

# Índice

Prefacio	11	2.5.2	Conductividad térmica	38
Agradecimientos	11	2.5.3	Calor específico	38
<b>1. Introducción</b>	<b>13</b>	2.5.4	Capacidad térmica	38
1.1 La tierra como material de construcción	13	2.5.5	Pérdida y ganancia térmica	39
1.2 Sobre la historia de la construcción con barro	13	2.5.6	Decrecimiento y retraso térmico	39
1.3 Qué debemos saber de la tierra como material de construcción	16	2.5.7	Expansión térmica	39
1.4 Mejoramiento del clima interior	19	2.5.8	Comportamiento en relación al fuego	40
1.4.1 Generalidades	19	2.6	Resistencia	40
1.4.2 Humedad del aire y salud	19	2.6.1	Cohesividad	40
1.4.3 Influencia del intercambio de aire en la humedad del aire	20	2.6.2	Resistencia a la compresión	40
1.4.4 El efecto del barro en el balance de la humedad	20	2.6.3	Resistencia a la tracción	41
1.5 Prejuicios contra la tierra como material de construcción	22	2.6.4	Resistencia a la flexión	41
<b>2. Propiedades de la tierra como material de construcción</b>	<b>23</b>	2.6.5	Adhesión	41
2.1 Composición	23	2.6.6	Resistencia a la abrasión	41
2.1.1 Generalidades	23	2.6.7	Módulo de elasticidad	42
2.1.2 Arcilla	23	2.7	Valor pH	42
2.1.3 Limo, arena y grava	24	2.8	Radiactividad	42
2.1.4 Distribución granulométrica	24	2.9	Protección a ondas electromagnéticas de alta frecuencia	42
2.1.5 Componentes orgánicos	24	2.10	Contenido Primario de Energía (CPE)	43
2.1.6 Agua	24	<b>3. Preparación del barro</b>	<b>45</b>	
2.1.7 Porosidad	24	3.1	Generalidades	45
2.1.8 Superficie específica	25	3.2	Humedecimiento, trituración y mezcla	45
2.1.9 Densidad	25	3.3	Tamizado	47
2.1.10 Compactibilidad	25	3.4	Disolver barro	47
2.2 Ensayos para analizar la composición de la tierra	25	3.5	Curado	47
2.2.1 Generalidades	25	3.6	Reducción del contenido de arcilla o rebajado	47
2.2.2 Análisis combinado de tamizado y sedimentación	25	<b>4. Mejoramiento de las características del barro mediante tratamientos especiales y aditivos</b>	<b>48</b>	
2.2.3 Contenido de agua	25	4.1	Generalidades	48
2.2.4 Ensayos de campo	26	4.2	Reducción de las fisuras provocadas por la retracción	48
2.3 Efectos del agua	29	4.2.1	Generalidades	48
2.3.1 Generalidades	29	4.2.2	Rebajado con agregados	48
2.3.2 Expansión y retracción	29	4.2.3	Rebajado con líquidos	49
2.3.3 Determinación de la retracción lineal	29	4.2.4	Adición de fibras	49
2.3.4 Plasticidad	30	4.2.5	Medidas estructurales	49
2.3.5 Acción capilar	32	4.3	Estabilización contra el agua	49
2.3.6 Estabilidad en agua estática	33	4.3.1	Generalidades	49
2.3.7 Resistencia al escurrimiento del agua	33	4.3.2	Estabilizadores minerales	50
2.3.8 Erosión por lluvia y congelamiento	34	4.3.3	Productos animales	50
2.3.9 Periodo de secado	34	4.3.4	Productos animales y minerales	51
2.4 Efecto del vapor	36	4.3.5	Productos vegetales	51
2.4.1 Generalidades	36	4.3.6	Emulsión asfáltica	51
2.4.2 Difusión del vapor	36	4.3.7	Estabilizadores sintéticos	51
2.4.3 Equilibrio del contenido de humedad	36	4.4	Incremento de la cohesión	51
2.4.4 Condensación	37	4.4.1	Generalidades	51
2.5 Influencia del calor	38	4.4.2	Mezclado y curado	51
2.5.1 Generalidades	38	4.4.3	Incremento del contenido de arcilla	52
		4.4.4	Aditivos	52
		4.5	Incremento de la resistencia a compresión	52
		4.5.1	Generalidades	52
		4.5.2	Preparación	52
		4.5.3	Compactación	52

4.5.4	Aditivos minerales	53	9.4	Estacas enrolladas y botellas de barro	97
4.5.5	Aditivos orgánicos	57	9.5	Entramados con relleno de barro alivianado	99
4.5.6	Adición de fibras	57	9.6	Rellenos con barro extruido y con mangueras rellenas de barro alivianado	99
4.6	Resistencia a la abrasión	57			
4.7	Incremento del aislamiento térmico	58	<b>10. Técnicas para apisonar, verter y bombear barro alivianado</b>	<b>100</b>	
