de validación, las variables se miden en condiciones específicas. Se analizaron las medidas obtenidas por métodos estadísticos y se extrajeron varias conclusiones sobre las hipótesis propuestas.

El enfoque cualitativo, se referencia del libro de Metodología de la Investigación, Hernández et al. (2014) afirma que:

Se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, la investigación cualitativa puede hacer preguntas hipotéticas antes, durante o después de la recopilación y el análisis de datos, en lugar de aclarar las preguntas e hipótesis de investigación para la recopilación de datos.

Esta investigación se trabajó en base al enfoque mixto, enfoque cualitativo nos permitió la recolección e interpretación de datos mediante entrevistas y encuestas a usuarios y trabajadores de la Unidad Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de

Puerto El Carmen para el diseño y construcción de la solución tecnológica con el procesamiento de imágenes, conociendo los requerimientos del software. Se basó en el enfoque cuantitativo porque la propuesta de desarrollo de la solución tecnológica cuenta con las características requeridas por parte de la jefe de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado, también se aplicó encuesta relacionadas a la usabilidad del aplicativo web y móvil con resultados fortalecedores para la investigación.

3.1.2. Tipo de Investigación

Se utilizó los siguientes tipos de investigación:

3.1.2.1. Investigación Bibliográfica

Esta investigación es esencial ya que nos permitió la selección y recopilación de información en textos que contienen información real para aprender sobre los algoritmos de visión artificial y toma de lectura de agua potable, cómo desarrollar visión artificial basada en el reconocimiento de caracteres, a medida que evolucionan las soluciones técnicas, buscamos soluciones que pueden ser útiles para el servicio comunitario.

3.1.2.2. Investigación Documental

Este estudio es documental porque se recurrió a revistas, artículos científicos y trabajos de investigación de repositorios digitales para obtener información sobre las variables de estudio, así como realizar un estudio en el área de agua potable del GAD Municipal de Putumayo para recopilar el proceso de toma de lectura de agua potable para continuar el desarrollo de la investigación. Además, se utilizó documentación

3.1.2.3. Investigación Exploratoria

Se utilizó esta investigación porque se realizó un análisis para identificar el lugar de estudio, he identificado problemas para los cuales no existían soluciones técnicas, y se profundizó el conocimiento sobre la toma de lectura y seguimiento de agua potable, obtenido directamente del personal del GAD Municipal de Putumayo para el desarrollo de la investigación. Se la utilizó para determinar la problemática de la toma de lectura, mejorar el panorama del estudio y la comprensión del problema sin aportar resultados definitivos.

3.1.2.4. Investigación de Campo

La investigación de campo fue aplicada porque nos ayudó a extraer datos e información directamente de la realidad sobre consumo de agua potable en el lugar del objeto de estudio, mediante el uso de técnicas de recolección, en este caso el uso de entrevistas y encuestas para encontrar problemas y dar solución a los mismos. Obteniendo los requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la solución tecnológica, consiguiendo mediante una entrevista y encuesta donde permitió identificar que la solución tecnológica mejoró la atención a los ciudadanos y el trabajo de los planilleros.

3.2. IDEA A DEFENDER

El uso de la visión artificial ayudará al proceso de toma de lectura del agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1 Definición

3.3.1.1. Variable independiente: Visión artificial

La visión artificial es una rama de la inteligencia artificial (IA), es una combinación entre software y hardware que nos permite adquirir, procesar y analizar una imagen.

3.3.1.2. Variable dependiente: Lectura de agua potable

Es una actividad que se realiza en el medidor, funcionan de acuerdo con el caudal de agua, mide la cantidad de líquido en m³ y luego registra las lecturas para realizar el cálculo de consumo agua en m³.

3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables: variable independiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente: Visión artificial	Niveles de visión artificial	Proceso de bajo nivel Proceso de medio nivel Proceso de alto nivel		
	Adquisición de imágenes	Cámara Técnica de iluminación		
	Algoritmo para estudiar	Precisión del algoritmo Eficiencia de respuesta	Entrevista Encuestas	Cuestionario
	Entrenamiento del algoritmo	Tiempo de aprendizaje Calidad de información Cantidad de información		

Tabla 9. Operacionalización de variables: variable dependiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Dependiente: Lectura de agua potable	Consumo	Volumen en m3 Tarifas de consumo Tiempo de lectura		
	Ruta	Sectores Tiempo Proceso de lectura	Entrevista Encuestas	Cuestionario Observación
	Medidores	Medidores mecánicos Unidades en m3		
	Personal	Planilleros		

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

3.4.1.1. Método analítico-sintético

El estudio se basa en la recolección de datos cualitativos, para conocer la metodología de la toma de lectura utilizada por los colaboradores y cuantitativos, ya que se contabilizan los datos de las respuestas de los instrumentos de estudio: la aplicación del método analítico que disecciona el estudio en sus partes y cualidades del software mediante la investigación documental de la toma de lectura tradicional y el uso de la tecnología a través de las entrevistas encuestas y el método sintético, fusionando partes previamente analizadas para desarrollar una solución a la investigación.

3.4.1.2. Método Científico

El método científico es un proceso cronológico el cual conlleva a la obtención de información verídica sin premisas que no tengan fundamento alguno.

(Vasquez, 2015) El método científico es "una serie ordenada de procedimientos de que hace una sola investigación científica para observar la extensión de nuestros conocimientos. Podemos concebir el método científico como una estructura, un armazón formado por reglas de principios coherentes concatenados" (pág.20).

Por lo tanto, se utilizó este método, ya que, permitió la obtención de información a través de pasos, los que nos guio a encontrar datos de suma relevancia para este proyecto.

3.4.1.3. Método Investigación-acción

Se han realizado investigaciones adecuadas sobre el manejo de la visión artificial para el proceso de toma de lectura del agua potable, Para desarrollar una solución tecnológica que automatice y tome medidas correctivas para almacenar y proteger la información, es necesario ser práctico con algunas tareas relacionadas con la introspección y la investigación, y trabajar con los cambios necesarios para completarlas y mejorarlas.

3.4.2. Técnica de investigación

3.4.2.1. Entrevista

(Cabezas, Andrade, y Torres, 2018) afirma que:

La entrevista se trata de una técnica de investigación cualitativa en la evolución de la recolección de datos existen observación participante y puede ser estructurada y no estructurada; puede llamarse enfocada o entrevistas de profundidad esto establece un tipo de estímulo que conduce casi siempre a un discurso de expresión escrita continua cuyo marco de referencia y la investigación, a veces se supone que está un poco improvisada ya que las preguntas van surgiendo a medida que van emergiendo respuestas del entrevistado. El contenido en si es de carácter adaptable y susceptible de aplicarse a toda clase de sujetos y situaciones por la variabilidad que existe en ejecución de preguntas o interrogantes que estén enmarcados en el objeto de estudio es lo q decíamos averiguar este tipo de entrevista, es cualitativa y de carácter holístico, ya que, busca explorar y descubrir características en la persona evaluada el éxito de las expresiones son las percepciones de cada individuo en alguna ocasión no clasifican ni tampoco tiene algún tipo de interés de tabular los datos que arrojan estas entrevistas lo más significativo oriente hipótesis.

3.4.2.2. Encuesta

(Abascal y Esteban, 2005) afirma que:

Se la puede definir como una técnica primaria y de obtención de información sobre la base de un conjunto objetivo, coherente y articulado de preguntas, que garantiza que la información proporcionada por una muestra puede ser analizada mediante métodos cuantitativos y los resultados sean extrapolables cuando determinados errores y confianza a una población.

3.4.2.3. Observación

(Espinoza, 2012) registro visual de una situación real; consignando los acontecimientos según algún esquema previsto:

- Primero definir los objetivos que se persiguen; determinar su unidad de observación.

- Debe ser planificada, para que reúna los requisitos de validez y confiabilidad.
- Se debe preparar a los observadores.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Población y muestra

3.5.1.1. Población

Con esta investigación se realizó aquí tomando en cuenta a los ciudadanos que requieren el uso del servicio de agua potable de la ciudad de Puerto el Carmen y a los trabajadores de la unidad de agua potable y alcantarillado del GAD Municipal de Putumayo.

Tabla 10. Población de estudio

Población	Nº
Personal Agua potable	8
Usuarios	442
TOTAL	450

Actualmente la población de la ciudad de Puerto el Carmen tiene un total de 450 individuos donde se desglosa, 442 usuarios, 8 personas trabajando en el departamento de agua potable del GAD Municipal de Putumayo.

3.5.1.2. Muestra

Hernández et al. (2014) afirma que: "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (pág.69).

Se cuenta con una población de 450 elementos, debido a que la población es mayor a 50 elementos es necesario separar un subconjunto representativo de la población, mediante el uso de la siguiente fórmula:

N =total de población

n = tamaño de la muestra

Z =desviación típica 1.96 (seguridad de 95%)

p =probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

e =margen de error

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

Personal Agua potable

El personal de agua potable del GAD Municipal de Putumayo es de 8 personas, por lo tanto, la encuesta se aplicó a todo el personal, cabe recalcar que se realizó una entrevista a la jefe de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado.

Usuarios

N=total de población

n= tamaño de la muestra

Z=1.96 (seguridad de 95%)

p=probabilidad de éxito (0.05= 5%)

q= probabilidad de fracaso (1-p)

e=margen de error (5%= 0.05)

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{442 * 1,96^2 * 0,05 * (1 - 0,05)}{(442 - 1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,05 * (1 - 0,05)}$$

$$n = \frac{442 * 3,8416 * 0,05 * 0,95}{(441) * 0,05^2 + 3,8416 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = \frac{80.654392}{1.284976} = 62,76 = 63$$

Actualmente existen 442 usuarios consumidores de agua potable de la ciudad de Puerto el Carmen, con un margen de error de 5%, se obtuvo una muestra de 63 elementos a los cuales se aplicó la técnica de encuesta.

Tabla 11. Fracción muestral

Población	Nº Población	Muestra
Personal Agua potable	8	8
Usuarios	442	63
TOTAL	450	71

3.5.2. Análisis de entrevista

La entrevista fue dirigida a la Ing. María José Songor, jefe de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado, con el objetivo de determinar los procesos de toma de lectura de agua potable.

Pregunta 1. ¿Describa el procedimiento que realizan para la toma de lectura?

Actualmente, la actividad se realiza de forma manualmente una vez al mes, se realiza el recorrido por rutas designadas, se dirigen de casa en casa registrando el consumo mensual en una hoja con formato realizado por la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado y este recorrido se demora alrededor de tres días y proceden a pasar en un Excel realizando los cálculos y proceden a subir al sistema Saycob.

Pregunta 2. ¿Qué herramientas tecnológicas utilizan en esta unidad?

Aquí en la institución contamos solo con el uso de computadoras, es por eso por lo que me gustaría poder contar con un sistema web y aplicación móvil para poder mejorar el servicio de agua potable, contar con consumos reales y verídicos para nuestra comunidad.

Pregunta 3. ¿Le gustaría contar con un sistema para la automatización de este proceso?

Si nos gustaría contar con un sistema, ya que, nos va a permitir involucrarnos en la tecnología y facilitaría el trabajo al personal Unidad de Agua Potable y Alcantarillado.

Pregunta 4. ¿Cree usted que la visión artificial aporta en la automatización de dicho proceso?

Al contar con un sistema que nos permita automatizar la toma de lectura de agua potable, ya que, al involucrarnos con la visión artificial nos permitirá contar con una aplicación móvil la cual realizará el reconocimiento de imágenes permitiéndonos procesar de manera automática los cálculos de consumo de cada medidor.

Pregunta 5. ¿El personal Unidad de Agua Potable y Alcantarillado estaría dispuesto a migrar al uso de la tecnología para realizar el proceso de toma de lectura de agua potable?

Nosotros estamos dispuestos porque al contar con una tecnología de esta magnitud nos permite crecer tanto como institución que, como comunidad, al utilizar la tecnología el tiempo que lleva el realizar este proceso mejoraría, contaríamos con

todo el reporte con los cálculos de consumo de agua potable en menos de una semana, brindaríamos confianza a la comunidad.

3.5.3. Análisis de encuesta

La encuesta fue realizada a nuestro grupo de población seleccionada mediante la aplicación de encuestas, este instrumento se aplicó al personal de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado y a personas de la ciudad de Puerto el Carmen.

Entrevista a los empleados de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado.

Pregunta 1. ¿De qué manera se maneja la lectura de medidores del sistema de agua potable?

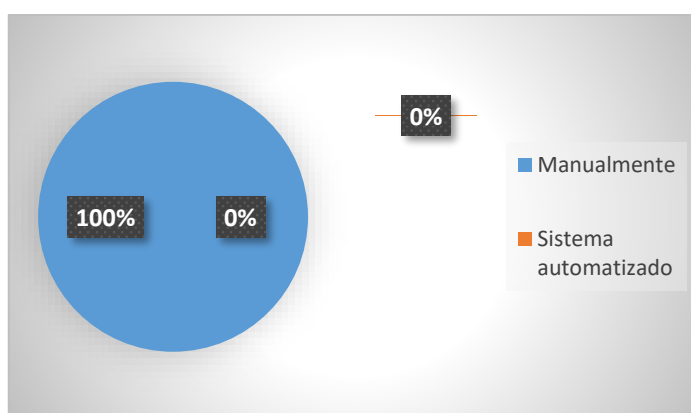


Figura 12. Pregunta 1

Tabla 12. Pregunta 1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Manualmente	8	100	100	100
	Sistema automatizado	0	0	0	
	Total	8	100	100	

Análisis:

Se puede observar en los resultados el medio por el que se desarrolla el proceso de toma de lecturas de consumo de agua potable, que el 100% del personal afirman que lo realizan de manera manual mediante hojas impresas.

Pregunta 2. ¿Cuál es el proceso para registrar los datos de consumo de agua potable de los usuarios?

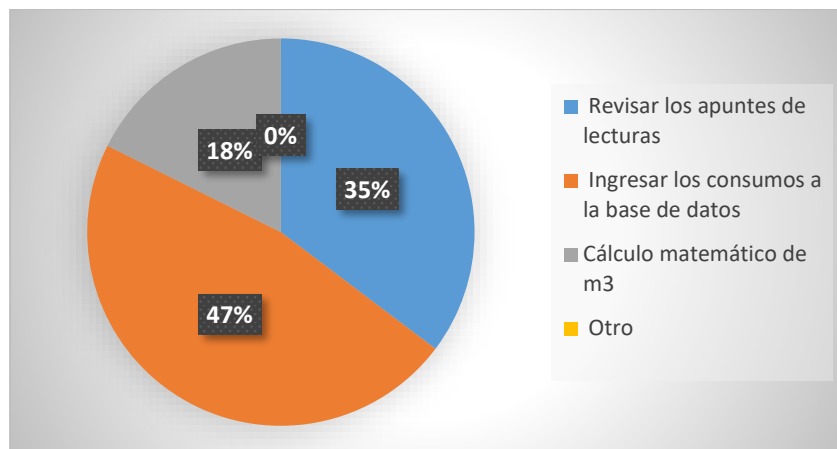


Figura 13. Pregunta 2

Tabla 13. Pregunta 2

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Revisar los apuntes de lecturas	3	35,0	35,0
	Ingresar consumos a la base de datos	4	47,0	82,0
	Cálculo matemático de m3	1	18,0	100,0
	Otros		0,0	
	Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Los resultados de la encuesta aplicada al personal de la Unidad de Agua Potable, para conocer el proceso de registro de datos de consumo de agua potable de los usuarios se determinan que no conocen claramente los pasos para realizar este proceso, el 47% del personal afirman que se debe ingresar los consumos a la base de

datos, el 35% se debe revisar los apuntes de lecturas anteriores y el 16% se debe realizar el cálculo matemático del consumo de agua potable.

Pregunta 3. ¿Qué requerimientos necesita para generar sus reportes?

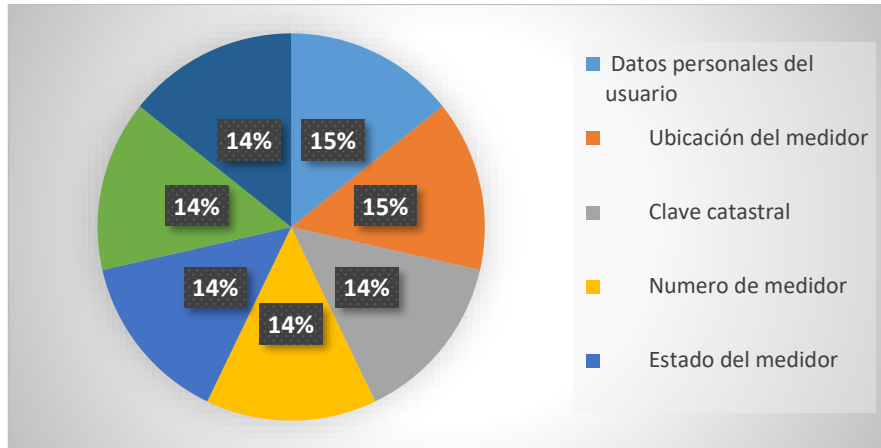


Figura 14. Pregunta 3

Tabla 14. Pregunta 3

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Datos personales del usuario	2	15,0	15,0
	Ubicación del medidor	1	15,0	30,0
	Clave catastral	1	14,0	44,0
	Número de medidor	1	14,0	58,0
	Estado del medidor	1	14,0	72,0
	Fecha de ingreso	1	14,0	86,0
	Consumo	1	14,0	100,0
	Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer los requerimientos necesarios al momento de generar los reportes son: datos personales del usuario, ubicación del medidor, clave catastral, número de medidor, estado del medidor, fecha de ingreso y el consumo m3.

Pregunta 4. ¿Qué problemas se presentan de manera frecuente con la toma de lecturas de los medidores del Sistema de Agua Potable?

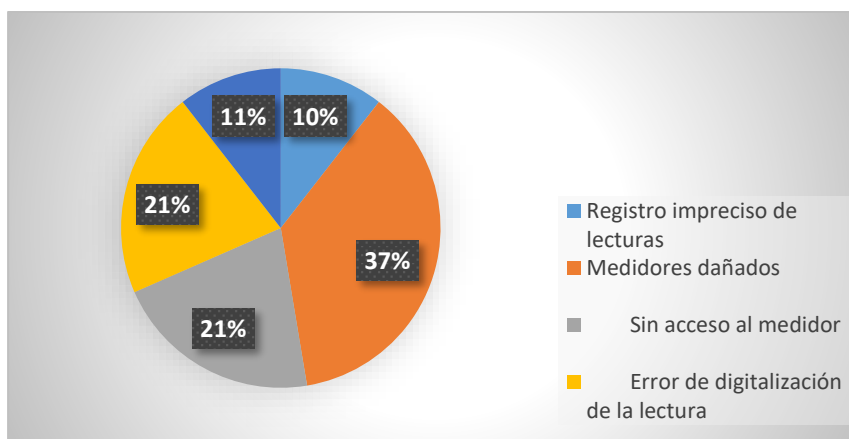


Figura 15. Pregunta 4

Tabla 15. Pregunta 4

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	1	10,0	10,0	10,0
	4	37,0	37,0	47,0
Válido	1	21,0	21,0	68,0
	1	21,0	21,0	89,0
	1	11,0	11,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer el problema que se presentan de manera frecuente con la toma de lecturas de los medidores del Sistema

de Agua Potable son: el 10% de los trabajadores afirman que existe un registro impreciso de lecturas, 37% manifiesta que existen medidores dañados, el 21% afirma que existe error de digitalización de la lectura y sin acceso al medidor, el 11% existe una manipulación de los medidores.

Pregunta 5. ¿Ha existido quejas de los usuarios por registro inadecuado de la lectura de los medidores de agua potable?

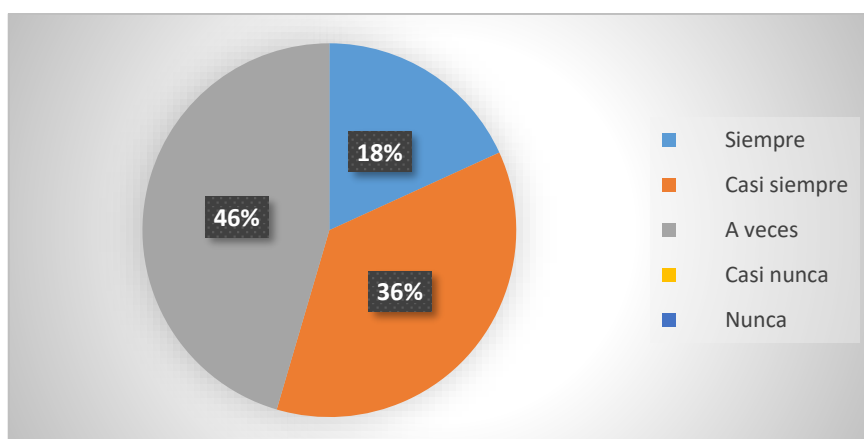


Figura 16. Pregunta 5

Tabla 16. Pregunta 5

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	1	18,0	18,0
	Casi siempre	4	36,0	54,0
	A veces	1	46,0	100,0
	Casi nunca	1	0,0	0,0
	Nunca	1	0,0	0,0
	Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si hasta el momento existe quejas por parte de los usuarios por el registro inadecuado de lectura de los medidores de agua potable, el 46% de los trabajadores manifiesta que a veces si ha

existido quejas, el 36% de los trabajadores afirman que casi siempre ha existido quejas y el 18% afirma que siempre ha existido quejas por parte de los usuarios.

Pregunta 6. ¿Qué permitirá la automatización de la toma de lectura de los medidores del agua potable?

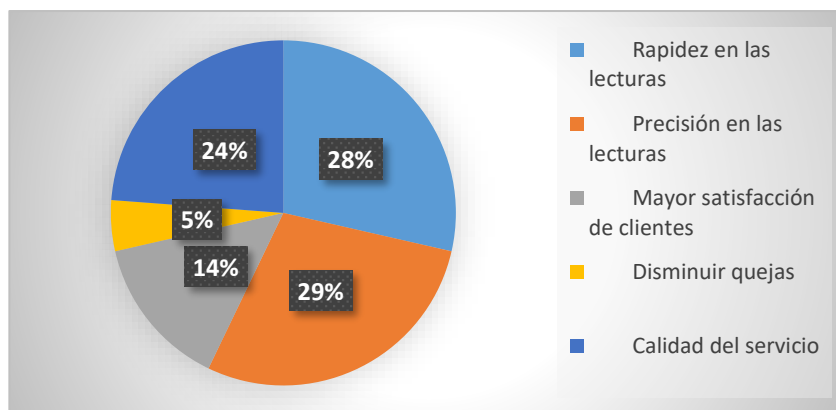


Figura 17. Pregunta 6

Tabla 17. Pregunta 6

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Rapidez en la toma de lecturas	2	28,0	28,0	28,0
Precisión en las lecturas	2	29,0	29,0	57,0
Válido Mayor satisfacción para los clientes	1	14,0	14,0	71,0
Disminuirá las quejas	1	5,0	5,0	76,0
Calidad del servicio	2	24,0	24,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer que permitirá a la automatización, el 29% de trabajadores piensan que mejorara la precisión en las lecturas, el 28% de los trabajadores afirman que existirá una rapidez en la toma de

lecturas, el 24% de los trabajadores dicen que mejorará la calidad del servicio, el 14% existirá mayor satisfacción para los clientes y el 5% de los trabajadores dicen que disminuirá las quejas por parte de los usuarios.

Pregunta 7. ¿El desarrollo de la solución tecnológica para la automatización de los registros de lectura de agua potable, agilizará el proceso de digitalización al sistema?

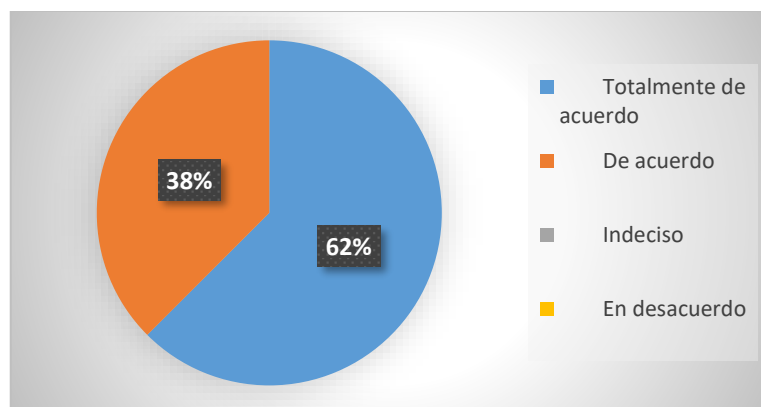


Figura 18. Pregunta 7

Tabla 18. Pregunta 7

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	5	62,0	62,0
	De acuerdo	3	38,0	100,0
	Indeciso	0	0,0	0,0
	En desacuerdo	0	0,0	0,0
	Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si la solución tecnológica agilizará el proceso de digitalización al sistema, el 62% de los trabajadores están totalmente de acuerdo con el desarrollo de la solución tecnológica y el otro 38% de trabajadores de acuerdo.

Pregunta 8. ¿El desarrollo de la solución tecnológica ayudará a registrar y obtener un consumo de agua exacto y rápido?

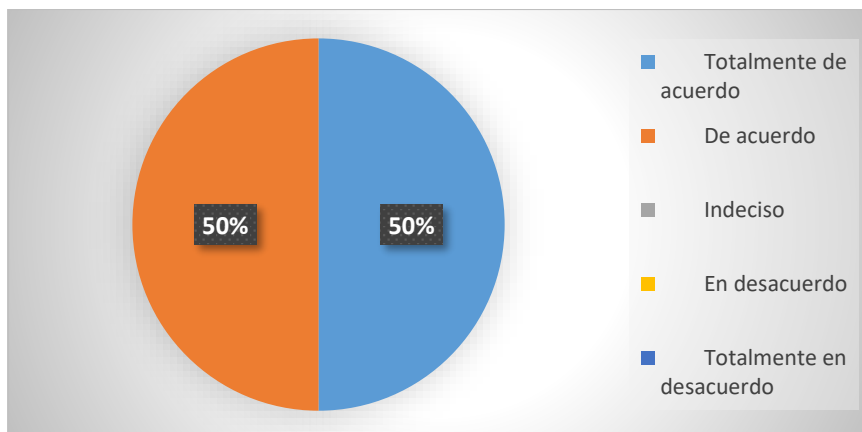


Figura 19. Pregunta 8

Tabla 19. Pregunta 8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	4	50,0	50,0	50,0
	De acuerdo	4	50,0	50,0	100,0
	Indeciso	0	0,0	0,0	
	En desacuerdo	0	0,0	0,0	
	Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si el desarrollo de la solución tecnológica ayudará a registrar y obtener un consumo de agua exacto y rápido, el 50% de los trabajadores están totalmente de acuerdo con el desarrollo de la solución tecnológica ayudará a registrar y obtener un consumo exacto y el otro 50% de trabajadores de acuerdo.

La encuesta fue realizada a nuestro grupo de población seleccionada mediante la aplicación de encuestas, este instrumento se aplicó los usuarios de la ciudad de Puerto el Carmen.

Encuesta a los usuarios de la ciudad de Puerto el Carmen.

Pregunta 1. ¿La atención en el área de recaudación es buena?

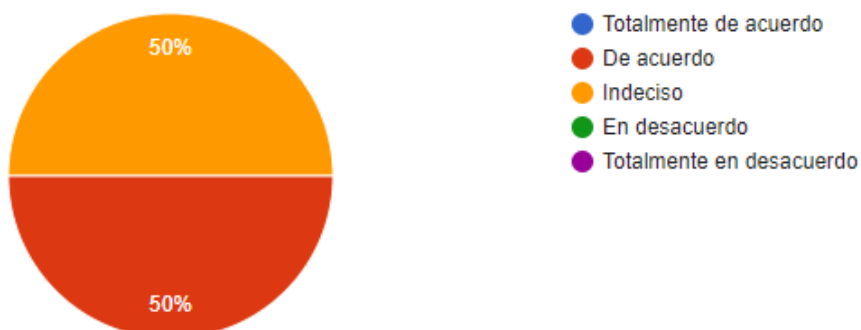


Figura 20. Pregunta 1

Tabla 20. Pregunta 1

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
Totalmente de acuerdo	4	50,0	50,0	50,0
De acuerdo	4	50,0	50,0	100,0
Indeciso	0	0,0	0,0	
En desacuerdo	0	0,0	0,0	
Totalmente en desacuerdo	0	0,0	0,0	
Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer la atención en el área de recaudación, el 50% de la muestra de la población están totalmente de acuerdo con el área de recaudación y el otro 50% de la muestra de la población están indecisos con la atención.

Pregunta 2. ¿Usted está conforme con los pagos de consumo mensuales de agua potable?

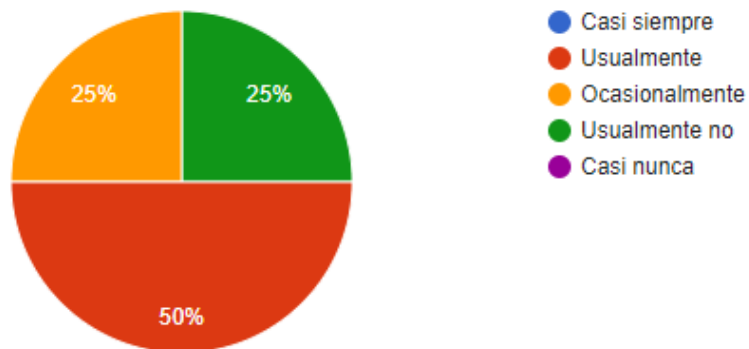


Figura 21. Pregunta 2

Tabla 21. Pregunta 2

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	0	0,0	50,0
	Usualmente	4	50,0	75,0
	Ocasionalmente	2	25,0	100,0
	Usualmente no	2	25,0	
	Casi nunca	0	0,0	
	Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si están conforme con los pagos de consumo mensuales de agua potable, el 50% de la muestra de la población manifiestan que usualmente están conforme con los pagos de consumo mensuales de agua potable, un 25% ocasionalmente de acuerdo y el otro 25% de la muestra de la población están usualmente no de acuerdo con los pagos de consumo mensuales de agua potable.

Pregunta 3. ¿Usted solicita información sobre su consumo de agua?

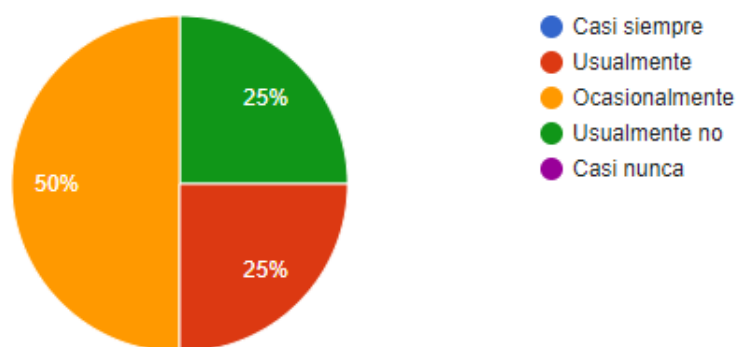


Figura 22. Pregunta 3

Tabla 22. Pregunta 3

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	0	0,0	25,0
	Usualmente	2	25,0	75,0
	Ocasionalmente	4	50,0	100,0
	Usualmente no	2	25,0	
	Casi nunca	0	0,0	
	Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si solicita información sobre su consumo de agua, el 50% de la muestra de la población manifiestan que ocasionalmente solicitan información sobre su consumo de agua, un 25% usualmente solicitan información sobre su consumo de agua y el otro 25% de la muestra de la población manifiestan que usualmente no solicitan información sobre su consumo de agua.

Pregunta 4. ¿El sistema o mecanismo de cobro utilizado actualmente les ofrece a ustedes buen servicio?

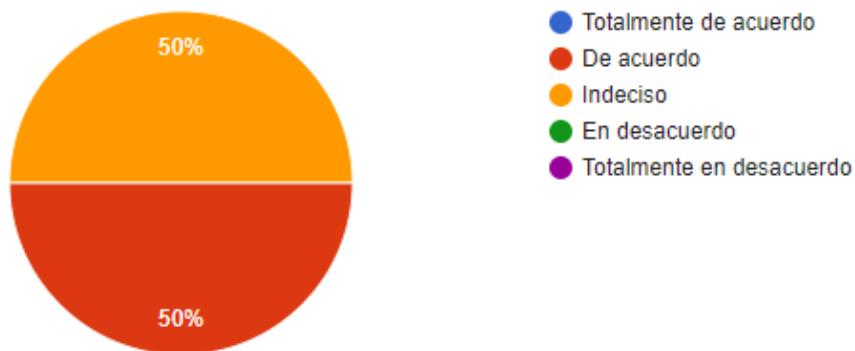


Figura 23. Pregunta 4

Tabla 23. Pregunta 4

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válido	Totalmente de acuerdo	0	0,0	0,0	50,0
	De acuerdo	4	50,0	50,0	100,0
	Indeciso	4	50,0	50,0	
	En desacuerdo	0	0,0	0,0	
	Totalmente en desacuerdo	0	0,0	0,0	
	Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si les ofrece un buen servicio, el 50% de la muestra de la población están de acuerdo con el mecanismo de cobro utilizado actualmente ofrece buen servicio y el otro 50% de la muestra de la población están indecisos con el mecanismo de cobro utilizado actualmente ya que no ofrece buen servicio.

Pregunta 5. ¿Conoce cuál es el procedimiento que llevan a cabo los planilleros al registrar los consumos de agua?

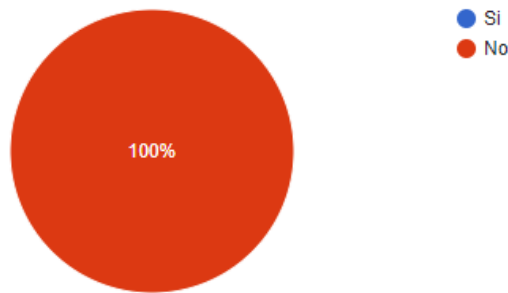


Figura 24. Pregunta 5

Tabla 24. Pregunta 5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	100,0
	No	8	100,0	100,0	
	Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si los usuarios conocen el procedimiento del registro de toma de lecturas, el 100% de la muestra de la población afirman que no conocen el procedimiento que llevan a cabo los planilleros al registrar los consumos de agua.

Pregunta 6. ¿Conoce cuando un medidor requiere ser cambiado?

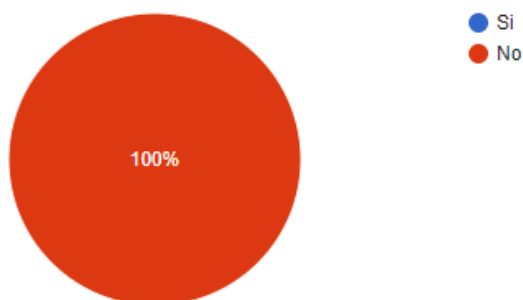


Figura 25. Pregunta 6

Tabla 25. Pregunta 6

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	100,0
	No	8	100,0	100,0	
	Total	8	100,0	100,0	

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si los usuarios conocen cuando un medidor requiere ser cambiado, el 100% de la muestra de la población afirman que lastimosamente no conocen cuando un medidor requiere ser cambiado y que en ocasiones han preguntado, pero no han tenido una respuesta.

Pregunta 7. ¿Alguna vez ha tenido inconvenientes con los datos de lecturas generadas?

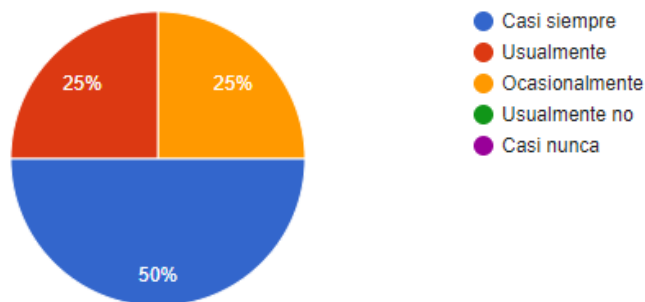


Figura 26. Pregunta 7

Tabla 26. Pregunta 7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	4	50,0	50,0	50,0
	Usualmente	2	25,0	25,0	75,0
	Ocasionalmente	2	25,0	25,0	100,0
	Usualmente no	0	0,0	0,0	
	Casi nunca	0	0,0	0,0	

Casi nunca	0	0,0	0,0
Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta aplicada para conocer si han tenido inconvenientes con los datos de lecturas generadas, el 50% de la muestra de la población manifiestan que casi siempre han tenido inconvenientes con los datos de lecturas generadas, un 25% usualmente han tenido inconvenientes con los datos de lecturas generadas y el otro 25% de la muestra de la población manifiestan que ocasionalmente han tenido inconvenientes con los datos de lecturas generadas.

Pregunta 8. ¿Le gustaría que el departamento de agua potable utilizó una solución tecnológica para el proceso de toma de lectura?

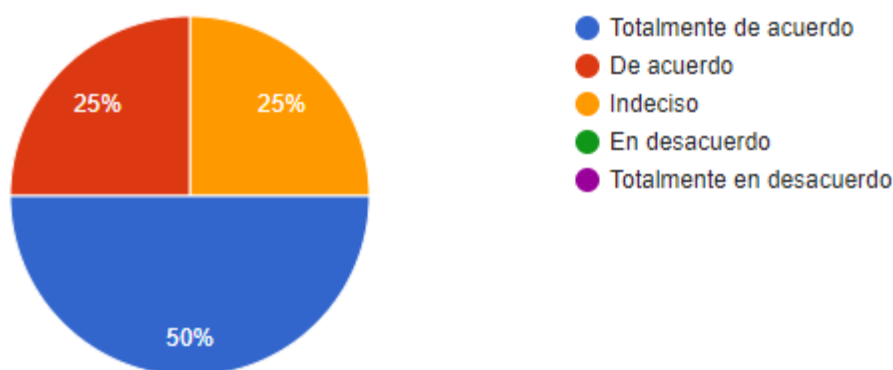


Figura 27. Pregunta 8

Tabla 27. Pregunta 8

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente de acuerdo	4	50,0	50,0	50,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Indeciso	2	25,0	25,0	
En desacuerdo	0	0,0	0,0	

Totalmente en desacuerdo	0	0,0	0,0
Total	8	100,0	100,0

Análisis:

Con un resultado de la encuesta realizada, el 50% de la muestra de la población manifiestan que están totalmente de acuerdo que el departamento de agua potable utilizó una solución tecnológica para el proceso de toma de lectura, un 25% de acuerdo que el departamento de agua potable utilizó una solución tecnológica para el proceso de toma de lectura y el otro 25% de la muestra de la población manifiestan que están indecisos que el departamento de agua potable utilizó una solución tecnológica para el proceso de toma de lectura.

3.5.3. Recursos

3.5.3.1. Recursos Humanos

Tabla 28. Recursos Humanos

Nombre	Tarea asignada	Rol
Lizbeth Yáñez	Desarrolladora del proyecto de investigación	Estudiante
Msc. Jairo Hidalgo	Tutor	Docente
Ing. Víctor Pulig	Tutor	Empleado el GAD Municipal de Putumayo

3.5.3.2. Recursos Institucionales

Tabla 29. Recursos Institucionales

Institución	Descripción
Universidad Politécnica Estatal del Carchi	Oficina de Msc. Jairo Hidalgo
GAD Municipal de Putumayo	Instalaciones de la unidad de agua potable y alcantarillado

3.5.3.3. Recursos Materiales

Tabla 30. Recursos Materiales

Herramienta de trabajo	Uso	Descripción
Internet	Fuente de información	Libros digitales para la estructuración del proyecto y la recolección de información de distintos autores que validen el proyecto.
Cuaderno	Apuntes	Llevar apuntes y control de la investigación
Disco duro	Guardar información	Informes otorgados por porte del GAD Municipal de Putumayo
Computadora y celular	Material de trabajo	Para el desarrollo del aplicativo web y móvil, documentación, toma de fotografías en la evidencia del proyecto de investigación

3.5.3.4. Recursos Económicos

Tabla 31. Recursos Económicos

Detalle	Valor total
Movilización	400,00
Impresiones, copias, CD's, anillados y empastado	100,00
TOTAL	500,00

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados de la entrevista

La entrevista fue dirigida a la Ing. María José Songor, jefe de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado, con el objetivo de determinar los beneficios que obtendrán con el uso del sistema.

Pregunta 1. ¿Qué beneficios obtendrán con el uso del sistema para toma de lectura de agua potable?

Nos agilizará el proceso de registro de lectura, contaremos con una asignación de planillaje ordenado y secuencial. Con taremos con datos de consumos en tiempo real.

Pregunta 2. ¿Con el uso de esta tecnología mejora la atención al usuario?

Si, con el uso de esta tecnología contaremos con lecturas reales en los tiempos acordados la cual mejorará la atención al usuario, ya que contarán con su planilla de agua potable puntuales y contarán con valores a pagar justos porque con el uso del sistema se conocerá no hay forma instantánea el consumo y valor a pagar.

Pregunta 3. ¿Esta tecnología les facilita el desarrollo del reporte mensual?

Anteriormente teníamos que realizar doble trabajo, gracias a esta tecnología hoy simplemente realizamos la toma de lectura y al finalizar simplemente realizamos la descarga del reporte mensual el cual es generado automáticamente conforme se va realizando el registro de consumo.

Pregunta 4. ¿Esta unidad posee la infraestructura tecnológica adecuada para este sistema?

Estamos trabajando en ello, gracias a este sistema nos permitió involucrarnos en el mundo tecnológico, es por eso por lo que poco a poco iremos solicitando equipos tecnológicos para esta Unidad e implementar más sistemas acordes a la Unidad.

Pregunta 5. ¿Esta solución tecnológica cumplió con las necesidades de su Unidad a cargo?

Teníamos inconvenientes con el proceso de registro de consumo de agua potable, ya que requería mucho tiempo y otros inconvenientes, gracias a esta solución hoy contamos con registro de consumo eficiente y verídico, el consumidor contara con lecturas en tiempo real.

Resultados del Algoritmo Faster R-CNN

Se utiliza una CNN (Convolutional Neural Network) pre-entrenada para extraer características de la imagen de entrada. La salida de la CNN se proporciona como entrada para la RPN, que propone posibles regiones de interés (ROI) en la imagen que pueden contener objetos. Cada ROI es luego procesado por la Fast R-CNN, que se utiliza para clasificar la ROI en una de las K clases de objetos y para estimar la ubicación precisa del objeto en la ROI. Se utiliza una función de pérdida múltiple para entrenar el modelo, que combina la pérdida de clasificación y la pérdida de regresión de la caja delimitadora. Finalmente, se utiliza una técnica de post-procesamiento, como NMS (non-maximum suppression), para suprimir las regiones superpuestas y seleccionar la región con la clasificación más alta para cada objeto.

