

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA



## **Tesis Doctoral**

**“Evolución de los procesos de fabricación de la arcilla cocida estructural en la industria ladrillera desde 1940 hasta la actualidad: caso de la comarca de la Sagra”**

***Autora : María Isabel García Gonzalo***  
***Ingeniera Industrial***

***Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación***

***ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES***

**2010**





**Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación**  
**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES**

**Título de tesis Doctoral : “Evolución de los procesos de fabricación de la arcilla cocida estructural en la industria ladrillera desde 1940 hasta la actualidad: caso de la comarca de la Sagra”.**

**Autora :** María Isabel García Gonzalo  
Ingeniera Industrial

**Director :** Miguel Ángel Sebastián Pérez

**Codirector :** S. Carlos Morales Palomino

**Año :** 2010

## **TRIBUNAL**

### **Presidente:**

**Dn. Mariano Rodriguez-Avial Llardent**

### **Vocales:**

**Alfredo Sanz Lobera**

**Lorenzo Sevilla Hurtado**

**Manual García García**

### **Vocal Secretario**

**Cristina González Gaya**

## **Indice general**

<b>Lista de tablas y Figuras.....</b>	<b>10</b>
<b>Objeto de La Tesis.....</b>	<b>19</b>
<b>1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>25</b>
1.1 DIRECTRICES PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN. ....	25
1.1.1 <i>Metodología empleada</i> .....	25
1.1.2 <i>Fuentes de Información empleadas</i> .....	28
1.2. ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA.....	32
1.2.1. <i>Características generales de la arcilla industrial ladrillera</i> .....	32
1.2.2. <i>Determinación de la bondad de las arcillas industriales a lo largo de la historia</i> ...	35
1.2.2.1. <i>Recomendaciones para una determinar la bondad de las arcillas en 1879</i> .....	36
1.2.2.2. <i>Procedimiento de análisis de la bondad de las arcillas en 1916</i> .....	37
1.2.2.3. <i>Procedimiento de análisis de la bondad de las arcillas en 1950</i> .....	39
1.2.2.4. <i>Determinación de la bondad de las arcillas en la actualidad</i> .....	45
1.2.3. <i>Características de las arcillas utilizadas en la región de la Sagra.</i> .....	45
1.3. DEFINICIÓN DE LA COMARCA DE LA SAGRA.....	49
1.3.1 <i>Entorno económico y social del subsector en la comarca.</i> .....	50
1.3.2 <i>La Industria en la Sagra en la actualidad</i> .....	58

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

1.3.2.1 Estructura de costes.....	65
1.3.2.2 Gama de Productos .....	67
1.3.2.3 La industria y la contaminación.....	69
1.3.2.4 La industria y el ahorro energético.....	74
1.3.2.5 La industria y el medio ambiente .....	75
1.3.2.5.1 La ordenación de la extracción de las arcillas: Coto minero. ....	76
1.3.2.5.2 Evaluación de impacto medioambiental. ....	80
1.3.3 La industria y su tejido empresarial.....	82

**2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DESDE LA LADRILLERÍA**

**RURAL O TEJARES HASTA NUESTROS DÍAS..... 84**

2.1 INTRODUCCIÓN.....	84
2.2 EXTRACCIÓN DE LAS ARCILLAS. ....	88
2.2.1 La extracción manual y asoleamiento de la arcilla en los tejares. ....	88
2.2.2 Extracción mecánica.....	88
2.3 PREPARACIÓN DE LAS ARCILLAS .....	89
2.3.1 Invernaje y pudrideros. ....	90
2.3.2 Utilización de molinos.....	91
2.3.3 La preparación de las arcillas en la actualidad.....	92
2.4 AMASADO DE LA PASTA.....	94
2.4.1 Amasado en los tejares: con caballerías .....	94