4.7.1	Generalidades	58	10.1	Generalidades	100
4.7.2	Barro alivianado con paja	58	10.2	Encofrados	100
4.7.3	Barro alivianado con agregados minerales	59	10.3	Muro de tapial de barro alivianado con paja	101
4.7.4	Barro alivianado con corcho	60	10.4	Muro de barro aliviando con chips de madera	102
4.7.5	Barro alivianado con madera	60	10.5	Muros de barro bombeado alivianado con aditivos minerales	102
<b>5. Tierra apisonada (Tapial)</b>	<b>61</b>		10.5.1	Generalidades	102
5.1	Generalidades	61	10.5.2	Muros compactados	103
5.2	Encofrados	62	10.5.3	Muros de barro vertido	104
5.3	Herramientas	63	10.5.4	Muros bombeados	104
5.4	Proceso de construcción	66	10.5.5	Tratamiento de superficie	105
5.5	Ejecución de vanos	66	10.6	Pisos de barro alivianado bombeado	107
5.6	Nuevas técnicas para construcción de muros	66	10.7	Bloques rellenos con barro	107
5.6.1	Paneles de barro apisonado	66	10.8	Mangueras rellenas con barro	107
5.6.2	Técnicas altamente mecanizadas	68			
5.6.3	Estructura de entramado con relleno de barro apisonado	69	<b>11. Revoques de barro</b>	<b>110</b>	
5.6.4	Construcciones con encofrado perdido	69	11.1	Generalidades	110
5.7	Cúpulas de barro apisonado	70	11.2	Preparación de la superficie	110
5.8	Proceso de secado	70	11.3	Composición del revoque	111
5.9	Mano de obra	71	11.3.1	Generalidades	111
5.10	Aislamiento térmico	71	11.3.2	Revoques exteriores	111
5.11	Tratamientos de la superficie	71	11.3.3	Revoques interiores	111
<b>6. Construcción con adobes</b>	<b>72</b>		11.4	Reglas para la aplicación de revoques	112
6.1	Generalidades	72	11.5	Barro proyectado	112
6.2	Historia	72	11.6	Revoque de barro alivianado con aditivos minerales	112
6.3	Elaboración de adobes	73	11.7	Revoque lanzado	113
6.4	Dosificación de la mezcla	74	11.8	Revoque en muros de fardos de paja	113
6.5	Ejecución de muros	77	11.9	Modelado de revoques de barro en estado húmedo	113
6.6	Tratamiento de superficie	78	11.10	Protección de las esquinas	113
6.7	Fijación de elementos en los muros	79	11.11	Revoques exteriores estabilizados	114
<b>7. Adobones y paneles prefabricados</b>	<b>80</b>		<b>12. Protección de superficies de barro contra las inclemencias del tiempo</b>	<b>115</b>	
7.1	Generalidades	80	12.1	Generalidades	115
7.2	Adobones	80	12.2	Consolidación de la superficie	115
7.3	Paneles prefabricados para muros	82	12.3	Pinturas	115
7.4	Elementos de relleno para losas	83	12.3.1	Generalidades	115
7.5	Adobes para optimizar la acústica	84	12.3.2	Preparación de la superficie	115
7.6	Baldosas para pisos	85	12.3.3	Mezclas recomendadas para pintura	115
<b>8. Modelado directo con barro plástico</b>	<b>86</b>		12.3.4	Difusión de vapor	117
8.1	Generalidades	86	12.3.5	Penetración de agua	117
8.2	Técnicas tradicionales con barro húmedo	87	12.4	Cómo hacer superficies hidrófobas	118
8.3	Panes de barro	90	12.4.1	Aditivos hidrófobos	118
8.4	Técnica del Stranglehm	90	12.4.2	Aplicación de aditivos hidrófobos	118
8.4.1	Generalidades	90	12.4.3	Ensayos	118
8.4.2	Elaboración de los elementos de Stranglehm	90	12.5	Revoques de cal	118
8.4.3	Preparación de la mezcla	92	12.5.1	Generalidades	118
8.4.4	Colocación de elementos	92	12.5.2	Preparación de la superficie	121
<b>9. Entramados rellenos con barro plástico</b>	<b>96</b>		12.5.3	Reforzamiento	119
9.1	Generalidades	96	12.5.4	Composición	120
9.2	Bahareque (Quincha)	96			
9.3	Barro proyectado	96			

12.5.5	Aplicación	120	15.6	Cubiertas con barro impermeable	149
12.5.6	Efecto sobre la difusión de vapor	120	15.7	Bóvedas y cúpulas de adobe	149
12.6	Ripias, tablazones y otras cubiertas	120	15.7.1	Generalidades	149
12.7	Métodos estructurales	122	15.7.2	Geometría	150
12.7.1	Protección contra la lluvia	122	15.7.3	Comportamiento estructural	152