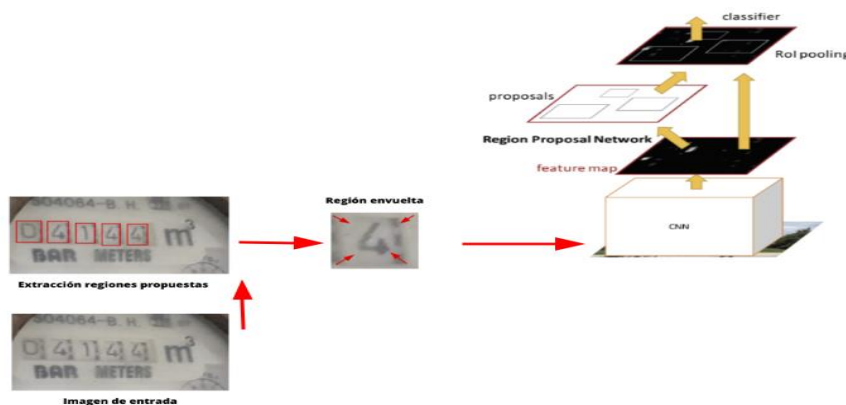


Figura 28. Proceso de extracción de caracteres

Proceso

Se utiliza una CNN (Convolutional Neural Network) pre-entrenada para extraer características de la imagen de entrada. La salida de la CNN se proporciona como entrada para la RPN, que propone posibles regiones de interés (ROI) en la imagen que pueden contener objetos. Cada ROI es luego procesado por la Fast R-CNN, que

se utiliza para clasificar la ROI en una de las K clases de objetos y para estimar la ubicación precisa del objeto en la ROI. Se utiliza una función de pérdida múltiple para entrenar el modelo, que combina la pérdida de clasificación y la pérdida de regresión de la caja delimitadora. Finalmente, se utiliza una técnica de post-procesamiento, como NMS (non-maximum suppression), para suprimir las regiones superpuestas y seleccionar la región con la clasificación más alta para cada objeto.

Funciones:

- Forward pass through the Region Proposal Network (RPN): esta fórmula describe cómo se generan las propuestas de región a partir de una entrada de imagen.

RoI pooling layer: esta fórmula describe cómo se realiza el muestreo de una región de interés en la capa de pooling.

- Back-propagation through RoI pooling layers: esta fórmula describe cómo se calculan las derivadas parciales en la fase de backpropagation a través de la capa de pooling.

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \sum_r \sum_j [i = i * (r, j)] \frac{\partial L}{\partial y_{rj}}$$

- Truncated SVD for faster detection: esta fórmula describe cómo se acelera la red utilizando una técnica de compresión llamada "Truncated SVD".

$$(W \approx U \sum_t V^t)$$

- Multi-task loss: esta fórmula describe cómo se entrena la red tanto para la clasificación como para la regresión de la caja delimitadora.

$$L(p, u, t^u, v) = L_{cls}(p, u) + \lambda[u \geq 1]L_{loc}(t^u, v)$$

Con estas definiciones, minimizamos una función objetivo siguiendo la pérdida multitarea en Fast R-CNN. La función de pérdida para una imagen se define como:

$$L(\{p_i\}, \{t_i\}) = \frac{1}{N_{cls}} \sum_i L_{cls}(P_i, p_i^*) + \lambda \frac{1}{N_{reg}} \sum_i p_i^* L_{reg}(t_i, t_i^*)$$

Figura 29. Formula de función de pérdida

Aquí, p_i es la distribución de probabilidad para la clasificación de objetos en una región de interés (RoI) y t_i es la regresión de la caja delimitadora para el mismo RoI. La función de pérdida Lcls es la pérdida de clasificación y Lreg es la pérdida de regresión.

La variable λ es un parámetro de equilibrio que controla la importancia relativa de la pérdida de clasificación y regresión. p_i y t_i son los valores objetivo-correspondientes para p_i y t_i , respectivamente. Ncls es el número total de clasificaciones y Nreg es el número total de regresiones.

$$t_x = \frac{(x - x_a)}{w_a}, \quad t_y = \frac{(y - y_a)}{h_a},$$

$$t_w = \log\left(\frac{w}{w_a}\right), \quad t_h = \log\left(\frac{h}{h_a}\right),$$

$$t_x^* = \frac{(x^* - x_a)}{w_a}, \quad t_y^* = \frac{(y^* - y_a)}{h_a},$$

$$t_w^* = \log\left(\frac{w^*}{w_a}\right), \quad t_h^* = \log\left(\frac{h^*}{h_a}\right),$$

Figura 30. Fórmula para regresión

En esta parametrización, se establecen las coordenadas x , y , w y h de una caja delimitadora en términos de las coordenadas x_a , y_a , w_a y h_a de una caja de referencia.

La idea detrás de esto es tener una representación normalizada y escalable de la caja delimitadora, lo que permite una mejor gestión de la variabilidad en tamaño y posición de los objetos a detectar.

Las variables t_x , t_y , t_w y t_h representan la diferencia normalizada entre la caja delimitadora y la caja de referencia.

RPN

Faster R-CNN incorpora una subred llamada "Region Proposal Network" (RPN) que realiza la tarea de generación de propuestas en línea. La RPN se entrena de manera end-to-end con descenso de gradiente estocástico (SGD) y retro propagación

El entrenamiento fue realizado con imágenes de medidores reales.



Figura 31. Medidor de agua potable

Tabla 32. Entrenamiento de la CNN

Configuración	Número de imágenes	Capa de Entrada - Dimensiones	Tamaño del Filtro	Filtros primera capa	Filtros segunda capa	Épocas	Optimizador	Exactitud
1	8938	20x20	2x2	8	16	15	adam	0.5020
2	8938	20x20	2x2	8	16	25	adam	0.5081
3	8938	20x20	2x2	16	32	25	adam	0.5066
4	8938	25x25	2x2	16	32	20	adam	0.5029
5	10780	25x25	2x2	8	16	20	adam	0.7311
6	10780	25x25	2x2	16	32	20	adam	0.7838
7	10780	30x30	2x2	16	32	20	adam	0.8645
8	18 480	30x30	2x2	8	16	10	adam	0.9620
9	18 480	30x30	2x2	16	32	12	adam	0.9644
10	18 480	30x30	2x2	16	32	15	adam	0.9670
11	18 480	30x30	3x3	16	32	18	adam	0.9654
12	18 480	30x30	3x3	8	16	10	adam	0.9602
13	18 480	30x30	5x5	8	16	10	adam	0.9550
14	18 480	30x30	2x2	8	16	20	adam	0.9680
15	18 480	30x30	2x2	8	16	30	adam	0.9727

Se Utiliza 'Adam' como optimizador dado que combina el descenso de gradiente estocástico y gradiente descendente con momentum lo que resulta en un ajuste automático de la tasa de aprendizaje.

En la configuración 4 se aprecia un descenso en la exactitud de nuestro modelo, resulta pertinente reducir la complejidad de la arquitectura.

```

# 30 30
model = Sequential()
model.add(Conv2D(8, (3, 3), activation='relu', padding='SAME', input_shape=X_train[0].shape))
model.add(MaxPooling2D((2, 2)))

model.add(Conv2D(16, (3, 3), activation='relu', padding='SAME'))
model.add(MaxPooling2D((2, 2)))

model.add(Flatten())
model.add(Dense(len(CATEGORIES), activation='softmax'))

model.compile(optimizer='adam', loss='sparse_categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
model.fit(X_train, y_train, epochs=10, batch_size=35)

Epoch 1/10
396/396 [=====] - 10s 23ms/step - loss: 0.6237 - accuracy: 0.7988
Epoch 2/10
396/396 [=====] - 9s 22ms/step - loss: 0.1646 - accuracy: 0.9413
Epoch 3/10
384/396 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.1330 - accuracy: 0.9519

```

Figura 32. Entrenamiento CNN

```

Epoch 3/20
278/278 [=====] - 7s 26ms/step - loss: 0.1663 - accuracy: 0.9418
Epoch 4/20
278/278 [=====] - 9s 33ms/step - loss: 0.1218 - accuracy: 0.9558
Epoch 5/20
278/278 [=====] - 8s 30ms/step - loss: 0.1114 - accuracy: 0.9571
Epoch 6/20
278/278 [=====] - 10s 35ms/step - loss: 0.1078 - accuracy: 0.9573
Epoch 7/20
278/278 [=====] - 6s 21ms/step - loss: 0.0999 - accuracy: 0.9595
Epoch 8/20
278/278 [=====] - 6s 21ms/step - loss: 0.1008 - accuracy: 0.9605
Epoch 9/20
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0970 - accuracy: 0.9610
Epoch 10/20
278/278 [=====] - 6s 21ms/step - loss: 0.0914 - accuracy: 0.9631
Epoch 11/20
278/278 [=====] - 6s 21ms/step - loss: 0.0992 - accuracy: 0.9599
Epoch 12/20
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0884 - accuracy: 0.9636
Epoch 13/20
...
Epoch 19/20
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0829 - accuracy: 0.9670
Epoch 20/20
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0778 - accuracy: 0.9680
<keras.callbacks.History at 0x7faf09638610>

```

Figura 33. Iteraciones de entrenamiento

```

Epoch 9/30
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.1090 - accuracy: 0.9610
Epoch 10/30
278/278 [=====] - 7s 26ms/step - loss: 0.1030 - accuracy: 0.9595
Epoch 11/30
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0919 - accuracy: 0.9629
Epoch 12/30
278/278 [=====] - 7s 26ms/step - loss: 0.0917 - accuracy: 0.9631
Epoch 13/30
...
Epoch 29/30
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0770 - accuracy: 0.9695
Epoch 30/30
278/278 [=====] - 6s 22ms/step - loss: 0.0691 - accuracy: 0.9727
<keras.callbacks.History at 0x7faf08dae0e0>

verificamos la precision en testeo

test_loss, test_accuracy = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=0)
print('test loss', test_loss)
print('test accuracy', test_accuracy)

test loss 0.09469269961118698
test accuracy 0.9653679728507996

```

Figura 34. Verificación de testeo

Apreciamos que la exactitud de test es inferior a la de entrenamiento, estamos frente a un overfitting. Podría arreglarse la arquitectura utilizada o alimentar nuestro dataset con más datos

4.2. DISCUSIÓN

Se tomó en consideración el objetivo de la investigación del desarrollo el uso de visión artificial para la toma de lectura de agua potable, para la cual los objetivos general y específicos ayudando al direccionamiento de la investigación, la elaboración del planteamiento permitió la descripción y análisis de los resultados, se realizó la recolección de información para la elaboración del marco teórico y la metodología RAD la que permitió la elaboración correcta del proyecto, las variables de estudio acorde para la elaboración de esta solución tecnológica que será de gran aporte para la institución, debido a que se automatiza el proceso de toma de lectura de agua potable diseñada los que se venía realizando de forma manual.

También se trabajó con el método de investigación mixto, donde nos permitió conocer los requerimientos necesarios para la elaboración de la investigación mediante el uso de herramientas de investigación como la entrevista, encuesta y observación.

Para esto se realizó una entrevista y varias reuniones de trabajo con la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado para la identificación de los módulos de la solución tecnológica obteniendo un diseño de la arquitectura de software que se va a utilizar es la modelo vista controlador.

Con el uso de metodología de desarrollo RAD permitió lograr el principal objetivo el cual es el desarrollo de una solución tecnológica mediante visión artificial para la toma de lectura del agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo, esta metodología fue de gran ayuda ya que se adaptó con el tiempo de entrega y equipo de trabajo. Se optó por trabajar con PHP como lenguaje de programación, con el framework Laravel combinados con la Front-end, para el desarrollo del aplicativo móvil con TypeScript y el uso de MySQL como motor de base de datos para el desarrollo del algoritmo de reconocimiento se trabajó con el lenguaje de programación Python con Django.

Los resultados obtenidos por una investigación de la Universidad de las Américas del Ecuador presentan un sistema web progresivo para el control y toma de lecturas de

agua potable, desarrollado mediante el concepto de aplicaciones web progresivas, permitiendo el desarrollo de un módulo web donde un usuario controla administrador registra los medidores con marcadores y el módulo web administra información de usuarios, abonados, cuentas, sectores y permite verificar el recorrido de los lectores en una jornada. Según Marcillo (2019) mejoró la calidad de información, la automatización de procesos de gestión de lecturas de agua potable.

El uso del Algoritmo Faster R-CNN en la tesis de (Campanini, 2018) tuvo como resultado un sistema completo capaz de analizar las imágenes de entrada de forma online, realizando la clasificación y la localización de objetos, mayor rapidez en la detección, se utilizan dos arquitecturas de trabajos que son: el número de capas convoluciones y el tamaño de los filtros.

Para la verificación de los resultados primero se evalúan las funciones, partiendo de allí se modificaron los posibles errores con la finalidad de tener una solución tecnológica y de producción eficiente, pero esto se realizó la prueba de funcionamiento el personal de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado para contar con la disponibilidad de la aplicación. Se elaboró un desarrollo con los procesos y requerimientos ya establecidos por parte de los interesados.

Moreno (2021), en su investigación "Buenas prácticas en el diseño y estabilidad de software", afirma que los sistemas informáticos deben contar con una interfaz gráfica amigable e intuitiva específicamente para los usuarios que no son expertos en el uso de herramientas o sistemas informáticos, resalta la importancia de que este sistema desarrollado puede ser escalable, donde se adapte a los cambios que puedan presentar la organización.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Este estudio sentó las bases teóricas de dos variables de investigación y permitió integrar información sobre visión artificial para el reconocimiento óptico de caracteres. Esto es muy importante para el desarrollo de la investigación, además de técnicas usadas para la construcción de la solución tecnológica.
- En el desarrollo de la aplicación se utilizó el algoritmo Faster R-CNN, el entrenamiento debe respetar parámetros como el número de imágenes utilizadas, la calidad de las imágenes y el tiempo que se tarda en entrenar. En este caso se utilizaron imágenes dimensionadas 1300*1500 teniendo en cuenta la resolución al procesar las imágenes.
- En la lectura de agua potable, desde el momento en que se copiaba los datos del medidor y se registraba en una planilla de Excel, también incidió error en la digitalización de los consumos y resultó ser un problema para los usuarios.
- Para la construcción de la solución tecnológica mediante visión artificial, para la toma de lectura de agua potable se realizó cumpliendo con requisitos funcionales como la determinación automática del consumo de agua potable.
- Se determina que los medidores que disponen los ciudadanos no son factibles con el uso de la tecnología, por la ubicación y estado de vida útil no es posible realizar el procesamiento de las imágenes al 100%.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de aplicaciones web o móvil, se recomienda a los desarrolladores de sistemas utilizar metodologías de desarrollo y seguir un proceso metódico e interactivo que facilite el desarrollo. La metodología RAD se la recomienda para el desarrollo de proyectos a corto y mediano plazo, como es el caso de este proyecto.
- Respecto al uso correcto de la solución tecnológica, se recomienda capacitar al personal de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado en su uso y evitar errores en el uso de la solución tecnológica y de igual manera proporcionar a los usuarios el manual de usuario que viene inmerso en la elaboración del proyecto.
- Para realizar pruebas de funcionales se recomienda que el usuario final interactúe con la aplicación desarrollada y registre sus experiencias en el mismo documento de verificación de requisitos del sistema con el fin de garantizar que la aplicación satisfaga las necesidades del usuario final.
- Se recomienda el uso de software libre para el análisis de requerimientos y desarrollo de aplicaciones web en PHP, para el desarrollo de aplicaciones móviles TypeScript y otras herramientas que no incurra en gastos solo.
- Cambiar de medidores con una correcta ubicación en los lugares de instalación, verificar que el volumen de metros cúbicos sea legible y apto para realizar el procesamiento de imágenes y disponer de buena conexión a internet.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GR, R. (28 de Septiembre de 2022). *Qué es iOS?* Recuperado el 05 de Diciembre de 2022, de Zona.net: <https://www.adszone.net/reportajes/software/que-es-ios/>
- Abascal, E., & Esteban, I. (2005). *Análisis de encuestas*. ESIC.
- Albute Vera, R. (31 de marzo de 2021). *Qué es Laravel: Características y ventajas*. Recuperado el 7 de diciembre de 2022, de <https://openwebinars.net/blog/que-es-laravel-caracteristicas-y-ventajas/>
- Alvarez, M. (24 de enero de 2020). *Composer, gestor de dependencias para PHP*. Recuperado el 07 de diciembre de 2022, de Desarrollo web: <https://desarrolloweb.com/articulos/composer-gestor-dependencias-para-php.html>
- Ameijeiras Sánchez, D., & González Diez, H. (2020). *Revisión de algoritmos de detección y seguimiento de objetos con redes profundas para videovigilancia inteligente* (Vol. 14). Cuba: Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Obtenido de <http://rcci.uci.cu> Pág.165-195 Editorial "Ediciones Futuro" <http://orcid.org/0000->
- Arce, A. (2018). *Programación PHP*. Recuperado el 07 de diciembre de 2022 |, de <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/programacion-php/latest/programacion-php.pdf>
- Arteaga, B., Bravo, B., Orozco, M., Padilla, J., & Tabares, R. (2021). *Clasificación de cáncer cervical usando redes neuronales convolucionales, transferencia de aprendizaje y aumento de datos*. doi:<https://doi.org/10.24050/reia>
- Berryhill, J., Heang, K., Clogher, R., & McBride, K. (2019). *Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector*. Paris: OECD Working Papers on Public Governance No. 36. doi:<https://doi.org/10.1787/726fd39d-en>.
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Cáceres Mayorga, P. (2021). *Implementación de un sistema inteligente para la identificación vehicular*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Ambato-Ecuador: UTA.

- CAF Banco de Desarrollo de América Latina. (2022). *Conceptos fundamentales y uso responsable de la Inteligencia Artificial en el sector público. Informe 2.* Colombia. Obtenido de <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1921/Conceptos%20fundamentales%20y%20uso%20responsable%20de%20la%20inteligencia%20artificial%20en%20el%20sector%20p%C3%BAblico.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Camacho, A. (2021). *Desarrollo e implementación de una aplicación web para la administración de pagos de agua del barrio El Zarza- cantón Yantzaza.* Tesis pregrado, Instituto Superior Tecnológico Primero de Mayo, Sistemas de Información, Zamora Chinchipe-Ecuador.
- Campanini, D. (2018). *Detección de objetos usando redes neuronales convoluciones junto con Random Forest y Support Vector Machines.* Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Santiago de Chile.
- Castro, L. (15 de Octubre de 2019). *7 aplicaciones de la visión artificial.* (A. INNOVATION, Editor) Recuperado el 01 de diciembre de 2022, de <https://www.atriainnovation.com/siete-aplicaciones-vision-artificial/>
- Chaudhuri, A. (2016). *Optical Character Recognition for Different Languages with Soft Comput.* Springer.
- Chaves, D., Saikia, S., Fernández, L., Alegre, E., & Trujillo, M. (2018). *Una Revisión Sistemática de Métodos para Localizar Automáticamente Objetos en Imágenes* (Vol. 15). Rev. Iberoam. Automática E Informática. doi:10.4995/riai.2018.10229
- Cobo, Á., Gómez, P., Pérez, D., & Rocha, R. (2005). *PHP y MySQL Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web.* España: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479787066.pdf>
- COGNEX. (2018). *Introducción a la visión artificial.* USA.
- Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantrillado Salapa. (s.f.). *CONOCIENDO LA CARATULA DEL MEDIDOR.* Obtenido de https://cmasxalapa.gob.mx/pdf/conoce_tu_medidor.pdf

- Deyimar, A. (25 de Julio de 2022). *HOSTINGER*. Recuperado el 16 de julio de 2022, de ¿Qué es Angular y cuáles son sus ventajas?: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-angular>
- Dollar, P., Wojek, C., Schiele, B., & Perona, P. (s.f.). *Pedestrian detection: An evaluation of the state of the art*. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*.
- Espinel Álava, F. (2018). *Desarrollo integral a través de un dispositivo electrónico para el control y monitoreo de agua potable para la empresa pública Portoaguas*. Tesis de Pregrado, Universidad San Gregorio de Portoviejo, Carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación, Manabí-Ecuador.
- Espinoza, E. (s.f.). *Métodos y Técnicas de recolección de la información*. UNAH.
- Flores Calero, M., Conlago, C., Yunda, J., Aldás, M., & Flores, C. (2018). *Implementación de un algoritmo para la detección de señales de tránsito del Ecuador: Pare, Ceda el paso y Velocidad* (Vol. 20). Ecuador: Ingenius. doi:10.17163/ings.n20.2018.01.
- Flores, F. (22 de julio de 2022). *Qué es Visual Studio Code y qué ventajas ofrece*. Recuperado el 07 de diciembre de 2022, de <https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/>
- GAD Municipal de Putumayo. (2019). Obtenido de <https://putumayo.gob.ec/inicio/>
- Galarza Bravo, M., & Flores, M. (2018). *Detección de peatones en la noche usando Faster R-CNN e imágenes infrarrojas* (Vol. 20). Ingenius. doi:10.17163/ings.n20.2018.05.
- García-Astillero, A. (2019). *Qué es el AGUA POTABLE y sus características*. : Retrieved June 13, 2021, .
- Gerea, C., & Sánchez, D. (15 de marzo de 2021). *FREED*. Obtenido de Prototipo: qué es y para qué sirve: <https://freed.tools/blogs/ux-cx/prototipo>
- Girshick, R. (s.f.). *Fast r-cnn*. 2017: International Conference on Computer Vision (ICCV).
- GitHub. (2018). *Push git*. Recuperado el 5 de diciembre de 2022, de <https://docs.github.com/es/get-started/quickstart/hello-world>

- Marcillo Matute, W. (2019). *Desarrollo de un sistema web progresivo para el control y toma de lecturas de agua potable*. Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y ciencias aplicadas. Quito: UdlA.
- Maria, M. (24 de Julio de 2020). *Desarrollo web*. Obtenido de El diagrama de casos de uso en UML: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/diagrama-de-casos-de-uso/>
- Microsoft. (2022). *Microsoft*. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/big-data/non-relational-data>
- MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN. (Marzo de 2020). *CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBLES METODOLOGÍA PARA CALCULAR SUS NIVELES DE MADURACIÓN Y LOS INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO. FICCHAS DE KPI*. Quito, Ecuador.
- Molina, B., Vite, H., & Dávila, J. (2018). *Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software*. Espirales.
- Moreno, L., Ron Bustos, G., & Montenegro, C. (2017). Registro Oficial. (pág. 28). Quito: LEXIS.
- Navarro, J. (2020). *Sistema de visión inteligente para detección de etiquetas en conductores eléctricos recubiertos*. Tesis de pregrado, CIATEQ, Manufactura Avanzada, San Luis Potosí.
- Oracle. (12 de junio de 2021). *¿Base de datos?* Obtenido de <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>
- Ormeño Rojas, N. (15 de mayo de 2019). *ISO 25010 y el desarrollo de software*. Obtenido de <https://normeno.medium.com/iso-25010-y-el-desarrollo-de-software-112393a4b341>
- Ortega, H., & Torres, M. (2020). *Automatic recognition of the plate an Ecuador vehicle*. Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ingeniería de Sistemas, Quito-Ecuador.
- Paguay Donoso, D. G., & Valarezo Rodríguez, L. (2018). *Diseño e implementación de un prototipo clasificador de huevos de gallina basado en las imperfecciones de la cáscara aplicando visión artificial*. Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica. Riobamba-Ecuador: ESPOCH.

Pinargote, G. (31 de junio de 2020). Ecuatorianos trabajan con inteligencia artificial para solucionar problemas nacionales. *expreso*. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://www.expreso.ec/ciencia-y-tecnologia/ecuatorianos-inteligencia-artificial-problemas-soluciones-86732.html>

Pitas, I. (2002). *Digital Image Processing Algorithms*. PRENTICE HALL.

R. Gonzales, & R. Woods. (2002). *Digital imagen Procesing*. Prentice Halls. New Jersey: 2ª Ed. Prentice Hall, Inc.

Redactores Profesionales. (diciembre de 2022). *Revista educativa* . Obtenido de https://www.caracteristicasdel.com/tecnologia/caracteristicas_del_php.html

Registro Oficial Suplemento 1. (2017). REGLAMENTO A LA LEY ORGANICA DE DISCAPACIDADES. 6.

Rendón, Y. (28 de mayo de 2019). *Academia pragma*. Obtenido de <https://www.pragma.com.co/academia/lecciones/bases-de-datos-relacionales-vs.-no-relacionales#:~:text=Para%20conocer%20un%20poco%20de,crecimiento%20entre%202012%20y%202015>.

Reyqui. (05 de marzo de 2022). *Bolivia Informa*. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://bo.reyqui.com/2022/03/como-leer-el-medidor-de-agua-y-cuales.html>

Rivadeneira, S. (2012). *Metodologías ágiles enfocadas al modelado*. Argentina: Unidad Académica Rio Turbio – Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Rohith , G. (2018). *R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO Object Detection Algorithms*. Towards Data Science. Obtenido de <https://towardsdatascience.com/r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-yolo-object-detection-algorithms-36d53571365e>

Rojas. (2013). *Programación Extrema*. CodeJobs. Recuperado el 16 de diciembre de 2022, de http://www6.codejobs.biz/?template=ARROW_3&tdfs=0&s_token=1671191808

.0124550000&uuid=1671191808.0124550000&term=Learn%20To%20Code&term=Online%20Programming%20School&term=Code%20School%20Boot%20Camp&term=Coding%20Certification%20Programs&term=Ethical%20Cra

Rojas, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: ediciones de U.

Romo Marín, D. (2018). *Software de reconocimiento óptico de caracteres*. Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Chihuahua II, Sistemas Computacionales, Chihuahua.

Sandoval, L. (2018). *ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE DATOS*. Obtenido de <https://fdocuments.ec/document/redicces-pgina-de-inicio-resumen-abstract-a-a-2020-01-10-que-rozan-las-capacidades.html?page=1>

Sanz, D., Saucedo, M., & Torralbo, P. (s.f.). *Introducción a Android*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: E.M.E.

Schneider, J., & Schultz, B. (2020). *Entrada de datos automatizada con OCR y Machine Learning*. Goldman Sachs.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). *La guía de Scrum*.

SEDAPAL. (2020). *sedapal*. Obtenido de <http://www.sedapal.com.pe/>

Silva Morales, M. (2021). *MODELO DE DATOS PARA LA DETECCIÓN Y PREDICCIÓN DE PASATIEMPOS Y AFINIDADES ACADÉMICA*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26256/1/Modelo%20de%20dat>

Silva, E. (2020). *Entrenamiento de la Red Neuronal Convolutiva YOLO para objetos propios*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA. México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO. Obtenido de https://biorobotics.fi-p.unam.mx/wp-content/uploads/Courses/reconocimiento_de_patrones/tutoriales/YOLO-Introducci%C3%B3n-e-implementaci%C3%B3n-.pdf

Silva, E. (2020). *Entrenamiento de la Red Neuronal Convolutiva YOLO para objetos propios*. Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO,

INGENIERÍA ELÉCTRICA, México. Obtenido de https://biorobotics.fi-p.unam.mx/wp-content/uploads/Courses/reconocimiento_de_patrones/tutoriales/YOLO-Introducci%C3%B3n-e-implementaci%C3%B3n-.pdf

Suplemento del Registro Oficial. (09 de mayo de 2019). LEY ORGÁNICA DE LAS PERSONAS ADULTAS MAYORES. 13.

Team Asana. (07 de 12 de 2022). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacerlo?* Recuperado el 20 de 12 de 2022, de Asana: <https://asana.com/es/resources/what-is-a-flowchart>

Tubón Cando, G. A. (2020). *Aplicación móvil con Georreferenciación para gestión de pedidos a domicilio de un local de comida*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ingeniería en Sistemas, Ambato-Ecuador.

TypeScript. (2022). Obtenido de <https://www.typescriptlang.org/>

Van Ooijen, C., Ubaldi, B., & Welby, B. (2019). *A data-driven public sector: enabling the strategic use of data for productive, inclusive and trustworthy governance*. OECD Working Papers on Public Governance n°33.

Vasquez, N. (abril de 2015). *Cnice*. Obtenido de Cnice: <http://newton.cnice.mec.es>

Vélez, J. (2004). *Visión por Computador*. Madrid: Dykinson.


Viera, G. (2017). *Procesamiento de imágenes usando OpenCV aplicado en Raspberry Pi*. Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería.

Vogel, M. (2018). *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)*. Recuperado el 12 de Junio de 2021, de https://www.sunass.gob.pe/tallerBench2018/Publicaciones/1introduccion_giz.pdf

Zamorano Ruiz, J. (2018). *Comparativa y análisis de algoritmos de aprendizaje automático para la predicción del tipo predominante de cubierta arbórea*. Teses de Maestría, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Madrid. Obtenido de <https://1library.co/document/z1gr05dz-comparativa-analisis-algoritmos-aprendizaje-automatico-prediccion-predominante-cubierta.html>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de sustentación de la Predefensa




UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



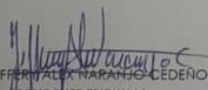
ESTUDIANTE: YÁNEZ MAGHO LIZBETH ESTEFANIA		CÉDULA DE IDENTIDAD: 2100655865	
PERIODO ACADÉMICO: 2022B			
PRESIDENTE TRIBUNAL: MSc. JEFFERY ALEX NARANJO CEDEÑO		DOCENTE TUTOR: MSc. JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUILJARRO	
DOCENTE: MSc. MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA			
TEMA DEL TIC: "Visión Artificial para la forma de lectura de agua potable"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,67	Mejorar la redacción del problema
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	
3	METODOLOGÍA	8,00	Revisar la metodología en relación a las variables y mejorar la operacionalización de las variables.
4	RESULTADOS	7,33	Plantear los resultados de acuerdo a las variables, demostrar el porque del uso de las herramientas propuestas, tomar en cuenta a todos los usuarios vulnerables que acceden al servicio
5	DISCUSIÓN	7,33	Mejorar la Discusión en relación a un antecedente del marco teórico
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,33	Mejorar en relación a los cambios
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,33	Cuidar los tiempos de exposición
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	6,50	Reorganizar información de acuerdo a los cambios pedidos

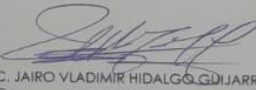
Obteniendo una nota de: 7,35 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.


Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 31 de enero de 2023



MSc. JEFFERY ALEX NARANJO CEDEÑO
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSc. JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUILJARRO
DOCENTE TUTOR



MSc. MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Yánez Magno Lizbeth Estefania				
DATE: 14 de febrero de 2023				
TOPIC: <i>"Visión artificial para la toma de lectura de agua potable"</i>				
MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés, 5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Yánez Magno Lizbeth Estefania

Fecha de recepción del abstract: 14 de febrero de 2023

Fecha de entrega del informe: 14 de febrero de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON BOANERGES
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Certificado de antiplagio del informe de investigación

"Visión Artificial para la toma de lectura de agua potable"

ORIGINALITY REPORT

10%	10%	1%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Técnica de Machala Student Paper	<1 %
2	immune.institute Internet Source	<1 %
3	www.ikusmen.com Internet Source	<1 %
4	Submitted to Universidad Nacional de Barranca Student Paper	<1 %
5	repositorio.untecs.edu.pe Internet Source	<1 %
6	www.giron.gob.ec Internet Source	<1 %
7	lenguajesdeprogramacionadsi.blogspot.com Internet Source	<1 %
8	www.oracle.com Internet Source	<1 %
9	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Student Paper	<1 %

Anexo 4. Autorización por el GAD Municipal de Putumayo



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PUTUMAYO
Fundado el 30 de abril de 1969 | www.putumayo.gob.ec | Administración 2019 - 2023



Puerto El Carmen, 10 de junio de 2021
Oficio – 271 -UATH-GADMP-2021

Señorita
Lizbeth Estefanía Yáñez Magno
ESTUDIANTE DE LA UPEC
Presente.

De mi consideración:

Reciba un cordial y afectuoso saludo, auguro éxitos en las actividades que desempeña como estudiante de la prestigiosa Institución Educativa; muy comedidamente comparezco y paso a exponer lo siguiente;

En atención a la sumilla inserta por la máxima autoridad en la **SOLICITUD** emitida el 04 de junio de 2021, en calidad de estudiante de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en la cual solicita la autorización para realizar la Unidad de Integración Curricular (tesis), requisito previo para la titulación.

Con la finalidad de dar cumplimiento a lo dispuesto, la Unidad de Talento Humano tiene a bien indicarle a usted que la solicitud ha sido aceptada por la máxima autoridad de la Institución, además, se le comunica que deberá ponerse en contacto con el Ingeniero Víctor Pulig, quien será el funcionario responsable en facilitarle la información requerida para la elaboración del proyecto de grado.

Particular que comunico a usted, para los fines consiguientes.

Atentamente,



CARLA DEHIMY
VALDEZ LOPEZ



Ing. Carla Valdez
JEFE DE TALENTO HUMANO



Anexo 5. Entrevista realizada a Ing. María José Songor

FICHA DE ENTREVISTA

Nombre del entrevistado:	Ing. María José Songor
Nombre del entrevistador:	Lizbeth Yáñez
Recursos:	Guía de entrevista, celular
Fecha de la entrevista:	23/10/2021
Medio de información	Grabación
Objetivo:	Conocer la problemática actual de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado sobre los procesos de toma y registro de lectura.

Pregunta 1. ¿Describa el procedimiento que realizan para la toma de lectura?

Actualmente, la actividad se realiza de forma manualmente una vez al mes, se realiza el recorrido por rutas designadas, se dirigen de casa en casa registrando el consumo mensual en una hoja con formato realizado por la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado y este recorrido se demora alrededor de tres días y proceden a pasar en un Excel realizando los cálculos y proceden a subir al sistema Saycob.

Pregunta 2. ¿Qué herramientas tecnológicas utilizan en esta unidad?

Aquí en la institución contamos solo con el uso de computadoras, es por eso por lo que me gustaría poder contar con un sistema web y aplicación móvil para poder mejorar el servicio de agua potable, contar con consumos reales y verídicos para nuestra comunidad.

Pregunta 3. ¿Le gustaría contar con un sistema para la automatización de este proceso?

Si nos gustaría contar con un sistema, ya que, nos va a permitir involucrarnos en la tecnología y facilitar el trabajo al personal Unidad de Agua Potable y Alcantarillado.

Pregunta 4. ¿Cree usted que la visión artificial aporta en la automatización de dicho proceso?

Al contar con un sistema que nos permita automatizar la toma de lectura de agua potable, ya que, al involucrarnos con la visión artificial nos permitirá contar con una aplicación móvil la cual realizará el reconocimiento de imágenes permitiéndonos procesar de manera automática los cálculos de consumo de cada medidor.

Pregunta 5. ¿El personal Unidad de Agua Potable y Alcantarillado estaría dispuesto a migrar al uso de la tecnología para realizar el proceso de toma de lectura de agua potable?

Nosotros estamos dispuestos porque al contar con una tecnología de esta magnitud nos permite crecer tanto como institución que, como comunidad, al utilizar la tecnología el tiempo que lleva el realizar este proceso mejoraría, contaríamos con todo el reporte con los cálculos de consumo de agua potable en menos de una semana, brindaríamos confianza a la comunidad.

Anexo 6. Entrevista realizada a Ing. María José Songor

FICHA DE ENTREVISTA

Nombre del entrevistado:	Ing. María José Songor
Nombre del entrevistador:	Lizabeth Yáñez
Recursos:	Guía de entrevista, celular
Fecha de la entrevista:	23/01/2023
Medio de información	Grabación
Objetivo:	Conocer la situación de la Unidad de Agua Potable con el uso de la solución tecnológica.

La entrevista fue dirigida a la Ing. María José Songor, jefe de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado, con el objetivo de determinar los beneficios que obtendrán con el uso del sistema.

Pregunta 1. ¿Qué beneficios obtendrán con el uso del sistema para toma de lectura de agua potable?

Nos agilizará el proceso de registro de lectura, contaremos con una asignación de planillaje ordenado y secuencial. Con tareas con datos de consumos en tiempo real.

Pregunta 2. ¿Con el uso de esta tecnología mejora la atención al usuario?

Si, con el uso de esta tecnología contaremos con lecturas reales en los tiempos acordados la cual mejorará la atención al usuario, ya que contarán con su planilla de agua potable puntuales y contarán con valores a pagar justos porque con el uso del sistema se conocerá no hay forma instantánea el consumo y valor a pagar.

Pregunta 3. ¿Esta tecnología les facilita el desarrollo del reporte mensual?

Anteriormente teníamos que realizar doble trabajo, gracias a esta tecnología hoy simplemente realizamos la toma de lectura y al finalizar simplemente realizamos la descarga del reporte mensual el cual es generado automáticamente conforme se va realizando el registro de consumo.

Pregunta 4. ¿Esta unidad posee la infraestructura tecnológica adecuada para este sistema?

Estamos trabajando en ello, gracias a este sistema nos permitió involucrarnos en el mundo tecnológico, es por eso por lo que poco a poco iremos solicitando equipos tecnológicos para esta Unidad e implementar más sistemas acordes a la Unidad.

Pregunta 5. ¿Esta solución tecnológica cumplió con las necesidades de su Unidad a cargo?

Teníamos inconvenientes con el proceso de registro de consumo de agua potable, ya que requería mucho tiempo y otros inconvenientes, gracias a esta solución hoy contamos con registro de consumo eficiente y verídico, el consumidor contara con lecturas en tiempo real.

Anexo 7. Certificado de culminación del proyecto de investigación



**GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PUTUMAYO**
Fundado: 30 de abril de 1969



Puerto el Carmen, 26 de enero de 2023

CERTIFICADO

Por medio del presente documento y en calidad de Jefe de Unidad de Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal de Putumayo, me permito Certificar la culminación del proyecto de investigación: **“Visión artificial para la toma de lectura de agua potable”**, mismo que se ha realizado con todo lo solicitado por la institución y está a entera satisfacción en la mejora de los procesos de la misma, me permito agradecer a la estudiante Yánez Magno Lizbeth, con N° CI:2100655865, por el trabajo realizado en este proyecto, alcanzando los objetivos propuestos.

Particular que pongo en su conocimiento, para fines pertinentes.

Atentamente:



MARIA JOSE SONGOR
LOZA

Ing. María José Songor
JEFE DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL GADMP

Anexo 8. Encuesta de investigación dirigida a los Usuarios



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI CARRERA DE COMPUTACIÓN



Encuesta a los clientes del servicio de Agua Potable de la ciudad de Puerto el Carmen

Estimado usuario esta encuesta es con el objetivo de desarrollar una solución tecnológica mediante visión artificial para la toma de lectura del agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo.

1. ¿La atención en el área de recaudación es buena?
 Si
 No
2. ¿Usted está conforme con los pagos de consumo mensuales de agua potable?
 Si
 No
3. ¿Usted solicita información sobre su consumo de agua?
 Siempre
 Nunca
 En ocasiones
4. ¿El sistema o mecanismo de cobro utilizado actualmente les ofrece a ustedes buen servicio?
 Si
 No
5. ¿Conoce cual es el procedimiento que llevan a cabo los planilleros al registrar los consumos de agua?

6. ¿Conoce cuando un medidor requiere ser cambiado?

7. ¿Alguna vez ha tenido inconvenientes con los datos de lecturas generadas?

- Sí
 No

Anexo 9. Encuesta de investigación dirigida a los Empleados



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI CARRERA DE COMPUTACIÓN



Encuesta a los empleados de Agua Potable de la ciudad de Puerto el Carmen

Estimado empleado esta encuesta es con el objetivo de desarrollar una solución tecnológica mediante visión artificial para la toma de lectura del agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo.

1. ¿De qué manera se maneja la lectura de medidores del sistema de agua potable?

- Manualmente
- Sistema automatizado

2. ¿Cuál es el proceso para registrar los datos de consumo de agua potable de los usuarios?

.....

.....

.....

3. ¿Qué requerimientos necesita para generar sus reportes?

.....

.....

.....

4. ¿Qué problemas se presentan de manera frecuente con la toma de lecturas de los medidores del Sistema de Agua Potable?

- Registro impreciso de lecturas
- Medidores dañados
- Sin acceso al medidor
- Error de digitalización de la lectura

5. ¿Ha existido quejas de los usuarios por registro inadecuado de la lectura de los medidores de agua potable?

- Siempre
- Casi siempre
- A veces

5. ¿Qué permitirá la automatización de la toma de lectura de los medidores del agua potable?

- Rapidez y precisión en las lecturas
- Mayor satisfacción de clientes
- Disminuir quejas
- Calidad del servicio

6. ¿El desarrollo de la solución tecnológica para la automatización de los registros de lectura de agua potable, agilizará el proceso de digitalización al sistema?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. ¿El desarrollo de la solución tecnológica ayudará a registrar y obtener un consumo de agua exacto y rápido?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Anexo 10. Criterios de evaluación

Características	YOLO	R-CNN	Faster R-CNN
Reconocimiento por secciones	X	✓	✓
Recibir imágenes de cualquier tamaño	✓	✓	✓
Precisión en distinto hardware	✓	✓	✓
Optimización de tiempo y de recursos	✓	✓	✓
Propuesta de regiones en base a patrones y probabilidades	✓	✓	✓
Uso de una red neuronal compartida para eficiencia en el uso de los recursos	✓	X	✓
Entrenamiento de fin a fin de todo el modelo	✓	✓	✓
Total	6	6	7

Anexo 11. Plan de desarrollo del software.

“Visión Artificial para la toma de lectura de agua potable”

Plan de desarrollo del software

Versión 1.0

Contenido

Plan de desarrollo del software	124
1. Introducción	124
2. Estudio de factibilidad	124
2.1. Factibilidad organizacional.....	124
2.2. Factibilidad técnica.....	126
2.3. Factibilidad Económica	127
2.4. Factibilidad Operativa	128
3. Metodología RAD	129
3.1. Fase de planificación.....	129
3.2. Fase de Diseño	139
3.3. Fase de Construcción Rápida o Desarrollo.....	164

Plan de desarrollo del software

1. Introducción

Esta investigación se desarrolló a partir del análisis de los resultados de la investigación y del acercamiento con el personal de la Unidad De Agua Potable Y Alcantarillado, donde manifestaron la necesidad de contar con un sistema para automatizar el proceso de toma de lectura del agua potable, los datos obtenidos de la encuesta dicen que es necesario desarrollar una solución tecnológica para este procedimiento, para contar con datos verídicos y un tiempo real.

