

## TABLA DE CONTENIDOS

	página
<b>Dedicatoria</b>	<b>I</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>II</b>
<b>Tabla de Contenidos</b>	<b>III</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>VI</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>VIII</b>
<b>Resumen</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>10</b>
1.1. Contexto . . . . .	10
1.2. Definición del problema . . . . .	11
1.3. Objetivos . . . . .	12
1.3.1. Objetivo general . . . . .	12
1.3.2. Objetivos específicos . . . . .	12
1.4. Alcances . . . . .	13
1.5. Propuesta de solución . . . . .	13
1.6. Trabajos relacionados . . . . .	14
1.7. Resumen del capítulo . . . . .	16
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>17</b>
2.1. Conceptos y tecnologías . . . . .	17
2.1.1. Tecnologías utilizadas . . . . .	18
2.2. Metodología . . . . .	20
2.2.1. Análisis del estado del arte . . . . .	20
2.2.2. Análisis de las propuestas . . . . .	20
2.2.3. Desarrollo e implementación PXP . . . . .	20
2.3. Evaluación del proyecto . . . . .	21
2.3.1. Prueba de caja negra . . . . .	21

2.3.2. Prueba de usabilidad SUS . . . . .	22
2.4. Resumen del capítulo . . . . .	23
<b>3. Marco Metodológico</b>	<b>25</b>
3.1. Personal Extreme Programming (PXP) . . . . .	25
3.2. Requisitos . . . . .	26
3.3. Planificación . . . . .	27
3.4. Iteraciones . . . . .	28
3.4.1. Inicio de iteración . . . . .	30
3.4.2. Diseño . . . . .	30
3.4.3. Implementación . . . . .	30
3.4.4. Prueba del sistema . . . . .	30
3.4.5. Retrospectiva . . . . .	30
3.5. Justificación de la metodología . . . . .	31
3.6. Resumen del capítulo . . . . .	31
<b>4. Desarrollo de la solución</b>	<b>32</b>
4.1. Hardware . . . . .	32
4.1.1. Sensores y Componentes . . . . .	32
4.1.2. Diseño de placa de circuito impreso . . . . .	35
4.1.3. Programación de la placa . . . . .	37
4.2. Software . . . . .	38
4.2.1. Arquitectura Física . . . . .	38
4.2.2. Arquitectura Lógica . . . . .	39
4.2.3. Historias de usuario . . . . .	40
4.2.4. Desarrollo de la solución . . . . .	41
4.3. Resumen del Capítulo . . . . .	58
<b>5. Evaluación Experimental</b>	<b>59</b>
5.1. Fases de experimentación del Software . . . . .	59
5.1.1. Definición . . . . .	59
5.1.2. Diseño de la experimentación . . . . .	59
5.1.3. Ejecución de la experimentación . . . . .	60
5.1.4. Sesión de Experimentación . . . . .	61
5.1.5. Análisis de Experimentación . . . . .	61