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

2.4.2 Amasado mecánico.....	96
2.4.3 Sistemas actuales de amasado.....	97
2.5 MOLDEO DE LAS PIEZAS.....	100
2.5.1 Moldeo manual con gradillas.....	100
2.5.2 Moldeo mecánico.....	104
2.5.3 Sistema actual de moldeo.....	112
2.6 SECADO.....	115
2.6.1 Secado a la intemperie: los rejales.....	116
2.6.2 De secaderos a la intemperie estáticos a salas de secado continuo.....	118
2.6.3 Sistemas actuales de secado continuo.....	121
2.7 COCCIÓN EN HORNOS.....	125
2.7.1 Cocción a la intemperie: Hormigueros.....	128
2.7.2 Hornos de funcionamiento continuo: Horno tipo Hoffman.....	135
2.7.3 El horno túnel.....	138
2.8 MANIPULACIÓN Y SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN FÁBRICA.....	143
2.8.1 Fabricación tradicional: El traslado manual y almacenamiento en pilas.....	143
2.8.2 Progresiva mecanización de la producción.....	144
2.8.3 Fabricación y almacenamiento en palet.....	149
<b>3. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS DE FABRICACIÓN Y SU EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....</b>	<b>151</b>

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

3.1 AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD .....	152
3.1.1 Factores que influyen en la medida de la productividad.....	153
3.1.2 Análisis por períodos.....	159
3.2 DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE FABRICACIÓN .....	167
3.2.1 Ciclo de fabricación en las tejas .....	168
3.2.2 Ciclo de fabricación en 1945.....	170
3.2.3 Ciclo de fabricación en producción continua en 2006 .....	173
3.3 OPTIMIZACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PLANTA.....	176
<b>4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVOLUCIÓN DE LOS PRODUCTOS. ....</b>	<b>182</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	182
4.2 EVOLUCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS.....	187
4.2.1 Clasificación de ladrillos en 1879 en la región centro, dimensiones y tipos.....	188
4.2.2 Clasificación de ladrillos en 1926, dimensiones tipo. ....	189
4.2.3 Clasificación de ladrillos en 1950, dimensiones y tipos. ....	193
4.2.4 Clasificación de los ladrillos en 1990, dimensiones y tipos.....	194
4.2.5. Clasificación de ladrillos en la actualidad.....	195
4.3. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS LADRILLOS .....	197
4.3.1. Determinación de la calidad en 1879 .....	198
4.3.2. Determinación de la calidad en 1915 .....	199
4.3.3. Determinación de la calidad de los ladrillos en 1950 .....	201



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

4.3.4. <i>Determinación de la calidad de los ladrillos en la década de los 80.</i> .....	204
4.3.5. <i>Determinación de la calidad de los ladrillos en la actualidad</i> .....	206
4.4. VARIEDADES DE LADRILLO TRADICIONAL ESPECÍFICAS DE LA SAGRA. ....	211
4.5. EVOLUCIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS FABRICADOS EN LA SAGRA. ....	214

**5 CRONOLOGÍA DE LA FABRICACIÓN DE ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA SAGRA (1940 – 2010)..... 220**

5.1 CRONOLOGÍA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN EN EL NÚCLEO COBEJA-PANTOJA (1940-2010). ....	222
5.2 TABLA RESUMEN.....	247
5.3 .EJEMPLOS DE INSTALACIONES DE LA COMARCA: ACTUALIZADAS O EN DESUSO. ....	250
5.3.1. <i>Ejemplo de una fábrica tipo de ladrillos en funcionamiento en Cobeja</i> .....	250
5.3.2 <i>Ejemplo de antiguas fábricas en desuso de ladrillos en la comarca</i> .....	271
5.4 RETOS DE LA INDUSTRIA DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL EN LA SAGRA.....	272
5.4.1. <i>Introducción</i> .....	272
5.4.2 <i>Estrategias de ahorro energético.</i> .....	274
5.4.3. <i>Nuevas estrategias para la gestión de residuos.</i> .....	281
5.4.4. <i>Formación del CLUSTER Nacional de fabricantes de ladrillos y tejas</i> .....	285

**6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EVOLUCIÓN DE LA FABRICACIÓN EN LA SAGRA RESPECTO A LA VANGUARDIA MUNDIAL..... 288**

