



# **CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

## **Energía solar, eólica y geotermia**





## Índice

<b>¿QUÉ APRENDERÁ?</b>	<b>8</b>
<b>PARTE PRIMERA</b>	<b>9</b>
Energías renovables.	9
<b>Capítulo 1. Ingeniería de las nuevas fuentes de energía. Energías renovables.</b>	<b>9</b>
1. Energía renovable.	9
2. Clasificación de fuentes de energía renovable.	11
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>15</b>
La geoingeniería.	15
<b>Capítulo 2. Cogeneración</b>	<b>20</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>28</b>
Directiva de Energías renovables. Plan de Energías Renovables 2011-2020	28
<b>PARTE SEGUNDA</b>	<b>32</b>
Energía Solar	32
<b>Capítulo 3. Energía Solar</b>	<b>32</b>
1. La energía solar como energía renovable.	32
2. Energía Solar Térmica. Energía termosolar.	33
3. Energía solar fotovoltaica.	35
<b>Capítulo 4. Energía solar fotovoltaica.</b>	<b>40</b>
1. Evolución histórica de la utilización de la energía solar.	40
2. Concepto de energía solar fotovoltaica.	42
3. Clases de instalaciones solares fotovoltaicas.	42
4. Los paneles fotovoltaicos.	43
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>49</b>
<b>Energía fotovoltaica e incorporación de energías renovables en la edificación</b>	<b>49</b>
1. Fundamentos de la tecnología fotovoltaica (FV)	49
2. Tipos y aplicaciones en la edificación	49
Sistemas FV de conexión a red	49
Sistemas FV aislados	49
3. Partes de la instalación	49
Módulos fotovoltaicos	49
Cableado de módulos y caja de conexiones	49
Interruptor principal de DC	49
Inversores FV	49
Inversores para conexión a red (Inversor DC-AC)	49
Inversores para sistemas aislados	49
Baterías	49
Regulador de carga	49
4. Integración en la edificación	49
Orientación e inclinación de la instalación	49
Configuración óptima para los módulos FV	49



Tipologías de integración en la edificación	49
Instalaciones FV montadas sobre cubiertas inclinadas	49
Instalaciones integradas en cubiertas inclinadas	49
Instalaciones FV montadas sobre cubiertas planas	49
Instalaciones integradas en cubiertas planas	49
Instalaciones FV montadas sobre fachada	49
Instalaciones FV integradas en fachada	50
Lucernarios fotovoltaicos	50
Pérgolas fotovoltaicas (Brise Soleil)	50
Otras consideraciones: modificación del panel	50
Soluciones compositivas sin modificar el panel	50
Soluciones compositivas modificando el panel	50
Instalaciones en edificios de nueva construcción y edificios existentes	50
<b>5. Viabilidad técnica, económica y amortización</b>	<b>50</b>
Viabilidad técnica	50
Viabilidad económica	50
<b>6. Ejemplos</b>	<b>50</b>
Estudio amortización de la inversión	50
<b>PARTE TERCERA</b>	<b>67</b>
<b>Energía Eólica</b>	<b>67</b>
<b>Capítulo 5. Energía Eólica.</b>	<b>67</b>
1. ¿Qué es la energía eólica?	67
2. Ventajas y desventajas de la energía eólica.	68
3. El valor económico de la energía eólica.	71
4. Antecedentes de la energía eólica.	72
<b>Capítulo 6. Aeroturbinas y aerogeneradores.</b>	<b>77</b>
1. Aeroturbinas y aerogeneradores.	77
2. El rotor.	80
3. Sistema de control. Protección frente al exceso de viento.	81
4. Sistemas de almacenamiento o de generación eléctrica.	83
5. Parque eólico con aerogeneradores con torres y rotores de gran diámetro.	84
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>87</b>
Aerodinámica de aeroturbinas y aerogeneradores.	87
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>91</b>
El impacto medioambiental y la seguridad de los parques eólicos.	91
1. Flora y fauna.	92
2. Impacto visual	93
3. Ruido	93
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>97</b>
Energía eólica marina.	97
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>109</b>
Folleto de empresa dedicada a la fabricación de tecnología, el diseño, promoción, construcción y explotación de instalaciones de parques eólicos.	109
<b>Capítulo 7. Biocombustibles.</b>	<b>118</b>



