

# Tabla de Contenido

Nomenclatura	xiv
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	4
1.2.1. Objetivo general . . . . .	4
1.2.2. Objetivos específicos . . . . .	4
1.3. Alcances . . . . .	4
1.4. Estructura del documento . . . . .	5
<b>2. Antecedentes</b>	<b>6</b>
2.1. Estado del arte . . . . .	6
2.2. Impacto de los paneles sobre el cultivo . . . . .	7
2.2.1. Evapotranspiración . . . . .	8
2.3. Beneficios . . . . .	10
2.4. Consideraciones en diseño . . . . .	11
<b>3. Contexto del estudio</b>	<b>15</b>
3.1. Características del cultivo a estudiar . . . . .	16
3.2. Características de la localidad . . . . .	18
3.3. Diseño optimizado . . . . .	20
3.3.1. Tecnología fotovoltaica . . . . .	22
<b>4. Metodología</b>	<b>23</b>
4.1. Parámetros de diseño . . . . .	24
4.1.1. Modos de configuración . . . . .	24
4.1.2. Distancia entre filas de paneles . . . . .	26
4.2. Modelo para el sombreadamiento . . . . .	28
4.2.1. Posición del sol . . . . .	29
4.2.1.1. Ángulo de altitud solar . . . . .	30
4.2.1.2. Ángulo cenital solar . . . . .	30
4.2.1.3. Ángulo azimut solar . . . . .	30
4.2.2. Posición de los paneles . . . . .	31
4.2.2.1. Modo Sun Tracking . . . . .	31
4.2.2.2. Modo Control Tracking . . . . .	33
4.2.2.3. Modo de equilibrio CT/ST . . . . .	33
4.2.3. Posición de la sombra . . . . .	33
4.3. Modelo de radiación sobre el suelo . . . . .	36

4.3.1.	Suelo sin sombra . . . . .	36
4.3.2.	Suelo con sombra . . . . .	38
4.3.2.1.	Emisividad del suelo . . . . .	39
4.3.2.2.	Temperatura del panel . . . . .	39
4.3.2.3.	Factor de visión . . . . .	40
4.4.	Modelo para la potencia generada . . . . .	41
4.4.1.	Radiación global inclinada . . . . .	41
4.4.2.	Eficiencia de conversión . . . . .	42
4.5.	Modelo para evapotranspiración . . . . .	43
<b>5.</b>	<b>Comparación de los modelos</b>	<b>48</b>
5.1.	Modelo sombra . . . . .	48
5.1.1.	Ángulos del sol . . . . .	48
5.1.2.	Metodología . . . . .	48
5.1.3.	Sombra conjunta . . . . .	49
5.1.4.	Áreas sombras . . . . .	52
5.2.	Modelo radiación . . . . .	54
5.3.	Modelo evapotranspiración . . . . .	56
<b>6.</b>	<b>Resultados y discusiones generales</b>	<b>58</b>
6.1.	Parámetros de entrada y principales consideraciones . . . . .	58
6.1.1.	Periodo de evaluación . . . . .	58
6.1.2.	Dimensión terreno . . . . .	59
6.1.3.	Punto de origen . . . . .	60
6.1.4.	Modelo de radiación . . . . .	60
6.1.4.1.	Uso del factor de visión . . . . .	61
6.1.5.	Datos Climáticos . . . . .	62
6.2.	Ángulo de incidencia . . . . .	63
6.3.	Potencia generada . . . . .	65
6.4.	Otros . . . . .	66
<b>7.</b>	<b>Resultado y análisis para campo agrícola</b>	<b>67</b>
7.1.	Radiación . . . . .	67
7.2.	Evapotranspiración . . . . .	68
<b>8.</b>	<b>Resultado y análisis para proyecto agrivoltaico con diseño propuesto</b>	<b>71</b>
8.1.	Sombra . . . . .	71
8.2.	Radiación . . . . .	75
8.3.	Potencia generada . . . . .	77
8.4.	Evapotranspiración . . . . .	78
<b>9.</b>	<b>Resultado y análisis del impacto de los parámetros de diseño</b>	<b>81</b>
9.1.	Objetivos de diseño . . . . .	81
9.1.1.	Sombra . . . . .	83
9.1.2.	Radiación . . . . .	87
9.1.3.	Potencia generada . . . . .	92
9.1.4.	Evapotranspiración . . . . .	93
9.2.	Hora de cambio en modo CT/ST . . . . .	96

9.3.	Altura de la plataforma . . . . .	101
9.3.1.	Sombra . . . . .	101
9.3.2.	Radiación . . . . .	103
9.3.3.	Potencia generada . . . . .	108
9.3.4.	Evapotranspiración . . . . .	108
9.4.	Distancia entre filas de paneles . . . . .	111
9.4.1.	Sombra . . . . .	112
9.5.	Escala del proyecto . . . . .	114
<b>10.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>117</b>
<b>11.</b>	<b>Recomendaciones para investigaciones futuras</b>	<b>120</b>
11.1.	Datos climáticos . . . . .	120
11.2.	Tipo de tecnología fotovoltaica . . . . .	120
11.3.	Modelos . . . . .	121
	<b>Bibliografía</b>	<b>122</b>
	<b>Anexo</b>	<b>127</b>
A.	Diagrama completo del algoritmo desarrollado . . . . .	127
B.	Otros resultados . . . . .	128