6.1 A PRINCIPIOS DE 1940 .....	289
--------------------------------	-----

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

6.2 EN 2006.....293

**7. CONCLUSIONES.....298**

7.1 PRINCIPALES CONCLUSIONES.....298

7.2 APORTACIONES METODOLÓGICAS.....301

7.3 NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....303

**BIBLIOGRAFÍA .....305**

## **Lista de tablas y figuras**

1. **Figura 1.1.1.** Ejemplos de dos anuncios de la revista “Brick and Clay record” del año 1938.
2. **Tabla 1.2.2.3.** Resumen de la composición de ejemplos de arcillas ladrilleras habituales.
3. **Figura 1.3.0 :** Ubicación de la región de la Sagra en la provincia de Toledo
4. **Figura 1.3.1** Vista general de las instalaciones ladrilleras ubicadas en los municipios de Pantoja y Cobeja. 2009.
5. **Gráfico 1.3.2-1** Evolución del sector de la cerámica estructural en España 1980-2008.
6. **Tabla 1.3.2-1** Evolución del sector de la cerámica estructural en España 1980-2008.
7. **Tabla 1.3.3.1-1** Estructura de en una fábrica de 50.000t/año.
8. **Tabla 1.3.3.1-2.** Estructura de costes de una fábrica de 360.000 t/año
9. **Tabla 1.3.2.2.** Distribución de tipos de producto en la Sagra.
10. **Foto 1.3.2.2.** Prototipo de Fachada Ventilada de la empresa HDR. 2009.
11. **Figura 1.3.2.3** Distribución sectorial de emisiones de CO2 en España.
12. **Figura1.3.2.5.1** Ubicación de las explotaciones de arcilla con autorización para la extracción en la CM-9401 entre Cobeja y Pantoja. 2009.
13. **Figura.2.3.2** Molino de rulos.
14. **Figura.2.3.3-1** Desmenuzador, amontonadoras actuales y dragas.
15. **Figura. 2.3.3-2** Alimentador lineal, laminador y molino de rulos.

16. **Figura 2.4.2.** Amasadora de arcilla.
17. **Figura. 2.4.3** Amasadora de doble eje, Amasadora extrusora y Amasadora con filtro.
18. **Figura 2.5.1-a** Gradilla.
19. **Figura.2.5.1-b** Imagen reconstruida de moldeo tradicional. Anuncio de revista.
20. **Figura.2.5.2.1-a** Prensas antigua de moldear ladrillos a brazo.
21. **Figura 2.5.2.1-b** Maquina de Dovie.
22. **Figura 2.5.2.1-c** Prensas antigua para comprimir y afinar ladrillos semidesecados.
23. **Figura 2.5.2.2-a** Maquina a vapor de Schlickeysen.
24. **Figura 2.5.2.2-b** Galletera rural accionada por caballerías.
25. **Figura 2.5.2.2- c** Galletera de vacío.
26. **Figura 2.5.3-a** Grupo extrusor monobloc de vacío.
27. **Figura 2.5.3-b** Grupo extrusor combi.
28. **Figura 2.5.3-c** Ejemplo de mesa cortadora y Trituradora.
29. **Figura 2.6.1.** Rejales.
30. **Figura 2.6.2** Secadero de ladrillos colocado sobre los hornos.
31. **Tabla. 2.6.3-a.** Tipos de secadero.
32. **Figura 2.6.3-b** Sección tipo de cámara de secado rápido.
33. **Figura 2.6.3-c** Vista exterior de cámara de secado, unidad de ventilación lateral y ventilador de aire caliente central, con cámara de mezcla y conexión a horno.
34. **Figura 2.7.1-a** Cocción de ladrillos al aire libre.
35. **Tabla 2.7.1-a** Clasificación de los ladrillos según su cocción en un horno a la intemperie.

36. **Tabla 2.7.1-b.** Tiempos empleados en el proceso de cocción de un Horno Rural por una cuadrilla compuesta por un fogonero y dos peones.
37. **Figura 2.7.2-a** Horno Hoffman.
38. **Figura 2.7.2-b** Sección de Horno Hoffman. .
39. **Figura 2.7.3-a** Copia del Artículo Phillip Dressler “Top-fired tunnel kiln uses coal to burn claywares economically”.
40. **Figura 2.7.3-b** Sistema de control de temperaturas de un horno túnel
41. **Figura 2.8.2-1** Esquema de transporte de materiales de una ladrillería de principios de SXX. Procesos de amasado y moldeo.
42. **Figura. 2.8.2-2** Ejemplo de útiles para el movimiento de paquetes de ladrillos.
43. **Figura.2.8.2-3** Movimiento de paquetes de ladrillo en fábrica mediante carretillas en 1940 en EEUU.
44. **Tabla 3.1.1-1** Resumen de las horas hombre requeridas para producir 1000 ladrillos en los EEUU, según datos del año 1938.
45. **Tabla 3.1.1-2** Resumen de las horas hombre requeridas para producir y distribuir 1000 ladrillos en los EEUU, según datos del año 1938.
46. **Tabla 3.1.1-3** Resumen de la Evolución de la industria en el Primer tercio de siglo XX, desde el punto de vista de la producción.
47. **Tabla 5.1.1-4** Resumen de datos de la producción de una fábrica de ladrillo hueco en Cobeja desde 1945 a 1979.
48. **Tabla 3.1.1-4** Resumen de la Evolución de la industria en los últimos 30 años, desde el punto de vista de la producción.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