El desarrollo de esta investigación tuvo fin de automatizar el proceso de la toma de lectura del agua potable en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo, mediante el uso de visión artificial se desarrolló un aplicativo móvil para realizar el proceso de toma de lectura de consumos de agua potable mediante reconocimiento de imágenes y web para llevar un mejor control de los usuarios, la ruta de los planilleros y contar con un reporte mensual verídico de consumo de agua potable.

Esta solución tecnológica será de gran aporte y beneficio para el personal, ya que se realiza una lectura y registro automática del consumo mensual de agua potable de cada medidor de la ciudad, generando reportes instantáneos.

2. Estudio de factibilidad

2.1. Factibilidad organizacional

Aspectos generales de la organización

- **Institución:** GAD Municipal de Putumayo
- **Ubicación geográfica:** Sucumbíos-Putumayo-Puerto el Carmen, Simón Bolívar y Eloy Alfaro
- **Área:** Departamento de Agua Potable
- **Sistema:** Visión Artificial para la toma de lectura de Agua Potable
- **Objeto social:** el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo es una institución de derecho público, con autonomía política, administrativa y financiera, con domicilio en la ciudad de Puerto del Carmen, cantón Putumayo, provincia de Sucumbíos, creado mediante Ley, publicada en el registro oficial N° 169 del 30 de abril de 1969; cuya función principal, entre otras, es el promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial

cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de su competencia constitucional y legales (GAD Municipal de Putumayo, 2019).

Misión: construir el desarrollo socioeconómico y político del territorio urbano y rural del cantón Putumayo, a través de formulación y ejecución de programas y servicios públicos de calidad de manera sustentable, a través de una gestión eficiente, transparente y participativa, posicionando el cantón Putumayo como un territorio ordenado, seguro, moderno, inclusivo y saludable, donde se fomenta la cultura de paz (GAD Municipal de Putumayo, 2019).

Visión: el cantón Putumayo, está convertido en territorio de paz, equitativo, donde se fomenta la sostenibilidad ambiental y productiva como eje principal; potenciando la actividad agrícola, ganadera, comercial y turística; con instrumentos de transversalidad en la cadena socio productivas; que contará con un sistema de conectividad vial por el transporte público terrestre y fluvial entre los centros poblados y sus comunidades, generando corredores del desarrollo integral de la población, dentro de un marco institucional, en que la participación ciudadana está articulada con la gestión política de sus autoridades (GAD Municipal de Putumayo, 2019).

Organigrama

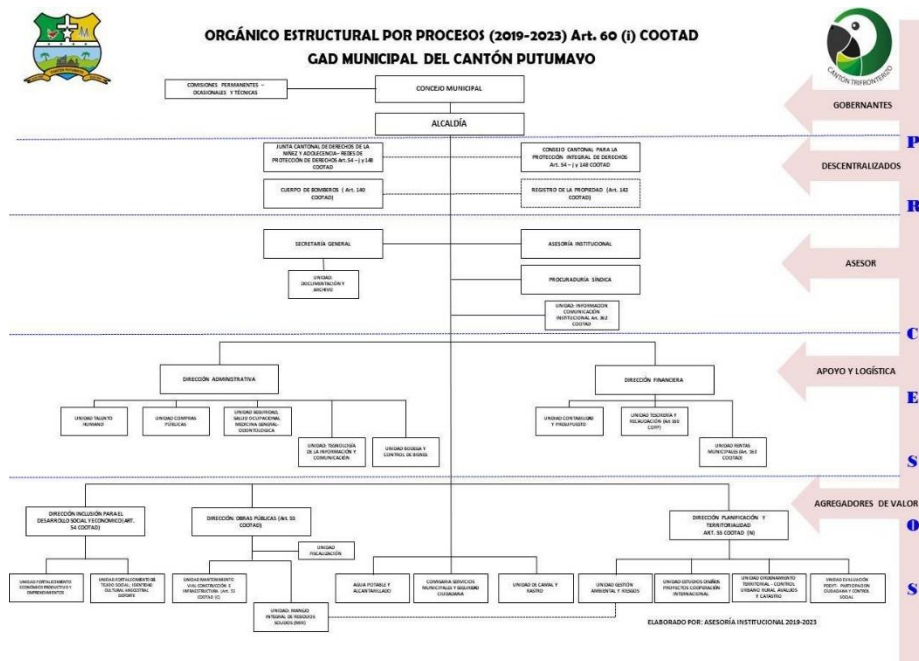


Figura 35. Organigrama del GAD Municipal de Putumayo

Fuente: (GAD Municipal de Putumayo, 2019)

2.2. Factibilidad técnica

Para el desarrollo de este proyecto se elaboró una lista de los recursos tecnológicos de hardware y el software. La aplicación web que sirve como administrador de la información de los usuarios y planilleros se encuentra desarrollada con PHP, Laravel y MySQL, para el desarrollo del aplicativo móvil se realizó en el lenguaje de programación TypeScript con el framework Ionic y Angular, el desarrollo del algoritmo de reconocimiento de números se desarrolló con Python, Django con el algoritmo Faster R-CNN estos recursos fueron elegidos por ser programas Open Source, ya que no genera ningún coste en el desarrollo de la investigación y se cuenta con los conocimientos necesarios para el desarrollo.

Tabla 33. Recursos Software

Software	Uso	Descripción
Visual Studio Code	Editor de código	Desarrollo visual y lógico de la aplicación web y móvil
PHP	Lenguaje de programación	Desarrollo de la aplicación web
Laravel	Framework de PHP	Instanciar clases y métodos
MySQL	Sistema Gestor De Base De Datos	Desarrollo de base de datos
Python	Lenguaje de programación	Lenguaje de programación para el desarrollo del algoritmo de reconocimiento de imágenes
TypeScript	Lenguaje de programación	Desarrollo de la aplicación móvil
Ionic	Framework para desarrollo híbrido	Desarrollo de aplicación móvil
Angular	Framework para desarrollo híbrido	Desarrollo de aplicaciones frontend modernos híbridas.
Paquete de Microsoft Office	Herramientas de ofimática	Desarrollo de la documentación y presentación de la investigación y fórmulas estadísticas

Los recursos software utilizados, equipos tecnológicos y acceso a internet necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación, comunicación dentro el equipo de trabajo, razón por la cual la factibilidad buena.

Tabla 34. Recursos de Hardware

Recurso	Uso	Descripción
Laptop	Material de trabajo	Material para el desarrollo de la solución tecnológica y del documento
Impresora	Impresiones	Impresiones necesarias para la documentación entrevistas y encuestas
Celular	Material de trabajo	Permite hacer las pruebas de la solución tecnológica y fotografías necesarias para la investigación.

2.3. Factibilidad Económica

Dentro del estudio de la investigación se observa la factibilidad económica que presenta el proyecto de investigación donde se describen los recursos materiales, recursos humanos y tecnológicos. A continuación, se describe cada uno de ellos:

Tabla 35. Recursos materiales

Descripción	Costo real	Costo referencial
Servicio de internet	\$160,00	\$160,00
Movilización	\$400,00	\$400,00
Resma de papel	\$7,00	\$7,00
Tinta de impresora	\$56,00	\$56,00
Viáticos	\$200,00	\$200,00
Total	\$823,00	\$823,00

Tabla 36. Recursos humanos

Cantidad	Descripción	Costo real	Costo referencial
1	Programador	\$00,00	\$1500,00
Total		\$00,00	\$1500,00

Tabla 37. Recursos tecnológicos

Descripción	Costo real	Costo referencial
Visual Studio Code	\$00,00	\$00,00
PHP	\$00,00	\$00,00
Laravel	\$00,00	\$00,00
MySQL	\$00,00	\$00,00
Python	\$00,00	\$00,00
Django	\$00,00	\$00,00
TypeScript	\$00,00	\$00,00
Ionic	\$00,00	\$00,00
Angular	\$00,00	\$00,00
Paquete de Microsoft Office	\$00,00	\$6,00
Laptop	\$00,00	\$500,00
Impresora	\$00,00	\$200,00
Celular	\$00,00	\$200,00
Total	\$00,00	\$906,00

2.4. Factibilidad Operativa

Situación Actual

En la Unidad De Agua Potable y Alcantarillado mensualmente realizan el proceso de toma de lectura de consumo de agua potable de cada medidor, cuyo proceso es realizado de forma manual en una hoja de papel. El proceso toma una semana para registrar todas las lecturas del medidor. Luego, otro planillero genera la misma ruta nuevamente, verifica los datos de cada medidor y luego realiza los cálculos en una hoja de cálculo de Excel para crear un informe de consumo mensual. El cálculo se realiza manualmente restando la lectura anterior de la lectura actual para obtener el valor a pagar.

Esto provoca retrasos, por la necesidad de recorrer dos veces la misma ruta, pérdida de precisión de la información y pérdidas en la digitalización de cifras erróneas de consumo de los usuarios. Al realizar todo este proceso de forma manual, los usuarios se ven privados de información real y verídica.

Situación Ideal

En la presente investigación se desarrollará una solución tecnológica para la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado donde les permitirá contar con información verídica de todos los usuarios de la ciudad y automatización de la toma de lectura de consumo y reporte de planillas de agua potable de cada usuario.

La solución tecnológica incluye una aplicación web con la interfaz consistente y fácil de usar para todas las necesidades de sus instalaciones. El jefe del área contará con un apartado donde le permitirá asignar rutas de los planilleros e imprimir y recopilar informe de consumo mensual. También hay un módulo que permite a los usuarios ingresar y verificar sus planillas a pagar y descargarlos en formato PDF. Se desarrolló una aplicación móvil que permite al personal automatizar procesos de lecturas del consumo de agua potable en cada medidor, tomar fotografías del medidor, realizar cálculos instantáneos del valor a pagar y generar automáticamente de los reportes de las planillas.

3. Metodología RAD

3.1. Fase de planificación

Para la identificación y definición de todos los procesos de apoyo y de operabilidad que lleva a cabo la institución se realizó diferentes formas de investigación, entre ellas la técnica de recolección de datos e información son:

- Observación directa del proceso de toma de lectura de agua potable de cada medidor de la ciudad con el acompañamiento del planillero designado, relacionando las tareas designadas para agruparlas y clasificarlas en procesos sin omisión de información y tomando en cuenta las actividades hasta completar todos los procesos.
- Se utilizó entrevistas donde se diseñó preguntas dirigida al jefe de la Unidad de Agua Potable donde se indagó el objetivo del proceso, alcance y encuestas dirigidas al personal de la Unidad de Agua Potable y ciudadanos, toda la información recolectada fue llevada a diagrama de flujo, de manera gráfica representa el proceso y la ejecución del proceso mediante flechas para evidenciar un inicio y un fin del proceso.

Tabla 38. Roles del Proyecto

Nombre	Descripción	RAD Rol
Lizabeth Yánez	Investigación	Programador
Msc. Jairo Hidalgo	Docente tutor	Consultor
Ing. Víctor Pulig	Tutor del GAD Municipal de Putumayo	Cliente

Análisis de la entrevista

Se realizaron reuniones con el personal de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado donde el Sr. Jairo Hidalgo administrador de la Unidad, encargado de llevar el proceso de distribución de las rutas del planillero y por ende realizar el reporte mensual de agua potable de consumo de cada ciudadano, proceso descrito paso a paso, entregando datos e información, son realizados de manera manual en hojas de papel y transcritos a una hoja de cálculo de Excel, ocasiona malestar a los usuarios debido a que existen consumos erróneos debido a errores por parte de los plantilleros.

Se concluye dicho servicio será automatizado tanto la toma de lectura de agua potable y el reporte mensual como el acceso a los usuarios dónde podrán realizar sus planillas.

Como resultado de la fase de planificación se obtiene los siguientes módulos que serán parte de la aplicación web y móvil:

Módulos de la aplicación web

Administrador

1. Administración de usuarios
 - Creación de usuarios con la asignación de rol
 - Edición de roles
 - Visualización de usuarios
2. Tarifas
 - Creación de nuevas tarifas
 - Edición de tarifas
 - Visualización de tarifas
3. Cuentas de usuarios

- Registro de cuentas nuevas
 - Edición de cuentas de usuarios
 - Visualización de cuentas
4. Lecturas
- Asignación de rutas
 - Visualización de lecturas
 - Exportación de lecturas
5. Consulta y generación de reportes

Cientes

- Información personal
- Visualización de valores pendientes
- Descargar factura

Planilleros

- Visualización de ruta designada
- Edición de lecturas

Módulos de la aplicación móvil

- Registro de consumos de agua potable
- Visualización de ruta designada

Requerimientos Funcionales

Panel desarrollo de la solución tecnológica para el GAD Municipal de Putumayo, se clasifica todos los requerimientos con los adjetivos de: alto medio y bajo.

Alto: de mucha importancia para la solución tecnológica

Medio: esencial para la solución tecnológica

Bajo: no es necesaria para que funcione la solución tecnológica

Tabla 39. Requerimiento Funcional RF01

Identificación del requerimiento	RF01
Nombre del requerimiento	Acceso a la aplicación web
Características	Formulario da acceso a la aplicación web dónde podrán ingresar la clave y usuario.

Descripción del requerimiento	Esta ventana cuenta con dos campos de tipo texto para ingresar la clave usuario con un botón de ingreso y la opción de recuperar contraseña. Con un mensaje de alerta al ingresar la clave incorrecta.
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Medio

Tabla 40. Requerimiento Funcional RF02

Identificación del requerimiento	RF02
Nombre del requerimiento	Control de usuario
Características	El administrador podrá realizar acciones sobre los usuarios en el sistema.
Descripción del requerimiento	Crear usuarios ingresando datos personales y dirección detallada de la ubicación de la vivienda.
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Medio

Tabla 41. Requerimiento Funcional RF03

Identificación del requerimiento	RF03
Nombre del requerimiento	Gestión de roles y permisos
Características	El administrador asignara roles y permisos a los usuarios
Descripción del requerimiento	En la sección de usuarios se podrá asignar los roles de administrador, planilleros y cliente
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 42. Requerimiento Funcional RF04

Identificación del requerimiento	RF04
Nombre del requerimiento	Gestión de tarifas de metro cúbico
Características	El administrador podrá crear nuevas tarifas de costos de agua potable y edición
Descripción del requerimiento	En la sección de tarifas el administrador es el encargado de crear y editar el valor a pagar por metro cúbico y alcantarillado
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 43. Requerimiento Funcional RF05

Identificación del requerimiento	RF05
Nombre del requerimiento	Gestión de cuentas de los usuarios
Características	El administrador podrá crear cuenta de los servicios
Descripción del requerimiento	En la sección de cuentas el administrador puede crear cuentas de servicios de agua potable y alcantarillado para los usuarios ingresando número de medidor, número de cuenta y dirección del domicilio y también tiene la opción de activar e inactivar al usuario
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 44. Requerimiento Funcional RF06

Identificación del requerimiento	RF06
Nombre del requerimiento	Modificación y actualización de cuentas
Características	El administrador podrá visualizar la información de las cuentas

Descripción del requerimiento	En la sección de cuentas el administrador podrá editar la información de las cuentas agregadas contando con el botón de actualizar y observará todos los datos en la lista
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 45. Requerimiento Funcional RF07

Identificación del requerimiento	RF07
Nombre del requerimiento	Gestión de rutas
Características	El administrador podrá asignar rutas a los planilleros
Descripción del requerimiento	En la sección de lecturas con una opción de asignación de lectura el administrador agrega un sector y ruta a un planillero para realizar el registro de toma de lectura de agua potable, también podrá agregar el número de intentos de registros por ruta
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 46. Requerimiento Funcional RF08

Identificación del requerimiento	RF08
Nombre del requerimiento	Visualización de lecturas
Características	El administrador podrá revisar las lecturas de cada planillero
Descripción del requerimiento	En la sección de lecturas en la ventana de lecturas el administrador podrá visualizar en una tabla el registro de lecturas de cada planillero, observar el valor a pagar de cada usuario. Esta ventana cuenta con un botón de exportar dónde

	podrá descargar el reporte mensual de los consumos de medidores
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 47. Requerimiento Funcional RF09

Identificación del requerimiento	RF09
Nombre del requerimiento	Descarga de reporte mensual
Características	El administrador podrá descargar el reporte mensual de consumo de agua potable
Descripción del requerimiento	En la sección de lecturas en la ventana de lecturas cuenta con un botón de exportar dónde podrá descargar el reporte mensual realizado los cálculos de valor a pagar de los consumos de medidores
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 48. Requerimiento Funcional RF10

Identificación del requerimiento	RF10
Nombre del requerimiento	Acceso de planilleros a la aplicación web
Características	Login de acceso para los planilleros donde ingresaran con su respectivo usuario y contraseña
Descripción del requerimiento	En este módulo solo ingresan las personas con el rol de planilleros, podrán registrar de forma manual y verificar los consumos registrados por su cuenta.
Prioridad del requerimiento	Bajo
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 49. Requerimiento Funcional RF11

Identificación del requerimiento	RF11
Nombre del requerimiento	Acceso de clientes a la aplicación web
Características	Login de acceso para los clientes donde ingresaran con su respectivo número de cédula o ruc.
Descripción del requerimiento	En este módulo solo ingresan los clientes registrados previamente por la supervisión del administrador, podrán visualizar sus planillas a pagar y descargarlas con formato PDF
Prioridad del requerimiento	Bajo
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 50. Requerimiento Funcional RF12

Identificación del requerimiento	RF12
Nombre del requerimiento	Acceso a la aplicación móvil
Características	Formulario de acceso a la aplicación móvil dónde podrán ingresar la clave y usuario.
Descripción del requerimiento	En la aplicación móvil ingresaran los planilleros para completar sus rutas y registrar los consumos de agua potable
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Tabla 51. Requerimiento Funcional RF13

Identificación del requerimiento	RF13
Nombre del requerimiento	Registro de toma de lectura de agua potable
Características	El planillero registrará los consumos de los medidores de su ruta asignada

Descripción del requerimiento	En la aplicación móvil los planilleros registran mediante una fotografía los consumos de los medidores y obtendrán el valor a pagar de inmediato sincronizándose con la base de datos y se reflejará automáticamente en la aplicación web
Prioridad del requerimiento	Alto
Este es el mejor riesgo de desarrollo	Alto

Requerimientos no Funcionales

Tabla 52. Requerimiento no Funcional RNF01

Identificación del requerimiento	RNF01
Nombre del requerimiento	Desarrollo
Características	Entorno de desarrollo visual Studio Code, lenguajes de programación Python, PHP y TypeScript
Descripción del requerimiento	Para el desarrollo de la solución tecnológica se la realizará con PHP con el framework Laravel, para el aplicativo móvil con TypeScript utilizando, Css y HTML para el diseño de funciones visuales adicionales y para el desarrollo del algoritmo de reconocimiento de imágenes se lo realizará con Python en el framework Django
Prioridad del requerimiento	Alto

Tabla 53. Requerimiento no Funcional RNF02

Identificación del requerimiento	RNF02
Nombre del requerimiento	Base de datos
Características	La base de datos será administrada con MySQL
Descripción del requerimiento	La administración de la base de datos será con el entorno de MySQL

Prioridad del requerimiento	Alto
-----------------------------	------

Tabla 54. Requerimiento no Funcional RNF03

Identificación del requerimiento	RNF03
Nombre del requerimiento	Servidor
Características	Se utilizará un servidor de alojamiento en la nube para la solución tecnológica
Descripción del requerimiento	Para el funcionamiento de la solución tecnológica se subirá a un servidor de la Universidad de acuerdo con las necesidades del GAD Municipal de Putumayo permitiendo que se ejecute en cualquier navegador con acceso a internet
Prioridad del requerimiento	Alto

Tabla 55. Requerimiento no Funcional RNF04

Identificación del requerimiento	RNF04
Nombre del requerimiento	Computadora
Características	Una computadora Core i3, RAM de 4GB, disco duro de 500GB
Descripción del requerimiento	Para el desarrollo de la solución tecnológica se utilizará una computadora con las características anteriores
Prioridad del requerimiento	Alto

Alcance de limitaciones de la aplicación web y móvil

Alcance

- La solución tecnológica será usada por el personal de la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal de Putumayo.

- El aplicativo web les facilitará el proceso de la elaboración de reporte mensual de consumo de agua potable, ya que con la ayuda de la aplicación móvil inmediatamente contarán con valores a pagar de consumos reales.
- El aplicativo web ayudará a llevar un control de los usuarios y más control en la asignación de rutas y procesos de registro de toma de lectura de agua potable
- El aplicativo móvil permitirá la automatización del proceso de toma de lectura del consumo de agua potable, reflejando el valor a pagar.
- El aplicativo web permitirá generar reportes en PDF de las planillas de los clientes.

Limitaciones

- La solución tecnológica será accesible mediante internet.
- El aplicativo web no enviará notificaciones mediante correo electrónico o telefonía móvil.
- No estará disponible en tiendas de descarga de aplicaciones.

3.2. Fase de Diseño

Con los resultados de la fase de planificación, se elaborará diagramas, diseños y modelos que me permitiré la creación de la parte del front-end y back-end, con la encuesta realizada se obtuvo información para que el desarrollo de la solución tecnológica obtenga los requerimientos de los beneficiarios.

Modelado de Datos

En esta etapa se llevó a cabo un modelo de base de datos relacional, donde cada entidad alberga varios atributos detallados que fueron obtenidos de acuerdo con los requerimientos de los beneficiarios. La base de datos se realizó con el gestor de MySQL donde se indica qué es amigable para varios lenguajes de programación, fue de gran ayuda para la creación de nuestra solución tecnológica, ya que es multiplataforma y cuenta con otros beneficios. A continuación, se describe las siguientes entidades:

- Cuentas
- Lecturas
- Roles
- Servicios

- Usuarios
- Valores de lectur

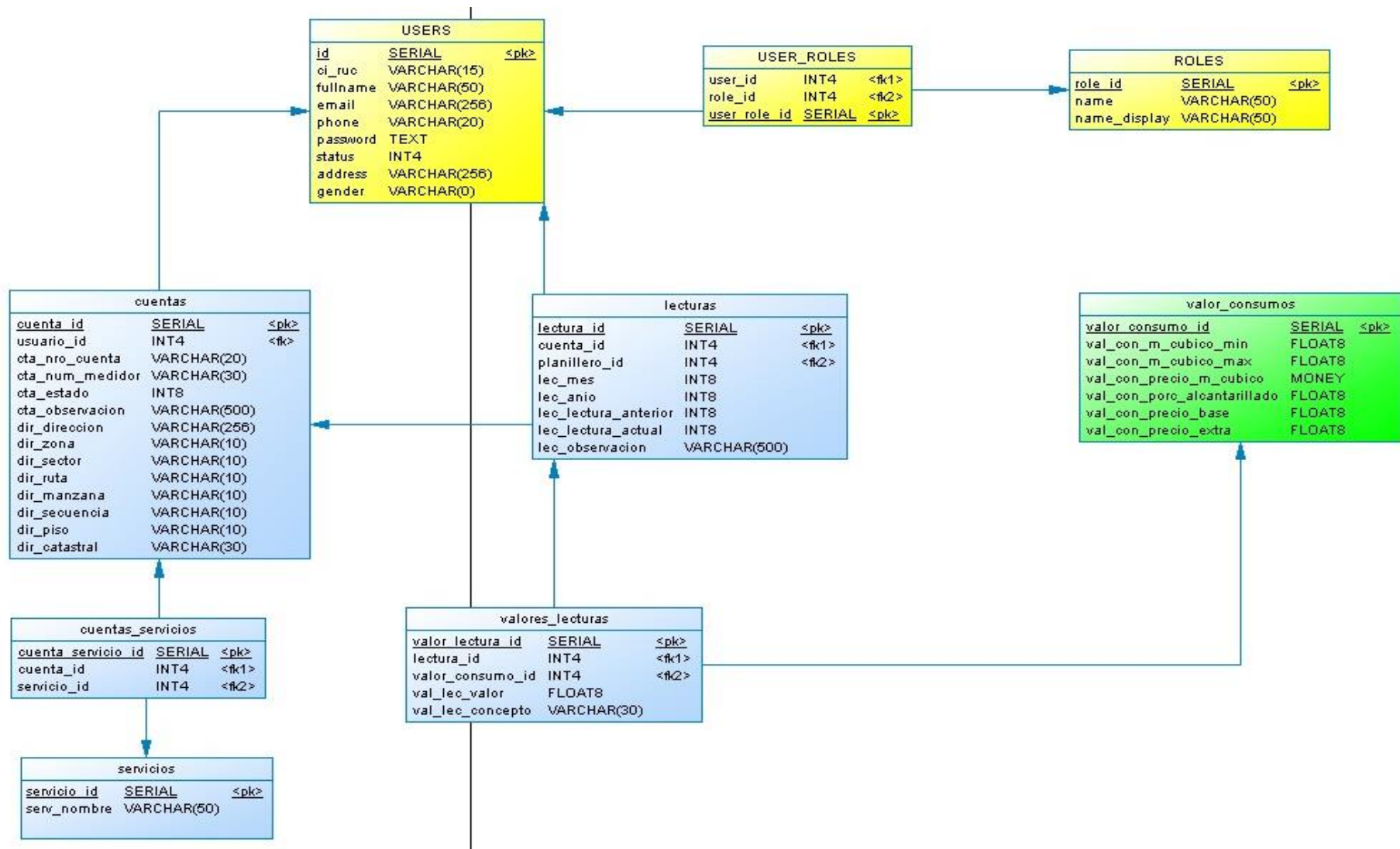


Figura 36. Base de datos relacional

Prototipo de la solución tecnológica

Según Gereca y Sánchez (2021) señala que el prototipo por definición es una técnica que permite realizar y materializar diversas ideas de soluciones propuestas en un proyecto de diseño o rediseño de productos o servicios; producto preliminar del sistema, son estrategias aplicadas en las actividades de los procesos de software, es un medio de la especificación de requisitos y enlace de comunicación entre el usuario y el diseñador.

El diseño de prototipos se lo realizó en el MockFlow, una herramienta fácil de usar que cuenta con herramientas necesarias para el desarrollo del maquetado final de la solución tecnológica.

Prototipo Aplicativo Web

- Página principal del sistema



Figura 37. Página principal del sistema

- Ingresar al sistema

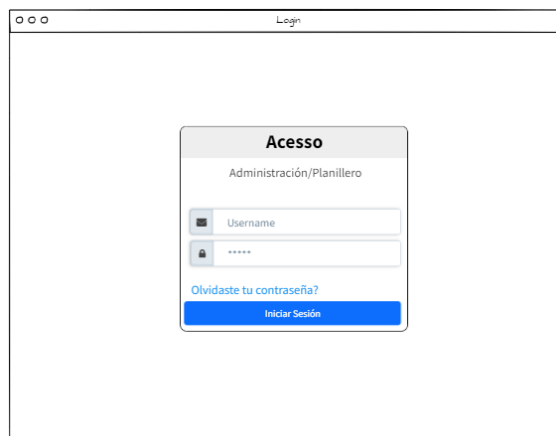


Figura 38. Ingreso al sistema

- Recuperar contraseña



Figura 39. Recuperar contraseña

- Ingresar al módulo de administrador

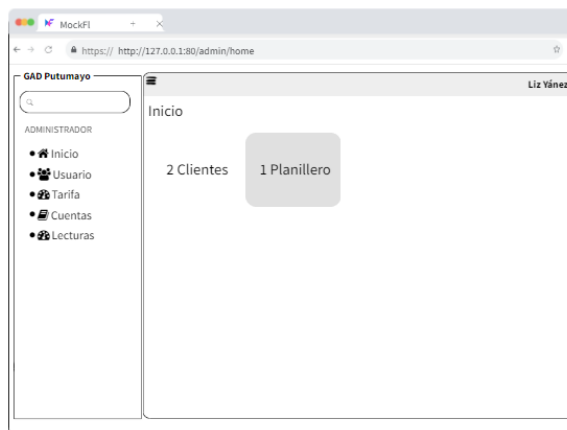


Figura 40. Interfaz principal del administrador

- Registro de usuarios

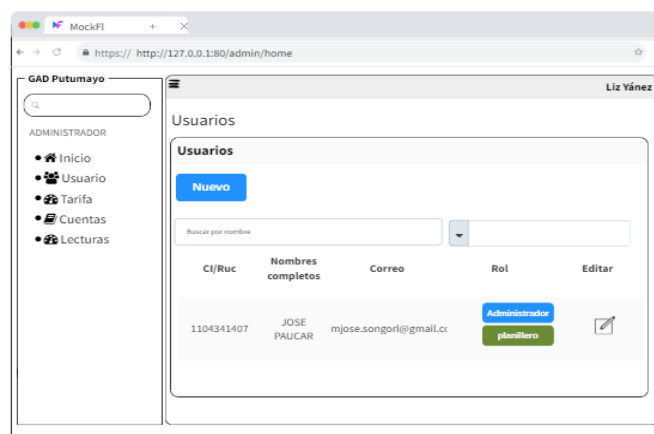


Figura 41. Registro de usuarios

- Interfaz de creación de nuevos usuarios

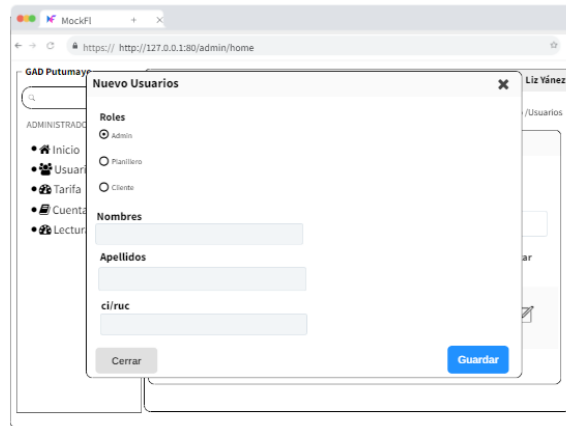


Figura 42. Creación de usuarios

- Interfaz de edición de usuarios

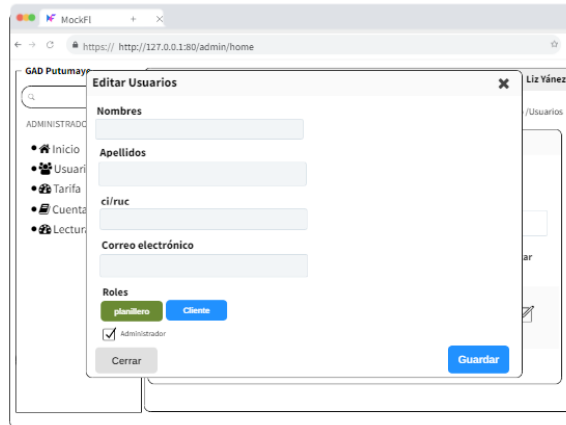


Figura 43. Edición de usuarios

- Sección de tarifas

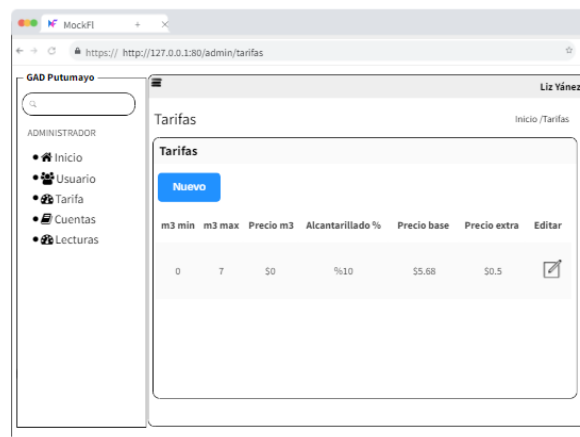


Figura 44. Interfaz de tarifas

- Creación de nuevas tarifas

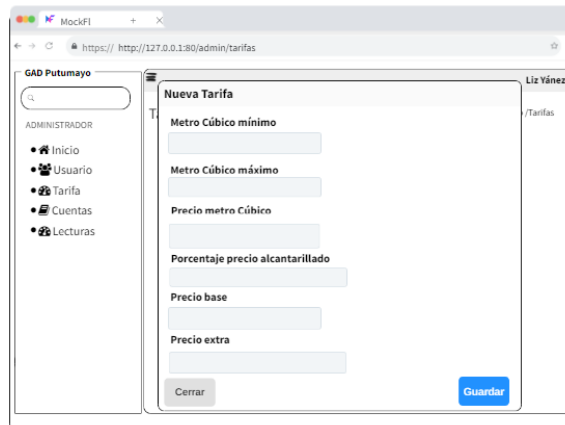


Figura 45. Interfaz de nuevas tarifas

- Edición de tarifas

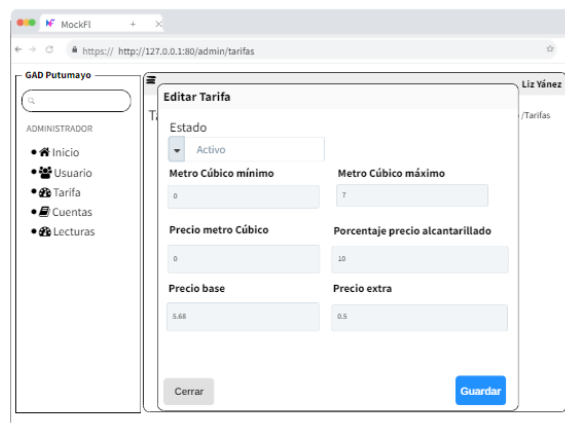


Figura 46. Interfaz para editar tarifas

- Registro de cuentas

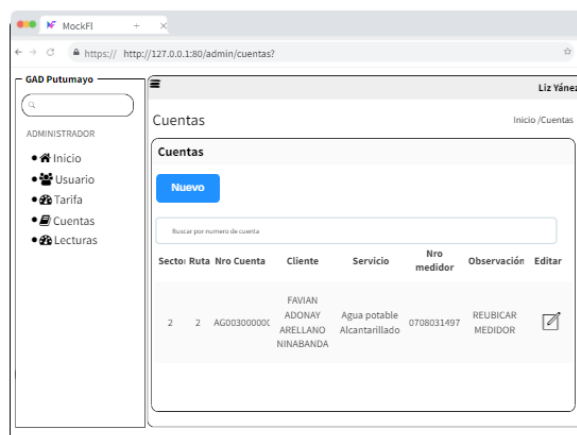


Figura 47. Interfaz de la sección cuenta

- Interfaz de creación de cuentas

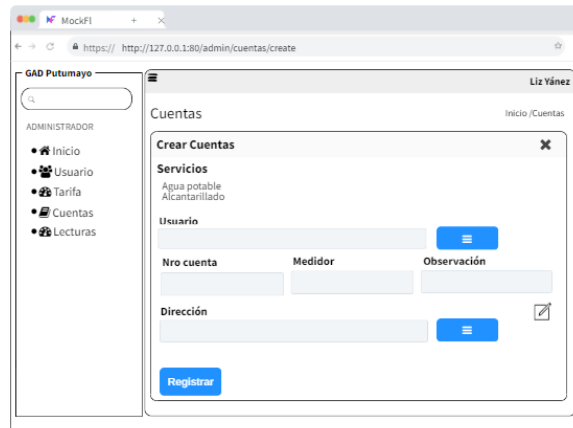


Figura 48. Creación de cuentas

- Búsqueda de usuarios en la sección de cuentas

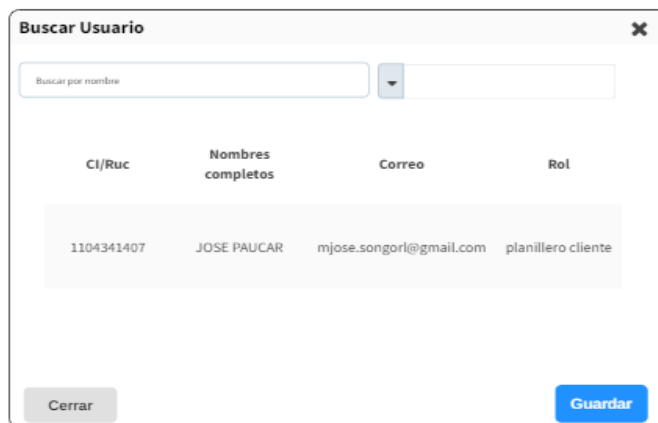


Figura 49. Búsqueda de usuario

- Registro de dirección del usuario

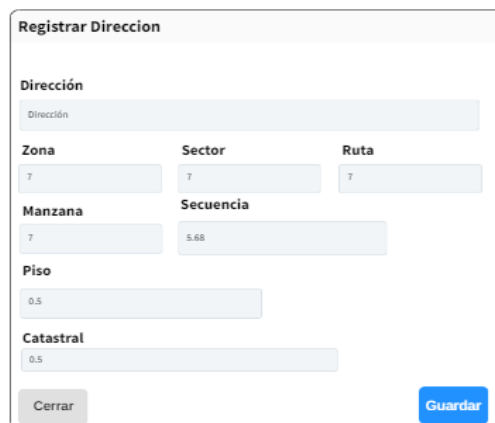


Figura 50. Registro de dirección

- Edición de cuentas

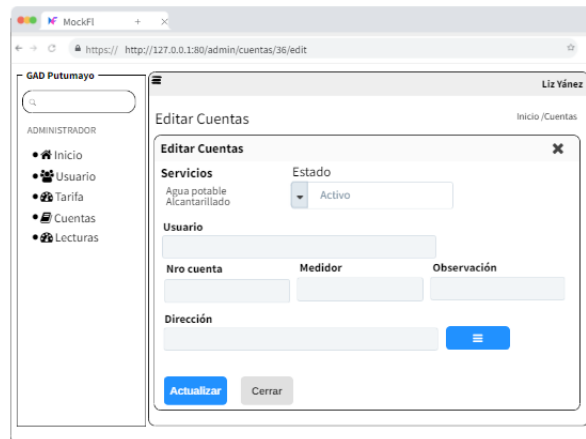


Figura 51. Editar cuentas

- Sección de lecturas, permite asignar las lecturas

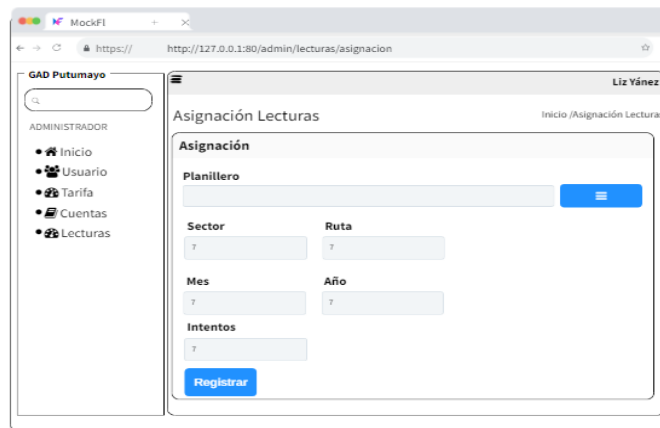


Figura 52. Asignación de lecturas

- Visualización de las lecturas asignadas

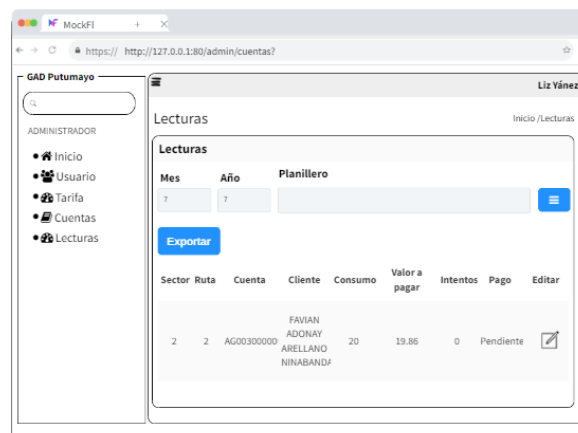


Figura 53. Visualización de las lecturas

- Edición de las lecturas

Lecturas

Nro Medidor: 078803497

Lectura anterior: [input field]

Lectura actual: [input field]

Promedio: [input field]

Observación: This is some text within a card body

Intentos: 7

Estado: Pendiente

CONCEPTO	IMPORTE
Agua Potable Residencial	\$17.6
Servicio de Alcantarillado	\$1.76
Comisión	0.5
TOTAL:	\$19.86

Cerrar Guardar

Figura 54. Edición de lectura

- Exportación de reporte mensual de consumo

CÉDULA	NOMBRES	APELLIDOS	DIRECCIÓN MEDIDOR	ZONA	SECTOR	RUTA	SECUENCIA	PISO	CATASTRAL	NRO DE MEDIDOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	CONSUMO	VALOR A PAGAR	OBSERVACIONES
2100091400	VERONICA PAULINA	AVILA GUALINGA	SEPTIMA Y VIA AL CEMENTERIO	2	1	2	30	1	2103500201	15009908	5	5	\$6.75		

Figura 55. Exportación de reporte mensual

- Ingresar al módulo de planillero

Login

Acesso

Administración/Planillero

Username: [input field]

***** [password field]

[¿Olvidaste tu contraseña?](#)