12.7.2	Protección contra la humedad ascendente	122	15.7.4	Bóvedas núbicas	156
12.7.3	Protección contra la inundación	122	15.7.5	Cúpulas afganas y persas	158
<b>13.</b>	<b>Reparación de elementos de barro</b>	<b>123</b>	15.7.6	Cúpulas núbicas	160
13.1	Generalidades	123	15.7.7	Cúpulas estructuralmente optimizadas	161
13.2	Daños en construcciones de barro	123	15.7.8	Cúpulas y bóvedas con encofrado	163
13.3	Reparación de grietas y juntas con rellenos de barro	123	15.7.9	Quemado de cúpulas de barro	163
13.3.1	Generalidades	123	15.7.10	Ejemplos modernos	163
13.3.2	Mezclas	123	15.8	Muro de almacenamiento térmico	167
13.3.3	Aplicación de rellenos	123	15.9	Utilización de barro en baños	167
13.4	Reparación de grietas y juntas con otros materiales de relleno	123	15.10	Construcción de mobiliario y artefactos sanitarios con barro	167
13.4.1	Generalidades	123	15.11	Cocinas de barro	169
13.4.2	Mezclas	123	15.11.1	Cocinas con bajo consumo de madera	169
13.5	Reparación de daños de mayor magnitud	124	15.11.2	Cocina integrada con cama	171
13.5.1	Reparación con barro	124	15.11.3	Horno para pan y pizza	171
13.5.2	Pinturas	124	<b>16.</b>	<b>Ejemplos de construcciones modernas de tierra</b>	<b>173</b>
13.6	Mejoramiento posterior del aislamiento térmico con barro alivianado	124	16.1	Generalidades	173
13.6.1	Generalidades	124	16.2	Residencia en Turku, Finlandia	173
13.6.2	Condensación	124	16.3	Residencia Tucson, Arizona, Estados Unidos	175
13.6.3	Aislamiento térmico	125	16.4	Residencia, Villa de Leiva, Colombia	176
13.6.4	Revestimiento de barro alivianado como aislamiento interior	125	16.5	Residencia, La Paz, Bolivia	178
13.6.5	Elementos prefabricados	125	16.6	Residencia, Des Montes, NM, Estados Unidos	180
<b>14.</b>	<b>Construcciones antisísmicas</b>	<b>126</b>	16.7	Casa de campo, San Pedro, San Pablo, Brasil	182
14.1	Generalidades	126	16.8	Vivienda en las Sierras de Rocha, Uruguay	183
14.2	Requisitos constructivos y de diseño	126	16.9	Vivienda semienterrada en Cataluña, España	184
14.3	Vanos de puertas y ventanas	130	16.10	Casita Nuaanarpoq, Taos, Nuevo México, Estados Unidos	186
14.4	Muros de tapial reforzados con bambú	131	16.11	Residencia con estudio, Kassel, Alemania	187
14.5	Cúpulas	132	16.12	Viviendas apareadas, Kassel, Alemania	192
14.6	Bóvedas	134	16.13	Condominio (casa de tres familias), Stein in the Rhin, Suiza	196
14.7	Muros de mangueras rellenas con barro	136	16.14	Vivienda en Helensville, Nueva Zelanda	198
<b>15.</b>	<b>Diseño de elementos constructivos especiales</b>	<b>138</b>	16.15	Escuela Municipal en Santa Eulávia de Ronçana, España	200
15.1	Juntas	138	16.16	Finca, Wazirpur, Haryana, India	202
15.2	Diseños especiales para muros	140	16.17	Oficina, Nueva Delhi, India	206
15.2.1	Muros de barro con alto aislamiento térmico	140	16.18	Guardería infantil en Oranienburg – Eden, Alemania	208
15.2.2	Muros de llantas rellenas con barro	140	16.19	Guardería infantil, Sorsum, Alemania	210
15.2.3	Muros de mangueras rellenas con barro	141	16.20	Instituto Panafricano, Ouagadougou, Burkina Faso (Alto Volta)	213
15.3	Entrepisos de barro	143	16.21	Escuela en Rudrapur, Bangladesh	216
15.3.1	Entrepisos tradicionales de barro	143	16.22	Sala de usos múltiples en Picada Café, Rio Grande do Sul, Brasil	218
15.3.2	Entrepisos modernos	144	16.23	Escuela Solvig, Järna, Suecia	220
15.4	Pisos de barro apisonado	144	<b>17.</b>	<b>Perspectivas futuras</b>	<b>221</b>
15.4.1	Generalidades	144	<b>18.</b>	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>222</b>
15.4.2	Pisos tradicionales	145	<b>19.</b>	<b>Créditos fotográficos</b>	<b>224</b>
15.4.3	Pisos modernos	146			
15.5	Cubiertas tradicionales con recubrimientos de barro	148			