49. **Tabla 3.2.2** Tabla de los tiempos de fabricación estimados según los datos extraídos de “La industria Ladrillera” P. Reverte.
50. **Figura 3.2.3-1** Curvas reales tiempo-temperatura un horno túnel tipo de 90 ton. diarias.
51. **Tabla 3.2.3-2.** Resumen de la Evolución de la industria en los últimos 30 años, desde el punto de vista de la producción.
52. **Tabla 3.3-1** Resumen de las horas hombre requeridas para producir 1000 ladrillos equivalentes en los EEUU en fábricas de distintos tamaños, según datos del año 1939.
53. **Tabla 3.3-2** Esquema de fabricación con pasta dura o pasta blanda en EEUU en fábricas de distintos tamaños, según datos del año 1940.
54. **Tabla 3.3-2** Resumen de las horas hombre requeridas para producir 1000 ladrillos equivalentes en Gran Bretaña.
55. **Tabla 4.2.1-1** Clasificación de los ladrillos según cochura.
56. **Tabla 4.2.1-2** Clasificación de los ladrillos según tamaños.
57. **Figura. 4.2.4-1** Clasificación de ladrillos según la RL-88
58. **Tabla 4.3.3** Normas para la elección y ensayo de muestras de ladrillos huecos según la directrices de la “American Society for testing materials”-(1950).
59. **Tabla 4.3.4** Normas para la elección y ensayo de muestras de ladrillos según la RL-88.
60. **Tabla 4.3.5** Tabla resumen de Características exigidas a los ladrillos cara vista.

61. **Figura 4.5-1** Gráfico de Soluciones de elementos separadores según el CTE-DB-HR.
62. **Figura 4.5-2** Bloque de termoarcilla.
63. **Figura 4.5-3** Placa cerámica pretensada.
64. **Figura 4.5-4** Ladrillo ventilado y esquema de funcionamiento.
65. **Figura 4.5-5** Placa cerámica para fachada ventilada y opciones de colocación.
66. **Foto5.1.-a** Vista de horno árabe tipo en Jaén. 1953
67. **Foto5.1.-b** Vista de boquillas de alimentación de carbón en parte
68. **Foto 5.1.-c** Vista parcial de boca de horno tipo Hoffman cargado a mano.
69. **Foto 5.1.-d** Carga del horno tipo Hoffman por medios mecánicos 1985.
70. **Foto 5.1.-e** Vista de mesa de cortado, con los ladrillos dispuestos para la colocación en bandejas. 1985.
71. **Foto 5.1.-f** Vista de traslado de piezas al proceso de secado 1985.
72. **Foto 5.1.-g** Vista parcial de los mecheros de fuel-oil de alimentación del horno túnel. 1985.
73. **Foto 5.1.-h** Vista de material dispuestos en bandeja sobre carriles su entrada en el secadero túnel. 1985.
74. **Foto 5.1.-i** Vista de bandeja de material seco a medio descargar de forma manual. 1985.
75. **Foto 5.1.-j** Vista de material seco dispuesto de forma manual para aprovechar la parte abovedada del horno túnel. 1985.
76. **Foto 5.1.-k** Vista de la máquina utilizada para la extracción a cielo abierto de la arcilla. 1985.

