



# **CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA Y GESTIÓN DE RESIDUOS.**





## Índice

<b>¿QUÉ APRENDERÁ?</b>	<b>9</b>
<b>PARTE PRIMERA.</b>	<b>10</b>
Desalación de agua marina y salobre.	10
<b>Capítulo 1. Mercado Internacional del agua. Desequilibrios internacionales.</b>	<b>10</b>
1. Desequilibrios internacionales de disponibilidad del agua.	10
2. El ejemplo de la ingeniería del agua en España.	11
3. El problema económico: los costes de la desalinización.	12
4. La desalinización y el medioambiente.	12
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>15</b>
La desalinización como la gran industria del futuro.	15
1. 250 millones de personas en todo el mundo dependen de la desalinización para su abastecimiento de agua	15
2. Las tecnologías futuras	16
3. Desalinizadoras en España	17
<b>Capítulo 2. Desalación.</b>	<b>19</b>
1. ¿Qué es la desalación del agua?	19
2. ¿Qué es una planta desaladora?	20
3. Procedimientos de desalación.	21
a. Electrodialisis (EDR)	21
b. Ósmosis inversa	21
<b>Capítulo 3. Etapas de la ósmosis inversa.</b>	<b>22</b>
1. Etapas de la ósmosis inversa	22
2. La captación de agua de mar	22
3. El pretratamiento de una instalación de desalinización.	22
a. Pretratamientos para los procesos de desalación por membranas.	23
b. Pretratamientos físico-químicos (decantación, filtración, etc.)	24
b. Pretratamiento mediante membranas	27
c. Pretratamientos para procesos de destilación.	31
4. Recuperación de energía. Bombeo de alta presión	33
5. Proceso de ósmosis inversa.	33
6. Postratamiento.	34
7. Vertido de salmuera	34
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>35</b>



Los consumos de energía en la desalación marina. Bases físicas de la ósmosis.	35
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>38</b>
Salmuera. Nuevas generaciones de membranas y cámaras isobáricas como soluciones al impacto medioambiental de la salmuera.	38
1. Salmuera. Las afecciones a las praderas de posidonia	38
2. Nuevas generaciones de membranas y cámaras isobáricas como soluciones al impacto medioambiental de la salmuera.	39
<b>Capítulo 4. Consultoría y asistencia técnica de supervisión, ambiental en las plantas desaladoras.</b>	<b>41</b>
1. Vertidos	41
2. Efectos negativos de la salmuera	45
3. Estrategia de vertido.	45
4. Metodología	46
<b>Capítulo 5. Técnicas de desalación. Ósmosis inversa.</b>	<b>51</b>
1. Las tecnologías de membrana. Membrana semipermeable.	51
2. Densidad de empaquetado de membrana.	52
3. Membrana en tubo de PVC. Fibras.	53
4. Las fórmulas de la ósmosis inversa	54
5. La capacidad de una planta desaladora por ósmosis inversa.	55
6. Nanofiltración	57
7. Electrodiálisis.	57
8. Espaciadores. Láminas de polietileno.	59
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>61</b>
Gestión integral de proyectos de osmosis inversa.	61
<b>TALLER DE TRABAJO.</b>	<b>68</b>
Proyecto básico de la estación de desalación de agua de mar mediante ósmosis inversa.	68
1. Justificación económica del proyecto.	68
2. Contenido del proyecto.	73
. Memoria	74
. Anexo A - Dimensionado de Equipos	74
. Anexo B - Cálculos Hidráulicos	74
. Anexo C - Hojas de Datos Técnicos	74
. Anexo D - Estudio de Impacto Ambiental	74
. Anexo E - Sistema de Abastecimiento de Agua en Sitges	74
. Anexo F - Estudio Económico de Explotación	74
. Anexo G - Garantías	74
3. Capacidad de la instalación	74



