

# Índice

Resumen	11	1.2.3.3. Tipos de celdas fotovoltaicas	
0 Introducción	13	1.2.3.3.1. Cristalinidad	
0.1. Contexto	14	1.2.3.3.2. Coeficiente de absorción	36
0.2. Problemática		1.2.3.3.3. Diseño estructural	
0.3. Objetivos		1.2.3.3.4. Otros materiales empleados para la fabricación de celdas fotovoltaicas	37
0.3.1. Objetivo General		1.2.4. Módulo Fotovoltaico	38
0.3.2. Objetivos Específicos		1.2.4.1. Estructura del módulo fotovoltaico	
0.4. Estrategia Metodológica	15	1.2.4.2. Curvas Características	39
0.5. Plan de trabajo	16	1.2.4.2.1. Curva Característica de la celda	
0.6. Alcances	17	1.2.4.2.2. Curva Característica del módulo	40
0.6.1. Límites		1.2.5. Sistemas Fotovoltaicos	41
0.6.2. Finalidades		1.2.5.1. Sistemas Fotovoltaicos aislados (Off-grid)	
1 Antecedentes	19	1.2.5.1.1. Conectados directamente a la carga	
1.1 Energías Renovables no Convencionales: Contexto Nacional	20	1.2.5.1.2. Con regulador de carga y batería	
1.1.1. Energía	21	1.2.5.1.3. Con regulador de carga, batería e inversor	
1.1.2. Energías Renovables		1.2.5.2. Sistemas fotovoltaicos conectados a la red (On-grid)	42
1.1.3. Energías Renovables no Convencionales	22	1.2.5.3. Sistemas híbridos	43
1.1.4. Política Ambiental		1.2.6. Sistemas de seguimiento	
1.1.4.1. Ley N° 19.300		1.2.6.1. Seguimiento con dos ejes	
1.1.5. Institucionalidad Ambiental	23	1.2.6.2. Seguimiento con un eje	44
1.1.6. Política energética		1.2.6.3. Sin seguimiento	
1.1.6.1. Ley N° 20.257		1.2.7. Encapsulamiento fotovoltaico: Problemas frecuentes	45
1.1.7.1. Ley N° 20.571		2 Experimentación	47
1.2 Energía Solar Fotovoltaica	26	2.1 Experimentación de procesos y materiales encapsulantes	48
1.2.1. Radiación Solar	27	2.1.1. Material encapsulante: Silicona	49
1.2.1.1. Tipos de radiación solar		2.1.1.1. Silicona: Proceso 1	
1.2.1.2. Factores que influyen en las proporciones de radiación recibida	28	2.1.1.2. Silicona: Proceso 2	54
1.2.1.3. Movimiento Solar		2.1.1.3. Silicona: Proceso 3	57
1.2.1.4. Instrumentos de medición	29	2.1.1.4. Silicona: Proceso 4	58
1.2.2. El efecto fotovoltaico	31	2.1.2. Material encapsulante: EVA	59
1.2.2.1. Historia		2.1.2.1. EVA: Proceso 1	
1.2.2.2. Conceptos básicos	32	2.1.2.2. EVA: Proceso 2	60
1.2.2.3. Materiales semiconductores		2.1.3. Material encapsulante: EVA y mica	61
1.2.2.4. Unión "p-n"	33	2.1.3.1. EVA y mica: Proceso 1	
1.2.2.5. Ancho de banda prohibido o "GAP de energía"		2.1.3.2. EVA y mica: Proceso 2	
1.2.3. Celda fotovoltaica	34	2.1.4. Cálculo de eficiencia de módulos fotovoltaicos según su material encapsulante	63
1.2.3.1. Historia		2.1.4.1. Módulo fotovoltaico encapsulado con Silicona	
1.2.3.2. Funcionamiento	35	2.1.4.2. Módulo fotovoltaico encapsulado con EVA	64

2.1.4.3. Curvas Características de módulos fotovoltaicos con diferentes tipos de encapsulamiento	66	3.1.2.1. Características	
2.2 Fabricación de serie corta de módulos fotovoltaicos	69	3.1.2.2. Almacenamiento de módulos	
2.2.1. Experimentación en el proceso de soldado de módulos fotovoltaicos		3.1.2.3. Desinstalación de módulos	108
2.2.2. Encapsulado de módulos fotovoltaicos para aplicación en prototipo físico enfocado Eolian 4	71	3.1.2.4. Instalación de módulos	109
2.2.3. Pruebas de eficiencia	72	3.1.2.5. Deterioro en carrera	110
2.2.4. Evaluación de encapsulado en ISC Konstanz, Alemania	73	3.2 Aplicaciones fijas	112
2.2.5. Conclusiones del proceso		3.2.1. Tipos de encapsulados fotovoltaicos	113
2.3 Experimentación y fabricación de instrumental para el soldado y manipulación de celdas fotovoltaicas	74	3.2.2. Puntos de instalación de módulos fotovoltaicos	114
2.3.1. Fabricación de placa para soldado de celdas individuales	75	3.2.3. Fabricación de soportes	115
2.3.2. Fabricación de placas para soldado y manipulación de Strings	77	3.2.4. Instalaciones en Santiago	116
2.4 Experimentación en materiales y procesos, de soldado y encapsulado fotovoltaico sobre placas de calor	78	3.2.4.1. Análisis del deterioro	
2.4.1. Contexto	79	3.2.5. Instalaciones en Valdivia	118
2.4.2. Manipulación del tabwire		3.2.5.1. Análisis del deterioro	
2.4.3. Aplicación del flux	80	4 Conclusiones	120
2.4.4. Soldado de celdas por ambas caras simultáneamente	81	5 Bibliografía	122
2.4.5. Elección del tipo de tabwire a utilizar	82	6 Anexos	126
2.4.6. Soldado de cadena de celdas (strings)	84		
2.4.7. Soldado de buswire: Conexión de cadenas			
2.4.8. Fabricación de mesa de calor para encapsular	85		
2.4.9. Capa superior: Barniz aerosol sellante transparente			
2.5 Experimentación para la incorporación de soporte fotovoltaico	86		
2.5.1. Observación	87		
2.5.2. Experimentación con materiales			
2.6 Resultados: Proceso de fabricación de módulos fotovoltaicos	90		
2.6.1. Resultado: Proceso de soldado de celdas fotovoltaicas	91		
2.6.2. Resultado: Proceso de soldado de módulos fotovoltaicos	94		
2.6.3. Resultado: Proceso de encapsulado de módulos fotovoltaicos	95		
3 Aplicaciones	99		
3.1 Aplicaciones móviles	100		
3.1.1. Vehículo Solar Biplaza Eolian 4	101		
3.1.1.1. Características			
3.1.1.2. Fabricación	102		
3.1.1.3. Instalación	103		
3.1.1.4. Resultados	105		
3.1.1.5. Deterioro en carrera	106		
3.1.2. Vehículo Híbrido Protean 3	107		