5.2. Pruebas de caja negra hardware . . . . .	63
5.3. Resumen del Capítulo . . . . .	64
<b>6. Conclusiones</b>	<b>65</b>
6.1. Sobre los Resultados Alcanzados . . . . .	65
6.2. Sobre el Cumplimiento de los Objetivos . . . . .	66
6.2.1. Objetivos específicos . . . . .	66
6.2.2. Objetivo general . . . . .	67
6.3. Trabajo Futuro . . . . .	68
6.4. Resumen del Capítulo . . . . .	69
<b>Bibliografía</b>	<b>70</b>
<b>Anexos</b>	
<b>A: Versiones de las placas de circuito impreso</b>	<b>74</b>
<b>B: Prototipos de las estaciones construidas</b>	<b>78</b>
<b>C: Conversión analógica digital 5V a 3.3V</b>	<b>81</b>
<b>D: Pruebas de campo de radio frecuencia</b>	<b>83</b>
<b>E: Ensamblado de estación meteorológica final</b>	<b>87</b>
<b>F: Pruebas de caja negra</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	página
1.1. Causas de la brecha y riesgo hídrico en los territorios en Chile . . . . .	10
2.1. Representación de una prueba de caja negra . . . . .	22
3.1. Flujo de trabajo utilizado en el proyecto . . . . .	27
4.1. Diseño de circuito impreso V7.0 . . . . .	36
4.2. Flujo de programación del microcontrolador . . . . .	38
4.3. Arquitectura Física . . . . .	39
4.4. Arquitectura Lógica . . . . .	40
4.5. Estructura de árbol de la base de datos . . . . .	43
4.6. Vista Login. . . . .	44
4.7. Vista Google Auth. . . . .	44
4.8. Vista Recuperar Contraseña. . . . .	45
4.9. Vista Registro. . . . .	45
4.10. Clima Soleado. . . . .	46
4.11. Clima Nublado. . . . .	46
4.12. Clima Lluvioso. . . . .	47
4.13. Clima Nocturno. . . . .	47
4.14. Gráfico Humedad. . . . .	48
4.15. Gráfico Temperatura. . . . .	48
4.16. Gráfico Presión Atmosférica. . . . .	49
4.17. Gráfico Lluvia. . . . .	49
4.18. Cambio de Estación . . . . .	50
4.19. Modelo de Penman Monteith . . . . .	52
4.20. Vista consulta consumo hídrico. . . . .	53
4.21. Vista consumo hídrico. . . . .	53
4.22. Circuito Impreso de la Placa. . . . .	54
4.23. Caja Contenedora Prototipo Uno. . . . .	55
4.24. Receptor RF. . . . .	56
4.25. Prototipo Funcional Uno. . . . .	57

A.1. Diseño de circuito impreso V1.0 . . . . .	74
A.2. Diseño de circuito impreso V2.0 . . . . .	75
A.3. Diseño de circuito impreso V3.0 . . . . .	75
A.4. Diseño de circuito impreso V4.0 . . . . .	75
A.5. Diseño de circuito impreso V5.0 . . . . .	76
A.6. Diseño de circuito impreso V6.0 . . . . .	76
A.7. Diseño de circuito impreso V7.0 . . . . .	76
A.8. Receptor de la estación meteorológica . . . . .	77
B.1. Primer prototipo de estación meteorológica . . . . .	78
B.2. Segundo prototipo de estación meteorológica . . . . .	79
B.3. Tercer prototipo de estación meteorológica . . . . .	79
B.4. Primer armado sensores de viento y lluvia . . . . .	80
C.1. Calibración de la dirección del viento a 3.3V . . . . .	81
C.2. Trasformación respuesta analógica a dirección del viento . . . . .	82
D.1. Campo San Clemente . . . . .	83
D.2. Prueba de distancia a 3 kilómetros de radio frecuencia en campo . . . . .	84
D.3. Prueba de distancia a 500 metros lateral de radio frecuencia en ciudad . . . . .	85
D.4. Prueba de distancia a 500 metros rectos de radio frecuencia en ciudad . . . . .	86
E.1. Construcción placa estación meteorológica . . . . .	88
E.2. Armado cableado estación meteorológica . . . . .	89
E.3. Armado empaquetado estación meteorológica . . . . .	90
E.4. Ensamblado caja estación meteorológica . . . . .	91

## ÍNDICE DE TABLAS

	página
1.1. Tabla comparativa de los sistemas existentes . . . . .	16
2.1. Preguntas SUS originales traducidas al español . . . . .	23
3.1. Ejemplo de historia de usuario . . . . .	26
3.2. Planificación de las iteraciones . . . . .	29
4.1. Descripción de las historias de usuario . . . . .	41
5.1. Prueba caja negra #4 - Calculo de Et0 . . . . .	64
F.1. Prueba caja negra #1 - Lectura de datos meteorológicos . . . . .	93
F.2. Prueba caja negra #2 - Visualización de datos en la aplicación móvil . . .	94
F.3. Prueba caja negra #3 - Visualización históricas de datos en la aplicación móvil . . . . .	95
F.4. Prueba caja negra #4 - Calculo de Et0 . . . . .	96
F.5. Prueba caja negra #5 - Visualización de Et0 . . . . .	97
F.6. Prueba caja negra #6 - Soporte múltiples de estaciones . . . . .	98
F.7. Prueba caja negra #7 - Visualización de estaciones . . . . .	98