Iniciar Sesión

Figura 56. Login de planillero

- Vista general de plantillero

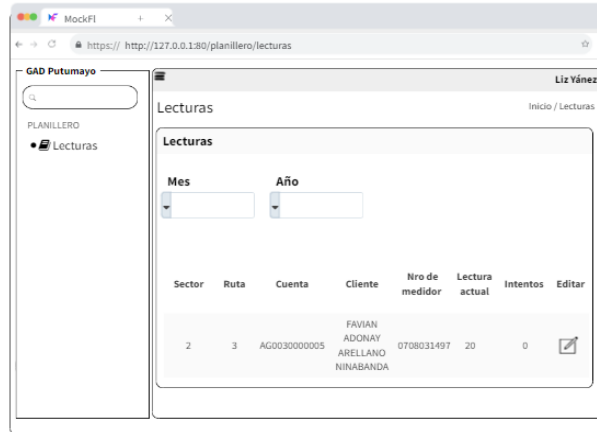


Figura 57. Vista de lecturas

- Edición y revisión de planillas

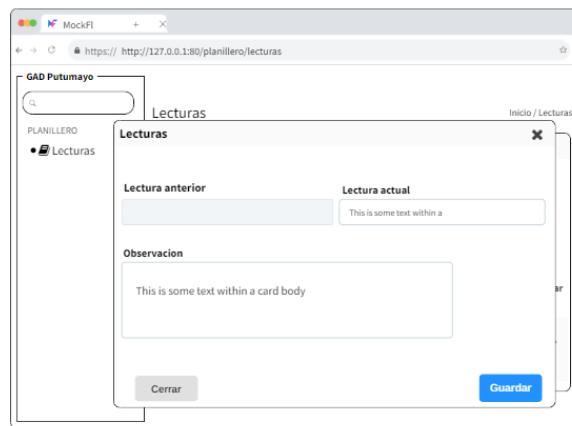


Figura 58. Edición de lectura

- Ingresar al sistema como cliente

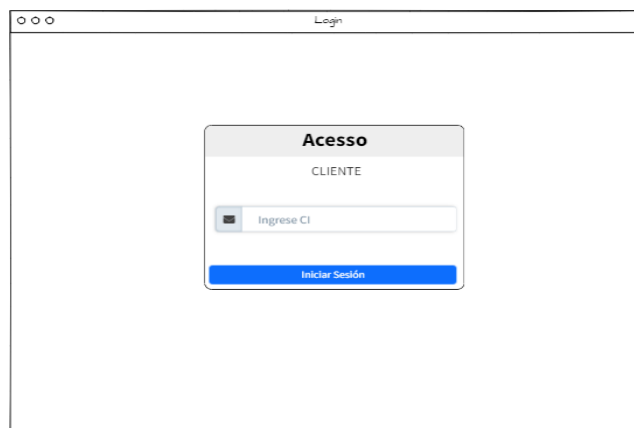


Figura 59. Ingresó como cliente

- Vista principal del cliente

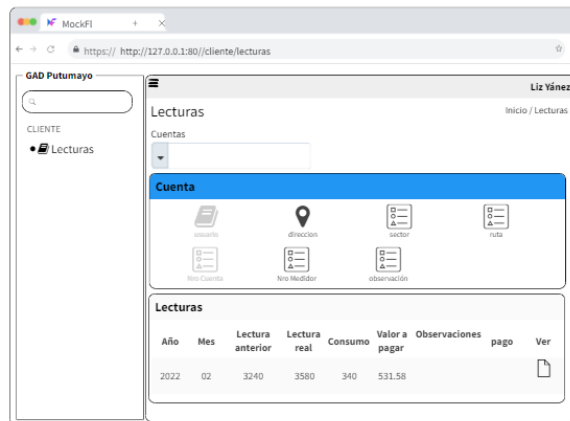


Figura 60. Planillas de consumo de los clientes

- Visualización de planilla de consumo

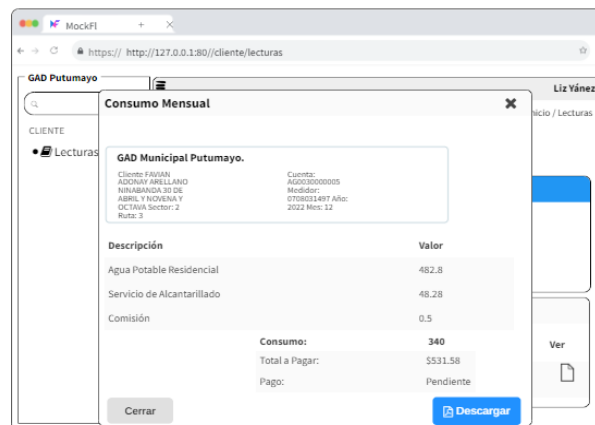


Figura 61. Descripción de reporte de consumo

GAD Municipal Putumayo	
MUNICIPIO DE PUTUMAYO	
USUARIO: VERONICA PAULINA AVILA DIRECCIÓN: SEPTIMA Y VIA AL CEMENTERIO CONSUMO: ENERO - 2022 FECHA: 2023-01-12 15:02:34	
CONCEPTO	IMPORTE
Agua Potable Residencial	482.8
Servicio de Alcantarillado	48.28
Comisión	0.5
TOTAL:	\$6.75

Figura 62. Reporte de consumo

Prototipo del Aplicativo Móvil

- Ingresó al sistema móvil



Figura 63. Iniciar sesión

- Vista general de las lecturas

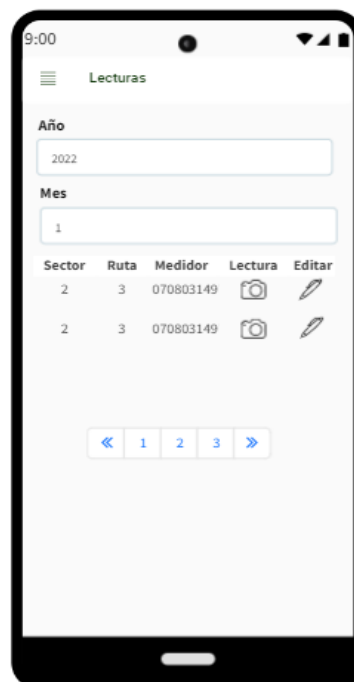


Figura 64. Lecturas

- Toma de lectura

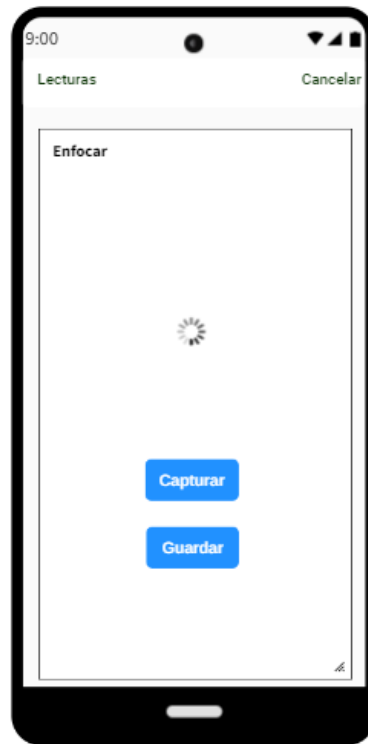


Figura 65. Captura de medidor

- Edición de lectura

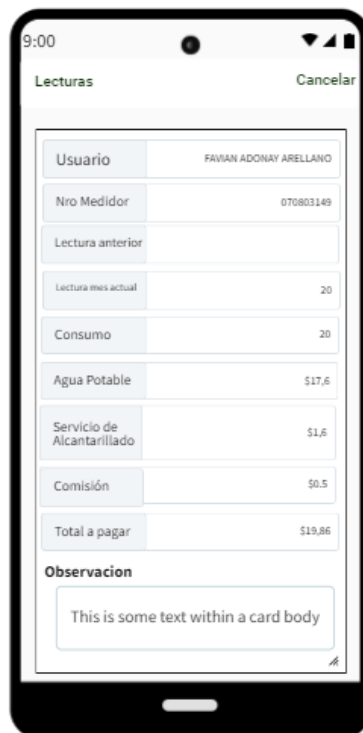


Figura 66. Edición de lecturas

- Menú de la aplicación móvil

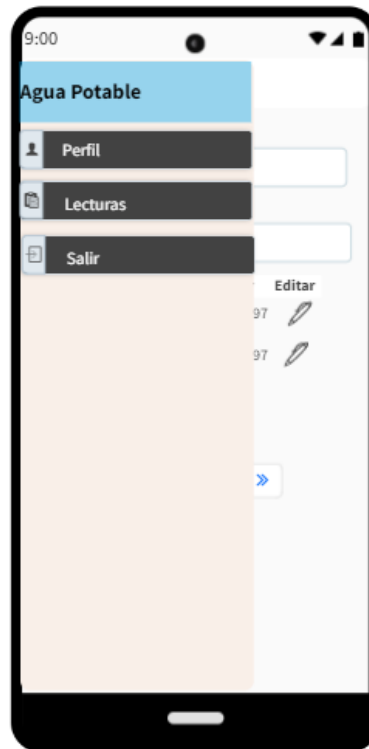


Figura 67. Menú del aplicativo móvil

- Perfil del usuario



Figura 68. Perfil de usuario

Diagramas de casos de uso

Según Maria (2020) indica que los casos de uso se representan de forma incómoda un cliente opera con el sistema en desarrollo, se centran en representar todos los elementos de un sistema y sus relaciones entre sí. Es un método estandarizado para representar sistemas planificados o ya existentes.

A continuación, se detallan los casos de uso de las diferentes funciones del sistema para el proceso de toma de lectura de agua potable servicio que brinda el GAD Municipal de Putumayo.

Caso de uso de Login

El administrador, planillero y cliente acceden al sistema web por medio de la interfaz con su usuario y contraseña, elementos esenciales para el ingreso al sistema web haciendo una consulta a la base de datos para la verificación de su registro en el sistema.

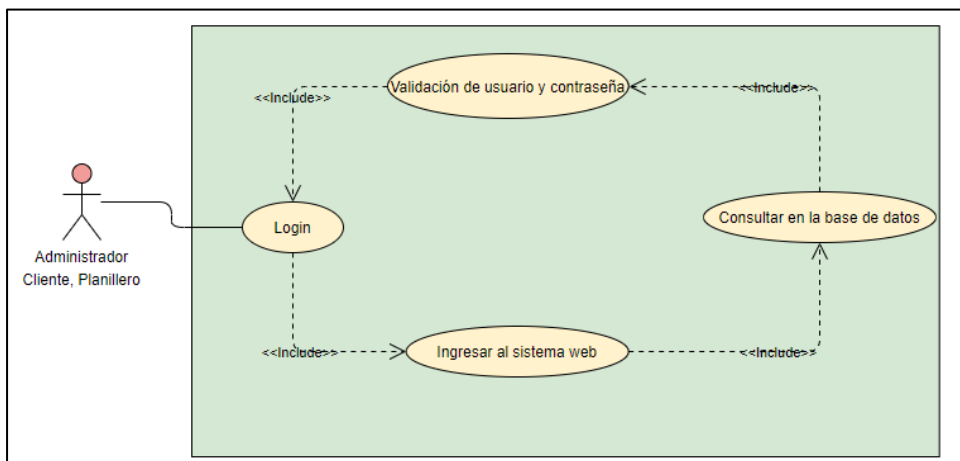


Figura 69. Caso de uso de Login

Tabla 56. Caso de uso (Login)

Nombre del caso de uso: Login al administrador, clientes y planilleros	
Encargado:	Administrador, cliente y planillero
Propósito:	Iniciar sesión y validación del usuario y contraseña
Resumen:	El administrador, cliente y planillero inicia sesión al sistema

Administrador, cliente y planillero

Sistema

1. Ingresan al sistema con su usuario y contraseña
3. Inicia sesión y observa su módulo activo

2. El sistema consulta en la base de datos si el usuario se encuentra registrado, si los datos son válidos ingresa al sistema de lo contrario envía un mensaje de error
 4. Al sistema procede a reflejar en la pantalla principal el menú de navegación de cada rol
-

Caso de uso de Usuario

El administrador podrá observar algunas ventanas entre ellas la sección de usuarios, dónde podrá visualizar el registro de los usuarios, agregar rol, editar y crear nuevos usuarios.

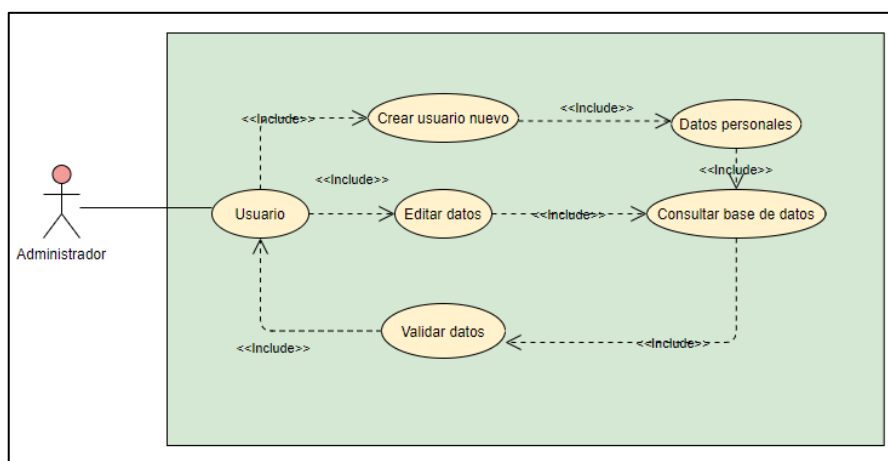


Figura 70. Caso de uso de Usuario

Tabla 57. Caso de uso de Usuario

Nombre del caso de uso: Funciones de la sección de usuario

Encargado:

Administrador

Propósito:

Administrar el registro de creación de usuarios, edición de usuarios y asignación de roles

Resumen:

El administrador es el encargado de ingresar nuevos usuarios y actualizar el rol de los usuarios

Administrador	Sistema
1. El administrador ingresa al sistema y se dirige a la sección de usuarios	2. El sistema consulta en la base de datos los usuarios registrados y procede a reflejar los usuarios
3. El administrador procede a ingresar nuevos usuarios asignando el rol correspondiente y datos personales	4. Al sistema actualiza la base de datos y guarda al nuevo usuario actualizando la base de datos
5. El administrador puede editar los datos del usuario existente	6. El sistema válido en la base de datos y procede a actualizar para las siguientes consultas

Caso de uso de Tarifas

El administrador podrá observar la sección de tarifas, dónde podrá visualizar las tarifas previamente declarada con su respectivo cálculo. También puede realizar la creación de nuevos cálculos de tarifas, editar tarifas calculadas y visualización de estas.

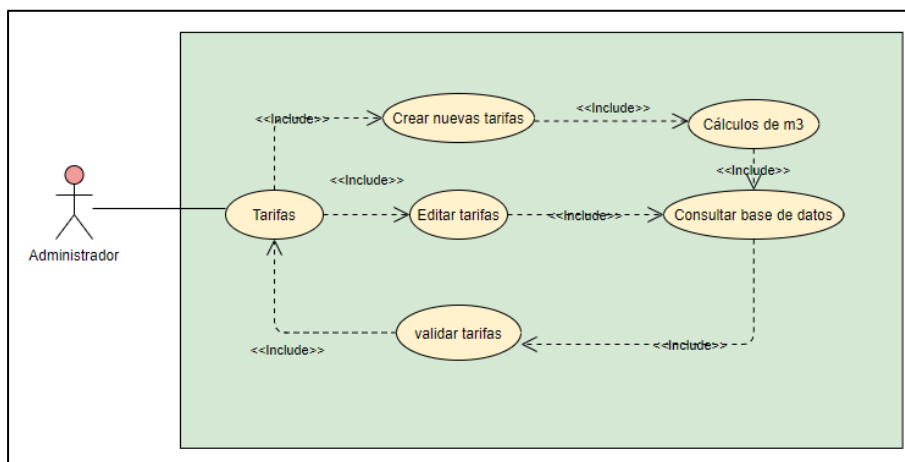


Figura 71. Caso de uso de Tarifas

Tabla 58. Caso de uso de Tarifas

Nombre del caso de uso: Funciones de la sección de tarifas	
Encargado:	Administrador

Propósito:	Administrar el registro de tarifas nuevas, edición de tarifas existentes y visualización de tarifas
Resumen:	El administrador es el encargado de ingresar ya nuevas tarifas de consumo, edición de cálculo de las tarifas y visualización de las tarifas principales
Administrador	Sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al sistema y se dirige a la sección de tarifas 3. El administrador procede a ingresar una tarifa nueva ingresando los valores para el cálculo respectivo 5. El administrador puede editar los valores para cálculos futuros de tarifas 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema consulta en la base de datos las tarifas existentes y procede a reflejarlas 4. Al sistema actualiza la base de datos y guarda la nueva tarifa para los próximos cálculos 6. El sistema válido en la base de datos y procede a actualizar para las siguientes consultas

Caso de uso de Cuentas

El administrador en la sección de cuentas visualiza las cuentas ya creadas de su respectivo usuario, también puede realizar la creación de nuevas cuentas, editar cuentas previamente creadas y visualización de estas.

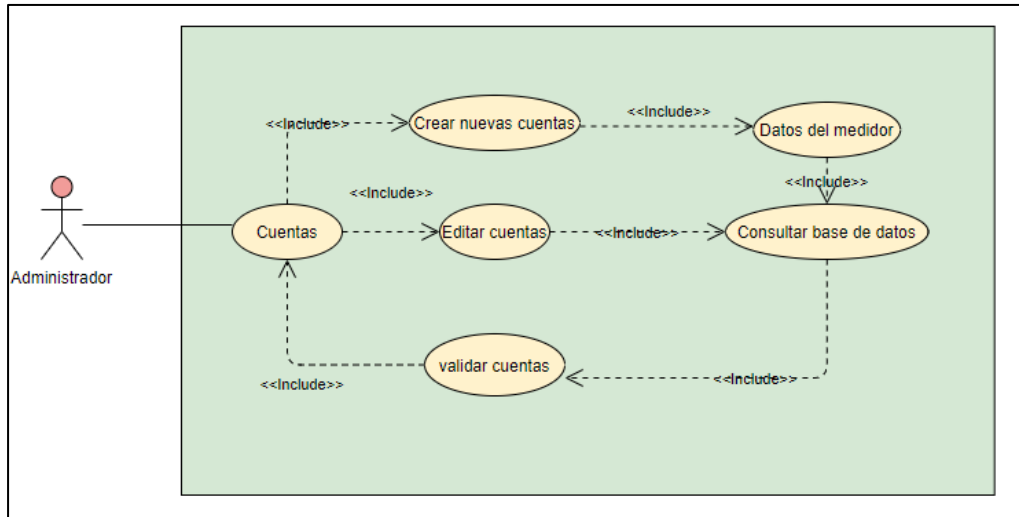


Figura 72. Caso de uso de Cuentas

Tabla 59. Caso de uso de Cuentas

Nombre del caso de uso: Funciones de la sección de cuentas	
Encargado:	Administrador
Propósito:	Administrar el registro de nuevas cuentas de los usuarios, edición de datos de los usuarios existentes y visualización de las cuentas
Resumen:	El administrador es el encargado de ingresar y actualizar los datos de las cuentas de los usuarios
Administrador	Sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al sistema y se dirige a la sección de cuentas 3. El administrador procede a ingresar nuevas cuentas seleccionando al usuario correspondiente 5. El administrador debe completar la dirección exacta del medidor 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema consulta ya las cuentas de existentes en la base de datos y procede a reflejar en la tabla 4. Al sistema actualiza la base de datos y ya refleja los datos del usuario 6. El sistema válido en la base de datos que la dirección no se repita y procede a guardar la nueva cuenta

7. El administrador se encuentra algún error en las cuentas procede a realizar la edición de dicha cuenta

8. El sistema actualiza la base de datos y valida toda la información reflejándola en una lista

Caso de uso de Lecturas

El administrador en la sección de lecturas podrá visualizar las lecturas previamente asignadas, podrá asignar una ruta al planillero y posterior a realizar el proceso de toma de lectura de cada medidor se procede a descargar el reporte mensual con formato de hoja de cálculo Excel.

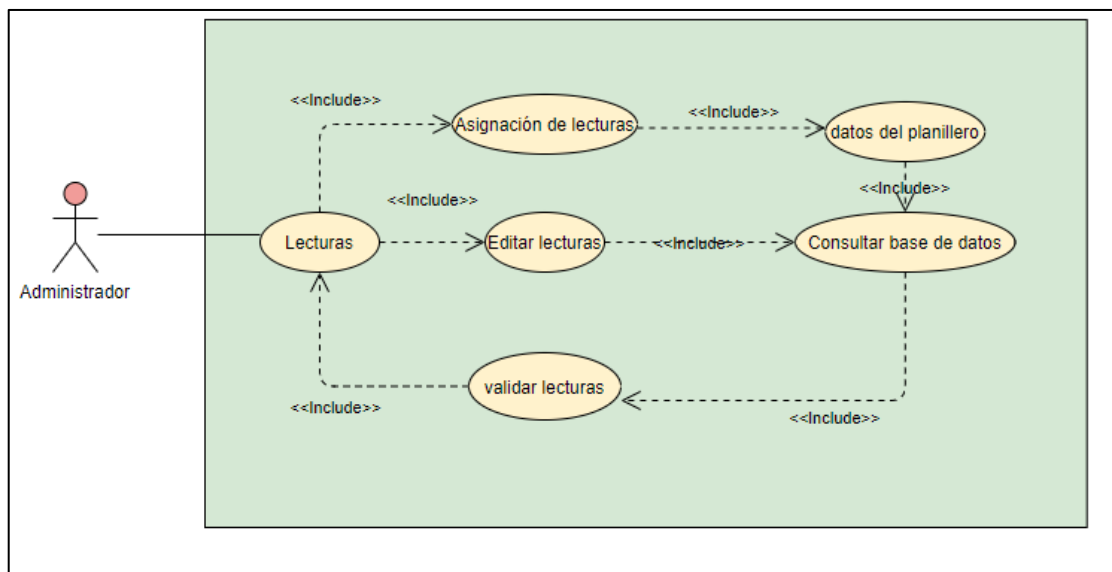


Figura 73. Caso de uso de Lecturas

Tabla 60. Caso de uso de Lecturas

Nombre del caso de uso: Funciones de la sección de lecturas	
Encargado:	Administrador
Propósito:	Administrar el registro de la asignación de rutas a los planilleros, visualización de usuarios y automatización del reporte mensual
Resumen:	El administrador es el encargado asignar una ruta al planillero y posterior a eso puede visualizar las cuentas de los usuarios de dicha ruta con sus respectivos cálculos y valor a pagar e inmediatamente descargar el reporte mensual de los consumos

Administrador	Sistema
1. El administrador ingresa al sistema y se dirige a la sección de lecturas y selecciona al planillero	2. El sistema consulta en la base de datos para verificar que no cuente con una ruta designada,
3. El administrador procede a seleccionar la ruta, sector y posteriormente el mes y año para la funcionalidad del planillero	4. Al sistema verifica los datos y asigna la ruta al planillero
5. El administrador procede a la ventana registro de lecturas y debe seleccionar el planillero y una fecha específica	6. El sistema válido en la base de datos que cuenta con una ruta designada y de ser así, refleja en una lista de usuarios
7. El administrador podrá visualizar si la ruta se encuentra completa para descargar el reporte	8. El sistema actualiza la base de datos y valida toda la información
9. El administrador puede editar el estado de pago de la cuenta de usuario	10. El sistema válido si se encuentra pagada actualiza la base de datos

Caso de uso de Planillero en el sistema web

El planillero cuenta con un módulo especialmente para cumplir con su rol, en esta sección podrá visualizar las lecturas previamente asignadas y cuenta con la facilidad de poder realizar modificación del consumo reportado y verificar dicho consumo.

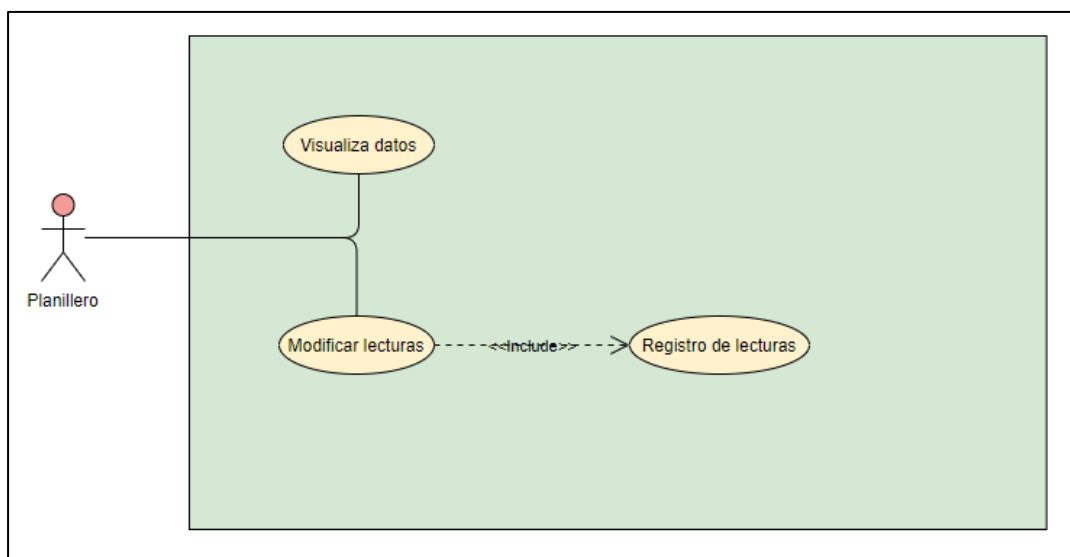


Figura 74. Caso de uso de Planillero en el sistema web

Tabla 61. Caso de uso de Planillero en el sistema web

Nombre del caso de uso: Funciones del módulo de planillero	
Encargado:	Planillero
Propósito:	Visualizar la ruta asignada y modificación de consumos
Resumen:	El planillero en este módulo observará las rutas asignadas para el proceso de toma de lectura y podrá modificar los consumos en caso de requerir
Planillero	Sistema
1. El planillero regresa sesión con su usuario y contraseña	2. El sistema verifica el rol del usuario y proceden a realizar las validaciones del usuario
3. El planillero observa la ruta asignada de forma ordenada en una lista	4. Al sistema los datos de la ruta asignada para proceder a realizar modificaciones
5. El planillero podrá realizar modificaciones de consumos siempre y cuando cuenta con intentos válidos caso contrario solamente podrá modificar la observación	6. El sistema válido en la base de datos los intentos asignados para proceder a realizar las modificaciones

Caso de uso de Cliente

El cliente cuenta con un módulo especialmente para su rol, en esta sección podrá visualizar sus datos personales y dirección del medidor, observar sus planillas de las cuentas registradas a su nombre, descargar las planillas previamente generadas por la automatización del sistema.

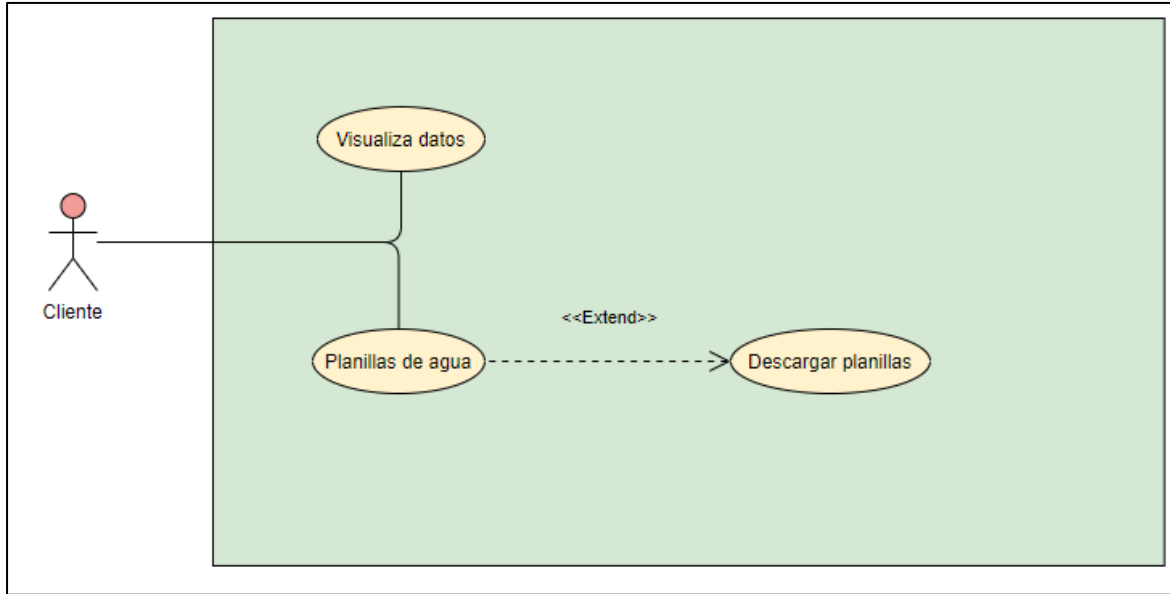


Figura 75. Caso de uso de Cliente

Tabla 62. Caso de uso de Cliente

Nombre del caso de uso: Funciones del módulo de cliente	
Encargado:	Cliente
Propósito:	Visualizar sus cuentas activas su respectivo valor a pagar y descarga de planillas
Resumen:	El cliente podrá observar el valor a pagar de sus cuentas y procederá a realizar la descarga de las planillas de consumo de agua
Planillero	Sistema
1. El cliente inicia sesión con su respectivo número de cédula	2. El sistema verifica con el número de cédula y procede a mostrar en la pantalla principal sus cuentas activas
3. El observa todas sus cuentas activas con sus respectivas consumo y valor a pagar	4. El sistema permite realizar la descarga de la planilla de la cuenta elegida

Caso de uso de Planillero en la aplicación móvil

La aplicación movil es directamente disdeñada para los planilleros, en esta sección podrá visualizar los sus datos personales en la sección de perfil, realizar el proceso de registro de consumo de cada medidor mediante una fotografía.

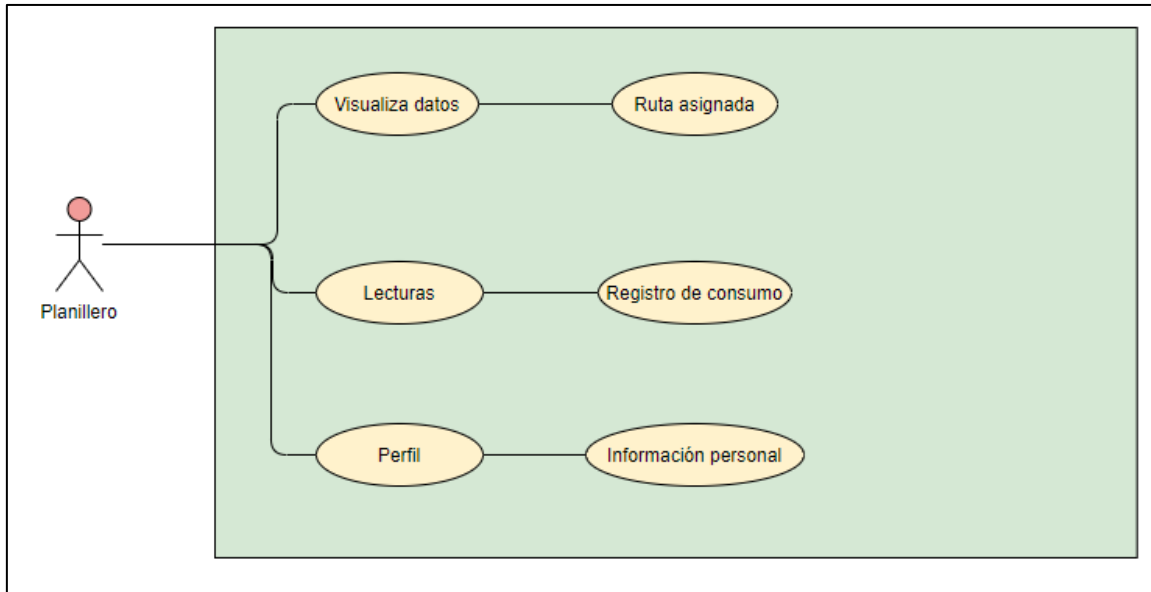


Figura 76. Caso de uso de Planillero en la aplicación móvil

Tabla 63. Caso de uso de Planillero en la aplicación móvil

Nombre del caso de uso: Funciones del módulo de planillero en la aplicación móvil	
Encargado:	Planillero
Propósito:	Realizar el registro de consumo de cada medidor según su ruta asignada, visualización de datos personales en su perfil
Resumen:	El planillero tiene un menú de navegación de tres botones: en el perfil visualizara su información personal, lecturas realiza el registro mediante la fotografía del consumo de agua potable y la opción de cerrar sesión
Planillero	Sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El planillero ingresa con su usuario y contraseña 3. El planillero observa la ruta asignada y procede a realizar el registro de consumo de cada medidor 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema verifica que se encuentre activado el rol de planillero y permite el acceso a la aplicación móvil 4. El sistema permite realizar la toma de fotografías del medidor y automáticamente realizar el cálculo de valor a pagar

-
5. El plantillero revisa el valor a pagar del medidor y en el caso que no haya detectado los números del medidor realiza el registro de forma manual
 6. El sistema procede a guardar en la base de datos el valor a pagar actualizando de forma inmediata en el sistema web
-

3.3. Fase de Construcción Rápida o Desarrollo

Finalizada la fase de diseño de prototipos y de casos de usos de la solución tecnológica por el GAD Municipal de Putumayo, se inicia la etapa de desarrollo de la aplicación web, móvil y base de datos, tomando en cuenta la arquitectura modelo vista controlador la cual divide la lógica de la aplicación, presentando modelos y propiedades de datos y la sección de las vistas, se encarga de procesar las peticiones por parte del usuario dando acceso a la información solicitada y los templates que desarrollan a los documentos HTML.

Se detalla código por cada parte del aplicativo móvil y web, y sus funciones que ya fueron establecidas en la fase de planificación.

Iniciar Sesión

En la página principal encontrarán dos botones funcionales donde un botón es para el inicio de sesión de administración-planilleros, también podrán restablecer su contraseña si en algún momento se llega a olvidar y el siguiente botón es para el inicio de sesión de los clientes.



Figura 77. Página principal

```

<!-- ===== Header ===== -->
<header id="header" class="fixed-top">
  <div class="container d-flex align-items-center justify-content-between">
    
    <!-- <h1 class="logo"><a href="index.html">GAD MUNICIPAL PUTUMAYO</a></h1> -->
  </div>
  <nav id="navbar" class="navbar">
    <ul>
      <li><a class="nav-link scrollto active" href="#hero">Inicio</a></li>
    </ul>
    <i class="bi bi-list mobile-nav-toggle"></i>
  </nav>
</header>
<!-- End Header -->

<!-- ===== Hero Section ===== -->
<section id="hero">
  <div class="hero-container">
    <h3>Bienvenidos a <strong>GAD MUNICIPAL PUTUMAYO</strong></h3>
    @if (Route::has('login'))
      <div class="hidden fixed-top right-0 px-6 py-4 sm:block">
        @auth
          <a href="{{ url('home') }}" class="btn btn-get-started scrollto">Home</a>
        @else
          <h1>Perfiles de acceso</h1>
          <!-- <h2>We are team of talented designers making websites with Bootstrap</h2> -->
          <a href="{{ route('login') }}" style="margin-bottom: 10px;"
            class="btn btn-get-started scrollto">Administración</a> <br>
          <a href="{{ route('login.cliente') }}" class="btn btn-get-started scrollto">Clientes</a>
        @endauth
      </div>
    @endif
  </div>
</section>

```

Figura 78. Código de página principal

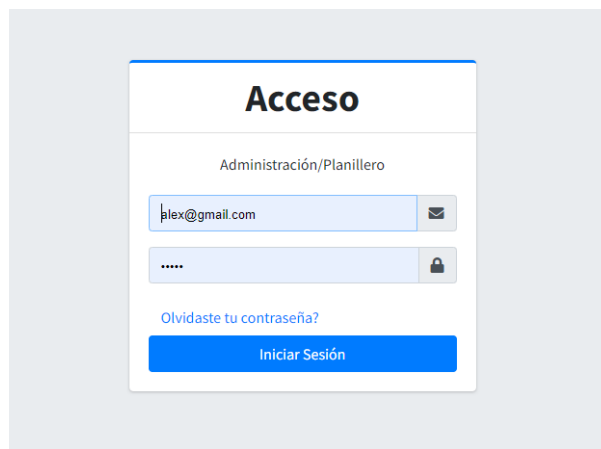


Figura 79. Iniciar sesión administrador y planilleros

```

resources/views/adminlte/auth/login.blade.php
22 <body class="hold-transition login-page">
23 <div class="login-box">
24 <!-- </div>
25 <div class="card outline-card-primary">
26 <div class="card-header text-center">
27 <a href="{{ url('login') }}" class="text-decoration: none">Acceso</a>
28 </div>
29 <div class="card-body">
30 <div class="login-box-msg">Administración/Planillero</div>
31 <form action="{{ route('login') }}" method="post">
32 <!-- </form>
33 <div class="input-group mb-3">
34 <input type="email" class="form-control" @error('username') is-invalid @enderror
35 name="username" value="{{ old('email') }}" required autocomplete="email" autofocus
36 placeholder="email">
37 <!-- </div>
38 @error('username')
39 <span class="invalid-feedback" role="alert">
40 <strong>{{ $message }}</strong>
41 </span>
42 @enderror
43 <div class="input-group-append">
44 <div class="input-group-text">
45 <span class="fas fa-envelope"></span>
46 </div>
47 </div>
48 </div>
49 <div class="input-group mb-3">
50 <input id="password" type="password"
51 class="form-control" @error('password') is-invalid @enderror name="password" required
52 autocomplete="current-password" placeholder="password">
53 <!-- </div>
54 @error('password')
55 <span class="invalid-feedback" role="alert">
56 <strong>{{ $message }}</strong>
57 </span>
58 @enderror
59 <div class="input-group-append">
60 <div class="input-group-text">
61 <span class="fas fa-lock"></span>
62 </div>
63 </div>

```

Figura 80. Código de inicio de sesión administrador y planilleros

```

resources > views > adminlte > auth > loginadmin.php > @html > @body > @body-transitionlogin-page > @divlogin-box > @divcard-card-outlinecard-primary > @divcard-body > @form > @div
54 <
55 <
56 <
57 <
58 <
59 <
60 <
61 <
62 <
63 <
64 <
65 <
66 <
67 <
68 <
69 <
70 <
71 <
72 <
73 <
74 <
75 <
76 <
77 <
78 <
79 <
80 <
81 <
82 <
83 <
84 <
85 <
86 <
87 <
88 <
89 <
90 <
91 <
92 <
93 <
94 <
95 <
96 <
97 <
98 <
99 <
100 <

```

Figura 81. Código de inicio de sesión administrador y planilleros

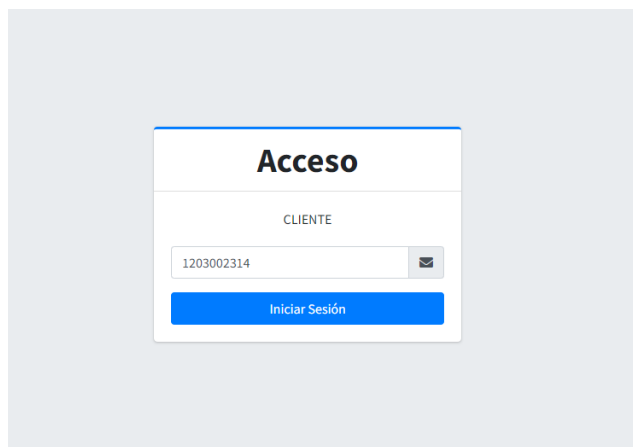


Figura 82. Inicio de sesión para clientes

```

<p class="login-box-msg">CLIENTE</p>
<form action="{ route('login.cliente') }" method="post">
  @csrf
  <div class="input-group mb-3">
    <input type="text" class="form-control @error('username') is-invalid @enderror"
      name="username" value="{ old('username') }" required autocomplete="username" autofocus
      placeholder="Ingrese CI/RUC">
    @error('username')
      <span class="invalid-feedback" role="alert">
        <strong>{ $message }</strong>
      </span>
    @enderror
  </div>
  <div class="input-group-append">
    <div class="input-group-text">
      <span class="fas fa-envelope"></span>
    </div>
  </div>
  </div>
  <div class="row">
    <div class="col-12">
      <div class="alert alert-danger">
        <button aria-hidden="true" data-dismiss="alert" class="close">
          <span type="button"></span>
        </button>
        <ul>
          @foreach ($errors->all() as $error)
            <li>{ $error }</li>
          @endforeach
        </ul>
      </div>
    </div>
  </div>
  <div class="row">
    <div class="col-8">
      <input type="checkbox" id="remember">

```

Figura 83. Código inicio de sesión para clientes

```

</label>
</div>
</div> --}}
<!-- /.col -->
<div class="col-12">
  <button type="submit" class="btn btn-primary btn-block">
    {{ __('Iniciar Sesión')}}</button>
  </div>
<!-- /.col -->
</div>
</form>

{{!-- <p class="mb-1">
<a href="forgot-password.html">I forgot my password</a>
</p --}}
</div>
<!-- /.card-body -->
</div>
<!-- /.card -->
<!-- /.login-box -->

<!-- jQuery -->
<script src="{{ asset('adminLTE/plugins/jquery/jquery.min.js') }}"></script>
<!-- Bootstrap 4 -->
<script src="{{ asset('adminLTE/plugins/bootstrap/js/bootstrap.bundle.min.js') }}"></script>
<!-- AdminLTE App -->
<script src="{{ asset('adminLTE/dist/js/adminlte.min.js') }}"></script>
</body>
</html>

```

Figura 84. Código inicio de sesión para clientes

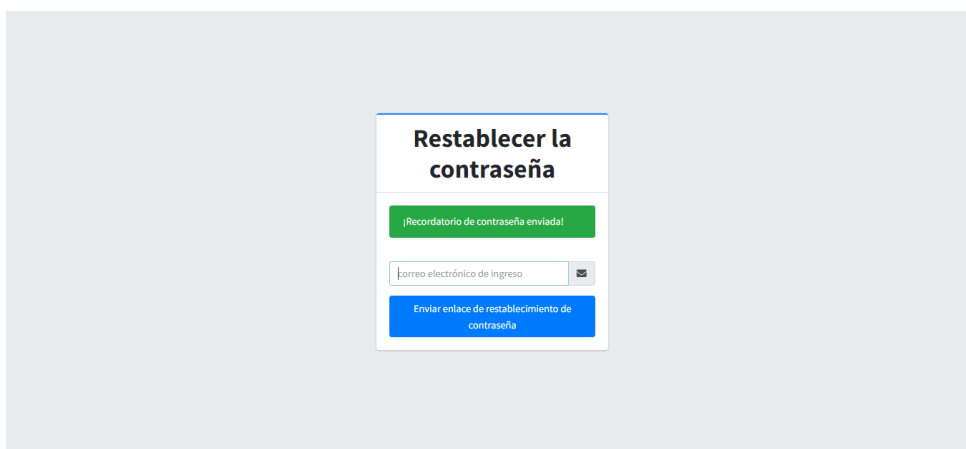


Figura 85. Restablecer contraseña

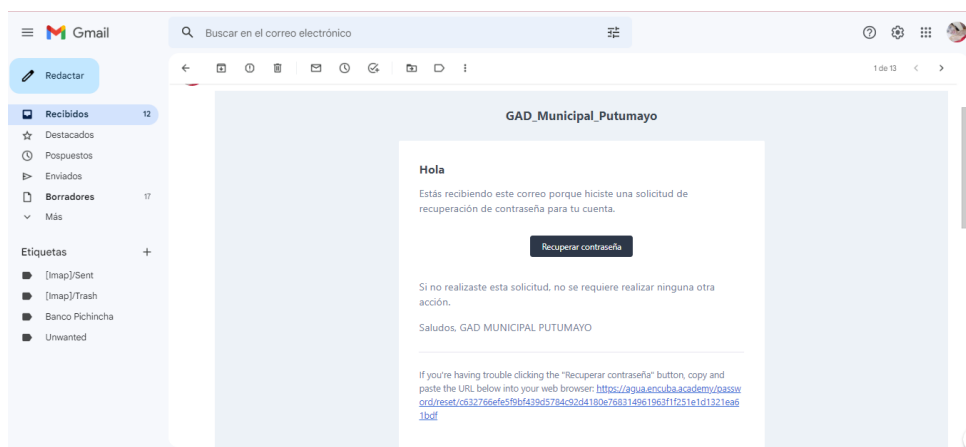


Figura 86. Enlace para recuperar contraseña



Figura 87. Restablecimiento de contraseña

```

app > Notifications > MailResetPassword.php > ...
1 <?php
2
3 namespace App\Notifications;
4
5 use Illuminate\Auth\Notifications\ResetPassword;
6 use Illuminate\Bus\Queueable;
7 use Illuminate\Contracts\Queue\ShouldQueue;
8 use Illuminate\Notifications\Messages\MailMessage;
9 use Illuminate\Notifications\Notification;
10
11 class MailResetPassword extends ResetPassword
12 {
13     use Queueable;
14
15     /**
16      * Create a new notification instance.
17      *
18      * @return void
19      */
20     public function __construct($token)
21     {
22         $this->token = $token;
23     }
24
25     /**
26      * Get the notification's delivery channels.
27      *
28      * @param mixed $notifiable
29      * @return array
30      */
31     public function via($notifiable)
32     {
33         return ['mail'];
34     }
35 }
36

```

Figura 88. Código para restablecer contraseña

```

app > Notifications > MailResetPassword.php > MailResetPassword
36
37
38 /**
39  * Get the mail representation of the notification.
40  *
41  * @param mixed $notifiable
42  * @return Illuminate\Notifications\Messages\MailMessage
43  */
44 public function toMail($notifiable)
45 {
46     return (new MailMessage)
47         ->subject('Recuperar contraseña')
48         ->greeting('Hola')
49         ->line('Estás recibiendo este correo porque hiciste una solicitud de recuperación de contraseña para tu cuenta.')
50         ->action('Recuperar contraseña', route('password.reset', $this->token))
51         ->line('Si no realizaste este solicitud, no se requiere realizar ninguna otra acción.')
52         ->salutation('Saludos, GAD MUNICIPAL PUTUMAYO');
53 }
54
55 /**
56  * Get the array representation of the notification.
57  *
58  * @param mixed $notifiable
59  * @return array
60  */
61 public function toArray($notifiable)
62 {
63     return [
64         //
65     ];
66 }
67

```

Figura 89. Código para restablecer contraseña

Menú de navegación

En el módulo de administrador el sistema presenta cinco ítems que se activan al darle clic, son fundamentales para el servicio que brinda la Unidad de Agua Potable. A

continuación, se detalla cada función y características mediante captura de pantalla del sistema y del código fuente.