<b>4. Características del agua del mar y concentraciones de las sales disueltas.</b>	<b>74</b>
<b>5. Calidad del agua desalada. Valores paramétricos para el agua potable.</b>	<b>75</b>
<b>6. Obras e instalaciones necesarias para la ejecución de las distintas fases del proceso.</b>	<b>76</b>
• Toma de agua de mar	76
• Cloración del agua de mar	76
• Pretratamiento	76
• Coagulación	76
• Ajuste de pH	76
• Filtración sobre lecho de arena	77
• Dosificación inhibidor de precipitaciones	77
• Eliminación de cloro residual	77
• Filtros de cartucho	77
• Osmosis inversa	77
• Bombeo de alta presión	77
• Módulos de osmosis inversa	77
• Sistema de regulación	77
• Lavado de membranas	77
• Bombeo de desplazamiento	77
• Remineralización agua permeada	77
• Almacenamiento de agua tratada	77
• Tuberías	77
• Servicios auxiliares	77
• Aparatos de medición y control	77
• Instalación eléctrica	77
<b>7. Instalaciones</b>	<b>78</b>
a. Toma de agua de mar	78
b. Cloración del agua de mar	80
c. Pretratamiento. PH	81
d. Filtración sobre lecho de arena	82
e. Dosificación inhibidor de precipitaciones	84
f. Eliminación de cloro residual	84
g. Filtros y carcasas.	85
h. Osmosis inversa	86
i. Bombeo de alta presión y recuperación de energía. Bomba y turbina.	86
j. Membranas y módulos de osmosis inversa	88
j. Control de calidad del agua.	89
k. Lavado de membranas	90
l. Remineralización agua permeada	91
<b>8. Almacenamiento de agua tratada y tuberías.</b>	<b>92</b>
<b>9. Medición y control.</b>	<b>95</b>
<b>10. Captación agua de mar, impulsión y tubería de restitución de salmuera.</b>	<b>99</b>
<b>11. Edificio de proceso.</b>	<b>101</b>
<b>12. Depósito de agua tratada.</b>	<b>101</b>
<b>13. Control técnico y puesta a punto.</b>	<b>102</b>
<b>Capítulo 6. Tecnología de la desalación.</b>	<b>104</b>



1. Técnicas de destilación _____	104
2. Procesos de evaporación. _____	104
<b>TALLER DE TRABAJO</b> _____	<b>108</b>
Ejemplos reales de plantas desaladoras. _____	108
<b>TALLER DE TRABAJO.</b> _____	<b>112</b>
Software de diseño de plantas desaladoras de gran tamaño. _____	112
<b>Capítulo 7. Postratamiento del agua desalada. Calidad del agua.</b> _____	<b>122</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b> _____	<b>130</b>
El manual de operación y mantenimiento. _____	130
<b>PARTE SEGUNDA</b> _____	<b>139</b>
Plantas potabilizadoras. _____	139
<b>Capítulo 8. Plantas potabilizadoras</b> _____	<b>139</b>
1. Plantas potabilizadoras _____	139
2. Funcionamiento. _____	139
a. Captación de las aguas. _____	139
b. Desarenador. _____	140
c. Bombeo de baja _____	140
d. Cámara de mezcla. _____	140
e. Decantador. _____	140
f. Filtros. _____	140
g. Desinfección. _____	140
h. Depósito _____	140
i. Control final _____	140
<b>TALLER DE TRABAJO</b> _____	<b>141</b>
Plantas potabilizadoras estandarizadas. Módulos de potabilización. _____	141
<b>TALLER DE TRABAJO</b> _____	<b>167</b>
Plantas potabilizadoras móviles prefabricadas. _____	167
<b>PARTE TERCERA</b> _____	<b>177</b>
Saneamiento de aguas residuales urbanas. _____	177
<b>Capítulo 9. El origen del saneamiento de Aguas residuales urbanas.</b> _____	<b>177</b>
1. Evolución histórica del saneamiento de las aguas residuales. _____	177
2. La gestión privada del servicio público de gestión de aguas residuales. _____	180
<b>Capítulo 10. Tratamiento de Aguas residuales urbanas. Reutilización.</b> _____	<b>182</b>
1. Tratamiento de aguas residuales _____	182
2. Tipos de tratamiento de aguas residuales urbanas. _____	182
a. Pretratamiento. _____	182
b. Tratamiento primario o tratamiento físico-químico. _____	182