77. **Foto 5.1.-l** Molino de rulos en fábrica de Cobeja. 1985.
78. **Foto5.1.-m** Tolva de alimentación en fábrica de Cobeja. 1985.
79. **Foto 5.1.-n** Dos vistas de la máquina de apilado. 1985.
80. **Foto5.1.-ñ** Dos vistas del material a la entrada y a la salida del horno túnel. 1985
81. **Foto 5.1.-o** Vista del conducto de recuperación de los gases del horno para llevarlos al secadero. 1985
82. **Foto 5.1.-p** Dos vistas de la desapiladora y empaquetadora del material.
83. **Foto 5.3.1** Vista general de Fábrica desde el inicio de la carretera de Cobeja a Pantoja, en 2009.
84. **Figura 5.3.1** Diagrama de flujo de la fábrica de ladrillo fotografiada.2009.
85. **Foto 5.3.2** Vista general de Fábrica desde la carretera de Cobeja a Pantoja, en el año 2003.
86. **Foto 5.3.3** Vista general de Fábrica desde la carretera de Cobeja a Pantoja, en el año 2009.
87. **Foto 5.3.4** Vistas de la zona de triturado de la arcilla: molinos y cintas transportadoras de la fábrica en 2009.
88. **Foto 5.3.5** Zona de extrusión: dos extrusoras en paralelo para mantenimiento y cambio de salidas. 2009.
89. **Fotos 5.3.6 y 5.3.7** Zona de extrusión: dos vistas del prisma de arcilla ya extruido preparado para el corte. 2009.
90. **Foto 5.3.8 y 5.3.9** Área de cortado, dos momentos del proceso el prisma de arcilla preparado para el corte y otro ya cortado, y la posterior separación de las piezas 2009.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

91. **Foto 5.3.10** Área de cortado, vista lateral del proceso de corte de las piezas 2009.
92. **Foto 5.3.10** Área de cortado, vista lateral del proceso de corte de las piezas 2009.
93. **Foto 5.3.13 y 5.3.14** Vagoneta de traslado de materiales a entrada de túnel de secado. 2009.
94. **Foto 5.3.15** Vista general de la sala de control. En el PC, la pantalla muestra los parámetros de la cámara de secado. 2009.
95. **Foto 5.3.16** Tren de carretillas a la salida del secadero con dirección a la zona de paletización previa al horno 2009.
96. **Foto 5.3.17** Tren de carretillas a la entrada al prehorno con la disposición de 12 palets por vagoneta .2009.
97. **Fotos 5.3.18** La bandeja de material a la salida del secadero y posteriormente a la cinta transportadora. 2009.
98. **Fotos 5.3.19 y 5.3.20** Maquina de apilado: Paso 1 agrupado de piezas, dos vistas 2009.
99. **Fotos 5.3.21 y 5.3.22** Maquina de apilado: Paso 2, desagrupamiento de filas y separación en tres grupos , formando tres palets. 2009.
100. **Fotos 5.3.23 y 5.3.24.** Maquina de apilado: Paso3 colocación de piezas por filas en los tres palets, dos vistas.2009.
101. **Fotos 5.3.25 y 5.3.26** Vista general de las piezas a la entrada del horno túnel. 2009.

102. **Fotos 5.3.27 y 5.3.28** Dos vista de la sala de control, con el esquema de prehorno y del horno respectivamente, indicando todas las variables del sistema. 2009.
103. **Foto 5.3.29** Otra pantalla del sistema de control del Horno: la zona de enfriamiento.2009.
104. **Foto 5.3.30** Formación de palets. Paso 1.Recogida de los palets.2009.
105. **Foto 5.3.31** Formación de palets. Paso 2. Traslado hacia la cinta con los bastidores de madera. 2009.
106. **Foto 5.3.32.** Formación de palets. Paso 3 .Giro para su colocación correcta .2009.
107. **Foto 5.3.32.** Empaquetado. 2009.
108. **Fotos 5.3.33, 5.3.34, 5.3.35, 5.3.36.** Laboratorio de control de producto, extrusora, mufla cámaras de secado. 2009.
109. **Fotos 5.3.37 y 5.3.38.** Depuradora y Punto limpio .2009.
110. **Fotos 5.3.39.** Talleres de Mantenimiento.2009.
111. **Foto 5.3.40 y 5.3.41** Chimenea de antiguo horno fabricada en ladrillo situada en Cobeja.
112. **Foto 5.3.42 y 5.3.43.** Instalación de fabricación abandonada en la carretera de Pantoja a Alameda de la Sagra.
113. **Tabla 5.4.1.1** Relación de Instalaciones de Cogeneración en empresas fabricantes de cerámica estructural en la Sagra.
114. **Fotografía 6.1** Nueva fábrica de sección circular con capacidad para producir 70.000 ladrillos día. Artículo de la revista Brick and Clay de 1940.