<b>PARTE CUARTA</b>	<b>128</b>
Geotermia. Ingeniería de la edificación y obra pública.	128
<b>Capítulo 8. Introducción a la geotermia.</b>	<b>128</b>
1. Antecedentes históricos de de la explotación de energía geotérmica.	128
2. ¿Qué es la geotermia?	129
a. Geotermia de alta y media temperatura	130
b. Geotermia de baja temperatura.	130
3. Clases de energía geotérmica.	130
a. Energía Geotérmica de Alta Entalpía.	130
b. Energía Geotérmica de Baja Entalpía.	131
4. Ventajas ecológicas	131
5. Aplicaciones de la geotermia.	132
6. Los sistemas de Cogeneración. Un sistema mixto.	132
<b>TALLER DE TRABAJO.</b>	<b>135</b>
La energía geotérmica	135
<b>CHECK-LIST</b>	<b>144</b>
Energía geotérmica de temperaturas medias.	144
Energía geotérmica de baja temperatura.	144
Energía geotérmica de muy baja temperatura.	144
Ventajas y desventajas de la geotermia.	144
<b>Capítulo 9. Tipos de campos geotérmicos.</b>	<b>146</b>
1. Tipos de campos geotérmicos en función de la temperatura del agua.	146
2. Geotermia y geofísica.	147
3. Áreas térmicas.	149
4. Estructura de los sistemas geotérmicos.	149
5. Sistemas geotérmicos.	150
6. Usos generales de la geotermia.	150
a. Balnearios.	150
b. Calefacción y agua caliente sanitaria.	150
7. Invernaderos, piscifactorías, etc.	150
8. Los acuíferos y pozos de explotación.	152
9. Flujo de agua subterránea como condicionante geotécnico.	155
10. El dimensionamiento de las sondas geotérmicas.	156
<b>Capítulo 10. Análisis preliminar de instalaciones geotérmicas.</b>	<b>158</b>
1. Estudio preliminar de temperaturas en subsuelo previo a perforaciones geotérmicas.	158
2. Análisis de viabilidad económica de perforaciones geotérmicas.	159
<b>TALLER DE TRABAJO.</b>	<b>163</b>
¿Cuándo es rentable? Depende de la longitud del intercambiador geotérmico	163
<b>TALLER DE TRABAJO.</b>	<b>165</b>
Las condiciones geológicas y los métodos de perforación más idóneos para la instalación geotérmica elegida.	165



<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>167</b>
Principales edificaciones europeas con energía geotérmica.	167
<b>Capítulo 11. La geotermia en la Directiva Europea 2009/28/CE.</b>	<b>169</b>
<b>Capítulo 12. Energía geotérmica en edificios y viviendas.</b>	<b>173</b>
1. Energía geotérmica superficial en el ámbito de la edificación.	173
2. Intercambiadores de calor subsuelo / superficie.	173
3. Calefacción y refrigeración de edificios.	174
4. Circuitos de energía geotérmica en edificios.	174
a. Equipo de bombeo y acondicionamiento.	175
b. Sistema cerrado de tuberías.	175
5. Circuitos de energía geotérmica en urbanizaciones o barrios.	175
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>177</b>
Sistema geotérmico para la climatización de una urbanización de 220 viviendas en Madrid	177
1. Descripción del sistema geotérmico. Ficha técnica campo de sondeos geotérmicos.	177
2. Realización del sistema geotérmico.	177
<b>Capítulo 13. Cimentación geotérmica en proyectos de rehabilitación de edificio.</b>	<b>187</b>
<b>Capítulo 14. La geotermia en la obra pública.</b>	<b>191</b>
1. La geotermia en la obra pública.	191
2. No aprovechar la energía geotérmica de un túnel es un derroche.	191
3. Túneles termoactivos.	192
4. Estaciones de tren y metro. El metro de Viena.	194
5. Aeropuertos. Deshielo de pistas.	194
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>198</b>
Energía geotérmica para eliminar hielo y nieve en carreteras y aeropuertos	198
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>200</b>
Geotermia en el AVE. Estación de Cuenca- "Estación Sostenible 360°"	200
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>202</b>
Almacenamiento subterráneo de energía geotérmica.	202
<b>Capítulo 15. Equipos de aclimatación por geotermia. Bombas de calor.</b>	<b>205</b>
1. Bombas de calor geotérmicas.	205
2. Captadores geotérmicos. Bombas de calor.	206
3. Clases de bombas de calor y difusores geotérmicos: horizontales o verticales, y mixtos	207
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>209</b>
Comparativa entre bomba de calor geotérmica y bomba de calor convencional.	209
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>211</b>
Bomba de calor geotérmica.	211



