

**Universidad Autónoma Juan Misael Saracho**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**



**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN DEL CONSUMO DE  
AGUA DE LOS MEDIDORES Y MONITOREO EN TIEMPO REAL DE LOS  
LECTURADORES A TRAVÉS DE LAS TIC.**

Elaborador por:

- Ricardo Fernando Campos Flores.

Trabajo de grado presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISHAEL SARACHO", como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura de Ingeniería Informática.

**Gestión 2024**  
**Tarija - Bolivia**

---

MSc. Ing. Marcelo Segovia Cortez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍAS**

---

MSc. Ing. Fernando Cortez Michel  
**VICE DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍAS**

**APROBADO POR TRIBUNAL.**

---

Lic. Elizabeth Castro Figueroa

---

Ing. Silvana Paz Ramirez

---

Lic. Marcelo Cespedes Machicao

El tribunal del presente trabajo no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

Dedico el presente proyecto de grado a  
Mis papás: Demostrándoles que no me rendí y seguí adelante para cumplir este sueño por ellos, para que estén orgullosos de este logro que en mi vida marcará un antes y un después.

A mi abuelita: Para que nunca deje de apoyarme.

A mi hermanita: Para que también tenga una meta que cumplir y un sueño que perseguir.

Y a ella: Para que se sienta orgullosa, que mi último esfuerzo fue por ella, y que ese esfuerzo será el que me impulse a continuar mi camino.

### **Agradecimiento**

A mi gran familia, por todo el apoyo que me dieron para que pueda cumplir esta meta, por ser pacientes conmigo.

A mis padres y mi hermanita, por todo el esfuerzo que hacen día a día para que pueda cumplir este sueño, por darme la fuerza de seguir adelante a pesar de tantas contras en este camino, por no dejarme de cuidar y enseñarme que la vida es hermosa.

A mi abuelita, por lo que me enseñó e hizo por mí, cada segundo cuenta y cada momento es realmente importante.

A ella, por darme la oportunidad de tenerme en su vida, dejó esa huella que hizo que esto se haga realidad.

A mis docentes, por la enseñanza que me brindaron, y por darme el apoyo en los momentos importantes durante la carrera.

A mis amigos, por estar en los momentos importantes y ser incondicionales conmigo.

## Contenido

Capítulo I. Generalidades.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	2
1.4. Planteamiento del Problema.....	3
1.4.1. Árbol de Problemas.....	4
1.4.2. Árbol de Objetivos.....	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos.....	6
1.5.3. Limitaciones.....	6
1.7. Beneficiarios.....	7
1.7.1. Beneficiarios directos.....	7
1.7.2. Beneficiarios indirectos.....	7
1.8. Resultados esperados.....	8
1.9. Metodologías de desarrollo.....	8
1.9.1. Metodología XP.....	8
1.9.2. Metodología Mobile D.....	8
1.9.3. Metodología Tradicional - Cursos Presenciales.....	8
1.9.4. Matriz de Marco Lógico.....	9
1.10. Estado del Arte.....	11
1.10.1. Situación Actual desde el Punto de Vista Tecnológico.....	11
1.10.2. Situación Actual desde el Punto de Vista Conceptual (Teórico).....	11
1.10.3. Comparativa de Soluciones Existentes.....	12
1.11. Alternativas del proyecto.....	13
1.12. Cronograma de actividades.....	14
1.13. Presupuesto General.....	15
Capítulo II. Componentes.....	20
2.1. Componente 1.....	20
2.1.1. Metodología de desarrollo.....	20
2.1.1.1. Metodología.....	20
2.1.2. Software.....	21
2.1.4. Fase de Planificación.....	23
2.1.5. Requisitos funcionales.....	23
2.1.6. Requisitos no funcionales.....	26
2.1.7. Planificación Inicial.....	26
2.1.7.1. Casos de uso del negocio.....	26
2.1.7.2. Roles.....	27
2.1.7.3. Identificación de riesgos.....	28
2.1.8. Fase de diseño.....	29
2.1.8.1. Diagrama de casos de uso.....	29
2.1.8.2. Diagrama de clases.....	39