c. Tratamiento secundario o tratamiento biológico. _____	183
d. Tratamiento terciario, de carácter físico-químico o biológico. _____	183
<b>3. La Política Europea del Agua. Estrategias para combatir la contaminación de las aguas. Directiva sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas en materia de saneamiento y depuración de aguas residuales. _____</b>	<b>183</b>
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>192</b>
<b>Sistema completo de reutilización de aguas residuales. _____</b>	<b>192</b>
<b>CHECK-LIST _____</b>	<b>207</b>
Red de saneamiento. Evacuación de Aguas Residuales. _____	207
Evacuación de Aguas Residuales. _____	207
Aguas pluviales y aguas negras. _____	207
Configuración de los sistemas de evacuación. _____	207
Diseño y construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales. _____	207
Tratamiento de aguas residuales _____	207
Tipos de tratamiento de aguas residuales urbanas _____	207
Pretratamiento _____	207
Tratamiento primario _____	207
Tratamiento secundario _____	207
EDAR (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales) _____	207
Esquema de distribución general de una red de saneamiento y las posibles variaciones del mismo. _____	207
Requerimientos constructivos y de agrupación que debe cumplir un esquema de red. _____	207
Pruebas y controles que debe cumplir la red, para su correcta puesta en obra, como de las operaciones de mantenimiento necesarias a posteriori, para garantizar su correcto funcionamiento. _____	207
Aparatos sanitarios. _____	207
Colectores de aparatos. _____	207
Red vertical: bajantes y canalones. _____	207
Red horizontal: albañales. _____	208
Arquetas. _____	208
Válvulas anti retorno de seguridad. _____	208
Tratamiento de Aguas residuales urbanas. Reutilización. _____	208
Aparatos sanitarios. _____	208
Colectores de aparatos. _____	208
Red vertical: bajantes y canalones. _____	208
Red horizontal: albañales. _____	208
Arquetas. _____	208
Válvulas anti retorno de seguridad. _____	208
<b>PARTE CUARTA. _____</b>	<b>209</b>
<b>Conducciones y canalizaciones de agua. _____</b>	<b>209</b>
<b>Capítulo 11. Conducciones y canalizaciones de agua. _____</b>	<b>209</b>
<b>1. Sistemas de conducción de agua. _____</b>	<b>209</b>
<b>2. El problema de la corrosión de canalizaciones metálicas y de hormigón. _____</b>	<b>210</b>
<b>3. Tuberías de materiales plásticos y poliéster reforzado con fibra de vidrio. _____</b>	<b>210</b>
a. Termoplásticos. _____	211
b. Termoestables. _____	211
<b>TALLER DE TRABAJO _____</b>	<b>213</b>
<b>Recomendaciones para la instalación de redes de abastecimiento de agua potable. _____</b>	<b>213</b>



<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>246</b>
<b>Conductos prefabricados de hormigón.</b>	<b>246</b>
<b>1. Normativa europea armonizada de los conductos de hormigón (Instrucción EHE-08, UNE-EN 1916:2008, UNE-EN 127916:2014, UNE-EN 1917:2008, UNE-EN 127917:2005).</b>	<b>246</b>
<b>2. Resistencia a los ataques químicos y biológicos.</b>	<b>247</b>
a. Resistencia a las sales solubles	247
b. Resistencia al ataque por sulfatos.	247
c. Resistencia a la carbonatación.	248
d. Resistencia a los ácidos.	248
e. Lixiviación por aguas puras.	249
f. Resistencia a la reacción árido-álcali.	250
g. Resistencia a la corrosión de la armadura.	250
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>258</b>
<b>Pozos de hormigón para saneamiento con fibras de acero prefabricado (UNE 127917, EN 1917).</b>	<b>258</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>265</b>
<b>Tubería de materiales termoplásticos</b>	<b>265</b>
<b>Capítulo 12. Régimen de presión hidráulica en el sistema de distribución del agua.</b>	<b>266</b>
<b>1. Régimen de presión hidráulica en el sistema de distribución del agua.</b>	<b>266</b>
<b>2. Normativa, reglamentación y certificación</b>	<b>267</b>
a. Las normas europeas de tuberías de materiales plásticos.	268
b. La Reglamentación técnica en España.	268
<b>3. Marcado y trazabilidad de las tuberías.</b>	<b>269</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>270</b>
<b>Características de los tubos de materiales plásticos.</b>	<b>270</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>282</b>
<b>La certificación ISO 14001 de AENOR para la producción de tubos para la conducción de agua en fundición dúctil.</b>	<b>282</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>291</b>
<b>Tubos de PVC</b>	<b>291</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>299</b>
<b>Tuberías de polietileno</b>	<b>299</b>
<b>TALLER DE TRABAJO</b>	<b>302</b>
<b>Soldadura térmica en tuberías de polietileno.</b>	<b>302</b>
<b>TALLER DE TRABAJO.</b>	<b>340</b>
<b>Tuberías resina de poliéster, fibras de vidrio y arena o sílice.</b>	<b>340</b>
<b>TALLER DE TRABAJO.</b>	<b>343</b>
<b>Tuberías de poliéster reforzado con fibras de vidrio.</b>	<b>343</b>





## ¿QUÉ APRENDERÁ?



- **La desalinización como la gran industria del futuro.**
- **¿Qué es una planta desaladora?**
- **Plantas potabilizadoras.**
- **Saneamiento de aguas residuales urbanas.**
- **Sistema completo de reutilización de aguas residuales.**
- **Conducciones y canalizaciones de agua.**

## PARTE PRIMERA.

*Desalación de agua marina y salobre.*

### Capítulo 1. Mercado Internacional del agua. Desequilibrios internacionales.



#### *1. Desequilibrios internacionales de disponibilidad del agua.*