

ÍNDICE

Lista de figuras	ix
Lista de tablas.....	xiii
Lista de abreviaturas	xv
1. Introducción.....	22
1.1 Introducción	23
1.2 Objetivos de la Tesis.....	26
1.3 Precedentes y motivación	28
1.4 Contribuciones Principales.....	29
1.5 Estructura de la tesis doctoral.....	30
2. Estado de la técnica en tecnologías WSN y Multimedia en agricultura	32
2.1 Introducción	33
2.2 Comparativa de programadores de riego con sistema de comunicaciones y variables de automatización.....	33
2.2.1 Análisis y comparativa de dispositivos telegestionados	35
2.2.2 Comparativa de controladores de riego comunes vs telegestionados	36
2.3 Redes WSN en agricultura.....	37
2.4 Análisis de tecnologías relevantes de monitorización aérea	44
2.5 Trabajos relevantes en minería de datos y redes neuronales	47
2.6 Trabajos relevantes en plataformas de gestión agrícola	49
2.6.1 Análisis de plataformas en agricultura de precisión existentes.....	49
2.6.2 Estudio de otras Plataformas tecnologías en agricultura	54
2.7 Conclusiones.....	54
3. Desarrollo de nodos de control de Riego	56
3.1 Introducción	57
3.2 Protocolo de comunicaciones del nodo controlador de riego.....	68

3.3	Análisis de consumos energéticos.....	72
3.4	Conclusiones.....	73
4.	WSN en monitorización y gestión de riego.....	74
4.1	Introducción	75
4.2	Implementación de WSN en cultivos extensivos al aire libre	75
4.2.1	Descripción del sistema.....	75
4.2.2	Nodos	75
4.2.3	Despliegue de la WSN	78
4.2.4	Arquitectura	78
4.2.5	Arquitectura de datos agronómicos en Gestión de riego	79
4.2.6	Resultados y discusión	85
4.3	Implementación de WSN en cultivos intensivos en interior.....	87
4.3.1	Descripción del sistema.....	87
4.3.2	Nodos	89
4.3.3	Despliegue de la WSN	90
4.3.4	Arquitectura	91
4.3.5	Resultados y discusión	92
4.4	Implementación de redes Ad Hoc con drones análisis de cultivos	98
4.4.1	Descripción del sistema.....	98
4.4.2	Despliegue de la WSN en dispositivos aéreos no tripulados	98
4.4.3	Arquitectura	101
4.4.4	Estudio de rendimiento y resultados en control de sistemas de riego.....	104
4.4.5	Estudio de rendimiento y resultados en control de malas hiervas.....	108
4.5	WSN en control de plagas en cultivos y almacenes	109
4.5.1	Descripción del sistema.....	109
4.5.2	Nodos	110
4.5.3	Despliegue de la WSN	112

4.5.4	Arquitectura	112
4.5.5	Resultados y discusión	113
4.6	Conclusiones.....	117
5.	Gestión y procesamiento de datos	119
5.1	Introducción	120
5.2	Descripción del sistema.....	120
5.3	Implementación de un sistema de gestión de centralizado	121
5.4	Implementación de datos ambientales.....	124
5.4.1	Adquisición de datos de estaciones meteorológicas	124
5.4.2	Estructura de comunicaciones con el middleware y base de datos	125
5.5	Inserción de captura de datos aéreos.....	126
5.5.1	Fuentes de análisis aéreos (drones y satélite)	126
5.5.2	Digitalización de imágenes y estructura de datos.....	127
5.6	Sistema de toma de decisiones.....	128
5.6.1	Estructura del motor de decisiones	128
5.6.2	Comparativa de Algoritmos de optimización	130
5.6.3	Algoritmos de optimización ID3 y C4.5	131
5.6.4	Árboles de decisiones.....	133
5.6.5	Reglas de negocio.....	133
5.6.6	Entrenamiento de Algoritmo	135
5.6.7	Operaciones con reglas DRL.....	136
5.7	Redes Neuronales	139
5.7.1	Modelos NAR, NIO y NARX y algoritmos de entrenamiento.....	139
5.8	Pruebas Rendimiento y Resultados.....	143
5.8.1	Resultados de modelos NAR NIO y NARX en entrenamiento de algoritmos ...	143
5.9	Conclusión	156
6.	Plataforma Tecnológica Multimedia.....	158

6.1	Introducción	159
6.2	Descripción del sistema.....	159
6.3	Arquitectura	160
6.4	Área de Gestión de riego.....	164
6.5	Red Social y divulgación de datos entre usuarios	169
6.5.1	Estructura Red social.....	169
6.5.2	Nivel de intercambio de datos entre usuarios	169
6.6	Pruebas y resultados de rendimiento	170
6.7	Comparativa de PLATEM con otras plataformas	174
6.7.1	Comparativa de PLATEM con APOLLO	175
6.7.2	Comparativa de PLATEM con SmartAkis	175
6.7.3	Comparativa de PLATEM con SIGAgro Asesor	176
6.7.4	Comparativa de PLATEM con Agrivi	177
6.8	Conclusión	177
7.	Conclusions	178
7.1	Introduction	179
7.2	Conclusions	179
7.3	Fulfillment of the objectives	179
7.4	Difficulties found during the process	180
7.5	Personal Contributions.....	180
7.6	Future work.....	182
7.7	Publications derived from the PhD	182
	Bibliografía	185