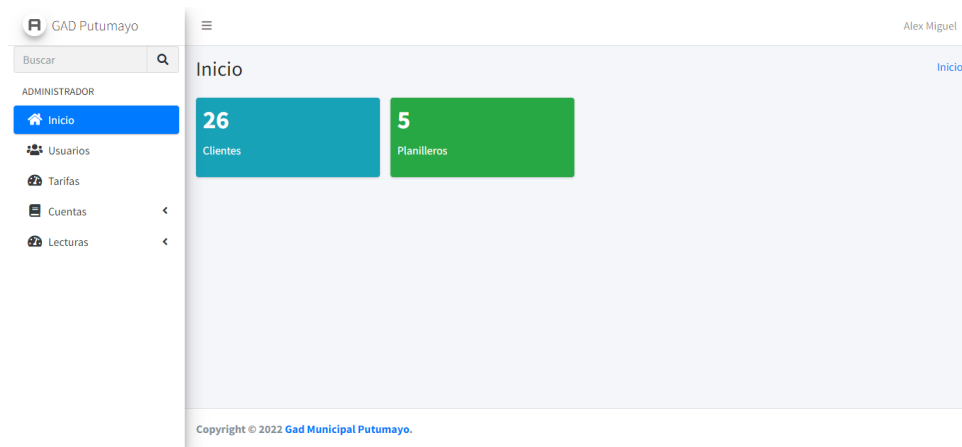


Figura 90. Menú de administración

```
@section('content')
<!-- Content Header (Page header) -->
<div class="content-header">
  <div class="container-fluid">
    <div class="row mb-2">
      <div class="col-sm-6">
        <h1 class="m-0">{{__('Inicio')}}</h1>
      </div><!-- /.col -->
      <div class="col-sm-6">
        <ol class="breadcrumb float-sm-right">
          <li class="breadcrumb-item"><a href="#">{{__('Inicio')}}</a></li>
          <li class="breadcrumb-item active">Dashboard v1</li> <!-->
        </ol>
      </div><!-- /.col -->
    </div><!-- /.row -->
  </div><!-- /.container-fluid -->
</div>
<!-- /.content-header -->
```

Figura 91. Menú de administración

Usuarios

En la sección de usuario se presenta la interfaz donde el administrador podrá realizar el registro de nuevos usuarios que serán subidos a la base de datos, ingresando los datos personales del cliente los cuales son obligatorios, también cuenta con la opción de editar la información ingresada de algún cliente asignándole un rol específico y podrá observar en una lista todos los usuarios.

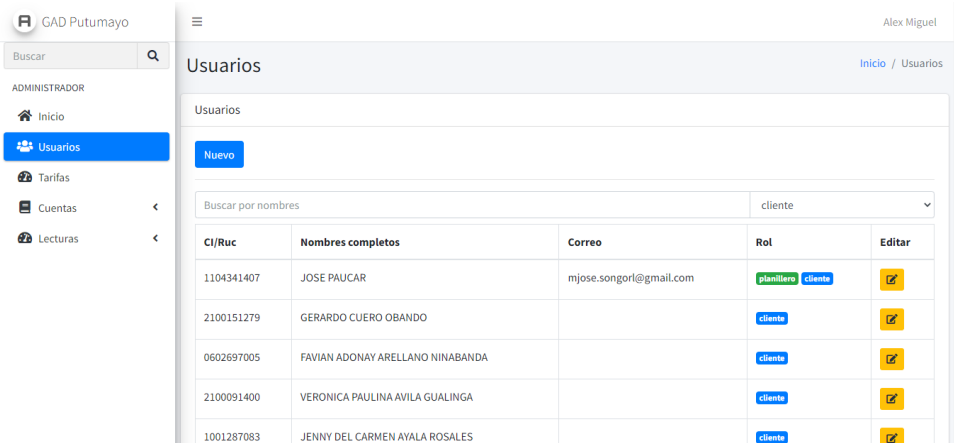


Figura 92. Interfaz de usuario

```

1 <div>
2 <!-- Main content -->
3 <section class="content">
4 <!-- class="container-fluid">
5 <div class="row">
6 <div class="col-12">
7 <div class="card">
8 <div class="card-header">
9 <h3 class="card-title">{{ __("Usuarios") }}</h3>
10 </div>
11 <div class="card-body">
12
13 @include("adminlte.messages.edit")
14 @include("livewire.admin.usuario.create")
15 @include("livewire.admin.usuarios.edit")
16
17 </div>
18 </div>
19 <div class="input-group">
20 <input type="text" id="search" wire:model="search" placeholder="Buscar por nombres"
21 class="input form-control col-sm-12">
22 <select wire:model="porRol" class="form-control col-sm-3">
23 @foreach ($roles as $index => $rol)
24 <option value="{{ $rol->name }}">{{ $rol->name }}</option>
25 @endforeach
26 </select>
27 </div>
28 <div class="table-responsive mt-2">
29 <table class="table table-bordered">
30 <thead>
31 <tr>
32 <th>{{ __("CI/Ruc") }}</th>
33 <th>{{ __("Nombres completos") }}</th>
34 <th>{{ __("Correo") }}</th>
35 <th>{{ __("Rol") }}</th>
36 <th>{{ __("Editar") }}</th>
37 </tr>
38 </thead>
39 </table>
40 </div>

```

Figura 93. Código de usuario

```

1 @foreach ($usuarios as $usuario)
2 <tr>
3 <td>{{ $usuario->ci_ruc }}</td>
4 <td>{{ $usuario->nomres_completos }}</td>
5 <td>{{ $usuario->email }}</td>
6 <td>
7 @if (empty($usuario->getRoleNames()))
8 @foreach ($usuario->getRoleNames() as $rolName)
9 <span
10 class="badge badge-{{ $this->getRolesStyles($rolName) }}">{{ $rolName }}
11 </span>
12 @endforeach
13 @endif
14 </td>
15 <td>
16 <button data-toggle="modal" data-target="#modalEditarUsuario"
17 wire:click="edit({{ $usuario->id }})"
18 class="btn btn-warning btn-sm"
19 <i class="fa fa-edit"></i>
20 </button>
21 </td>
22 </tr>
23 @empty
24 <tr>
25 <td colspan="5">{{ __("No se encontraron resultados") }}</td>
26 </tr>
27 @endif
28 </tbody>
29 </table>
30 </tfoot>
31 </tr>
32 </table>
33 </div>
34 </div>
35 </div>
36 </div>
37 </div>
38 </div>
39 </div>
40 </div>
41 </div>
42 </div>
43 </div>
44 </div>
45 </div>
46 </div>
47 </div>
48 </div>
49 </div>
50 </div>
51 </div>
52 </div>
53 </div>
54 </div>
55 </div>
56 </div>
57 </div>
58 </div>
59 </div>
60 </div>
61 </div>
62 </div>
63 </div>
64 </div>
65 </div>
66 </div>
67 </div>
68 </div>
69 </div>
70 </div>
71 </div>
72 </div>
73 </div>
74 </div>
75 </div>
76 </div>
77 </div>
78 </div>
79 </div>
80 </div>
81 </div>
82 </div>
83 </div>
84 </div>
85 </div>
86 </div>
87 </div>
88 </div>
89 </div>
90 </div>
91 </div>
92 </div>
93 </div>
94 </div>
95 </div>
96 </div>
97 </div>
98 </div>
99 </div>
100 </div>

```

Figura 94. Código de usuario

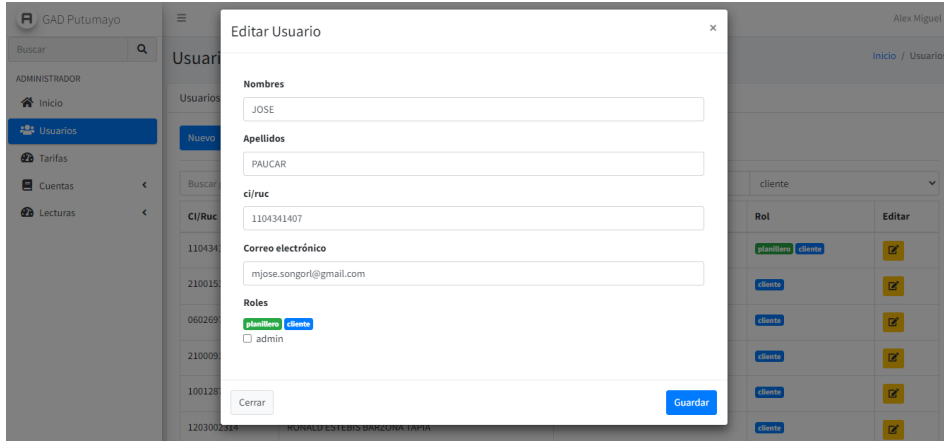


Figura 95. Edición de usuarios

```

1 <div wire:ignore.self class="modal fade" id="modalEditarUsuario" tabindex="-1" role="dialog">
2 <div class="modal-dialog modal-lg">
3 <div class="modal-content">
4 <div class="modal-header">
5 <h4 class="modal-title">{{ __('Editar Usuario') }}</h4>
6 <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-label="Close">
7 <span aria-hidden="true">&times;</span>
8 </button>
9 </div>
10 <div class="modal-body">
11 <form>
12 <div class="card-body">
13 <div class="form-group">
14 <label for="nombres">{{ __('Nombres') }}</label>
15 <input type="text" class="form-control" {{ $errors->has('nombres') ? 'is-invalid' : '' }}>
16 <wire:model="nombres" id="nombres" placeholder="Ingrese nombres">
17 <error("nombres")>
18 <span class="text-danger error">{{ $message }}</span>
19 </error>
20 </div>
21 <div class="form-group">
22 <label for="apellidos">{{ __('Apellidos') }}</label>
23 <input type="text">
24 <class="form-control" {{ $errors->has('apellidos') ? 'is-invalid' : '' }}>
25 <wire:model="apellidos" id="apellidos" placeholder="Ingrese apellidos">
26 <error("apellidos")>
27 <span class="text-danger error">{{ $message }}</span>
28 </error>
29 </div>
30 <div class="form-group">
31 <label for="ci_ruc">{{ __('ci/ruc') }}</label>
32 <input type="text" class="form-control" {{ $errors->has('ci_ruc') ? 'is-invalid' : '' }}>
33 <wire:model="ci_ruc" id="ci_ruc" placeholder="Ingrese ci/ruc disabled">
34 <error("ci_ruc")>
35 <span class="text-danger error">{{ $message }}</span>
36 </error>
37 </div>
38 </div>
39 <div class="form-group">
40 <label for="roles">{{ __('Roles') }}</label>
41 <div class="checkbox">
42 <input checked="" type="checkbox" value="cliente"> cliente
43 </div>
44 <div class="checkbox">
45 <input type="checkbox" value="admin"> admin
46 </div>
47 </div>
48 </div>
49 </div>
50 <div class="modal-footer justify-content-between">
51 <button type="button" class="btn btn-default" data-dismiss="modal" {{ __('Cerrar') }}</button>
52 <button type="button" class="btn btn-primary" {{ __('Guardar') }}</button>
53 </div>
54 </div>
55 </div>
56 </div>

```

Figura 96. Código de edición de usuarios

```

41 <div class="checkbox">
42 <input checked="" type="checkbox" value="cliente"> cliente
43 </div>
44 <div class="checkbox">
45 <input type="checkbox" value="admin"> admin
46 </div>
47 </div>
48 </div>
49 </div>
50 <div class="modal-footer justify-content-between">
51 <button type="button" class="btn btn-default" data-dismiss="modal" {{ __('Cerrar') }}</button>
52 <button type="button" class="btn btn-primary" {{ __('Guardar') }}</button>
53 </div>
54 </div>
55 </div>
56 </div>

```

Figura 97. Código de edición de usuarios

Tarifas

En esta sección el administrador cuenta con el apartado de añadir una nueva tarifa para el cálculo de consumo de agua potable, editar dicha tarifa que se encuentra activada y podrá observar de forma ordenada las tarifas actuales.

m3 min	m3 max	Precio m3	Alcantarillado %	Precio base	Precio extra	Editar
0	7	\$0	%10	\$5.68	\$0.5	[Editar]
8	20	\$0.88	%10	\$	\$0.5	[Editar]
21	40	\$0.97	%10	\$	\$0.5	[Editar]
41	60	\$1.06	%10	\$	\$0.5	[Editar]
61	100	\$1.17	%10	\$	\$0.5	[Editar]
101	200	\$1.29	%10	\$	\$0.5	[Editar]
201	9999	\$1.42	%10	\$	\$0.5	[Editar]

Figura 101. Tarifas

Editar Tarifa

Estado: Activo

Metro Cúbico mínimo: 0

Metro Cúbico máximo: 7

Precio metro Cúbico: 0

Porcentaje precio alcantarillado: 10

Precio base: 5.68

Precio extra: 0.5

Figura 102. Editar tarifas

```
app > HTTP > Liveview > Admin > Tarifas > Index.php > ...
10
11
12 class Index extends Component
13 {
14     use WithPagination;
15     protected $paginationTheme = 'bootstrap';
16     public $valor_consumo_id;
17     $m_cubico_min;
18     $m_cubico_max;
19     $precio_m_cubico;
20     $porc_alcantarillado;
21     $precio_base;
22     $precio_extra;
23     $estado = 1;
24
25     public function render()
26     {
27         return view('livewire.admin.tarifas.index', [
28             'tarifas' => ValorConsumo::paginate(10)
29         ]);
30     }
31
32     public function edit($valor_consumo_id)
33     {
34         $tarifa = ValorConsumo::find($valor_consumo_id);
35         $this->valor_consumo_id = $valor_consumo_id;
36         $this->estado = $tarifa->val_con_estado;
37         $this->m_cubico_min = $tarifa->val_con_m_cubico_min;
38         $this->m_cubico_max = $tarifa->val_con_m_cubico_max;
39         $this->precio_m_cubico = $tarifa->val_con_precio_m_cubico;
40         $this->porc_alcantarillado = $tarifa->val_con_porc_alcantarillado;
41         $this->precio_base = $tarifa->val_con_precio_base;
42         $this->precio_extra = $tarifa->val_con_precio_extra;
43     }
44
45     public function update()
46     {
47         $this->customValidation();
48     }
49 }
```

Figura 103. Código de tarifas

```

45 public function update()
46 {
47     $this->customValidation();
48
49     $this->validate([
50         // 'rango_consumo' => 'required|integer|max:1000|rango_consumo|unique:valor_consumo,val_con_m_cubico_min,$this->valor_consumo_id,'valor_consumo_id',
51         // 'rango_consumo' => 'required|integer|max:1000|unique:valor_consumo,val_con_m_cubico_max,$this->valor_consumo_id,'valor_consumo_id',
52         // 'precio_cubico' => 'required|regex:/^([0-9]{1,2})?$/;',
53         // 'precio_alcantarillado' => 'required|integer|regex:/^([0-9]{1,2})?$/|numeric|between:0,1,100',
54         // 'precio_base' => 'nullable|integer|regex:/^([0-9]{1,2})?$/|numeric|between:0,999999',
55         // 'precio_extra' => 'required|regex:/^([0-9]{1,2})?$/|numeric|between:0,1,9999',
56     ]);
57
58     ValorConsumo::updateOrCreate([
59         'valor_consumo_id' => $this->valor_consumo_id
60     ], [
61         // 'val_con_m_cubico_min' => $this->me_cubico_min,
62         // 'val_con_m_cubico_max' => $this->me_cubico_max,
63         // 'val_con_precio_m_cubico' => $this->precio_m_cubico,
64         // 'val_con_precio_alcantarillado' => $this->precio_alcantarillado,
65         // 'val_con_precio_base' => $this->precio_base,
66         // 'val_con_precio_extra' => $this->precio_extra
67     ]);
68
69     $this->resetInput();
70
71     $this->emit('cerrarModalEditarTarifa'); // Close modal to using to jquery
72     session()->flash('success', 'Registro actualizado exitosamente');
73
74 }
75
76 private function resetInput()
77 {
78     $this->valor_consumo_id = null;
79     $this->me_cubico_min = null;
80     $this->me_cubico_max = null;
81     $this->precio_m_cubico = null;
82     $this->precio_alcantarillado = null;
83     $this->precio_base = null;
84 }

```

Figura 104. Código de actualización de tarifas

```

117 $this->emit('cerrarModalCrearTarifa'); // Close modal to using to jquery
118 session()->flash('success', 'Registro insertado exitosamente');
119 }
120
121 public function customValidation()
122 {
123     Validator::extend('rango_consumo', function () {
124         return $this->rangoIncorrectoConsumo();
125     });
126 }
127
128 public function rangoIncorrectoConsumo()
129 {
130     {
131         if ($this->me_cubico_min > $this->me_cubico_max)
132             return false;
133         return true;
134     }
135 }
136
137 public static function getStatus($status)
138 {
139     switch ($status) {
140         case 0:
141             return 'Inactivo';
142             break;
143         case 1:
144             return 'Activo';
145             break;
146         default:
147             return 'Activo';
148             break;
149     }
150 }
151
152 public function hydrate()
153 {
154     $this->resetForm();
155     $this->resetValidation();
156 }

```

Figura 105. Código de tarifas

Cuentas

En esta sección se podrá visualizar todas las cuentas agregadas de cada usuario dependiendo de los medidores, el administrador puede crear una cuenta nueva para algún usuario y editar el mismo.

Sector	Ruta	Nro Cuenta	Cliente	Servicio	Nro medidor	Observación	Editar
1	1	AG0010000021	GUITER DEMETRIO ASHANGA SALAZAR	• Agua potable • Alcantarillado	010911992		
1	1	AG0010000022	JOSE ANGEL AVILA RUJIZ	• Agua potable • Alcantarillado	10699197	CASA DESABILITADA	
1	1	AG0010000023	JENNY DEL CARMEN AYALA ROSALES	• Agua potable • Alcantarillado	0173016		
2	1	AG0010000024	RONALD ESTEBIS BARZONA TAPIA	• Agua potable • Alcantarillado	1312032704		

Figura 106. Cuentas

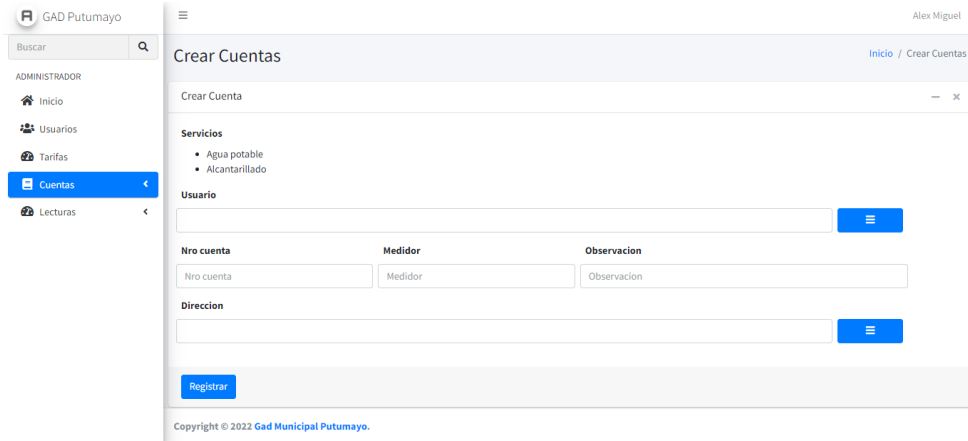


Figura 107. Crear cuentas

```

app > http > Livewire > Admin > Cuentas > Create.php > ...
10 class Create extends Component
11 {
12     protected $listeners = ['seleccionarUsuarioIdEvent'];
13
14     public $usuario;
15     public $servicios;
16
17     public $usuario_id, $serviciosSeleccionados = [], $nro_cuenta, $estado = 1, $medidor, $observacion, $direccionIngresada;
18     public $direccion, $zona, $sector, $ruta, $manzana, $secuencia, $piso, $catastral;
19
20     public function mount()
21     {
22         $this->servicios = $servicios->all();
23         foreach ($this->servicios as $servicio) {
24             array_push($this->serviciosSeleccionados, $servicio->servicio_id);
25         }
26     }
27
28     public function render()
29     {
30         return view('livewire.admin.cuentas.create');
31     }
32
33     public function seleccionarUsuarioIdEvent($usuarioIdSeleccionado)
34     {
35         $user = User::find($usuarioIdSeleccionado);
36         $this->usuario = $user->nombreCompleto();
37         $this->usuario_id = $user->id;
38         $this->emit('cerrarModalBuscarUsuario');
39     }
40
41     public function validarRegistroDireccion()
42     {
43         $this->validate([
44             'direccion' => 'required|max:250',
45             'zona' => 'required|string|max:4',
46             'sector' => 'required|string|max:4',
47             'ruta' => 'required|string|max:4',
48             'manzana' => 'required|string|max:4',
49         ]);
50     }
51 }

```

Figura 108. Código de crear cuentas

```

app > http > Livewire > Admin > Cuentas > Create.php > ...
68
69
70
71 $this->validate([
72     'usuario_id' => 'required|exists:users,id',
73     'nro_cuenta' => 'required|string|max:20|unique:cuentas,cta_nro_cuenta',
74     'medidor' => 'nullable|string|max:30|unique:cuentas,cta_num_medidor',
75     'estado' => 'boolean',
76     'observacion' => 'nullable|max:500',
77     'direccionIngresada' => 'required|boolean'
78 ]);
79
80 $cuenta = Cuenta::create([
81     'usuario_id' => $this->usuario_id,
82     'cta_nro_cuenta' => $this->nro_cuenta,
83     'cta_num_medidor' => $this->medidor,
84     'dir_direccion' => $this->direccion,
85     'dir_zona' => $this->zona,
86     'dir_sector' => $this->sector,
87     'dir_ruta' => $this->ruta,
88     'dir_manzana' => $this->manzana,
89     'dir_secuencia' => $this->secuencia,
90     'dir_piso' => $this->piso,
91     'dir_catastral' => $this->catastral,
92     'cta_observacion' => $this->observacion
93 ]);
94
95 $cuenta->servicios()->sync($this->serviciosSeleccionados);
96
97 session()->flash('success', 'Registro insertado exitosamente');
98
99 return redirect()->route('admin.cuentas.index');
100
101 ->with('success', 'Registro insertado exitosamente');
102
103 }

```

Figura 109. Código de crear cuentas

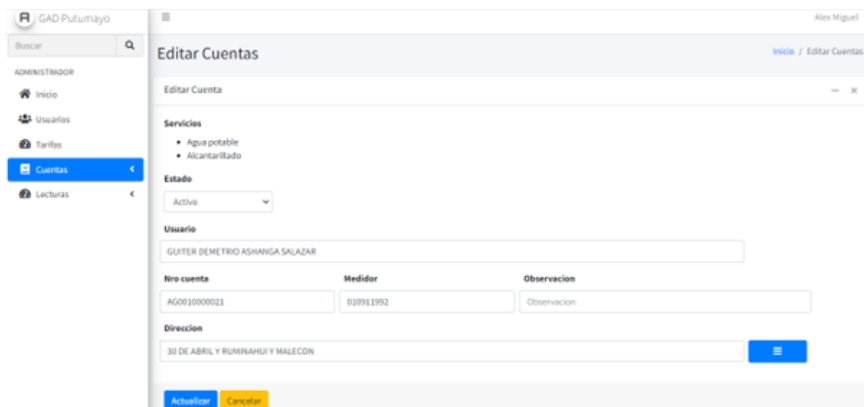


Figura 110. Editar cuentas

```

app > Htp > Livewire > Admin > Cuentas > Edit.php > Edit > @recuperarDatosCuenta
10 class edit extends Component
11 {
12     protected $listeners = ['seleccionarUsuarioEvent'];
13
14     public $usuario;
15     public $servicios;
16
17     public $cuenta_id, $usuario_id, $serviciosSeleccionados = [], $nro_cuenta, $estado, $medidor, $observacion, $direccionIngresada;
18     public $direccion, $zona, $sector, $ruta, $manzana, $secuencia, $pisos, $catastral;
19
20
21     public function mount()
22     {
23         $this->servicios = Servicios::all();
24         $this->cuenta = Cuenta::find($this->cuenta_id);
25         $this->recuperarDatosCuenta($this->cuenta);
26     }
27
28     public function render()
29     {
30         return view('livewire.admin.cuentas.edit', [
31             'cuenta' => $this->cuenta
32         ]);
33     }
34
35     public function recuperarDatosCuenta($cuenta)
36     {
37         $this->nro_cuenta = $cuenta->cta_nro_cuenta;
38         $this->estado = $cuenta->cta_estado;
39         $this->medidor = $cuenta->cta_num_medidor;
40         $this->observacion = $cuenta->cta_observacion;
41         $this->recuperarDireccion($cuenta);
42         $this->recuperarUsuario($cuenta->usuario_id);
43         $this->recuperarServicios($cuenta);
44     }
45
46     public function recuperarUsuario($usuario_id)
47     {

```

Figura 111. Código de editar cuentas

```

app > Htp > Livewire > Admin > Cuentas > Edit.php > Edit > @recuperarDatosCuenta
46     public function recuperarUsuario($usuario_id)
47     {
48         $user = User::find($usuario_id);
49         $this->usuario = $user->nombreCompleto();
50         $this->usuario_id = $user->id;
51     }
52
53     public function recuperarServicios($cuenta)
54     {
55         foreach ($cuenta->servicios as $servicio) {
56             array_push($this->serviciosSeleccionados, $servicio->servicio_id);
57         }
58     }
59
60     public function recuperarDireccion($cuenta)
61     {
62         $this->direccion = $cuenta->dir_direccion;
63         $this->zona = $cuenta->dir_zona;
64         $this->sector = $cuenta->dir_sector;
65         $this->ruta = $cuenta->dir_ruta;
66         $this->manzana = $cuenta->dir_manzana;
67         $this->secuencia = $cuenta->dir_secuencia;
68         $this->pisos = $cuenta->dir_pisos;
69         $this->catastral = $cuenta->dir_catastral;
70         if ($this->direccion) {
71             $this->direccionIngresada = true;
72         }
73     }
74
75     public function seleccionarUsuarioEvent($usuarioIdSeleccionado)
76     {
77         $user = User::find($usuarioIdSeleccionado);
78         $this->usuario = $user->nombreCompleto();
79         $this->usuario_id = $user->id;
80         $this->emit('cuenta:recuperarUsuario');
81     }
82
83     public function validarRegistroDireccion()
84     {
85         $this->validate([

```

Figura 112. Código de editar cuentas

```

111 // $data->registroDireccion
112
113     ->update([
114         'cta_nro_cuenta' => $this->req_cuenta,
115         'cta_nro_medidor' => $this->medidor,
116         'cta_estado' => $this->estado,
117         'dir_direccion' => $this->direccion,
118         'dir_zona' => $this->zona,
119         'dir_sector' => $this->sector,
120         'dir_ruta' => $this->ruta,
121         'dir_manzana' => $this->manzana,
122         'dir_secuencia' => $this->secuencia,
123         'dir_piso' => $this->piso,
124         'dir_catastral' => $this->catastral,
125         'cta_observacion' => $this->observacion
126     ]);
127
128     // $cuenta->servicios()->sync($this->serviciosSeleccionados);
129
130     return redirect()->route('admin.cuentas.index')
131         ->with('success', 'Registro insertado exitosamente');
132 }
133
134 public function cancelar()
135 {
136     return redirect()->route('admin.cuentas.index');
137 }
138
139 public static function getStatus($status)
140 {
141     switch ($status) {
142         case 0:
143             return 'Inactivo';
144             break;
145         case 1:
146             return 'Activo';
147             break;
148         default:
149             return 'Activo';
150             break;
151     }
152 }

```

Figura 113. Código de editar cuentas

Lecturas

El administrador es el único que cuenta con la opción de poder observar el registro de consumo de los medidores con su respectivo cálculo, tiene la opción de descargar en formato de hoja de cálculo Excel el reporte mensual, asignar las rutas respectivas a cada planillero y posterior a esto podrá editar el estado de pago y visualizar el valor a pagar de cada usuario.

Mes	Año	Planillero	Sector	Ruta	Cuenta	Cliente	Consumo	Valor a pagar	Intentos	Pago	Editar
FEBRERO	2022	Lizbeth Estefanía Yáñez Magno	2	1	AG0010000003	ADRIANA ALEXANDRA AGUILAR ARROYO	0	0	2	PENDIENTE	[Edit]
FEBRERO	2022	Lizbeth Estefanía Yáñez Magno	2	1	AG0010000004	ADRIANA ALEXANDRA AGUILAR ARROYO	0	0	2	PENDIENTE	[Edit]
FEBRERO	2022	Lizbeth Estefanía Yáñez Magno	2	1	AG0010000008	CELINO GUMERCINDO AGUINDA SALAZAR	0	0	2	PENDIENTE	[Edit]
FEBRERO	2022	Lizbeth Estefanía Yáñez Magno	2	1	AG0010000014	MARTHA CECILIA ANGULO QUIROGA	0	0	2	PENDIENTE	[Edit]
FEBRERO	2022	Lizbeth Estefanía Yáñez Magno	2	1	AG0010000018	MACLOVIA MARGOTH ARGÜELLO GARCIA	0	0	2	PENDIENTE	[Edit]
FEBRERO	2022	Lizbeth Estefanía Yáñez Magno	2	1	AG0010000024	RONALD ESTEBIS BARZONA TAPIA	0	0	2	PENDIENTE	[Edit]

Figura 114. Lecturas

```

</div>
<div class="card-title">{{ __('Lecturas') }}</div>
</div>
@include('admin.livewire.admin.lecturas.edit')
@include('livewire.admin.lecturas.edit')
<div class="card-body">
<div class="form">
<div class="col-12 col-sm-2 m-2">
<div class="form-group">
<label for="mesidor">{{ __('Mes') }}</label>
<div class="row">
<select id="sector" wire:model="mes" class="form-control">
<option value="1">{{ $m }}</option>
</select>
</div>
</div>
<div class="col-12 col-sm-1 m-2">
<div class="form-group">
<label for="año">{{ __('Año') }}</label>
<div class="row">
<input type="number" class="form-control" wire:model="año" id="año"
min="2015" max="2050" step="1" value="2022" />
</div>
</div>
<div class="col-12 col-sm-8">
<div class="form-group">
<label for="usuario">{{ __('Planillero') }}</label>
<div class="row">
<span class="form-control col-sm-10 m-2">{{ $usuario }}</span>
<button type="button" class="btn btn-primary col-sm-1" data-toggle="modal"
data-target="#modalBuscarUsuario"
class="fas fa-bars"></button>
</div>
</div>
</div>

```

Figura 115. Código de lecturas

Figura 116. Asignación de lecturas

```

app > http > Livewire > Admin > Lecturas > Asignacion.php > ...
1 |>php
2
3 namespace App\Http\Livewire\Admin\Lecturas;
4
5 use App\Models\Cuenta;
6 use App\Models\Lectura;
7 use App\Models\User;
8 use Livewire\Component;
9
10 class Asignacion extends Component
11 {
12     protected $listeners = ['seleccionarUsuarioEvent'];
13     public $usuario;
14     public $cuentas = [];
15     public $sectores = ['1', '2'], $rutas = ['1', '2', '3', '4'], $periodoNuevo = false;
16
17     public $sector, $rutas;
18     public $planillero_id, $mes, $año, $intentos = 1;
19     public function render()
20     {
21         return view('livewire.admin.lecturas.asignacion');
22     }
23
24     public function seleccionarUsuarioEvent($usuarioIdSeleccionado)
25     {
26         $user = User::find($usuarioIdSeleccionado);
27         $this->usuario = $user->nombreCompleto();
28         $this->planillero_id = $user->id;
29         $this->emit('cerrarModalBuscarUsuario');
30     }
31
32     public function updatedSector($sector)
33     {
34         if ($sector && $this->rutas)
35             $this->obtenerCuentas();
36         else
37             $this->cuentas = [];
38     }
39 }

```

Figura 117. Código de asignación de lecturas

```

app > Http > Livewire > Admin > Lecturas > Asignacion.php > Asignacion
40 public function updatedData($ruta)
41 {
42     if ($ruta == $this->sector)
43         $this->obtenerCuentas();
44     else
45         $this->cuentas = [];
46     }
47
48 public function obtenerCuentas()
49 {
50     $this->cuentas = Cuenta::with(['lectura' => function ($query) {
51         $query->orderBy('updated_at', 'ASC');
52     }])
53     ->where('dir_sector', $this->sector)
54     ->where('dir_ruta', $this->ruta)
55     ->where('cta_estado', 1)
56     ->get();
57     $this->validarSiguienteFechalectura();
58 }
59
60 public function validarSiguienteFechalectura()
61 {
62     if (count($this->cuentas) > 0 && $this->cuentas[0]->lectura) {
63         $lectura = $this->cuentas[0]->lectura;
64         // dd($lectura->cuenta->cta_nro_cuenta);
65         // dd($lectura->lec_mes);
66         if ($lectura->lec_mes == 12) {
67             $this->anio = $lectura->lec_anio + 1;
68             $this->mes = 1;
69         } else {
70             $this->anio = $lectura->lec_anio;
71             $this->mes = $lectura->lec_mes + 1;
72         }
73     } else {
74         $this->periodoNuevo = true;
75         $this->anio = 2022;
76         $this->mes = 1;
77     }
78 }

```

Figura 118. Código de asignación de lecturas

```

app > Http > Livewire > Admin > Lecturas > Asignacion.php > Asignacion > validarSiguienteFechalectura
90 public function store()
91 {
92     $this->validate([
93         'cuentas' => 'required|array|min:1',
94         'planillero_id' => 'required|required|exists:users,id',
95         'mes' => 'required|integer',
96         'anio' => 'required|integer',
97         'intentos' => 'required|integer',
98         'sector' => 'required',
99         'ruta' => 'required',
100     ]);
101     if ($this->verificarLecturaAnterior() == true) {
102         return;
103     }
104     foreach ($this->cuentas as $cuenta) {
105         $lecturaAnterior = Lectura::where('cuenta_id', $cuenta->cuenta_id)
106         ->orderBy('created_at', 'DESC')->first();
107         $lecturaAnterior == null;
108         if ($lecturaAnterior != null) {
109             $lecturaAnterior = $lecturaAnterior->lec_lectura_actual;
110             if (count($lecturaAnterior->valores) == 0) {
111                 session()->flash('error', 'No se pudo asignar la cuenta ' . $lecturaAnterior->cuenta->cta_nro_cuenta . ' debido a que tiene un valor pendiente');
112                 return;
113             }
114         }
115     }
116     $lectura::create([
117         'cuenta_id' => $cuenta->cuenta_id,
118         'planillero_id' => $this->planillero_id,
119         'lec_mes' => $this->mes,
120         'lec_anio' => $this->anio,
121         'lec_lectura_anterior' => $lecturaAnterior,
122         'lec_intentos' => $this->intentos,
123     ]);
124     session()->flash('success', 'Registro insertado exitosamente');
125     return redirect()->route('admin.lecturas.index');
126     ->with('success', 'Registro insertado exitosamente');
127 }

```

Figura 119. Código de asignación de lecturas

```

app > Http > Livewire > Admin > Lecturas > Asignacion.php > Asignacion > store
124     });
125 }
126 session()->flash('success', 'Registro insertado exitosamente');
127 return redirect()->route('admin.lecturas.index');
128 ->with('success', 'Registro insertado exitosamente');]
129 }
130
131 public function verificarLecturaAnterior()
132 {
133     $error = false;
134     foreach ($this->cuentas as $cuenta) {
135         $lecturaAnterior = Lectura::where('cuenta_id', $cuenta->cuenta_id)
136         ->orderBy('created_at', 'DESC')->first();
137         if ($lecturaAnterior != null) {
138             if (count($lecturaAnterior->valores) == 0) {
139                 session()->flash('error', 'No se pudo asignar la cuenta ' . $lecturaAnterior->cuenta->cta_nro_cuenta . ' debido a que tiene un valor pendiente');
140                 $error = true;
141             }
142         }
143     }
144     return $error;
145 }
146 }
147 }

```

Figura 120. Código de asignación de lecturas

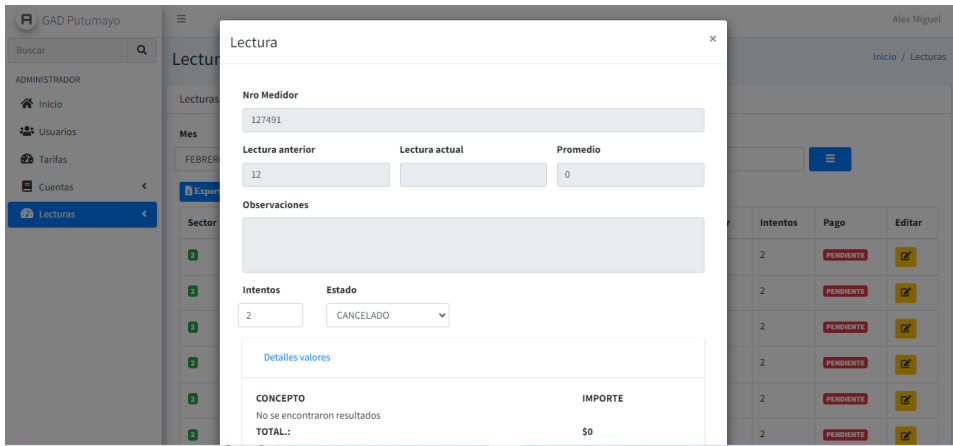


Figura 121. Edición de lectura

```

app > http > livewire > Admin > Lecturas > index.php > ...
1 <?php
2
3 namespace App\Http\Livewire\Admin\Lecturas;
4
5 use App\Models\Lectura;
6 use App\Models\User;
7 use Livewire\Component;
8 use Livewire\WithPagination;
9
10 class Index extends Component
11 {
12     use WithPagination;
13     protected $queryString = ['bootstrap'];
14     protected $listeners = ['seleccionarUsuarioEvent'];
15     public $planillero_id, $mes = '1', $anio = '2022', $usuario;
16
17     /** editar */
18     public $lectura;
19     public $lectura_id, $intentos, $estado;
20
21     public function render()
22     {
23         return view('livewire.admin.lecturas.index', [
24             'lecturas' => Lectura::where('lec_mes', $this->mes)
25                 ->where('lec_anio', $this->anio)
26                 ->where('planillero_id', $this->planillero_id)
27                 ->orderBy('updated_at', 'DESC')->paginate(10)
28         ]);
29     }
30
31     public function seleccionarUsuarioEvent($usuarioIdSeleccionado)
32     {
33         $user = User::find($usuarioIdSeleccionado);
34         $this->usuario = $user->nombreCompleto();
35         $this->planillero_id = $user->id;
36         $this->emit('cerrarModalBuscarUsuario');
37     }
38 }

```

Figura 122. Código de edición de lectura

```

app > http > livewire > Admin > Lecturas > index.php > ...
39
40 public function edit($lectura_id)
41 {
42     $this->lectura = Lectura::find($lectura_id);
43     $this->lectura_id = $lectura_id;
44     $this->intentos = $this->lectura->lec_intentos;
45     $this->estado = $this->lectura->lec_estado;
46 }
47
48 public function update()
49 {
50     $this->validate([
51         'intentos' => 'required|integer',
52         'estado' => 'required|integer',
53     ]);
54     if ($this->estado == 1) {
55         $this->intentos = 0;
56     }
57
58     Lectura::updateOrCreate([
59         'lectura_id' => $this->lectura_id
60     ], [
61         'lec_intentos' => $this->intentos,
62         'lec_estado' => $this->estado,
63     ]);
64
65     $this->resetInput();
66
67     $this->emit('cerrarModalEditarLectura'); // Close modal using jQuery
68     session()->flash('success', 'Registro actualizado exitosamente');
69 }
70
71 private function resetInput()
72 {
73     $this->lectura_id = null;
74     $this->intentos = null;
75     $this->estado = null;
76     $this->lectura = null;
77 }