<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>216</b>
La bomba de calor tecnológicamente más avanzada.	216
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>218</b>
Sistemas mixtos para compensar el desgaste de las bombas de calor geotérmicas.	218
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>219</b>
Bombas de calor geotérmicas	219
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>220</b>
Intercambiadores geotérmicos verticales	220
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>223</b>
Intercambiadores geotérmicos subterráneos.	223
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>225</b>
Sondeos geotérmicos	225
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>227</b>
Sondas geotérmicas	227
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>228</b>
Anticongelantes y fluidos circulantes	228
<b>Capítulo 16. Perforaciones en el terreno.</b>	<b>229</b>
1. Circuitos horizontales (más baratos) y verticales (más caros).	229
2. Pilotes energéticos o cimentaciones geotérmicas activas.	230
3. Estudio geotécnico preliminar a la perforación geotérmica.	232
4. Sondas geotérmicas y protocolo de pruebas de estanqueidad en pilotes.	233
5. Clases de pilotes geotérmicos.	234
6. Conexión de pilotes a tuberías.	235
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>237</b>
El Código técnico de la edificación y los pilotes geotérmicos.	237
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>240</b>
Ensayos técnicos comparativos de eficiencia en pilotes y pantallas geotérmicas.	240
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>242</b>
Los pilotes geotérmicos de cemento armado. Pilotes prefabricados	242
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>245</b>
Rellenos en las perforaciones para optimizar la conductividad.	245
<b>Capítulo 17. Cimentación geotérmica en España.</b>	<b>246</b>
1. Potencialidad a poca profundidad.	246
2. Zonas más idóneas para producir energía geotérmica en España.	246
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>247</b>
<b>La geotermia es la clave de la edificación sostenible.</b>	<b>247</b>
Ejemplo de aplicación de geotermia en pequeño bloque de viviendas y uso de una bomba de calor geotérmica.	247



1. Los usos _____	247
• Calefacción. _____	247
• Refrescamiento activo y pasivo. _____	247
• Agua caliente sanitaria. _____	247
• Climatización de piscinas. _____	247
<b>2. Eficiencia (COP) _____</b>	<b>247</b>
<b>3. Ahorro _____</b>	<b>248</b>
<b>4. Ventajas. _____</b>	<b>248</b>
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>249</b>
Ejemplo de Edificio Geotérmico. _____	249
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>252</b>
Geotermia de baja entalpía en hospitales. _____	252
<b>TALLER DE TRABAJO. _____</b>	<b>256</b>
Residencia de tercera edad con energía geotérmica. _____	256
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>258</b>
Bomba de Calor en aprovechamientos geotérmicos. _____	258
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>302</b>
Pilotes termoactivos. _____	302
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>308</b>
Cimentación termoactiva. _____	308
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>315</b>
Ficha técnica de bomba de calor tierra-agua (geotérmica). _____	315
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>320</b>
Instalación de un sistema de aprovechamiento geotérmico "llave en mano". _____	320
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>327</b>
Bomba geotérmica y circuito cerrado mediante un fluido calor-transportador (agua-glicol) _____	327
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>332</b>
Informe técnico de instalación geotérmica para 4000 m <sup>2</sup> , tres plantas. _____	332
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>376</b>
Aprovechamiento geotérmico de la energía residual de los sistemas de infraestructuras urbanas subterráneas _____	376
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>382</b>
Guía pública informativa de geotermia en la edificación. _____	382





## ¿QUÉ APRENDERÁ?



- **Ingeniería de las nuevas fuentes de energía. Energías renovables.**
- **Energía fotovoltaica e incorporación de energías renovables en la edificación.**
- **Ventajas y desventajas de la energía eólica.**
- **Parque eólico con aerogeneradores con torres y rotores de gran diámetro.**
- **El impacto medioambiental y la seguridad de los parques eólicos.**
- **Energía eólica marina.**
- **Geotermia.**
- **Cimentación geotérmica en proyectos de rehabilitación de edificio.**
- **El Código técnico de la edificación y los pilotes geotérmicos.**



## PARTE PRIMERA

### *Energías renovables.*

## Capítulo 1. Ingeniería de las nuevas fuentes de energía. Energías renovables.



### *1. Energía renovable.*