

# Tabla de Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introducción</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Contexto . . . . .  | 1         |
| 1.2. Problema . . . . .  | 1         |
| 1.3. Alternativas analizadas . . . . .                                 | 2         |
| 1.4. Objetivos . . . . .   | 2         |
| 1.4.1. Objetivos Específicos . . . . .                                 | 2         |
| 1.5. Solución . . . . .  | 2         |
| 1.6. Resumen de los resultados . . . . .                               | 3         |
| 1.7. Estructura . . . . .  | 3         |
| <b>2. Estado del Arte</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1. Terminología y Conceptos Principales . . . . .                    | 4         |
| 2.2. Parámetros monitoreados . . . . .                                 | 5         |
| 2.3. Redes de bajo consumo . . . . .                                   | 6         |
| 2.4. Filtrado de ruido . . . . .                                       | 7         |
| 2.4.1. Algoritmos de reducción de ruido en línea: . . . . .            | 7         |
| 2.4.2. Algoritmos de reducción de ruido fuera de línea . . . . .       | 9         |
| <b>3. Problema</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Replicabilidad . . . . .  | 11        |
| 3.2. Escalabilidad . . . . .   | 12        |
| 3.3. Ruido y Fallas . . . . .  | 12        |
| <b>4. Solución Propuesta</b>   | <b>14</b> |
| 4.1. Arquitectura Propuesta . . . . .                                  | 14        |
| 4.1.1. Tecnología Propuesta . . . . .                                  | 15        |
| <b>5. Implementación de la Solución</b>                                | <b>17</b> |
| 5.1. Servidor y protocolo de comunicación . . . . .                    | 17        |
| 5.1.1. Levantamiento de servidor MQTT . . . . .                        | 17        |
| 5.1.2. Levantamiento de servidor HTTP . . . . .                        | 17        |
| 5.1.3. Conexión con la nube de la red . . . . .                        | 18        |
| 5.2. API . . . . .   | 20        |
| 5.2.1. Backend . . . . .   | 20        |
| 5.2.2. Endpoints y esquema de datos . . . . .                          | 21        |
| 5.2.3. Esquemas JSON de paquetes provenientes de redes LPWAN . . . . . | 21        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 5.2.4.    | Externalización de información . . . . .      | 22        |
| 5.3.      | Diseño de base de datos . . . . .             | 23        |
| 5.3.1.    | Caracterización de los datos . . . . .        | 23        |
| 5.3.2.    | Elección de base de datos . . . . .           | 24        |
| 5.3.3.    | Diseño y limitantes . . . . .                 | 25        |
| 5.3.4.    | Implementación . . . . .                      | 26        |
| 5.4.      | Filtrado de datos . . . . .                   | 28        |
| 5.4.1.    | Algoritmos . . . . .                          | 28        |
| 5.4.2.    | Experimentos . . . . .                        | 30        |
| 5.5.      | Interfaz de Usuario . . . . .                 | 33        |
| 5.5.1.    | Plataforma web . . . . .                      | 33        |
| 5.5.2.    | Tablero de control . . . . .                  | 34        |
| 5.5.3.    | Chatbot . . . . .                             | 35        |
| <b>6.</b> | <b>Validación</b>                             | <b>37</b> |
| 6.1.      | Conexión . . . . .                            | 37        |
| 6.2.      | Escalabilidad . . . . .                       | 39        |
| 6.2.1.    | Pruebas de estrés utilizando Jmeter . . . . . | 39        |
| 6.2.2.    | Configuraciones de Jmeter . . . . .           | 39        |
| 6.2.3.    | Configuraciones de Apache: . . . . .          | 40        |
| 6.2.4.    | Configuraciones de WSGI: . . . . .            | 40        |
| 6.2.5.    | Experimentos: . . . . .                       | 40        |
| 6.2.6.    | Experimento 1 . . . . .                       | 40        |
| 6.2.7.    | Experimento 2 . . . . .                       | 40        |
| 6.3.      | Filtrado: . . . . .                           | 42        |
| 6.3.1.    | Medidas de performance . . . . .              | 42        |
| 6.3.2.    | Resultados . . . . .                          | 42        |
| <b>7.</b> | <b>Conclusión</b>                             | <b>45</b> |
| 7.0.1.    | Trabajo a futuro . . . . .                    | 45        |
|           | <b>Glosario</b>                               | <b>47</b> |
|           | <b>Bibliografía</b>                           | <b>48</b> |