```

Figura 123. Código de edición de lectura

CEDELA	NOMBRES	APELLIDO	DIRECCION	MEDIDOR	ZONA	SECTOR	MANZANA	SECUENCIA	PISO	CANTIDAD	NUMERO DE MEDIDOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	CONSUMO	VALOR A PAGAR	OBSERVACIONES
120090234	RONALDO	ESTEBIS	BARCONA TAPIA	ECUADOR Y 30 DE ABRIL	AMAZONAS	1	2	1	38	451	2103500102180100000	000000	2	2	56.75	
120090234	RONALDO	ESTEBIS	BARCONA TAPIA	ECUADOR Y 30 DE ABRIL	AMAZONAS	1	2	1	38	460	2103500102180020000	1112037956	8	8	58.24	
1500140393	OCTAVIO	BASTIDAS	MORA	SUCRE Y AMAZONAS Y 30 DE ABRIL		1	2	1	38	580	2103500102180030000	010911399	8	8	56.75	
121063038	MACLOVIA	MARGOTH	ANGULO GARCIA	COMANDO Y PUTUMAYO Y 30 DE ABRIL		1	2	1	21	260	2103500102220000000	941668	40	40	542.18	medidor dañado
1500405681	MARTHA	CECILIA	ANGULO QUIROGA	AMAZONAS Y SUCRE Y SIMON BOLIVAR		1	2	1	38	760	2103500102180100000	1112066473	20	20	519.86	
1500219918	CELINO	QUIMERCINDO	AGUINDA SALAZAR	SUCRE Y 30 DE ABRIL		1	2	1	22	190	2103500102220090000	010699187	17	17	516.96	
210048336	ADRIANA	ALEXANDRA	AGUILAR ARROYO	SUCRE Y AMAZONAS Y 30 DE ABRIL		1	2	1	15	691	2103500102150100000	000000	14	14	514.05	
210048336	ADRIANA	ALEXANDRA	AGUILAR ARROYO	SUCRE Y AMAZONAS Y 30 DE ABRIL		1	2	1	15	690	2103500102150100000	127491	12	12	512.12	

Figura 124. Descarga de reporte mensual

```

1 <./php
2
3 namespace App\Exports;
4
5 use Illuminate\Support\Facades\Auth;
6 use Illuminate\Support\Str;
7 use Maatwebsite\Excel\Concerns\FromCollection;
8 use Maatwebsite\Excel\Concerns\ShouldAutoSize;
9 use Maatwebsite\Excel\Concerns\WithHeadings;
10 use Maatwebsite\Excel\Concerns\WithMapping;
11 use Maatwebsite\Excel\Concerns\WithTitles;
12 use Maatwebsite\Excel\Concerns\WithStyles;
13 use PhpOffice\PhpSpreadsheet\Worksheet\Worksheet;
14 use PhpOffice\PhpSpreadsheet\Style\NumberFormat;
15 use Maatwebsite\Excel\Concerns\WithColumnFormatting;
16 use PhpOffice\PhpSpreadsheet\Style\Alignment;
17 use Maatwebsite\Excel\Concerns\WithColumnWidths;
18
19 class LecturasExport implements
20     FromCollection,
21     ShouldAutoSize,
22     WithHeadings,
23     WithTitle,
24     WithMapping,
25     WithStyles,
26     WithColumnFormatting,
27     WithColumnWidths
28 {
29
30     protected $anio, $mes, $planillero_id, $usuario;
31     public function __construct($anio, $mes)
32     {
33         $this->anio = $anio;
34         $this->mes = $mes;
35         $this->usuario = Auth::user();
36     }
37
38     public function columnFormats(): array
39     {

```

Figura 125. Código del reporte

```

41     ];
42     public function columnFormats(): array
43     {
44     };
45     public function columnWidths(): array
46     {
47         return [
48             'E' => 'S',
49             'F' => 'S',
50             'G' => 'S',
51             'H' => 'S',
52             'I' => 'S',
53             'J' => 'S',
54             'K' => 'S',
55             'L' => 'S',
56             'O' => 'S',
57         ];
58     };
59     public function map($lectura): array
60     {
61         return [
62             $lectura->usuario->cl_ruc,
63             $lectura->usuario->nombre,
64             $lectura->usuario->apellidos,
65             $lectura->direccion,
66             $lectura->zona,
67             $lectura->sector,
68             $lectura->ruta,
69             $lectura->manzana,
70             $lectura->secuencia,
71             $lectura->piso,
72             $lectura->dir_catastral,
73             $lectura->cta_num_medidor,
74             $lectura->lec_lectura_anterior,
75             $lectura->lec_lectura_actual,
76             $lectura->obtenerConsumo(),
77             $lectura->calcularValorAPagar(),
78             $lectura->lec_observacion

```

Figura 126. Código del reporte

Mes	Año	Sector	Ruta	Cuenta	Cliente	Nro de medidor	Lectura actual	Intentos	Editar
ENERO	2022	3	1	AG0010000025	RONALD ESTEBIS BARZONA TAPIA	000000	2	0	
ENERO	2022	3	1	AG0010000024	RONALD ESTEBIS BARZONA TAPIA	1312032704	8	0	
ENERO	2022	3	1	AG0010000026	OCTAVIO BASTIDAS MORA	010911199	0	0	
ENERO	2022	3	1	AG0010000018	MACLOVIA MARGOTH ARGUELLO GARCIA	941668	40	0	
ENERO	2022	3	1	AG0010000014	MARTHA CECILIA ANGULO QUIROGA	1112066471	20	0	
ENERO	2022	3	1	AG0010000008	CELINO GUMERCINDO AGUINDA SALAZAR	010639197	17	0	

Figura 129. Planillero

Figura 130. Edición de lectura

```

1 </php
2
3 namespace App\Http\Controllers;
4
5 use App\Models\Lectura;
6 use App\Models\Usuario;
7 use Illuminate\Http\Request;
8 use Illuminate\Support\Facades\Auth;
9 use Illuminate\Support\Facades\DB;
10 use Illuminate\Support\Str;
11
12 class Index extends Controller
13 {
14     use WithPagination;
15     protected $paginationTheme = 'bootstrap';
16     public $mes = '1', $anio = '2022';
17
18     // edit
19     public $lectura;
20     public $lectura_id, $lectura_actual, $lectura_anterior, $observacion;
21
22     public function render()
23     {
24         return view('livewire.planillero.lecturas.index', [
25             'lecturas' => Lectura::where('lec_mes', $this->mes)
26                 ->where('lec_anio', $this->anio)
27                 ->where('planillero_id', Auth::id())
28                 ->orderBy('updated_at', 'DESC')->paginate(10)
29         ]);
30     }
31
32     public function edit($lectura_id)
33     {
34         $this->lectura = Lectura::find($lectura_id);
35         $this->lectura_id = $lectura_id;
36         $this->lectura_actual = $this->lectura->lec_lectura_actual;
37         $this->observacion = $this->lectura->lec_observacion;
38     }
39 }

```

Figura 131. Código de planillero

```

39
40
41 public function update()
42 {
43     $this->validate([
44         'lectura_actual' => 'required|integer|max:999999',
45         'observacion' => 'nullable|max:50',
46     ]);
47     $lectura = $lectura->find($this->lectura_id);
48     $rango = $lectura->getRangoConsumo($lectura->lec_lectura_anterior, $this->lectura_actual);
49     if ($lectura->lec_intentos <= 0) {
50         session()->flash('error', 'Intentos terminados');
51         return;
52     }
53     if ($rango == null) {
54         session()->flash('error', 'No se ha configurado valores para este rango');
55         return;
56     }
57     $lectura->lec_lectura_actual = $this->lectura_actual;
58     $lectura->lec_observacion = $this->observacion;
59     $lectura->lec_intentos = $lectura->lec_intentos - 1;
60     $lectura->save();
61     $valorAgua = $lectura->calcularValorAgua();
62     $valorAlcantarillado = $lectura->calcularValorAlcantarillado($valorAgua);
63     $valorExtra = $lectura->obtenerValorExtra();
64     // Elimina los valores que ya existen de esta lectura
65     DB::table('valores_lecturas')->where('lectura_id', $this->lectura_id)->delete();
66     $valorLectura::create([
67         'lectura_id' => $lectura->lectura_id,
68         'val Lec_valor' => $valorAgua,
69         'val Lec_concepto' => 'Agua Potable Residencial'
70     ]);
71

```

Figura 132. Código de planillero

```

78
79 ValorLectura::create([
80     'lectura_id' => $lectura->lectura_id,
81     'val Lec_valor' => $valorAlcantarillado,
82     'val Lec_concepto' => 'Servicio de Alcantarillado'
83 ]);
84
85 ValorLectura::create([
86     'lectura_id' => $lectura->lectura_id,
87     'val Lec_valor' => $valorExtra,
88     'val Lec_concepto' => 'Comisión'
89 ]);
90
91 $this->resetInput();
92
93 $this->emit('cerrarModalEditarLectura'); // Close modal to using to jquery
94 session()->flash('success', 'Registro actualizado exitosamente');
95
96
97 private function resetInput()
98 {
99     $this->lectura_id = null;
100     $this->lectura_actual = null;
101     $this->observacion = null;
102     $this->lectura = null;
103 }
104
105 public function hydrate()
106 {
107     $this->resetErrorMsg();
108     $this->resetValidation();
109 }
110
111

```

Figura 133. Código de planillero

El planillero también cuenta con la ayuda del aplicativo móvil donde ingresará con un usuario y contraseña el mismo que utiliza el aplicativo web, para la automatización del registro de consumo de medidores mediante el reconocimiento de imágenes, la cual le permitirá tomar una fotografía al medidor y automáticamente obtener el cálculo del consumo del usuario.

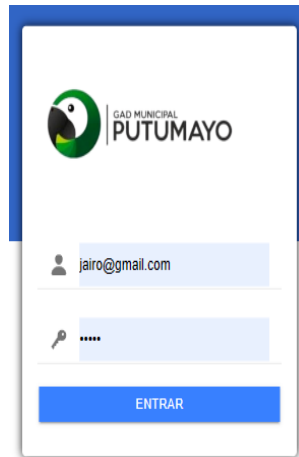


Figura 134. Login del aplicativo móvil

En el aplicativo móvil en la sección de lecturas deberás seleccionar el año y mes para visualizar los usuarios de la ruta seleccionada, posterior a eso selecciona al usuario y procede a realizar el registro de consumo de agua mediante una fotografía al medidor y automáticamente se reflejará el valor a pagar, sí por medio de las fotografías no se puede calcular el valor a pagar se procede a realizar el registro de forma manual.

Sector	Ruta	Medidor	Editar
2	1	000000	
2	1	1312032704	
2	1	010911199	
2	1	941668	
2	1	1112066471	

« Ant 1 / 2 Sig »

Registros: 5

Figura 135. Registro de lecturas

```

src > app > pages > lectura > ts lectura.page.ts > LecturaPage > guardar
17 @Component({
18   selector: 'app-lectura',
19   templateUrl: './lectura.page.html',
20   styleUrls: ['./lectura.page.scss'],
21 })
22 export class LecturaPage implements OnInit {
23   @ViewChild(IonModal) modal: IonModal;
24   name: string;
25   isModalOpen = false;
26
27   // loading: boolean = false;
28   isConnected = false;
29
30   /* listado */
31   lecturas: Lectura[] = [];
32   meses: number[] = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12];
33   buscarLecturasForm: FormGroup;
34   mes: number = 0;
35   año: number = 2022;
36   /** editor */
37   lectura: Lectura;
38   lecturaForm: FormGroup;
39
40   /* paginacion */
41   currentItem: Lectura;
42   currentIndex = -1;
43   page = 1;
44   count = 0;
45   pageSize = 5;
46   pageSizes = [5, 10, 20];
47
48   constructor(
49     private lecturaService: LecturasService,
50     private formBuilder: FormBuilder,
51     private httpStorage: HttpStorageService,
52     private DBLocal: LecturasSQLiteService,
53     private networkService: NetworkService,
54     public mensajesService: MensajesService,
55   ) {

```

Figura 136. Código de registro de lecturas

Lectura CANCEL

Usuario	JENNY DEL CARMEN AYALA ROSALES
Nro medidor	0173016
Lectura anterior	
Lectura mes actual	1854
Consumo	1854
Agua Potable Residencial	\$2632.68
Servicio de Alcantarillado	\$263.27
Comisión	\$0.5
Total a pagar	\$2896.45

Formulario
Ingreso consumo

Lectura mes actual

1854




Figura 137. Registro de consumo de agua potable

```

src > app > pages > lectura > TS lectura.page.ts > LecturaPage > constructor
80  iniciarBuscarLecturasForm() {
81      this.buscarLecturasForm = this.formBuilder.group({
82          anio: [2022, [
83              Validators.required,
84              Validators.max(2050),
85              // Validators.pattern("[0-9]*$"),
86          ]],
87          mes: [0, [
88              Validators.required,
89              // Validators.max(4)
90          ]]
91      });
92  }
93
94  iniciarFormulario() {
95      this.lecturaForm = this.formBuilder.group({
96          lectura_id: ['', []],
97          lec_lectura_actual: ['', [
98              Validators.required,
99              Validators.max(9999),
100             // Validators.pattern("[0-9]*$"),
101         ]],

```

Figura 138. Código de registro de consumo de agua potable

```

102         lec_observacion: ['', [
103             Validators.nullValidator,
104             Validators.maxLength(74)
105         ]]
106     });
107 }
108
109 agregarDatosFormulario(lectura: Lectura): void {
110     if (this.lecturaForm != null && lectura != null) {
111         this.lecturaForm.patchValue(lectura);
112     }
113 }
114
115 obtenerDatosFormulario() {
116     return this.lecturaForm.value;
117 }
118
119 handlePageChange(event): f

```

Figura 139. Código de registro de consumo de agua potable

```

src > app > pages > lectura > TS lectura.page.ts > LecturaPage
134
135 getRequestParam(page, pageSize) {
136     // tslint:disable-next-line:prefer-const
137     let params = {};
138
139     if (page) {
140         params['page'] = page - 1;
141     }
142
143     if (pageSize) {
144         params['size'] = pageSize;
145     }
146
147     params['lec_mes'] = this.buscarLecturasForm.controls['mes'].value;
148     params['lec_anio'] = this.buscarLecturasForm.controls['anio'].value;
149     return params;
150 }
151
152 refrescarLista(event): void {
153     this.obtenerTodos();
154     event.target.complete();
155 }
156
157 obtenerConsumo(lectura: Lectura): number {
158     return lectura.lec_lectura_actual - lectura.lec_lectura_anterior;
159 }
160
161 abrirModal(lectura: Lectura) {
162     this.iniciarFormulario();
163     this.obtenerPorId(lectura.lectura_id);
164     this.isModalOpen = true;
165 }
166
167 cancel() {
168     this.isModalOpen = false;
169     // this.model.dismiss(null, 'cancel');
170 }
171

```

Figura 140. Código de registro de consumo de agua potable

```

!apt-get update && apt-get install -y python3-opencv
!pip install opencv-python
!pip install opendatasets
!pip install -U torch==1.5 torchvision==0.6 -f https://download.pytorch.org/whl/cu101/torch_stable.html
!pip install cython pyyaml==5.1
!pip install -U 'git+https://github.com/cocodataset/cocoapi.git#subdirectory=PythonAPI'
!gcc --version
!pip install detectron2==0.1.3 -f https://dl.fbaipublicfiles.com/detectron2/wheels/cu101/torch1.5/index.html
#Download segmentation model from github.
!pip install git+https://github.com/qubvel/segmentation_models
!pip install pandas
!pip install numpy

#General libraries
import re, cv2, os, json, sys
import numpy as np
import pandas as pd
import tensorflow as tf
import matplotlib.pyplot as plt
from PIL import Image, ImageOps
import random
import decimal
import shutil
import opendatasets as od
import keras
import math
import scipy

```

Figura 141. Código de API de consumo de agua potable

```

from skimage import io
from skimage.transform import rotate
from skimage.color import rgb2gray
try:
    from deskew import determine_skew
except:
    !pip install deskew
    from deskew import determine_skew
from typing import Tuple, Union

import segmentation_models as sm
import torch, torchvision
import detectron2
from detectron2.utils.logger import setup_logger
setup_logger()

# importando electron2 utilidades
from detectron2 import model_zoo
from detectron2.engine import DefaultPredictor
from detectron2.config import get_cfg
from detectron2.utils.visualizer import Visualizer
from detectron2.data import MetadataCatalog
from detectron2.data.catalog import DatasetCatalog

```

Figura 142. Código de API de consumo de agua potable

```

#Contando imágenes y etiquetado
print(f'Total de imágenes: {len(os.listdir(images_folder))}')
print(f'Total de imágenes etiquetadas: {len(os.listdir(masks_folder))}')
print(f'Tamaño del dataset {len(data)}')

```

Figura 143. Código de API de consumo de agua potable

```

axes=[]
fig=plt.figure(figsize=(15, 15))

for a in range(4):
    file = os.listdir("/OCR/masks/")[a]
    image_path = os.path.join(masks_folder, file)

    img = cv2.imread(image_path)
    resized_image = cv2.resize(img, (1300, 1500), interpolation = cv2.INTER_AREA)

    axes.append(fig.add_subplot(1, 4, a+1) )
    subplot_title=(f"Tamaño original: {img.shape}")
    axes[-1].set_title(subplot_title)
    plt.imshow(resized_image)

for ax in axes:
    ax.set_xticks([])
    ax.set_yticks([])

fig.tight_layout()
plt.show()

```

Figura 144. Código de API de consumo de agua potable

```

#Arrays
y = np.zeros((1244, 224, 224), dtype='float32')
X = np.zeros((1244, 224, 224, 3), dtype='float32')

for n, image, mask in tqdm(zip(range(1244), os.listdir(images_folder), os.listdir(masks_folder))):
    dir_img = os.path.join(images_folder, image)
    dir_mask = os.path.join(masks_folder, mask)

    #Opencv cambiar tamaño
    img = cv2.imread(dir_img)
    img = cv2.resize(img, (224, 224))
    X[n] = img

    msk = cv2.imread(dir_mask)
    msk = cv2.resize(msk, (224, 224))

    msk = 1.0 * (msk[:, :, 0] > .1)

    y[n] = msk

```

Figura 145. Código de API de consumo de agua potable

El aplicativo móvil cuenta con un menú de navegación, la cual consta de tres botones: permite visualizar el perfil, realizar el registro de lecturas y la última opción de cerrar sesión.

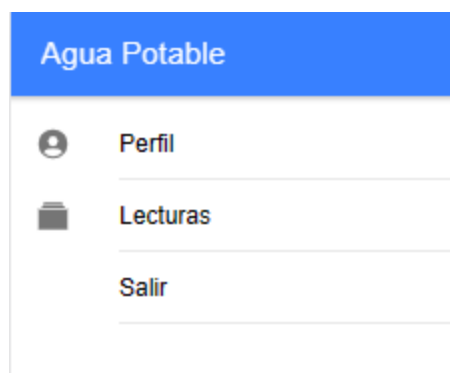


Figura 146. Menú de navegación

```

1 import { Component } from '@angular/core';
2 import { Router, RouterEvent } from '@angular/router';
3 import { HttpStorageService } from '../services/http-storage.service';
4
5
6 @Component({
7   selector: 'app-root',
8   templateUrl: 'app.component.html',
9   styleUrls: ['app.component.scss'],
10 })
11 export class AppComponent {
12   active = '';
13
14   NAV = [
15     {
16       name: 'Perfil',
17       link: '/pages/about',
18       icon: 'person-circle'
19     },
20     {
21       name: 'Lecturas',
22       link: '/pages/lecturas',
23       icon: 'albums'
24     }
25 ]
26
27 constructor(
28   private httpStorage: HttpStorageService,
29   private router: Router) {
30   this.router.events.subscribe((event: RouterEvent) => {
31     this.active = event.url;
32   });
33
34   logout() {
35     this.httpStorage.logout();
36     this.router.navigate(['/auth/login']);
37   }
38 }

```

Figura 147. Código de menú de navegación

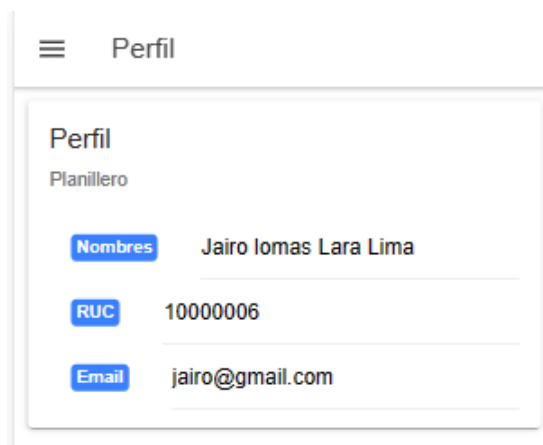


Figura 148. Perfil

```

<ion-content>
  <div *ngIf="usuario">
    <ion-card>
      <ion-card-header>
        <ion-card-title>Perfil</ion-card-title>
        <ion-card-subtitle>Planillero</ion-card-subtitle>
      </ion-card-header>
      <ion-card-content>
        <ion-item>
          <ion-badge slot="start">Nombres</ion-badge>
          <ion-label>
            {{usuario.nombres}}
            {{usuario.apellidos}}
          </ion-label>
        </ion-item>
        <ion-item>
          <ion-badge slot="start">RUC</ion-badge>
          <ion-label>
            {{usuario.ci_ruc}}
          </ion-label>
        </ion-item>
        <ion-item>
          <ion-badge slot="start">Email</ion-badge>
          <ion-label>
            {{usuario.email}}
          </ion-label>
        </ion-item>
      </ion-card-content>
    </ion-card>
  </div>
</ion-content>

```

Figura 149. Código de perfil

Módulos para los Clientes

Sistema web cuenta con un módulo netamente para clientes, permite que cada usuario pueda ingresar con su número de cédula y verificar las cuentas pertenecientes a su usuario, visualizara su valor a pagar y posterior a eso podrá descargar su planilla en formato PDF.

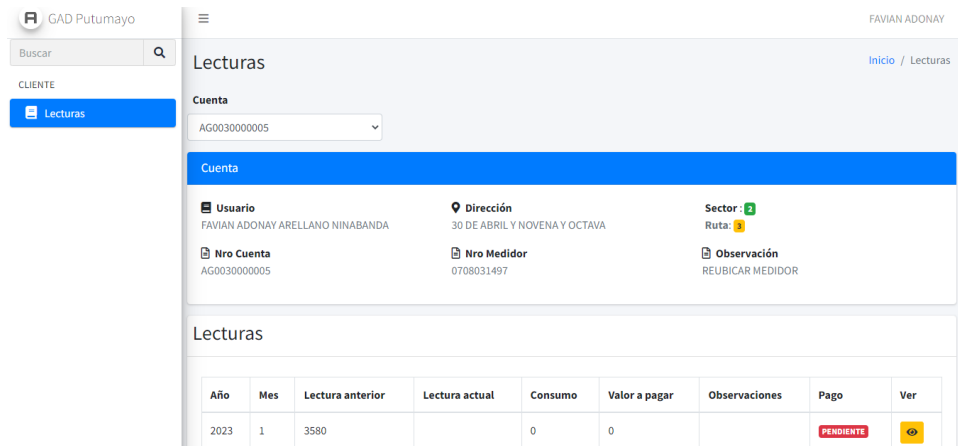


Figura 150. Lecturas

```
1 <?php
2
3 namespace App\Http\Livewire\Cliente\Lecturas;
4
5 use App\Models\Cuenta;
6 use Illuminate\Support\Facades\Auth;
7 use App\Models\Lectura;
8 use Livewire\Component;
9
10 class Index extends Component
11 {
12     public $cuentas;
13     public $lecturas;
14     public $cuentaId;
15
16     public function mount()
17     {
18         $this->cuentas = Cuenta::where('usuario_id', Auth::id())->get();
19         if (count($this->cuentas) == 1) {
20             $this->cuenta = $this->cuentas[0];
21             $this->cuentaId = $this->cuentas[0]->cuenta_id;
22         }
23     }
24     public function render()
25     {
26         return view('livewire.cliente.lecturas.index', [
27             'lecturas' => Lectura::where('cuenta', function ($query) {
28                 $query->where('cuenta_id', $this->cuentaId);
29             }->orderBy('update_at', 'DESC')->take(2)->get()
30         ]);
31     }
32
33     public function updatedCuentaId($cuenta_id)
34     {
35         $this->cuenta = Cuenta::find($cuenta_id);
36     }
37
38     public function show($lectura_id)
39     {
```

Figura 151. Código de cliente

Fase de Transición

Diagrama de flujo

Según (Team Asana, 2022) afirma que un diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica y secuencial de un proceso o flujo de trabajo con todas las tareas y actividades principales necesarias para lograr un objetivo común.

- Registro de usuarios: el siguiente diagrama se presenta como el administrador pues realiza el proceso de registro de usuarios ingresando de forma secuencial siendo datos específicos para el registro.

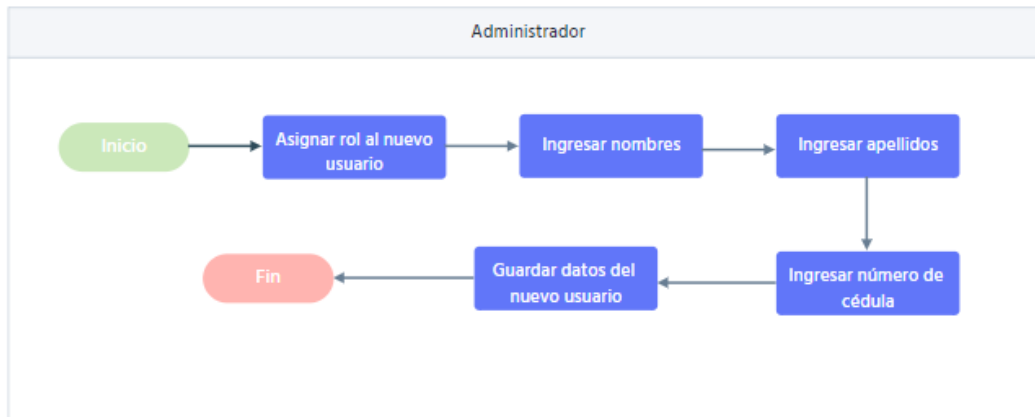


Figura 152. Registro de usuarios

- Registro de tarifas: en el siguiente diagrama se visualiza como se realiza el proceso de registro de nuevas tarifas para posteriores cálculos de consumo.

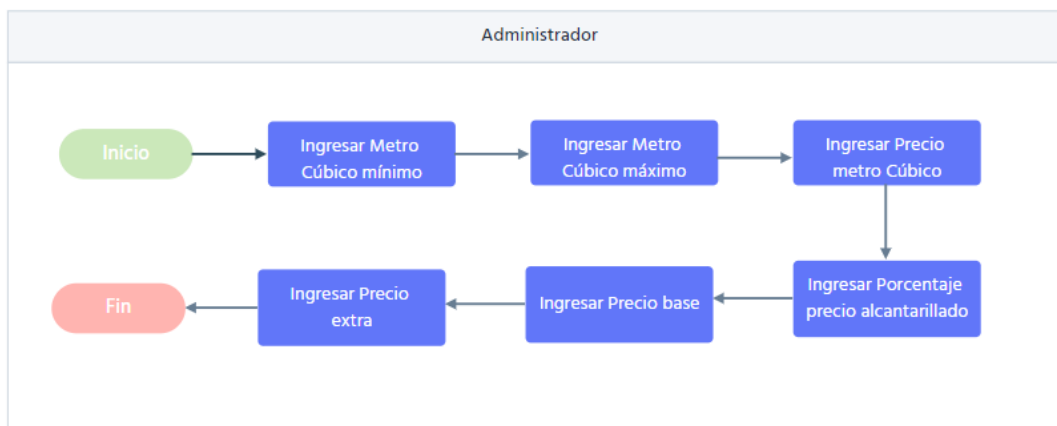


Figura 153. Registro de tarifas

- Registro de cuentas: en el siguiente diagrama se puede visualizar el proceso para agregar una nueva cuenta de un usuario, este proceso es realizado únicamente por el administrador del sistema.

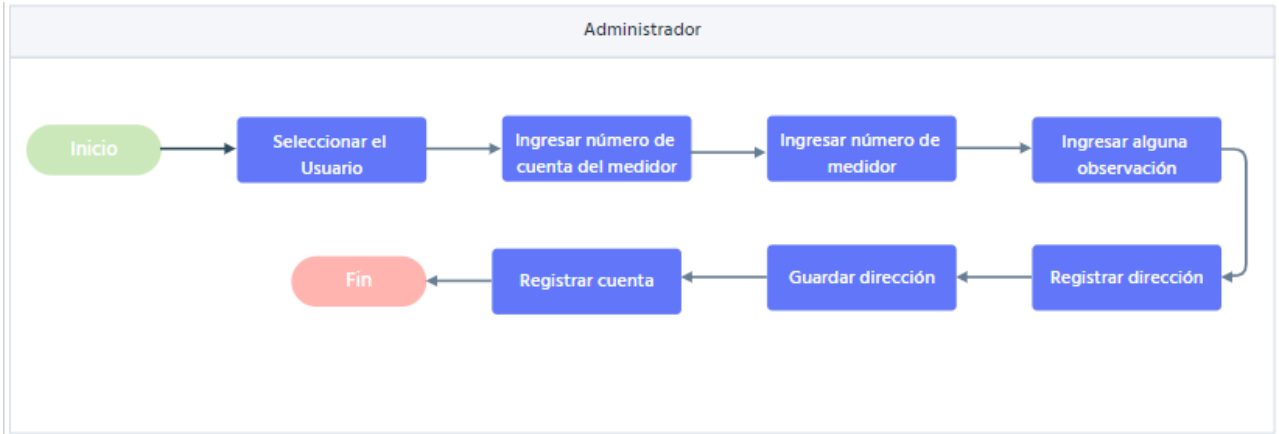


Figura 154. Registro de cuenta

- Asignación de lecturas: describe el proceso para realizar el registro mensual de asignación de lectura para el planillero, seleccionando una ruta y sector para poder realizar el registro de consumo de cada medidor.

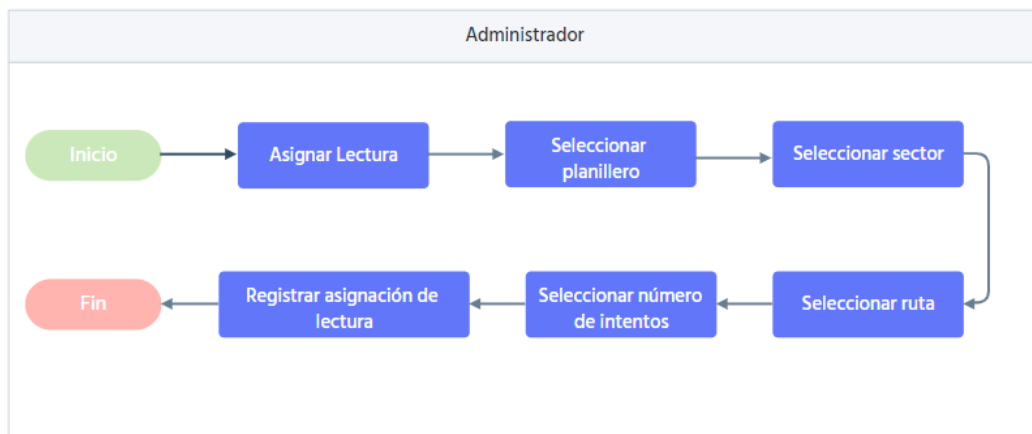


Figura 155. Registro de asignación de lectura

- Módulo de cliente: el cliente puede acceder al sistema con el rol de cliente, podrá observar las cuentas asignadas a su usuario, verificar el consumo y valor a pagar y descargar la planilla de consumo del mes actual.

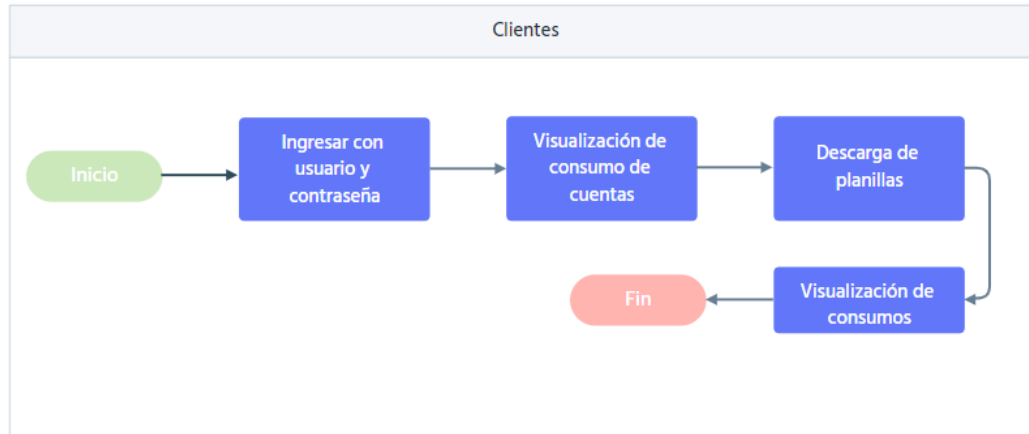


Figura 156. Módulo de clientes

- Registro de consumo: el planillero es la única persona que puede realizar el proceso de registro de toma de lectura de cada medidor, desde el aplicativo móvil mediante una fotografía puede realizar el registro.

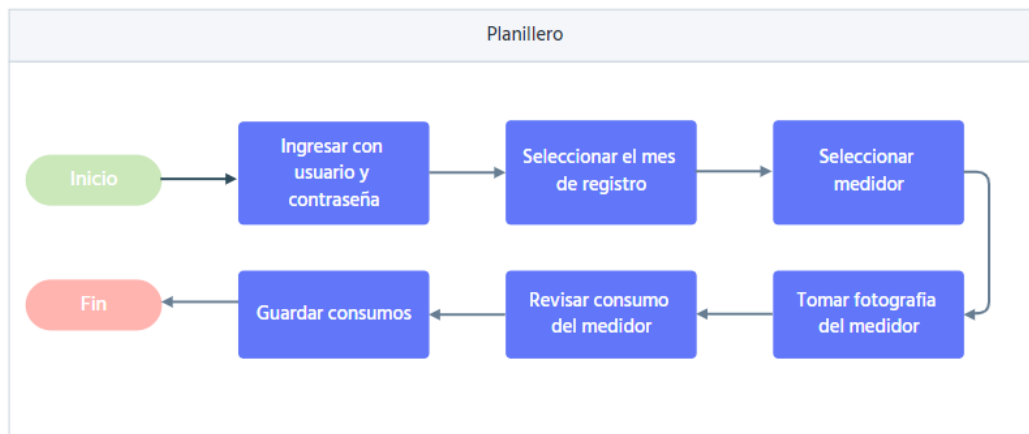


Figura 157. Módulo de planillero

Pruebas

Historial del seguimiento de ejecución de pruebas

Tabla 64. Historial de seguimiento de pruebas

Escenario	N°	Resultado Esperado	Prueba Final
Inicio de sesión	1	Ingreso correcto al aplicativo web y móvil	Exitosa
	2	Ingreso incorrecto al aplicativo web y móvil	Exitosa
	3	Recuperación de contraseña	Exitosa

		4	Creación correcta de usuario	Exitosa
Registro de usuarios	de	5	Creación incorrecta de usuario	Exitosa
		6	Editar información correcta del usuario	Exitosa
Registro de tarifas		7	Creación correcta de tarifas	Exitosa
		8	Creación incorrecta de tarifas	Exitosa
		9	Editar información correcta de tarifas	Exitosa
Registro de cuentas	de	10	Creación correcta de cuenta de los usuarios	Exitosa
		11	Creación incorrecta de cuenta de los usuarios	Exitosa
		12	Editar información correcta de cuentas	Exitosa
Asignación de lecturas	de	13	Asignación correcta de lecturas	Exitosa
		14	Asignación incorrecta de Lecturas	Exitosa
		15	Edición de información correcta de las lecturas	Exitosa
Registro de consumo de agua	de	16	Registro correcto de consumo de agua	Exitosa
		17	Edición correcta de consumo de agua	Exitosa
Reporte de servicios	de	18	Generación del reporte mensual de consumo de agua ha sido correcta	Exitosa
		19	Generación del del reporte de planillas por parte de los clientes ha sido correcta	Exitosa

Pruebas de aceptación

Tabla 65. Ingreso correcto de iniciar sesión

Prueba N°. 1 Inicio de sesión	
Objetivo de la prueba	Ingreso al aplicativo web y móvil es correcto
Usuario	Administrador/planillero
Descripción	Se procede a realizar el ingreso con su respectivo usuario y contraseña

Condición de ejecución	El usuario debe contar con las credenciales de acuerdo con el rol designado.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario accede como administrador o planillero • En el primer campo ingresa su usuario • En el segundo campo ingresa su contraseña que por defecto es el número de cédula • El usuario da clic en el botón iniciar sesión
Resultado esperado	Se refleja en la página de inicio según el rol que tenga el usuario, sea administrador o planilleros
Evaluación de la prueba	Ingreso al aplicativo móvil y web ese exitoso

Tabla 66. Ingreso incorrecto de iniciar sesión

Prueba N°. 2 Inicio de sesión	
Objetivo de la prueba	Ingreso al aplicativo web y móvil es incorrecto
Usuario	Administrador/planillero
Descripción	Se procede a realizar el ingreso con su respectivo usuario y contraseña
Condición de ejecución	El usuario debe contar con las credenciales de acuerdo con el rol designado.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario accede como administrador o planillero • En el primer campo ingresa su usuario de forma errónea • En el segundo campo ingresa su contraseña de forma errónea • El usuario no ingresa los datos en los campos requeridos • El usuario da clic en el botón iniciar sesión
Resultado esperado	Se reflejas mensajes de errores en los campos requeridos
Evaluación de la prueba	Ingreso al aplicativo móvil y web es incorrecto.

Tabla 67. Recuperación de contraseña

Prueba N°. 3 Inicio de sesión	
Objetivo de la prueba	Recuperación de contraseña es correcta
Usuario	Administrador/Planillero
Descripción	El usuario desde la página principal al olvidarse de su contraseña debe dar clic en el botón olvidaste tu contraseña y podrá restablecer la contraseña ingresando su correo electrónico y procede a enviar el enlace de recuperación.
Condición de ejecución	El administrador debe tener registrado un email en la base de datos, le llegara un enlace para la restauración de contraseña.
Entrada	<ul style="list-style-type: none">• El administrador debe ingresar al correo electrónico registrado en la base de datos.• El administrador debe dar clic en el botón restaurar contraseña• El administrador debe generar la nueva contraseña para el usuario y realizar el cambio de contraseña.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none">• Se refleja un mensaje de éxito• El administrador le entrega la nueva contraseña.
Evaluación de la prueba	La recuperación de contraseña es exitosa.

Tabla 68. Creación correcta de usuario

Prueba N°. 4 Registro de usuarios	
Objetivo de la prueba	Creación de usuario es correcto
Usuario	Administrador
Descripción	Se realiza la creación de usuario en la sección correspondiente del aplicativo web donde el administrador ingresa a los datos respectivos en los campos requeridos creando una contraseña única.
Condición de ejecución	El administrador es encargado de realizar el registro a los usuarios asignándole los permisos requeridos.
Entrada	<ul style="list-style-type: none">• El administrador ingresa en el menú de usuario.• Ingresar en el botón nuevo de registro.

	<ul style="list-style-type: none"> • Registra los datos requeridos: seleccionar rol, nombres, apellidos y número de cedula. • El administrador da clic en guardar.
Resultado esperado	Rebotará un mensaje de guardado con éxito el usuario y automáticamente se reflejará en la lista de usuarios.
Evaluación de la prueba	Creación de usuario es exitosa.

Tabla 69. Creación incorrecta de usuario

Prueba N°. 5 Registro de usuarios	
Objetivo de la prueba	Creación de usuario es incorrecto
Usuario	Administrador
Descripción	Se realiza la creación de usuario en la sección correspondiente del aplicativo web donde el administrador ingresa a los datos respectivos en los campos requeridos creando una contraseña única.
Condición de ejecución	El administrador es encargado de realizar el registro a los usuarios asignándole los permisos requeridos.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa en el menú de usuario. • Ingresa en el botón nuevo de registro. • Registra los datos requeridos: seleccionar rol, nombres, apellidos y número de cedula. • El administrador da clic en guardar.
Resultado esperado	Rebotará un mensaje de error en los campos requeridos
Evaluación de la prueba	Creación de usuario no exitosa.

Tabla 70. Editar información correcta del usuario

Prueba N°.6 Registro de usuarios	
Objetivo de la prueba	Editar información del usuario es correcta.
Usuario	Administrador

Descripción	Se realiza la edición de información de usuario en el apartado correspondiente del aplicativo web, realiza los cambios y procede a guardar los cambios.
Condición de ejecución	El administrador se encarga de actualizar los datos del usuario. <ul style="list-style-type: none"> • El administrador debe ingresar en el apartado de edición de usuario.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresa a editar los datos. • El administrador edita los siguientes campos: nombres, apellidos, número de cédula, correo electrónico y rol. • Da clic en el botón guardar
Resultado esperado	Se mostrará que se guardó con éxito y se refleja en la lista de usuarios.
Evaluación de la prueba	La edición de información de usuario es correcta.

Tabla 71. Creación correcta de tarifas

Prueba N°. 7 Registro de tarifas	
Objetivo de la prueba	Creación correcta de tarifas
Usuario	Administrador
Descripción	El administrador es el único usuario que puede realizar el registro de nuevas tarifas ingresando que son: metro cúbico mínimo, metro cúbico máximo, precio de metro cúbico, porcentaje del precio de alcantarillado, precio de base y precio extra.
Condición de ejecución	El administrador es el encargado de registrar la nueva tarifa para después realizar los cálculos de agua <ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa al apartado de nueva tarifa
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador registra los datos requeridos: metro cúbico mínimo, metro cúbico máximo, precio de metro cúbico, porcentaje del precio de alcantarillado, precio de base y precio extra. • El administrador da clic en guardar.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> • Se muestra un mensaje de éxito • El valor de tarifa agregado aparece en la lista de tarifas
Evaluación de la prueba	La creación de tarifa es exitosa

Tabla 72. Creación incorrecta de tarifas

Prueba N°. 8 Registro de tarifas	
Objetivo de la prueba	Creación incorrecta de tarifas
Usuario	Administrador
Descripción	El administrador es el único usuario que puede realizar el registro de nuevas tarifas ingresando que son: metro cúbico mínimo, metro cúbico

	máximo, precio de metro cúbico, porcentaje del precio de alcantarillado, precio de base y precio extra.
Condición de ejecución	El administrador es el encargado de registrar la nueva tarifa para después realizar los cálculos de agua <ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa al apartado de nueva tarifa • El administrador registra los datos requeridos: metro cúbico mínimo, metro cúbico máximo, precio de metro cúbico, porcentaje del precio de alcantarillado, precio de base y precio extra. • El administrador no ingresa a datos requeridos en los campos • El administrador da clic en guardar.
Entrada	
Resultado esperado	Se muestra un mensaje de error en los campos
Evaluación de la prueba	La creación de tarifa no es exitosa

Tabla 73. Editar información correcta de tarifas

Prueba N°. 9 Registro de tarifas	
Objetivo de la prueba	Editar información correcta de tarifas
Usuario	Administrador
Descripción	Se realiza la edición de una tarifa existente, los campos que se pueden editar son los de estado de tarifa, porcentaje de alcantarillado, el precio extra y precio base.
Condición de ejecución	El administrador se encarga de editar la tarifa actual para realizar los posteriores cálculos. <ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa a la sección de edición de tarifas. • El administrador debe seleccionar el estado puede ser activo e inactivo.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalizar el porcentaje de alcantarillado. • Digitalizar el precio extra y precio base. • Dar clic en el botón guardar.
Resultado esperado	Se mostrará el mensaje de éxito de edición y se reflejará en la lista de tarifas.
Evaluación de la prueba	Edición de tarifas es exitosa.