2.1.8.3. Diagrama de secuencias.....	40
2.1.8.4. Modelo de Interfaces.....	48
2.1.9. Fase de codificación.....	66
2.1.9.1. Arquitectura.....	66
2.1.9.2. Estructura de directorios.....	67
2.1.9.3. Lógica del backend.....	68
2.1.9.4. Lógica del frontend.....	70
2.1.10. Fase de pruebas.....	71
2.1.10.1 Pruebas de caja negra.....	71
2.2. componente 2.....	75
2.2.1. Metodología.....	75
2.2.3. Software.....	76
2.2.4. Cronograma de actividades.....	77
2.4.5. Etapa de Exploración.....	78
2.2.6. Requisitos Funcionales.....	78
2.2.7. Requisitos No Funcionales.....	79
2.2.8.1. Etapa de iniciación.....	81
2.2.8.2. Diagrama de clases.....	86
2.2.8.3. Diagrama de secuencias.....	87
2.2.8.4. Modelo de Interfaces.....	91
2.2.9. Fase de producción.....	98
2.3. Componente 3.....	100
2.3.1 Metodología.....	100
2.3.2. Software.....	100
2.3.3. Fases.....	100
2.3.4. Diagnóstico.....	101
2.3.5. Planificación.....	101
2.4. Componente 4.....	102
2.4.1 Metodología.....	102
2.4.2. Software.....	102
2.4.3. Fases.....	102
2.4.4. Diagnóstico.....	103
2.4.5. Planificación.....	103
Capítulo III. Resultados.....	106
3.1. Conclusiones.....	106
3.2. Recomendaciones.....	107
Marco Teórico.....	108
Anexos.....	122

## Índice de figuras

Figura 1: árbol de problemas	4
Figura 2: árbol de objetivos	5
Figura 3: diagrama de casos de uso general	29
Figura 4: caso de uso - Visualizar monitoreo de lectores	30
Figura 5: caso de uso - Administrar lectores	30
Figura 6: caso de uso - Administrar medidores	32
Figura 7: caso de uso - Administrar rutas	34
Figura 8: caso de uso - Administrar críticas	35
Figura 9: caso de uso - Configurar grupos	37
Figura 10: Diagrama de clases	39
Figura 11: Diagrama de secuencia Lista lectores	40
Figura 12: Diagrama de secuencia adicionar lector	40
Figura 13: Diagrama de secuencia modificar lector	41
Figura 14: Diagrama de secuencia modificar credenciales lector	41
Figura 15: Diagrama de secuencia listar medidores	42
Figura 16: Diagrama de secuencia adicionar medidor	42
Figura 17: Diagrama de secuencia modificar medidor	43
Figura 18: Diagrama de secuencia lista rutas	43
Figura 19: Diagrama de secuencia adicionar ruta	44
Figura 20: Diagrama de secuencia modificar ruta	44
Figura 21: Diagrama de secuencia listar críticas	45
Figura 22: Diagrama de secuencia adicionar crítica	45
Figura 23: Diagrama de secuencia modificar crítica	46
Figura 24: Diagrama de secuencia listar grupos	46
Figura 25: Diagrama de secuencia adicionar grupo	47
Figura 26: Diagrama de secuencia modificar grupo	47
Figura 27: Interfaz - Inicio de sesión	48
Figura 28: Interfaz - Perfil	49
Figura 29: Interfaz - Monitoreo	50
Figura 30: Interfaz - Lectores	51
Figura 31: Modal - Nuevo Lector	52
Figura 32: Modal - Modificar Lector	53
Figura 33: Interfaz - Medidores	54
Figura 34: Modal - Nuevo Medidor	55
Figura 35: Modal - Capturar Dirección	56
Figura 36: Modal - Modificar Medidor	57
Figura 37: Interfaz - Rutas	58
Figura 38: Modal - Nueva Ruta	59
Figura 39: Modal - Modificar Ruta	60
Figura 40: Interfaz - Críticas	61



Figura 41: Modal - Nueva Crítica	62
Figura 42: Modal - Modificar Crítica	63
Figura 43: Interfaz - Grupos	64
Figura 44: Modal - Nuevo Grupo	65
Figura 45: Arquitectura componente 1	66
Figura 46: directorio frontend	67
Figura 47: directorio backend	67
Figura 48: endpoints	69
Figura 49: prefixpath	69
Figura 50: prueba de caja negra 1	71
Figura 51: prueba de caja negra 2	73
Figura 52: Diagrama de casos de uso general	81
Figura 53: caso de uso - Registrar medidor	81
Figura 54: caso de uso - Visualizar Historial	83
Figura 55: caso de uso - Visualizar Progreso	84
Figura 56: Diagrama de clases	86
Figura 57: Diagrama de secuencia Registrar Medidores	87
Figura 58: Diagrama de secuencia Visualizar medidor	87
Figura 59: Diagrama de secuencia Lecturar medidor	88
Figura 60: Diagrama de secuencia ver perfil	88
Figura 61: Diagrama de secuencia ver progreso diario	89
Figura 62: Diagrama de secuencia ver progreso semanal	90
Figura 63: Diagrama de secuencia ver historial	90
Figura 64: Interfaz - inicio de sesion	91
Figura 65: Interfaz - Perfil	92
Figura 66: Interfaz - Rutas	93
Figura 67: Interfaz Historial	94
Figura 68: Interfaz - Lista de medidores	95
Figura 69: Interfaz - Detalles medidor	96
Figura 70: Interfaz - Lecturación	97