Tabla 74. Creación correcta de cuenta de los usuarios

Prueba N°. 10 Registro de cuentas	
Objetivo de la prueba	Creación correcta de cuenta de los usuarios
Usuario	Administrador

Descripción	El administrador deberá seleccionar el usuario e ingresar dato: número de cuenta, medidor, observación ir a dirección exacta de la ubicación del medidor.
Condición de ejecución	Para el registro de cuentas debe existir un usuario agregado y posterior a ello ingresar datos y dirección del medidor.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa a la sección de crear cuentas • Selecciona un usuario ingresado en la base de datos • Ingresar el número de cuenta del medidor, número de medidor y alguna observación del medidor • Registra la dirección exacta del medidor • Da clic en el botón registrar
Resultado esperado	Arroja el mensaje de registro con éxito y se actualiza la lista de las cuentas agregadas.
Evaluación de la prueba	Creación de cuenta con éxito

Tabla 75. Creación incorrecta de cuenta de los usuarios

Prueba N°. 11 Registro de cuentas	
Objetivo de la prueba	Creación incorrecta de cuenta de los usuarios
Usuario	Administrador
Descripción	El administrador deberá seleccionar el usuario e ingresar dato: número de cuenta, medidor, observación ir a dirección exacta de la ubicación del medidor.
Condición de ejecución	Para el registro de cuentas debe existir un usuario agregado y posterior a ello ingresar datos y dirección del medidor. <ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa a la sección de crear cuentas • Selecciona un usuario ingresado en la base de datos • Ingresar el número de cuenta del medidor, número de medidor y alguna observación del medidor.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Registra la dirección exacta del medidor. • No ingresa los datos en los campos requeridos. • Da clic en el botón registrar
Resultado esperado	No permite registrar debido a que no existen datos en los campos, arrojando el mensaje de error
Evaluación de la prueba	Creación de cuenta sin éxito

Tabla 76. Editar información correcta de cuentas

Prueba N°. 12 Registro de cuentas	
Objetivo de la prueba	Editar información correcta de cuentas.
Usuario	Administrador.
Descripción	El administrador es el único rol que puede realizar la edición de las cuentas.
Condición de ejecución	<ul style="list-style-type: none">•
Entrada	<ul style="list-style-type: none">• El administrador ingresa en la sección de dar cuenta.• Seleccionar a si la cuenta del usuario se encuentra activa e inactiva.• El administrador editará la información del medidor• El administrador edita la información de la dirección del medidor.• El administrador da clic en actualizar y automáticamente se reflejará en la lista de cuentas.
Resultado esperado	Lista de cuentas actualizada
Evaluación de la prueba	Edición información de las cuentas con éxito

Tabla 77. Asignación correcta de lecturas

Prueba N°. 13 Asignación de lecturas	
Objetivo de la prueba	Asignación correcta de lecturas
Usuario	Administrador.
Descripción	El administrador debe seleccionar al plantillero para poder realizar la selección del sector y ruta posterior a eso se asignará automáticamente el mes y año, también se le puede añadir el número de intentos de cada lectura.
Condición de ejecución	El administrador es el único rol que puede realizar la asignación de lecturas a cada planillero. <ul style="list-style-type: none">• El administrador ingresa a la sección de asignación de lecturas.• El administrador debe seleccionar a los pandilleros que se encuentran registrados en la base de datos.
Entrada	<ul style="list-style-type: none">• El administrador selecciona el sector y ruta para el planillero.• Asigna automáticamente el mes y año.

	<ul style="list-style-type: none"> • Selecciona el número de intentos. • El administrador da clic en el botón registrar.
Resultado esperado	Asignación con éxito y posterior a eso se puede observar en el listado de lecturas de planillero asignado.
Evaluación de la prueba	Asignación de lectura con éxito.

Tabla 78. Asignación incorrecta de lecturas

Prueba N°. 14 Asignación de lecturas	
Objetivo de la prueba	Asignación incorrecta de lecturas
Usuario	Administrador.
Descripción	El administrador debe seleccionar al plantillero para poder realizar la selección del sector y ruta posterior a eso se asignará automáticamente el mes y año, también se le puede añadir el número de intentos de cada lectura.
Condición de ejecución	El administrador es el único rol que puede realizar la asignación de lecturas a cada planillero. <ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa a la sección de asignación de lecturas. • El administrador debe seleccionar a los pandilleros que se encuentran registrados en la base de datos.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador selecciona el sector y ruta para el planillero. • Asigna automáticamente el mes y año. • Selecciona el número de intentos. • El administrador no ingresó los datos en los campos requeridos • El administrador da clic en el botón registrar.
Resultado esperado	Asignación sin éxito y posterior a eso se puede ver los mensajes de error en los campos requeridos.
Evaluación de la prueba	Asignación de lectura sin éxito.

Tabla 79. Edición de información correcta de las lecturas

Prueba N°. 15 Asignación de lecturas	
Objetivo de la prueba	Edición de información correcta de las lecturas
Usuario	Administrador.
Descripción	El administrador solo podrá editar el estado de la lectura y observar los detalles de valores a pagar.
Condición de ejecución	El administrador editara el estado de la lectura.

Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador ingresa en la sección de lecturas en el apartado del listado. • El administrador edita el estado de la lectura ya sea cancelado o pendiente. • El administrador visualiza el detalle de los valores a pagar. • El administrador da clic en el botón guardar.
Resultado esperado	Registro realizado exitosamente y se actualiza la base de datos.
Evaluación de la prueba	Edición de lecturas con éxito.

Tabla 80. Registro correcto de consumo de agua

Prueba N°. 16 Registro de consumo de agua	
Objetivo de la prueba	Registro correcto de consumo de agua
Usuario	Planillero
Descripción	El planillero ingresa en la aplicación móvil a realizar el registro de consumo de cada medidor de los usuarios de la ruta asignada, realiza la toma de fotografía del medidor para realizar la automatización de consumos y valor a pagar.
Condición de ejecución	El planillero es el único rol que puede realizar el registro de consumos de lectura mediante el aplicativo móvil o web. <ul style="list-style-type: none"> • El planillero ingresa con su usuario y contraseña al aplicativo móvil.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El planillero se dirige a la sección de Lecturas • El planillero elige el mes • Se actualiza el listado de usuarios de la ruta asignada • El planillero realiza la toma de lectura de agua • Guarda la fotografía • Revisa el consumo y valor a pagar • Agrega una observación de ser necesaria
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> • Registro realizado con éxito • Cálculo de consumo realizado con éxito
Evaluación de la prueba	Registro correcto de consumo con éxito

Tabla 81. Edición correcta de consumo de agua

Prueba N°. 17 Registro de consumo de agua	
Objetivo de la prueba	Edición correcta de consumo de agua
Usuario	Planillero

Descripción	El planillero debe ingresar a la aplicación web con su respectivo usuario y contraseña, revisa las lecturas realizadas y procede a realizar alguna edición siempre y cuando cuente con intentos caso contrario solo agregara alguna observación.
Condición de ejecución	El planillero es el único rol que puede realizar alguna edición de las lecturas de consumo.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • El planillero ingresa con su usuario y contraseña. • Se dirige a la sección de Lecturas. • El planillero da clic en el botón editar. • Revisa los intentos activos. • El planillero realiza los cambios correspondientes. • El planillero revisa la lista de lecturas actualizada.
Resultado esperado	Mensaje de éxito y actualización de las lecturas.
Evaluación de la prueba	Edición realizada con éxito.

Tabla 82. Generación del reporte mensual de consumo de agua ha sido correcta

Prueba N°. 19 Reporte de servicios	
Objetivo de la prueba	Generación del reporte mensual de consumo de agua ha sido correcta
Usuario	Administrador
Descripción	El administrado realiza la revisión de las lecturas realizadas y posterior a eso realiza las respectivas descargas del reporte de consumo mensual, también tiene la opción de descargar el reporte mensual de cada ruta y planillero.
Condición de ejecución	El planillero es el único rol que realiza esta acción, ingresa al apartado de Lecturas y descarga el reporte mensual de consumo. <ul style="list-style-type: none"> • Ingresa el usuario con rol de administrador. • Se dirige a la sección de lecturas.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Da clic en el botón de exportar reporte mensual. • Se descarga el reporte en formato de Excel. • El administrador tiene la opción de descargar por separado los reportes, ya sea por planillero o rutas.
Resultado esperado	Descarga del reporte mensual de consumo de agua en formato de Excel.
Evaluación de la prueba	Descarga de reporte mensual con éxito.

Tabla 83. Generación del del reporte de planillas por parte de los clientes ha sido correcta

Prueba N°. 20 Reporte de servicios	
Objetivo de la prueba	Generación del del reporte de planillas por parte de los clientes ha sido correcta.
Usuario	Cliente.
Descripción	El cliente ingresa a la aplicación web con su respectivo número de cédula, revisa las cuentas activas correspondientes y tiene la opción de descargar su planilla del consumo actual.
Condición de ejecución	El cliente procede a descargar las planillas de consumo del mes.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresa con su cédula de identidad. • Revisa sus cuentas activas. • Revisa los valores a pagar. • Descarga su respectiva planilla de consumo.
Resultado esperado	Descarga de planilla en formato PDF con su respectivo valor a pagar
Evaluación de la prueba	Descarga de planilla con éxito.

Pruebas de Calidad del Producto Software

La familia ISO/IEC tiene como objetivo evaluar la calidad del software, se compone por ISO/IEC 2500n, ISO/IEC 2501n, ISO/IEC 2502n, ISO/IEC 2503n, y ISO/IEC 2504n. La ISO/IEC 2501n presenta los modelos de calidad y dentro de esta se encuentran la ISO/IEC 25010 System and software quality models (Modelos de calidad de software y sistemas), publicada en 2011. Tiene características y subcaracterísticas para evaluar la calidad del software (Ormeño Rojas, 2019):

ISO/IEC 25010

ISO 25010, un modelo de calidad compuesto de ocho características que se relacionan con las propiedades estáticas del software y las propiedades dinámicas del sistema informático.

- **Adecuación funcional:** Satisface las necesidades declaradas cuando se utilizan en condiciones específicas. Básicamente permite que el sistema haga lo queremos que haga, completando las tareas adecuadas.

- **Eficiencia de desempeño:** Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de los recursos utilizados bajo determinadas condiciones, en el tiempo de respuesta y procesamiento, cantidad y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo las funciones (Ormeño Rojas, 2019).
- **Compatibilidad:** Debe ser compatible con el hardware y software, debe contar con coexistencia, se refiere a la capacidad de desempeñar de modo eficiente al compartir un entorno y recurso común con otros (Ormeño Rojas, 2019).
- **Usabilidad:** Ser usable por nuestros usuarios, que los usuarios tienden a no cometer errores, aprendan a usarla rápidamente realizando tareas de manera oportuna y estén satisfechos en general (Ormeño Rojas, 2019).
- **Confiabilidad:** El usuario confíe en el sistema, por lo que se debe trabajar en la probabilidad de una operación específica sin fallas durante el tiempo de ejecución, fijándose en la madurez, disponibilidad, capacidad de recuperación y tolerancia a fallos (Ormeño Rojas, 2019).
- **Seguridad:** Asegurarse de proteger la información y los datos de los usuarios, contar con confidencialidad, integridad, responsabilidad y autenticidad (Ormeño Rojas, 2019).
- **Mantenibilidad:** El sistema debe ser fácil de mantener, incluso analizarlo, cambiarlo y probarlo, por eso debe ser con un desarrollo modular, en la reutilización, capacidad de analizar, modificabilidad y la capacidad de prueba (Ormeño Rojas, 2019).
- **Portabilidad:** El sistema debe moverse de un entorno a otro, la posibilidad que una aplicación móvil pase una versión de sistema operativo a otro (Ormeño Rojas, 2019).

Tabla 84. Control de calidad de software

Redmi Note 10				
Adecuación funcional				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Nivel de funcionalidad que posee la aplicación?	✓			
¿Nivel de contenido disponible en la aplicación?	✓			
¿Nivel de cumplimiento del estándar marco común europeo?	✓			

¿Nivel de reconocimiento de patrones de la aplicación móvil?	✓		
¿Nivel de interacción con la solución tecnológica?	✓		
Eficiencia de desempeño			
		Tiempo	
Preguntas	5-15	15-25	>25
¿Tiempo de respuesta en abrir aplicación?	✓		
¿Tiempo de respuesta en validarle inicio de sesión?	✓		
¿Tiempo de respuesta industrial el contenido?	✓		
¿Tiempo de respuesta en acceder a la sección de lecturas?	✓		
¿Tiempo de respuesta en visualizar las lecturas realizadas?	✓		
¿Tiempo de respuesta en reconocer las imágenes?	✓		
¿Tiempo de respuesta en acceder a la sección de perfil?	✓		
Compatibilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Capacidad de respuesta entre el sistema web y la aplicación móvil?	✓		
Usabilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de dificultad en el uso del aplicativo móvil?		✓	
¿Capacidad de aplicativo móvil para dar a conocer su funcionamiento?		✓	
¿Nivel de satisfacción en el diseño del aplicativo móvil?	✓		
¿Capacidad para guiar al usuario sin cometer errores?		✓	
¿Capacidad de ser operado por cualquier persona?		✓	
Fiabilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Disponibilidad del aplicativo móvil?	✓		

¿Tolerancia a fallos?				✓
Seguridad				
	Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de confidencialidad en datos de usuario?		✓		
¿Nivel de integridad de los datos de los usuarios?		✓		
¿Nivel de demostración y formación de usuario?		✓		
Mantenibilidad				
	Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de dificultad para mantenimiento de software?			✓	
¿Capacidad de reutilización de código?			✓	
¿Capacidad para hacer modificado?		✓		
¿Capacidad de ser probado?		✓		
Portabilidad				
	Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Capacidad de adaptación del aplicativo móvil en diferentes entornos de hardware y software?		✓		
¿Nivel de dificultad en instalación?				✓
¿Capacidad para ser reemplazado?			✓	

Tabla 85. Control de calidad de software Samsung Galaxy A13

Samsung Galaxy A13				
Adecuación funcional				
	Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de funcionalidad que posee la aplicación?		✓		
¿Nivel de contenido disponible en la aplicación?		✓		
¿Nivel de cumplimiento del estándar marco común europeo?		✓		
¿Nivel de reconocimiento de patrones de la aplicación móvil?		✓		

¿Nivel de interacción con la solución tecnológica?	✓		
Eficiencia de desempeño			
	Tiempo		
Preguntas	5-15	15-25	>25
¿Tiempo de respuesta en abrir aplicación?	✓		
¿Tiempo de respuesta en validarle inicio de sesión?	✓		
¿Tiempo de respuesta industrial el contenido?	✓		
¿Tiempo de respuesta en acceder a la sección de lecturas?	✓		
¿Tiempo de respuesta en visualizar las lecturas realizadas?	✓		
¿Tiempo de respuesta en reconocer las imágenes?	✓		
¿Tiempo de respuesta en acceder a la sección de perfil?	✓		
Compatibilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Capacidad de respuesta entre el sistema web y la aplicación móvil?	✓		
Usabilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de dificultad en el uso del aplicativo móvil?		✓	
¿Capacidad de aplicativo móvil para dar a conocer su funcionamiento?		✓	
¿Nivel de satisfacción en el diseño del aplicativo móvil?	✓		
¿Capacidad para guiar al usuario sin cometer errores?		✓	
¿Capacidad de ser operado por cualquier persona?		✓	
Fiabilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Disponibilidad del aplicativo móvil?	✓		
¿Tolerancia a fallos?		✓	
Seguridad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de confidencialidad en datos de usuario?	✓		
¿Nivel de integridad de los datos de los usuarios?	✓		
¿Nivel de demostración y formación de usuario?	✓		
Mantenibilidad			
Preguntas	Alto	Medio	Bajo
¿Nivel de dificultad para mantenimiento de software?		✓	
¿Capacidad de reutilización de código?		✓	

¿Capacidad para hacer modificado?	✓			
¿Capacidad de ser probado?	✓			
Portabilidad				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Capacidad de adaptación del aplicativo móvil en diferentes entornos de hardware y software?	✓			
¿Nivel de dificultad en instalación?				✓
¿Capacidad para ser reemplazado?		✓		

Tabla 86. Control de calidad de software

Samsung Galaxy A20S				
Adecuación funcional				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Nivel de funcionalidad que posee la aplicación?	✓			
¿Nivel de contenido disponible en la aplicación?	✓			
¿Nivel de cumplimiento del estándar marco común europeo?	✓			
¿Nivel de reconocimiento de patrones de la aplicación móvil?	✓			
¿Nivel de interacción con la solución tecnológica?	✓			
Eficiencia de desempeño				
	Tiempo			
Preguntas	5-15	15-25	>25	
¿Tiempo de respuesta en abrir aplicación?	✓			
¿Tiempo de respuesta en validarle inicio de sesión?	✓			
¿Tiempo de respuesta industrial el contenido?	✓			
¿Tiempo de respuesta en acceder a la sección de lecturas?	✓			
¿Tiempo de respuesta en visualizar las lecturas realizadas?	✓			
¿Tiempo de respuesta en reconocer las imágenes?	✓			

¿Tiempo de respuesta en acceder a la sección de perfil?	✓			
Compatibilidad				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Capacidad de respuesta entre el sistema web y la aplicación móvil?	✓			
Usabilidad				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Nivel de dificultad en el uso del aplicativo móvil?		✓		
¿Capacidad de aplicativo móvil para dar a conocer su funcionamiento?		✓		
¿Nivel de satisfacción en el diseño del aplicativo móvil?	✓			
¿Capacidad para guiar al usuario sin cometer errores?		✓		
¿Capacidad de ser operado por cualquier persona?		✓		
Fiabilidad				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Disponibilidad del aplicativo móvil?	✓			
¿Tolerancia a fallos?		✓		
Seguridad				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Nivel de confidencialidad en datos de usuario?	✓			
¿Nivel de integridad de los datos de los usuarios?	✓			
¿Nivel de demostración y formación de usuario?	✓			
Mantenibilidad				
Preguntas	Alto	Medio	Bajo	
¿Nivel de dificultad para mantenimiento de software?		✓		

¿Capacidad de reutilización de código?	✓
¿Capacidad para hacer modificado?	✓
¿Capacidad de ser probado?	✓
Portabilidad	
Preguntas	Alto Medio Bajo
¿Capacidad de adaptación del aplicativo móvil en diferentes entornos de hardware y software?	✓
¿Nivel de dificultad en instalación?	✓
¿Capacidad para ser reemplazado?	✓

Anexo 12. Manual de Usuario del Aplicativo web

Manual de Usuario del Aplicativo web
Administrador-Planilleros

Autora:

Lizbeth Estefania Yáñez Magno

Versión: 1.00

Introducción

El administrador de la aplicación web es el responsable de administrar toda la información requerida para las actividades diarias en la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado, llenando todas las secciones, creando, modificando o actualizando información en las secciones de interés. Crear nuevos roles, como administrador, clientes o planilleros. El sistema está basado en la web, por lo que se puede ejecutar en cualquier equipo tecnológico con acceso a Internet y un navegador sin necesidad de instalar archivos.

Los planilleros solo tendrán acceso a la funcionalidad de su rol y visitarán el sitio web para realizar las lecturas mensuales.

Objetivo del Documento

- La documentación proporciona a los usuarios una guía clara y concisa sobre las diversas funciones disponibles para el administrador y planilleros dentro de la aplicación.

Requisitos de Software

El administrador del sistema web y planilleros de la aplicación deben cumplir con los requisitos para su correcto funcionamiento.

- Navegador web: Mozilla Firefox, Chrome
- Sistema operativo: Windows, Linux

Requisitos de Hardware

El Administrador y planilleros de la aplicación deben cumplir con los requisitos para su correcto funcionamiento.

- Ordenador con un procesador mínimo Core i3
- RAM de 4GB
- Teclado
- Mouse

Ingreso al Sistema

Para ingresar se debe dirigir al navegador y escribe la siguiente dirección: <https://agua.encuba.academy/> que se redirige a la ventana principal del sistema.



Figura 158. Página principal

Administración

La ventana principal tiene dos botones para iniciar sesión para administradores y planilleros, y el siguiente es para los clientes.

- Administración: debe ingresar su correo electrónico y contraseña para iniciar sesión.

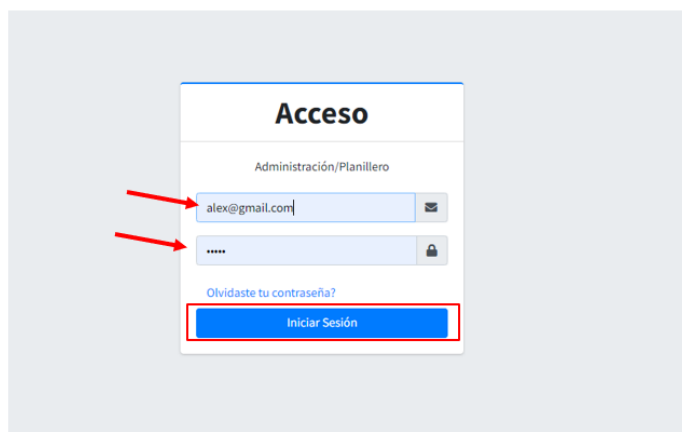


Figura 159. Inicio de sesión

- Recuperar contraseña: opción habilitada para los usuarios previamente registrados en la base de datos.

En esta ventana se agregarán los siguientes datos:

- Enviar: el usuario debe ingresar su correo electrónico y envía el correo electrónico para validar sus datos.



Figura 160. Restablecer contraseña

El usuario ingresa a su correo electrónico y procede a hacer clic en el botón de Recuperar contraseña, que lo lleva a la ventana de restablecimiento de contraseña.

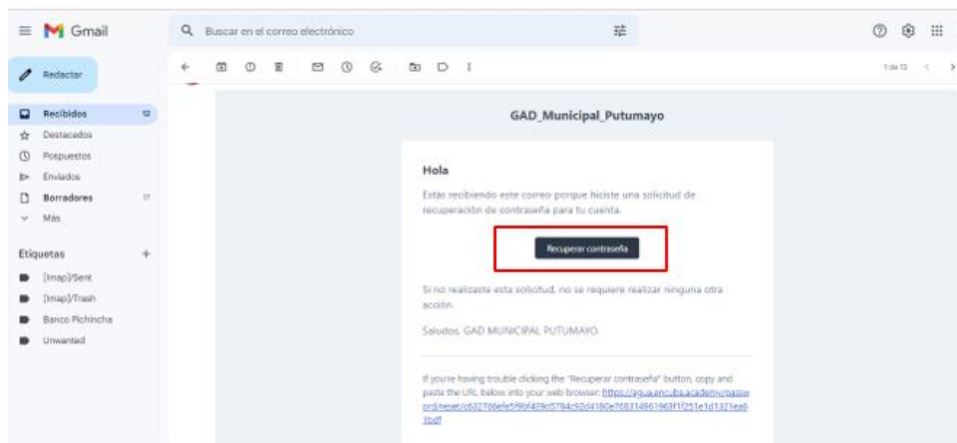


Figura 161. Enlace para recuperar contraseña



Figura 162. Restablecimiento de contraseña

Panel de Administración

Inicio

En esta sección del sistema el administrador visualizara el resumen de clientes y planilleros registrados.



Figura 163. Menú Principal-Administrador

Módulos:

- Usuarios: esta ventana le permite ver, editar y crear nuevos usuarios asignando roles a cada usuario.
- Tarifas: esta ventana le permite visualizar, editar y crear nuevas tarifas para usar en cálculos futuros.
- Cuentas: esta ventana le permite visualizar, editar y crear nuevas cuentas para los usuarios previamente registrados en la base de datos.
- Lecturas: en esta ventana, puede asignar rutas a los planilleros, visualizar el registro de lectura del planillero, editar el estado de planilla y descargar el reporte mensual del consumo de agua potable.

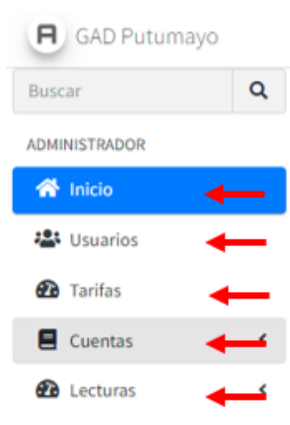


Figura 164. Módulos del sistema

Usuario

En esta interfaz, el administrador podrá ver una lista de los usuarios con sus respectivos roles, así como agregar nuevos usuarios y editar su información.

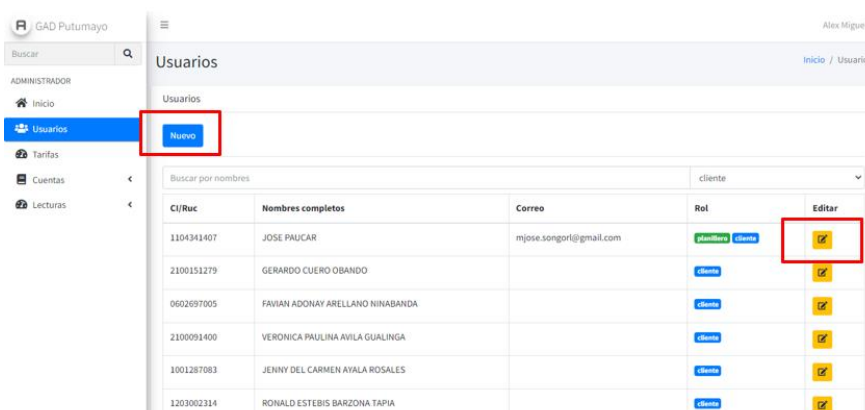


Figura 165. Interfaz de Usuario

- Botón de crear nuevo usuario para registrar un nuevo usuario ingresando los siguientes datos personales: asignación de rol, nombres y apellidos, número de cédula.
- Botón de cerrar, haga clic si no desea crear un nuevo usuario.

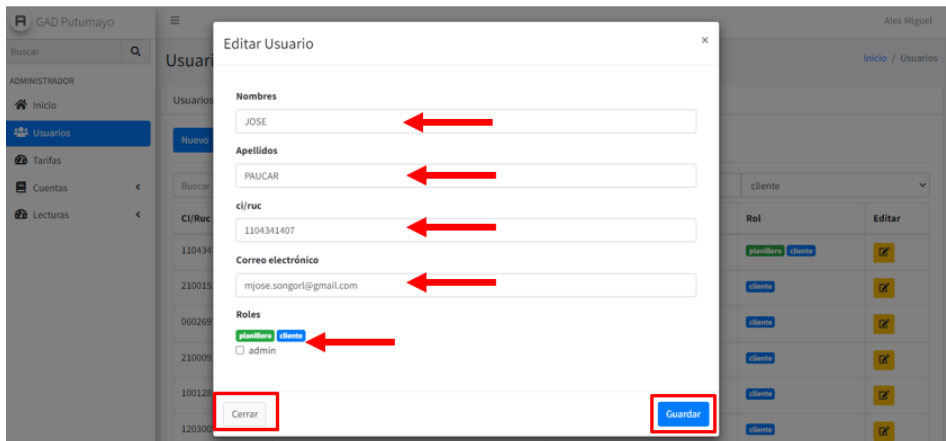


Figura 166. Interfaz para crear nuevos usuarios

- En la siguiente interfaz, puede editar la información personal del usuario: nombres, apellidos, número de cédula y asignar un rol previamente registrado en la base de datos y guardar los cambios.

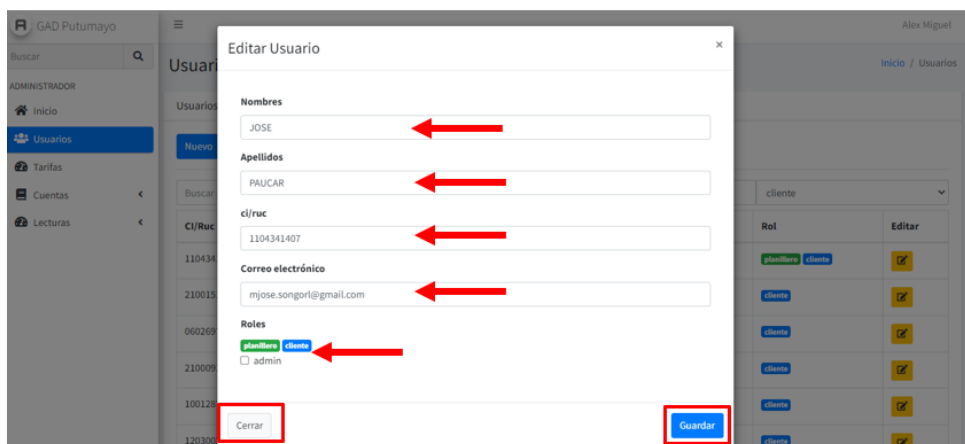


Figura 167. Interfaz de editar

Tarifas

Existen tres partes principales en esta ventana general:

- En esta ventana se puede visualizar el listado de los precios de las tarifas calculados previamente.

Buscador: GAD Putumayo

ADMINISTRADOR

- Inicio
- Usuarios
- Tarifas**
- Cuentas
- Lecturas

Tarifas

+ Nuevo

m3 min	m3 max	Precio m3	Alcantarillado %	Precio base	Precio extra	Editar
0	7	\$0	%10	\$5.68	\$0.5	[Editar]
8	20	\$0.88	%10	\$	\$0.5	[Editar]
21	40	\$0.97	%10	\$	\$0.5	[Editar]
41	60	\$1.06	%10	\$	\$0.5	[Editar]
61	100	\$1.17	%10	\$	\$0.5	[Editar]
101	200	\$1.29	%10	\$	\$0.5	[Editar]
201	9999	\$1.42	%10	\$	\$0.5	[Editar]

Figura 168. Interfaz de Tarifas

- En la sección de edición, es posible editar ciertos valores de las tarifas añadidas, en este caso: el porcentaje del precio de alcantarillado, precio base y precio adicional por cualquier comisión.

Buscador: GAD Putumayo

ADMINISTRADOR

- Inicio
- Usuarios
- Tarifas**
- Cuentas
- Lecturas

Editar Tarifa

Estado: Activo

Metro Cúbico mínimo: 0

Metro Cúbico máximo: 7

Precio metro Cúbico: 0

Porcentaje precio alcantarillado: 10

Precio base: 5.68

Precio extra: 0.5

Precio extra: \$0.5

Editar: [Editar]

Figura 169. Interfaz de editar tarifas

- El administrador le permitirá ingresar una nueva tarifa de recolección de consumo de agua por m3 ingresando los siguientes datos: metro cúbico mínimo, metro cúbico máximo, precio por metro cúbico, porcentaje por precio de alcantarillado, precio base y precio de comisión adicional.

Figura 170. Interfaz de nueva tarifa

Cuentas

Existen tres partes principales en esta ventana general:

- El administrador puede ver las cuentas creadas previamente, hay una sección para buscar por número de cuenta filtro de búsqueda específica.

Sector	Ruta	Nro Cuenta	Cliente	Servicio	Nro medidor	Observación	Editar
1	1	AG0030000005	FAVIAN ADONAY ARELLANO NINABANDA	<ul style="list-style-type: none"> Agua potable Alcantarillado 	0708031497	REUBICAR MEDIDOR	[Editar]
2	1	02454587	JOSE PAUCAR	<ul style="list-style-type: none"> Agua potable Alcantarillado 	5658867433		[Editar]
3	1	AG0010000046	GERARDO CUERO OBANDO	<ul style="list-style-type: none"> Agua potable Alcantarillado 	14592973	MEDIDOR NUEVO	[Editar]
3	1	AG0010000045	GERARDO CUERO OBANDO	<ul style="list-style-type: none"> Agua potable Alcantarillado 	14670076	NUEVO MEDIDOR	[Editar]

Figura 171. Listado de cuentas

- En esta ventana tiene un botón para crear una nueva cuenta para un usuario registrado. El administrador debe seleccionar un usuario, ingresar el número de cuenta, número de medidor y registrar todas las observaciones, si corresponde.

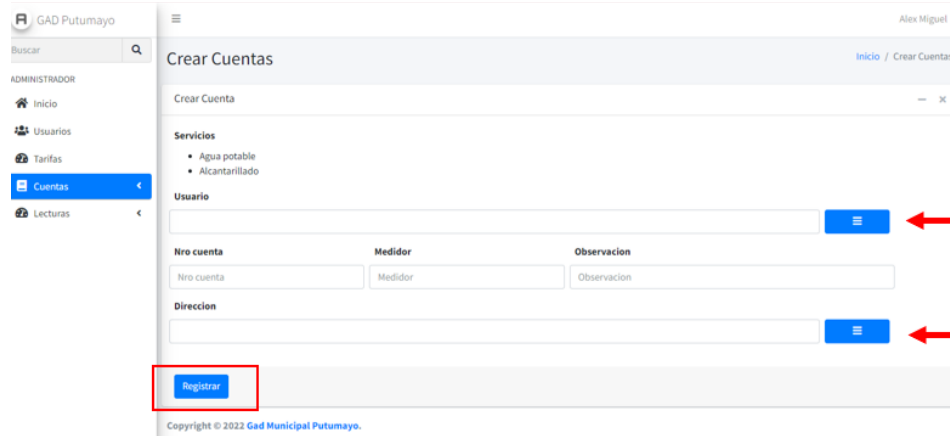


Figura 172. Crear cuenta

- Ingrese los datos de dirección, zona, sector, ruta, manzana, secuencia, piso y catastrales respectivamente. Siempre que se llenen todos los campos, se procede a registrar la cuenta al usuario para activar el servicio de agua potable y alcantarillado.

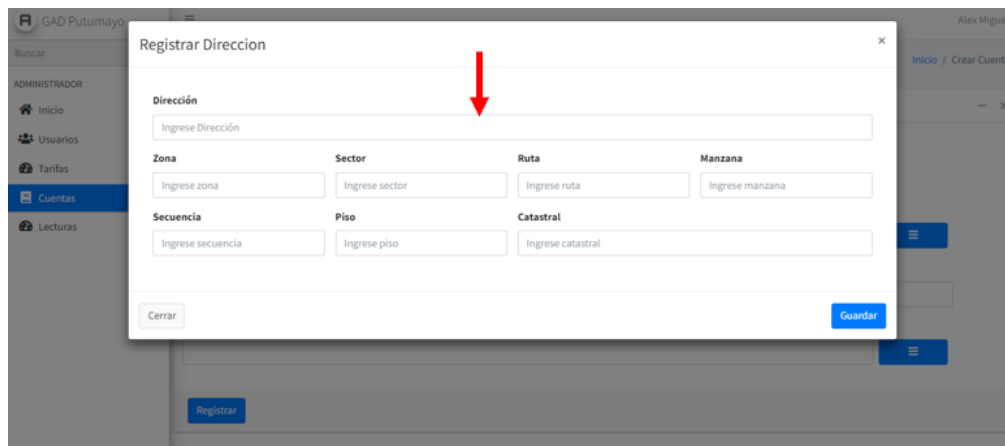


Figura 173. Registrar dirección

- En la sección de edición de cuenta, puede realizar cambios como: estado de usuario, número de cuenta, número de medidor, dirección y alguna observación.

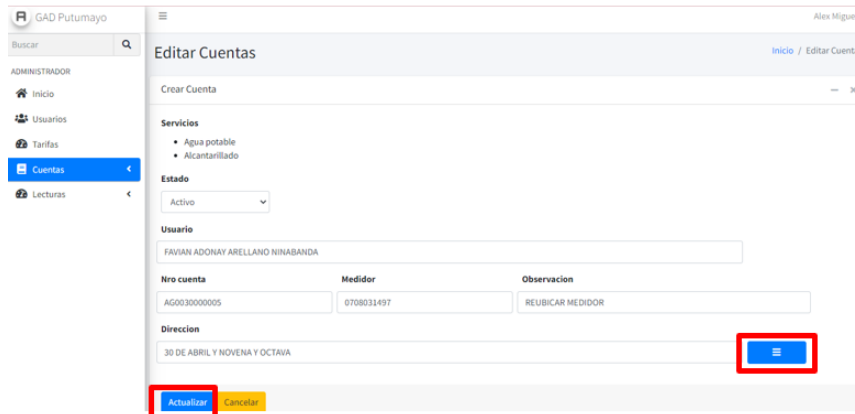


Figura 174. Edición de cuenta

Lecturas

En la ventana principal existen tres secciones principales:

- La sección de asignación de lecturas les permitirá asignar una ruta a un planillero, seleccionando uno.

El administrador selecciona el sector, ruta y automáticamente se asigna el mes que deberá cumplir.

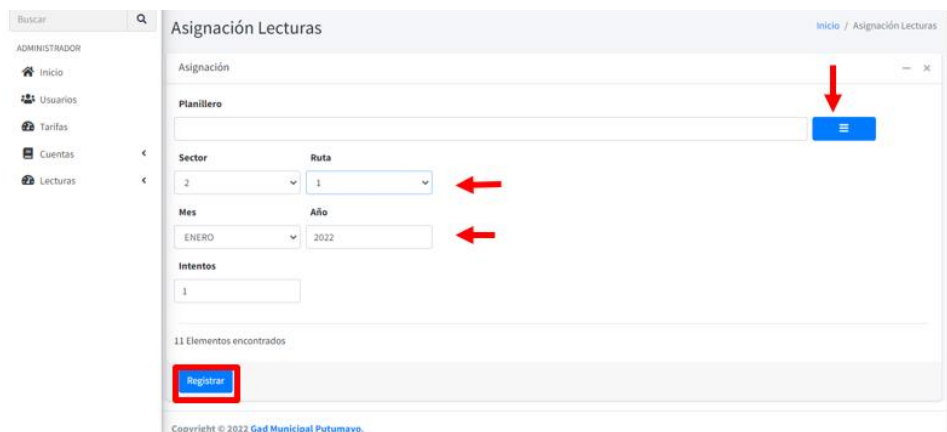


Figura 175. Asignación de lectura

Al hacer clic en la sección de usuarios, se muestra una lista actualizada de los planilleros registrados en la base de datos, con una sección para buscar las por nombre.

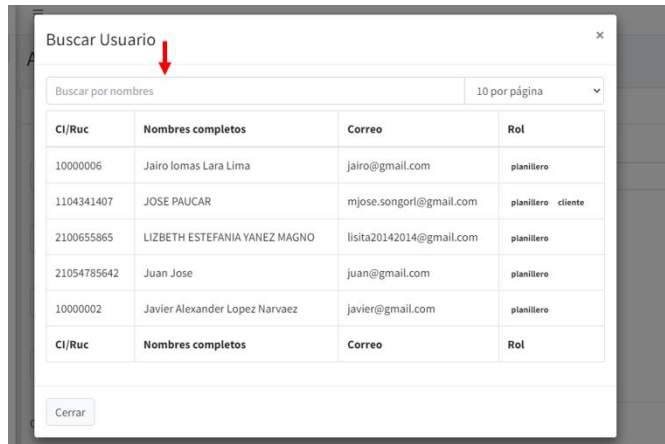


Figura 176. Buscar usuario

- Al visualizar las lecturas de los planilleros previamente especificadas por una ruta, se debe buscar el planillero, seleccionar el mes y año, desplegando automáticamente una lista de todos los usuarios que han consumido agua potable con su respectivo valor a pagar.

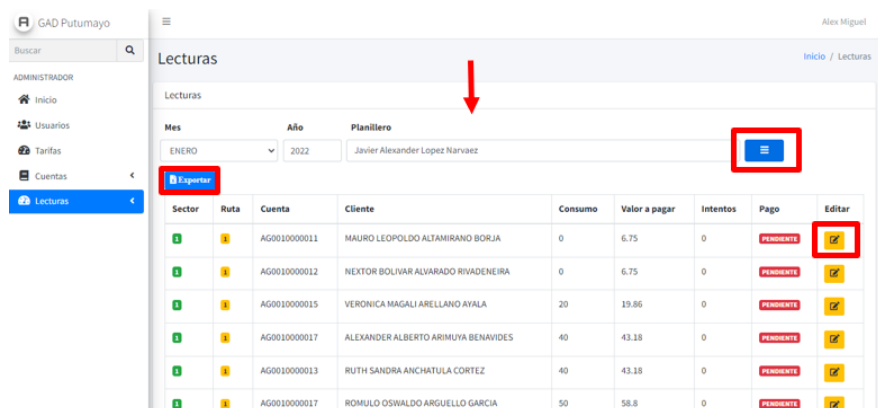


Figura 177. Visualización de lecturas

- En la sección de editar lectura, al administrador le permitirá editar el estado de la factura a pagar.

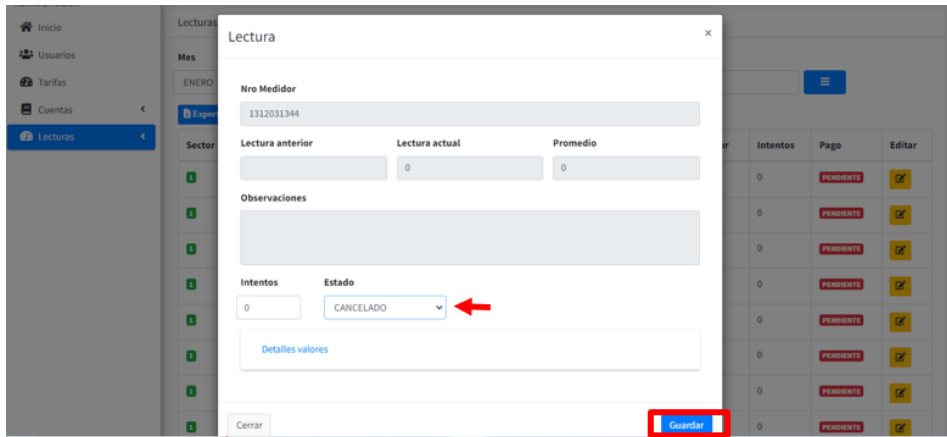


Figura 178. Edición de lectura

- En esta ventana también cuenta con un botón de Exportar el cual les permitirá descargar el reporte de consumo mensual de todos los usuarios de la localidad detallando sus datos personales, la dirección del medidor, valor a pagar y una observación.

CEDULA	NOMBRES	APELLIDOS	DIRECCIÓN MEDIDOR	ZONA	SECTOR	RUTA	MANZANA	SEGUNDA	TERCERA	VALOR	NRO DE MEDIDOR	CANTIDAD
21005140	VERONICA PAULINA	AVILA GUALINDA	SEPTIMA Y VIA AL CEMENTERO	2	1	2	30	800	1	210350020130000000	1500998	
060269700	FAVIAN ADONAY	ARILLANO NINAMANDA	30 DE ABRIL Y NOVENA Y OCTAVA	2	2	3	4	340	1	210350020204000000	0708031497	
060251398	MAURO LEOPOLDO	ALTAMIRANO BORJA	COMANDO Y 30 DE ABRIL	1	1	1	7	700	1	2103500101070050000	1312031344	
210004102	NEXTOR BOLIVAR	ALVARADO RIVADENEIRA	MALECON Y ECUADOR Y SIMON BOLIVAR	1	1	1	10	740	1	21035001011001000000	1112061164	
040475323	VERONICA MAGALI	ARILLANO AYAJA	PUTUMAYO Y TERCERA Y SEGUNDA	2	1	1	18	90	1	2103500201180000000	051093051	
210077454	ALEXANDER ALBERTO	ARIMUYA BENAVIDES	RUMAHUI Y 30 DE ABRIL Y PUTUMAYO	1	1	1	11	120	1	2103500101110030000	112065105	
150040598	RUTH SANDRA	ANCHATULA CORTEZ	COMANDO Y 30 DE ABRIL Y PUTUMAYO	1	1	1	10	720	1	2103500101100070000	100169186	
210077970	ROMULO OSWALDO	ARGUELLO GARCIA	PUTUMAYO Y SEGUNDA Y TERCERA	2	1	1	9	130	1	2103500201090030000	0169094	
150021502	GUTIER DENMETRIO	ASHANGA SALAZAR	30 DE ABRIL Y RUBINAHUI Y MALECON	1	1	1	09	430	1	2103500101090000000	010911992	
210013680	JOSE ANGEL	AVILA RUIZ	SIMON BOLIVAR Y ELOY ALFARO Y MALECON	1	1	1	7	680	1	2103500101070000000	10695197	
100128708	JENNY DEL CARMEN	AYALA ROSALES	SIMON BOLIVAR Y ELOY ALFARO Y FRANCISCO DE ORELLANA	2	1	1	5	420	1	2103500201050070000	0173016	
060251398	MAURO LEOPOLDO	ALTAMIRANO BORJA	AMAZONAS Y PRIMERA	2	1	1	7	340	1	2103500201070060000	1112061174	
150021990	ANA ELIZABETH	AGUINDA SALAZAR	MALECON Y ECUADOR Y SIMON BOLIVAR	2	1	1	18	490	1	2103500201180000000	051091052	
150021516	ALFONSO RAMIRO	AGUINDA MARTINEZ	ELOY ALFARO Y SIMON BOLIVAR	1	1	1	12	260	1	2103500101120130000	41118036	
180105166	ANGEL ADAN	ABRIL ESPIN	PUTUMAYO Y COMANDO	1	1	1	10	10	1	2103500101100090000	010639193	

Figura 179. Reporte mensual

Planilleros

Entraran de la misma forma que el administrador, es decir, con su usuario y contraseña siempre será su número de cédula. El planillero habilitará la opción de registro de lectura manual siempre y cuando cuente con intentos disponibles.

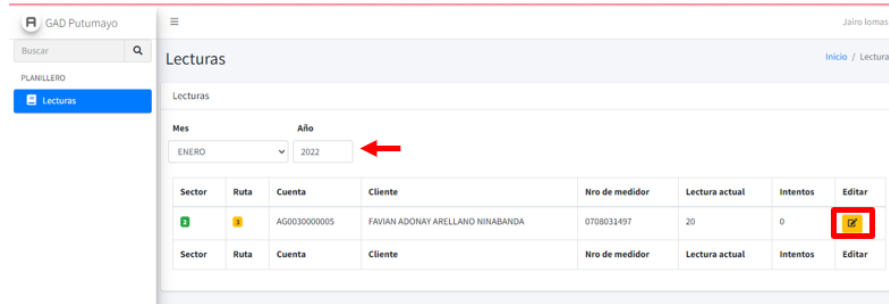


Figura 180. Lecturas

- Cuenta con la pestaña para editar lectura en caso de ser necesario e ingresar alguna observación en caso de requerirla.

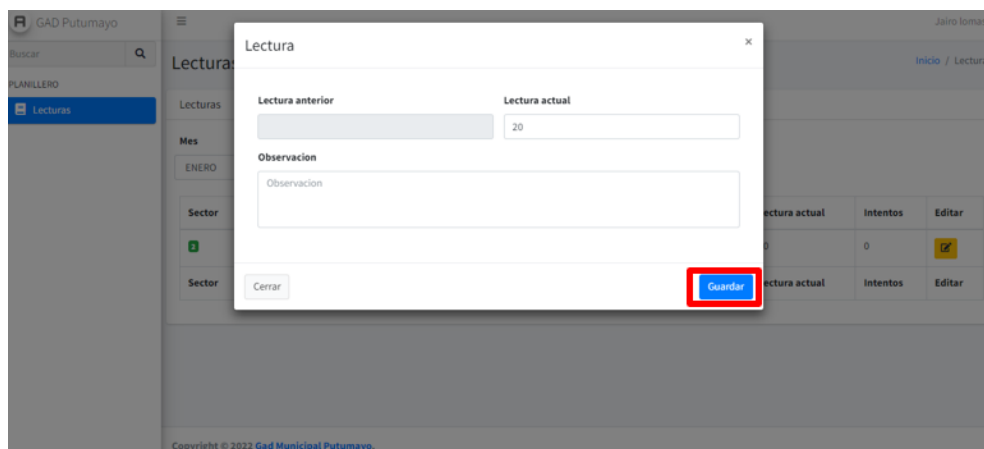


Figura 181. Edición de lecturas

Cientes

Todos los clientes tienen acceso al sistema web con su número de cedula.

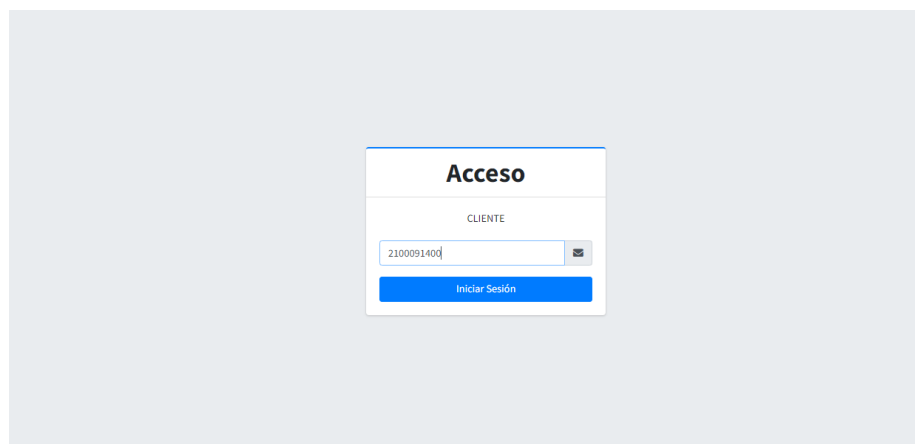


Figura 182. Ingresos de clientes

- En este módulo los clientes podrán observar los datos de su cuenta o cuentas asignadas, lectura anterior, lectura actual, visualizarán sus facturas a pagar con la opción de descargarlas en formato PDF.

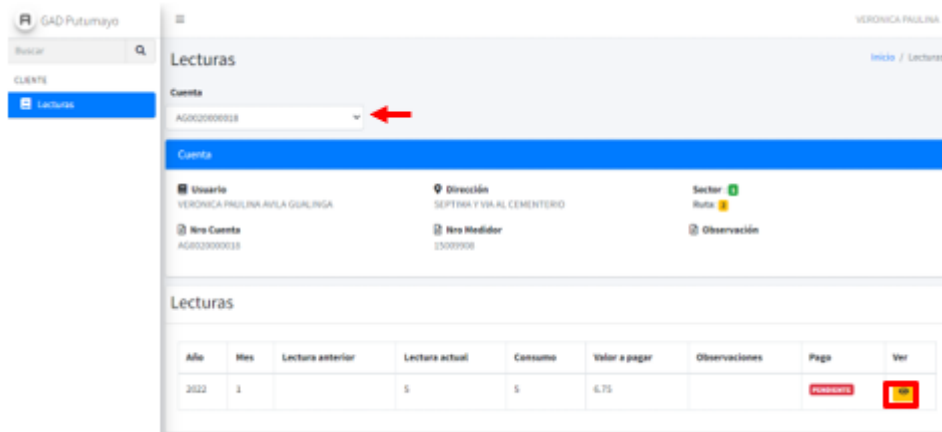


Figura 183. Ventana principal de clientes

- Consumo mensual de agua potable, visualizando los metros cúbicos consumidos, valor de agua potable residencial, servicio de alcantarillado y el valor de comisión.

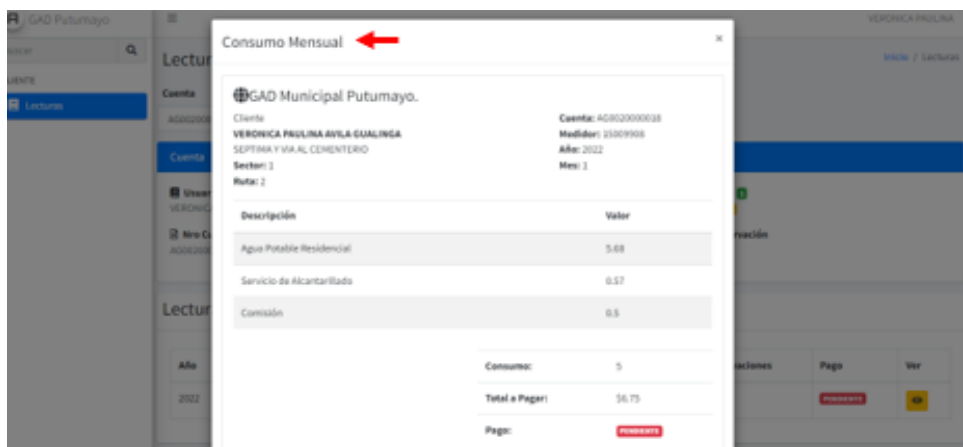


Figura 184. Consumo mensual

- Descarga de planilla de agua potable detallando valores a pagar, con sus respectivos datos informativos del usuario.

↓

MUNICIPIO DE PUTUMAYO

USUARIO: VERONICA PAULINA AVILA
GUALINGA
DIRECCIÓN: SEPTIMA Y VIA AL
CEMENTERIO
CONSUMO: ENERO - 2022
FECHA: 2023-01-14 01:01:29

CONCEPTO	IMPORTE
Agua Potable Residencial	\$5.68
Servicio de Alcantarillado	\$0.57
Comisión	\$0.5
TOTAL:	\$6.75

Figura 185. Reporte de consumo

Anexo 13. Manual de Usuario del Aplicativo móvil

Manual de Usuario del Aplicativo móvil

Planilleros

Autora:

Lizbeth Estefania Yáñez Magno

Versión: 1.00

Introducción

El planillero es la única persona con acceso a la aplicación móvil, en esta aplicación podrá realizar el proceso de tomas de lectura de agua potable. Gracias al uso del algoritmo de reconocimiento de objetos este proceso se automatizará, se realiza una fotografía al medidor del usuario y se calculará el valor a pagar automáticamente.

El sistema es de tipo móvil, por lo que se puede ejecutar en cualquier dispositivo móvil con acceso a internet y la aplicación instalada.

Objetivo del Documento

- El documento guía a los usuarios de manera clara y concisa a través de las diversas funciones que los planilleros en la aplicación.

Requisitos de Software

Se han establecido requisitos mínimos de software para el correcto funcionamiento.

- Dispositivo móvil

Requisitos de Hardware

El planillero de la aplicación debe cumplir con los requisitos para su correcto funcionamiento.

- Sistema operativo: Android
- RAM 4 GM
- Conexión a Internet

Ingreso al aplicativo móvil

Los planilleros con el usuario y contraseña inician sesión en la aplicación, para completar la lectura del medidor.

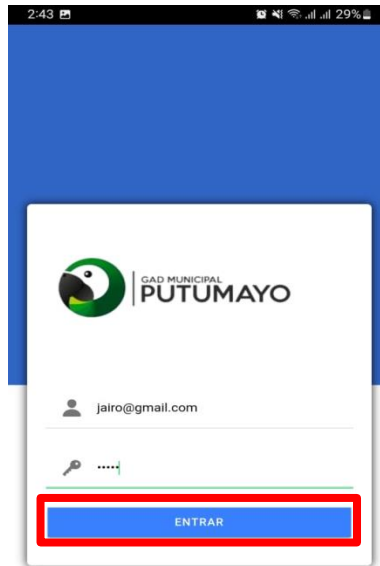


Figura 186. Iniciar sesión

- La aplicación tiene una sección de lectura que muestra la lista de usuarios asignados para el mes actual y registrar el consumo de cada medidor.

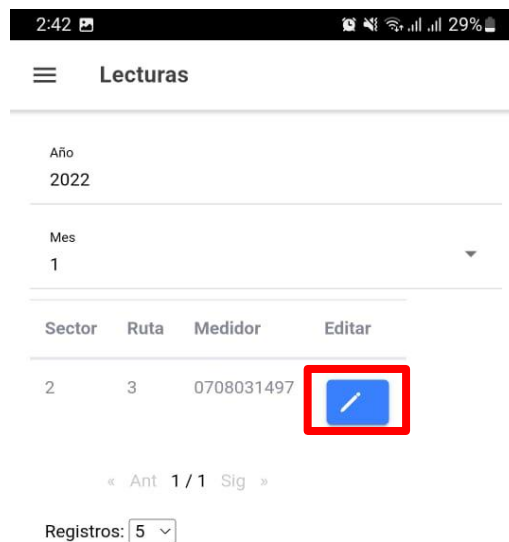


Figura 187. Sección de Lectura

- Cada usuario tiene un botón de registrar su consumo de lectura de medidor, tomar una fotografía del medidor indicado, guardar y automáticamente se realiza el cálculo de valor a pagar.

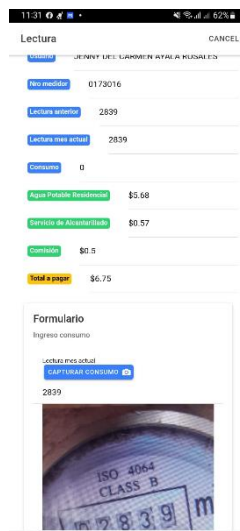


Figura 188. Registro de lectura

- En la sección Perfil, verá los detalles del planillero que son: nombres, cédula y correo electrónico, información no editable.

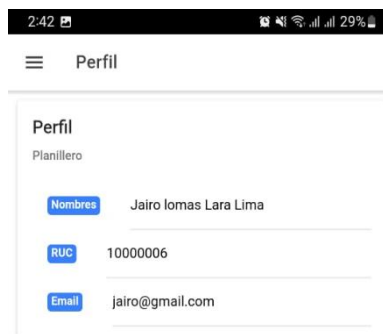


Figura 189. Sección Perfil

Anexo 14. Manual de Programador

**Manual de Programador
Administrador-Planilleros-Cliente**

Autora:

Lizbeth Estefania Yáñez Magno

Versión: 1.00

Introducción

El presente documento describe los aspectos técnicos e informáticos de la solución tecnológica. El documento familiarizará al personal técnico especializado encargado de las actividades de mantenimiento, revisión, instalación y configuración del sistema.

Hace referencia a la información necesaria con el fin de orientar al personal de concepción, planeamiento análisis programación la instalación del sistema. Es de notar que la redacción propia del manual técnico está orientada al personal con conocimiento en computación y tecnología de información, conocimiento de programación, administración de bases de datos, responsable del mantenimiento e instalación del sistema en los servidores.

Objetivo del Documento

- Instruir el uso adecuado de la solución tecnológica, para el acceso oportuno y adecuado en la instalación de este, mostrando los pasos a seguir en el proceso de instalación, así como la descripción de los archivos relevantes del sistema de los cuales expedientan a la configuración y soporte de este.

Requisitos de Software

El administrador del sistema web y planilleros de la aplicación deben cumplir con los requisitos para su correcto funcionamiento.

- Servidor
- Navegador web: Mozilla Firefox, Chrome
- Sistema operativo: Windows
- Dispositivo móvil

Instalación

Para el uso de la aplicación web no se requiere instalar ningún software ni aplicativo, se debe dirigir al navegador y escribe la siguiente dirección: <https://agua.encuba.academy/> que se redirige a la ventana principal del sistema.

Para la instalación del aplicativo móvil, se debe instalar el apk generado por el programador.

- Descargar APK

- Instalar APK

Configuración del aplicativo web

Este desarrollo bajo un framework PHP de nombre Laravel, esto da la facilidad de estructurar el aplicativo de manera que se facilita el mantenimiento a dicha solución, a continuación, se describe la estructura básica del aplicativo y se enfatiza en los archivos y directorios relevantes para su configuración y adaptación.

Estructura Raíz

El proyecto tiene la siguiente estructura de directorios:

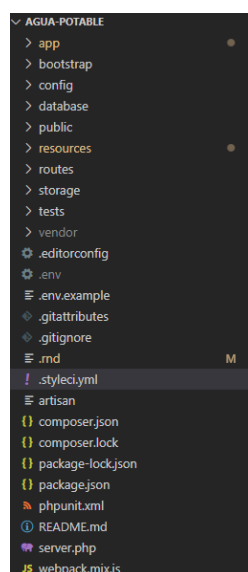


Figura 190. Directorios del proyecto

A continuación, describo los directorios y archivos más importantes:

Directorios App

App es usado para ofrecer un hogar por defecto a todo el código personal del proyecto. Eso incluye clases que puedan ofrecer funcionalidad a la aplicación, archivos de configuración y más. Es considerado el directorio más importante del proyecto.

El directorio App tiene a su vez otros subdirectorios importantes, pero uno de los más utilizados es el directorio **Http**.

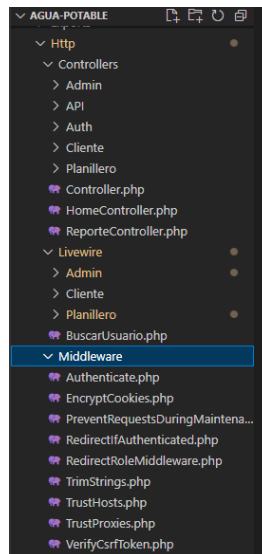


Figura 191. Subdirectorios de Http

- Controllers: contiene los controladores que nos conectan las vistas con los modelos de la base de datos.
- Middlewares: son las reglas de navegación, permiso de usuario y control de roles.
- Resquests: son reglas de la inserción a la base de datos.

Directorio Routes

Este directorio contiene los archivos de ruta donde se escriben todas las rutas de la aplicación.

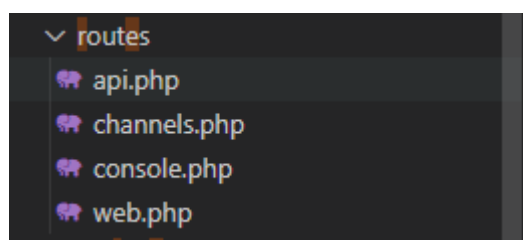


Figura 192. Directorio Routes

En el archivo web.php es donde se definen todas las rutas a las que un usuario o realizará peticiones en el navegador y esto a su vez hace la relación entre el controlador y la vista.

```

64 // Rutas agrupadas al rol administrador
65 Route::prefix('admin')->middleware(['role:admin'])->group(function () {
66     Route::get('/home', [App\Http\Controllers\Admin\HomeController::class, 'home'])->name('admin.home');
67     Route::get('usuarios', App\Http\Controllers\Admin\UsuarioController::class)->name('admin.usuarios');
68     Route::get('servicios', App\Http\Controllers\Admin\ServicioController::class)->name('admin.servicios');
69     Route::get('tarifas', App\Http\Controllers\Admin\ValorConsumoController::class)->name('admin.tarifas');
70     Route::get('cuentas', [App\Http\Controllers\Admin\CuentaController::class, 'index'])->name('admin.cuentas.index');
71     Route::get('cuentas/create', [App\Http\Controllers\Admin\CuentaController::class, 'create'])->name('admin.cuentas.create');
72     Route::get('cuentas/{cuenta_id}/edit', [App\Http\Controllers\Admin\CuentaController::class, 'edit'])->name('admin.cuentas.edit');
73     Route::get('lecturas', [App\Http\Controllers\Admin\LecturaController::class, 'index'])->name('admin.lecturas.index');
74     Route::get('lecturas/asignacion', [App\Http\Controllers\Admin\LecturaController::class, 'asignacion'])->name('admin.lecturas.asignacion');
75     Route::get('reportes-lecturas-excel/{anio}/{mes}', [ReporteController::class, 'reporteLecturasExcel'])->name('admin.reportes.lecturas.excel');
76 });
77
78 // Rutas agrupadas al rol planillero
79 Route::prefix('planillero')->middleware(['role:planillero'])->group(function () {
80     Route::get('lecturas', App\Http\Controllers\Planillero\LecturaController::class)->name('planillero.lecturas');
81 });
82
83 // Rutas agrupadas al rol cliente
84 Route::prefix('cliente')->middleware(['role:cliente'])->group(function () {
85     Route::get('lecturas', App\Http\Controllers\Cliente\LecturaController::class)->name('cliente.lecturas');
86 });
87
88 Route::prefix('reportes')->middleware(['role:cliente|admin'])->group(function () {
89     Route::get('reportes-lecturas-pdf/{lectura_id}', [App\Http\Controllers\Cliente\LecturaController::class, 'showReport'])->name('reportes.reporte.consumo');
90 });
91
92

```

Figura 193. Código fuente de web.php

Directorio config

La configuración tanto por el framework como para la aplicación se mantiene en este directorio. La configuración del aplicativo existe como un conjunto de archivos PHP que contienen matrices clave valor. Entre los archivos más usados del directorio config se encuentran:

- app.php: se puede configurar el lenguaje de la aplicación, la zona horaria, entre otras configuraciones del sistema.

```

60
61 Application Timezone
62
63 -----
64 Here you may specify the default timezone for your application, which
65 will be used by the PHP date and date-time functions. We have gone
66 ahead and set this to a sensible default for you out of the box.
67
68 */
69
70 'timezone' => 'America/Guayaquil',
71
72 /*
73
74 Application Locale Configuration
75
76 -----
77 The application locale determines the default locale that will be used
78 by the translation service provider. You are free to set this value
79 to any of the locales which will be supported by the application.
80
81 */
82
83 'locale' => 'es',
84
85 /*
86
87 Application Fallback Locale
88
89 -----
90 The fallback locale determines the locale to use when the current one
91 is not available. You may change the value to correspond to any of

```

Figura 194. Código de app.php

Los datos mencionados son configuraciones dadas por el administrador de dominio, en la anterior se muestra un ejemplo de los datos que deben ir en cada campo y en el archivo que son explicación completa de cada apartado.

Directorio public

Dentro de este directorio tenemos todos los recursos estáticos de la aplicación, es decir, archivo css, js, imágenes y fuentes.

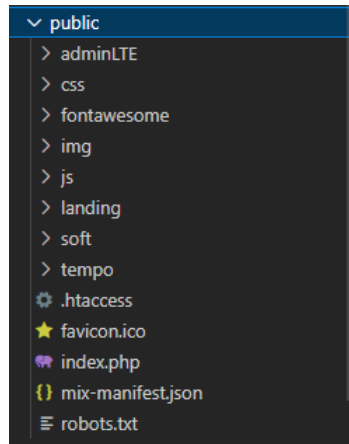


Figura 195. Directorio public

Directorio resources

Directorio se encuentran a subdirectorios:

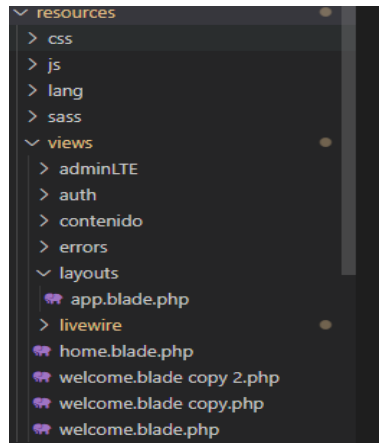


Figura 196. Directorio resources

- lang: aquí se encuentran todos los archivos de internacionalización, es decir, los archivos para poder pasar nuestro proyecto de un idioma a otro. normalmente abro una carpeta por cada idioma, ejemplo:



Figura 197. Lang

- views: aquí se encuentran las vistas en extensión blade.php, ubicadas en carpetas según el controlador de las requiere. Las vistas son la interfaz de usuario esto quiere decir que aquí es donde se guarda todo lo que ve el usuario en su entorno gráfico y lo envía el controlador a la vista.

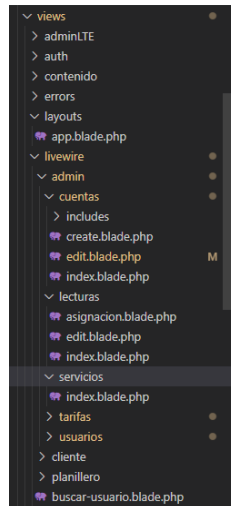


Figura 198. Views blade.php

Archivo. env

En el archivo. env en este archivo se configura el modo en que se ejecuta nuestra aplicación, por defecto será en modo debug (ver errores del sistema), además podemos configurar la conexión a la base de datos y la conexión con el servidor.

```

0 .env
1 APP_NAME=Agua_potable
2 APP_ENV=local
3 APP_KEY=base64:47QjN2nbldj0e2QgUkEBo3ffgxR/SRFwgf5zyz4Y=
4 APP_DEBUG=true
5 APP_URL=https://agua.encuba.academy/
6
7 LOG_CHANNEL=stack
8 LOG_DEPRECATIONS_CHANNEL=null
9 LOG_LEVEL=debug
10
11 DB_CONNECTION=mysql
12 DB_HOST=127.0.0.1
13 DB_PORT=3306
14 DB_DATABASE=sistema_agua_potable
15 DB_USERNAME=root
16 DB_PASSWORD=
17
18 BROADCAST_DRIVER=log
19 CACHE_DRIVER=file
20 FILESYSTEM_DRIVER=local
21 QUEUE_CONNECTION=sync
22 SESSION_DRIVER=file
23 SESSION_LIFETIME=120
24
25 MEMCACHED_HOST=127.0.0.1
26
27 REDIS_HOST=127.0.0.1
28 REDIS_PASSWORD=null
29 REDIS_PORT=6379
30
31 MAIL_MAILER=smtp
32 MAIL_HOST=mailhog

```

Figura 199. Archivo. env

Todos los archivos de directorios que no se han mencionado son parte importante para el consumidor de la aplicación, de referencia se comentó debido a que solo se enfatiza en los archivos que el usuario puede en un dado caso modificar, con conocimiento previo de lo que se hace.

Configuración del aplicativo móvil

Este desarrollo bajo un framework TypeScript de nombre Ionic con Angular, esto da la facilidad de estructurar el aplicativo de manera que se facilita el mantenimiento a

dicha solución, a continuación, se describe la estructura básica del aplicativo y se enfatiza en los archivos y directorios relevantes para su configuración y adaptación.

Estructura Raíz

El proyecto tiene la siguiente estructura de directorios:

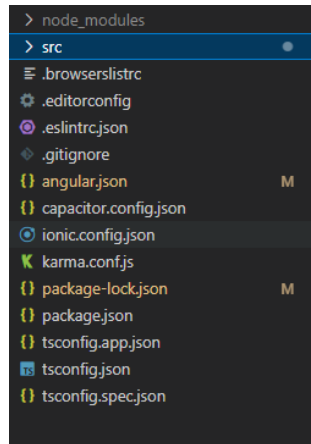


Figura 200. Estructura Raíz de Ionic

- node_modules: todo proyecto de JavaScript que posee este directorio donde se almacenan las librerías de independencia que se descarguen con NPM.

Directorio src

Directorio principal del proyecto donde encontramos se encuentran subdirectorios:

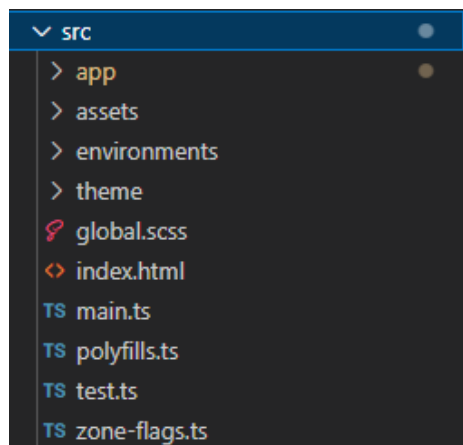


Figura 201. Subdirectorios src

- app: directorio donde guardaremos todo el código fuente de Angular.

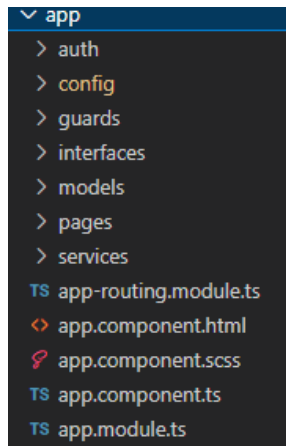


Figura 202. Subdirectorios app

App-routing.module.ts: contiene las rutas de la aplicación.

```

src > app > TS app-routing.module.ts > ...
1 import { NgModule } from '@angular/core';
2 import { PreloadAllModules, RouterModule, Routes } from '@angular/router';
3
4 const routes: Routes = [
5   {
6     path: '',
7     redirectTo: 'auth/login',
8     pathMatch: 'full'
9   },
10  {
11    path: 'auth',
12    loadChildren: () => import('./auth/login/login.module').then(m => m.LoginPageModule)
13  },
14  {
15    path: 'pages',
16    loadChildren: () => import('./pages/pages.module').then(m => m.PagesPageModule)
17  },
18 ];
19
20 @NgModule({
21   imports: [
22     RouterModule.forRoot(routes, { preloadAllModules: true })
23   ],
24   exports: [RouterModule]
25 })
26 export class AppRoutingModule { }
27

```

Figura 203. Código fuente de App-routing.module.ts

app.component.html: archivo contenedor de la base de toda la aplicación.

```

src > app > app.component.html > ion-app > ion-menu > ion-content > ion-list > ion-item
1 <ion-app>
2   <ion-menu contentId="main-content" side="start">
3     <ion-header>
4       <ion-toolbar color="primary">
5         <ion-title>Agua Potable</ion-title>
6       </ion-toolbar>
7     </ion-header>
8
9     <ion-content>
10      <ion-list>
11        <ion-menu-toggle auto-hide="false" *ngFor="let nav of NAV">
12          <ion-item routerDirection="root" [routerLink]="nav.link" [class.active-menu]="active === nav.link">
13            {{nav.name}}
14            <ion-icon slot="start" [ios]="nav.icon + '-outline'" [md]="nav.icon + '-sharp'"></ion-icon>
15          </ion-item>
16        </ion-menu-toggle>
17        <ion-item button (click)="logout()">
18          Salir
19          <ion-icon slot="start"></ion-icon>
20        </ion-item>
21      </ion-list>
22
23      <ion-img src="assets/GAD MUNICIPAL FUTURAYO.png"></ion-img>
24
25    </ion-content>
26  </ion-menu>
27
28  <ion-router-outlet id="main-content" main></ion-router-outlet>
29
30 </ion-app>
31

```

Figura 204. Código fuente de app.component.html

app.component.scss: archivo de estilo "Sass", documento de estilos muy parecido al css que se transformará en css cuando sea compilado.

```
src > app > app.component.scss > ...
1  ion-img {
2      width: 90%;
3      margin-left: auto;
4      margin-right: auto;
5      margin-top: 100%;
6  }
```

Figura 205. Código fuente de app.component.scss

app.component.ts: componentes para controlar la aplicación, es llamado desde la etiqueta "ion-app que se encuentra en el archivo HTML.

```
src > app > TS app.components > AppComponent > NAV
1  import { Component } from '@angular/core';
2  import { Router, RouterEvent } from '@angular/router';
3  import { HttpStorageService } from './services/http-storage.service';
4
5  @Component({
6      selector: 'app-root',
7      templateUrl: 'app.component.html',
8      styleUrls: ['app.component.scss'],
9  })
10 export class AppComponent {
11     active = '';
12
13     NAV = [
14         {
15             name: 'Perfil',
16             link: '/pages/about',
17             icon: 'person-circle'
18         },
19         {
20             name: 'Lecturas',
21             link: '/pages/lecturas',
22             icon: 'albums'
23         }
24     ]
25
26     constructor(
27         private httpStorage: HttpStorageService,
28         private router: Router) {
29         this.router.events.subscribe((event: RouterEvent) => {
30             this.active = event.url
31         })
32     }
33 }
```

Figura 206. Código fuente de app.component.ts

app.module.ts:

```
src > app > TS app.modules > ...
1  import { NgModule } from '@angular/core';
2  import { BrowserModule } from '@angular/platform-browser';
3  import { RouteReuseStrategy } from '@angular/router';
4  import { HttpClientModule } from '@angular/common/http';
5  import { NgxPaginationModule } from 'ngx-pagination';
6
7
8  import { IonicModule, IonicRouteStrategy } from '@ionic/angular';
9
10 import { AppComponent } from './app.component';
11 import { AppRoutingModuleModule } from './app-routing.module';
12
13 import { SQLite } from '@ionic-native/sqlite/ngx';
14 import { Network } from '@ionic-native/network/ngx';
15
16 @NgModule({
17     declarations: [AppComponent],
18     imports: [BrowserModule,
19         IonicModule.forRoot(),
20         AppRoutingModuleModule,
21         HttpClientModule,
22         NgxPaginationModule,
23         HttpClientModule
24     ],
25     providers: [Network, SQLite, { provide: RouteReuseStrategy, useClass: IonicRouteStrategy }],
26     bootstrap: [AppComponent],
27 })
28 export class AppModule {}
29
```

- **assets:** directorio poder mágico y otros recursos que la app necesita.

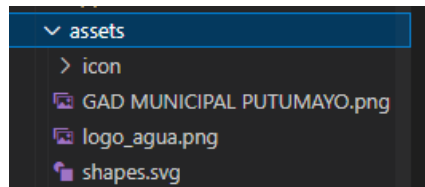


Figura 207. Subdirectorio de assets

- **environments:** directorio de ambientes, por defecto viene con desarrollo y producción.
- **theme:** contiene todas las variables del estilo de la aplicación.

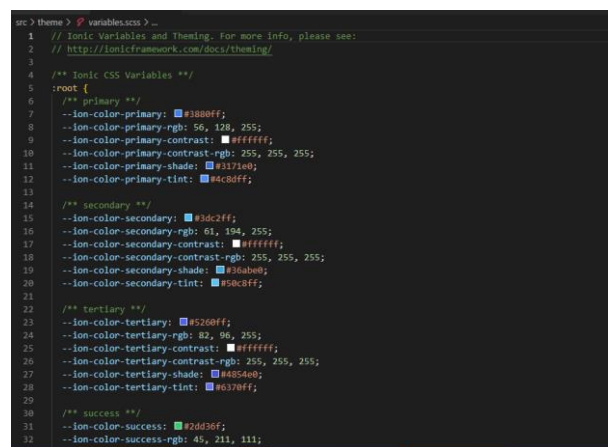


Figura 208. Código fuente de theme

- **global.scss:** archivo de estilos global, eso sabes lúcidamente para importar dependencias de estilo externas.

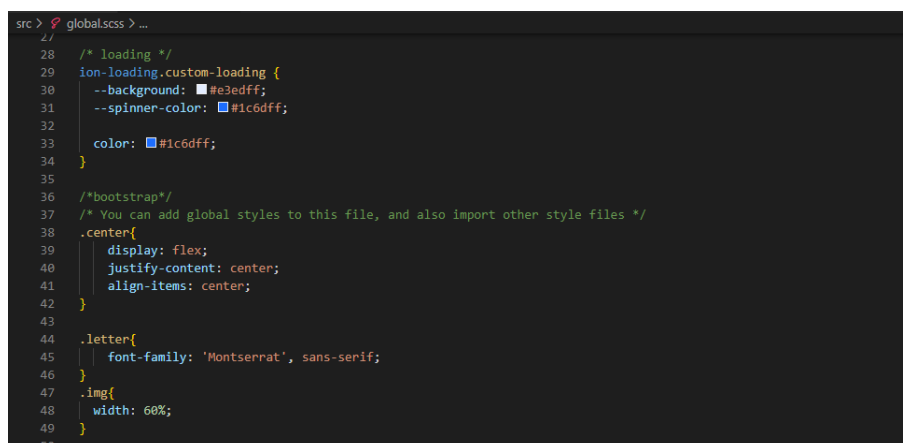


Figura 209. Código fuente de global.scss

- **index.html:** archivo HTML principal desde donde se construye toda la aplicación.

```

src > index.html > ...
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3
4 <head>
5 <meta charset="utf-8" />
6 <title>Ionic App</title>
7
8 <base href="/" />
9
10 <meta name="color-scheme" content="light dark" />
11 <meta name="viewport" content="viewport-fit=cover, width=device-width, initial-scale=1.0, minimum-scale=1.0, maximum-scale=1.6,
12 <meta name="format-detection" content="telephone=no" />
13 <meta name="application-tap-highlight" content="no" />
14
15 <link rel="icon" type="image/png" href="assets/icon/favicon.png" />
16
17 <!-- add to homescreen for ios -->
18 <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes" />
19 <meta name="apple-mobile-web-app-status-bar-style" content="black" />
20 </head>
21
22 <body>
23 <app-root></app-root>
24 </body>
25
26 </html>
27

```

Figura 210. Código fuente de index.html

Archivo angular. json

Archivo principal con toda la configuración del proyecto Angular.

```

() angular.json > () projects > () app > () architect > () build > () configurations > () production
1 {
2   "$schema": "../node_modules/@angular/cli/lib/config/schema.json",
3   "version": 1,
4   "newProjectRoot": "projects",
5   "projects": {
6     "app": {
7       "root": "",
8       "sourceRoot": "src",
9       "projectType": "application",
10      "prefix": "app",
11      "schematics": {},
12      "architect": {
13        "build": {
14          "builder": "@angular-devkit/build-angular:browser",
15          "options": {
16            "outputPath": "www",
17            "index": "src/index.html",
18            "main": "src/main.ts",
19            "polyfills": "src/polyfills.ts",
20            "tsConfig": "tsconfig.app.json",
21            "assets": [
22              {
23                "glob": "**/*",
24                "input": "src/assets",
25                "output": "assets"
26              },
27              {
28                "glob": "**/*.svg",
29                "input": "node_modules/ionic/dist/ionic/svg",
30                "output": "/.svg"
31              }
32            ]
33          }
34        }
35      }
36    }
37  }
38 }

```

Figura 211. Código fuente de angular. json

Archivo package-lock. json

Describe las dependencias exactas que generaron en la instalación del proyecto.

```

() package-lock.json > ...
1 {
2   "name": "agua_potable",
3   "version": "0.0.1",
4   "lockfileVersion": 2,
5   "requires": true,
6   "packages": {
7     "": {
8       "name": "agua_potable",
9       "version": "0.0.1",
10      "dependencies": {
11        "@angular/common": "^14.0.0",
12        "@angular/core": "^14.0.0",
13        "@angular/forms": "^14.0.0",
14        "@angular/platform-browser": "^14.0.0",
15        "@angular/platform-browser-dynamic": "^14.0.0",
16        "@angular/router": "^14.0.0",
17        "@aws-cordova-plugin/network": "^5.44.0",
18        "@capacitor/android": "4.0.1",
19        "@capacitor/app": "4.0.1",
20        "@capacitor/core": "4.0.1",
21        "@capacitor/haptics": "4.0.1",
22        "@capacitor/keyboard": "4.0.1",
23        "@capacitor/status-bar": "4.0.1",
24        "@ionic-native/core": "^5.36.0",
25        "@ionic-native/network": "^5.36.0",
26        "@ionic-native/sqlite": "^5.36.0",
27        "@ionic/angular": "^5.12",
28        "@swlane/ngx-datable": "^20.0.0",
29        "cordova-plugin-network-information": "^3.0.0",
30        "cordova-sqlite-storage": "^6.0.0",
31        "ngx-bootstrap": "^9.0.0",
32        "ngx-pagination": "^6.0.2",

```

Figura 212. Código fuente de package-lock. json

Archivo package.json

Archivo para el manejo de dependencias, scripts y metadatos relevantes para el proyecto.

```
1 {
2   "name": "agua_potable",
3   "version": "0.0.1",
4   "lockfileVersion": 2,
5   "requires": true,
6   "packages": {
7     "": {
8       "name": "agua_potable",
9       "version": "0.0.1",
10      "dependencies": {
11        "@angular/common": "14.0.0",
12        "@angular/core": "14.0.0",
13        "@angular/forms": "14.0.0",
14        "@angular/platform-browser": "14.0.0",
15        "@angular/platform-browser-dynamic": "14.0.0",
16        "@angular/router": "14.0.0",
17        "@awesome-cordova-plugins/network": "5.44.0",
18        "@capacitor/android": "4.0.1",
19        "@capacitor/app": "4.0.1",
20        "@capacitor/core": "4.0.1",
21        "@capacitor/haptics": "4.0.1",
22        "@capacitor/keyboard": "4.0.1",
23        "@capacitor/status-bar": "4.0.1",
24        "ionic-native/core": "5.36.0",
25        "ionic-native/network": "5.36.0",
26        "ionic-native/sqlite": "5.36.0",
27        "ionic/angular": "6.1.9",
28        "@swimlane/ngx-datatable": "20.0.0",
29        "cordova-plugin-network-information": "3.0.0",
30        "cordova-sqlite-storage": "6.0.0",
31        "ngx-bootstrap": "9.0.0",
32        "ngx-pagination": "6.0.2",
```

Figura 213. Código fuente de package.json