115. **Figura 6.1.1** Copia del artículo. “Worker makes as many brick in 9 Hours as his father made in 27 hours”, Brick and Clay Record Nov. 1939.
116. **Tabla 6.1.2** Resumen de datos estadísticos de producción Estados Unidos de 1849-1935.
117. **Tabla 6.1.3** Resumen de la Situación comparada de la Industria cerámica en el año 1940 en La Sagra y en los países más avanzados.
118. **Tabla 6.2** Resumen de la Situación comparada de la Industria cerámica en el año 2006 en La Sagra y en los países más avanzados.

## **Objeto de la tesis**

Se pretende con la presente Tesis Doctoral el análisis de la evolución de los procesos de fabricación del ladrillos cocidos y tejas en la comarca toledana de la Sagra, desde las primeras fábricas modernas a la actualidad.

La fabricación artesanal de los ladrillos, primero a la intemperie y después en los antiguos tejares es una actividad muy arraigada en esta comarca desde hace varios siglos. La existencia de grandes extensiones de arcilla a poca profundidad y de gran calidad para la producción de ladrillos, así como la escasa rentabilidad de los cultivos de secano, únicos aptos en esta zona, han favorecido esta situación.

Es preciso también resaltar que el otro gran factor de desarrollo de esta actividad es la cercanía a dos grandes áreas de consumo de estos materiales de construcción como son la ciudad de Toledo y fundamentalmente la de Madrid y su periferia.

Para la realización de esta tesis se precisa una gran labor de búsqueda y acopio de información y documentación que se ha obtenido en algunos casos de manuales de conocimiento específicos de la actividad y que reflejaban el conocimiento técnico de distintas épocas; en otras ocasiones de publicaciones periódicas especializadas de diferentes años y varias procedencias y por último de conversaciones mantenidas con

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

personas de la zona que han aportado sus conocimientos basados en la experiencia de varias generaciones.

Tras la tipificación de los diferentes pasos del proceso de fabricación de la arcilla estructural, se establecen en concreto los hitos más significativos en la evolución de cada una de estas etapas, tomando como punto de partida la fabricación artesanal en los tejares, en donde se utilizaban caballerías para el transporte y amasado de la arcilla, se moldeaban las piezas a mano, dejándolas secar al sol y se cocían posteriormente a la intemperie.

A continuación se estudia el producto terminado, el ladrillo y sus variantes, analizados en diferentes períodos. Puede ser muy interesante recabar información sobre los controles de calidad que se utilizaban para la aceptación de cada tipo de material a la llegada a las obras. O los diferentes nombres que recibía cada pieza según el grado de cochura que presentaba y que dependía de su posición en los hornos de intemperie u hormigueros durante la cocción.

Se intenta también recabar información sobre otros aspectos menos tecnológicos pero igualmente interesantes de la industria ladrillera en sus diferentes etapas. Así por ejemplo se refleja como durante la etapa de fabricación a la intemperie en las antiguas tejeras debían de simultanear las labores agrícolas en las eras con las de moldeo de ladrillos, o la imposibilidad de establecer un período de cocción medio de las piezas en los antiguos hormigueros debido a su total dependencia de las incidencias climatológicas.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Las prácticas tradicionales descritas tanto en manuales técnicos, como las descritas de viva voz, resultan desde la perspectiva actual, a veces curiosas a veces poco ortodoxas, pero no por ello menos interesantes, por la optimización de los recursos en la fabricación.

Se trata por tanto de una tesis con un cierto contenido en temas de arqueología industrial sobre todo en la fase de recogida de información que se transcribe en la primera parte del documento: la fabricación en tejares.

El sector ladrillero que antaño fue una actividad complementaria de la agricultura de secano, se convirtió, en la segunda mitad del siglo XX y sobre todo en nuestros días, en uno de los pilares de la economía de la comarca.

La industria de la cerámica estructural está íntimamente ligada al sector de la construcción y ambos han crecido a un ritmo frenético durante los últimos veinticinco años. En líneas generales en la Sagra se ha aprovechado razonablemente bien este ciclo de crecimiento económico, adecuándose la producción a los progresivos aumentos de la demanda, mediante la constante inversión en bienes de equipo de última generación.

El resultado de esta continua modernización es que la industria ladrillera en La Sagra ha pasado en apenas 70 años de ser una actividad marginal, a convertirse en el 2006 en una referencia de innovación tecnológica a nivel nacional y posiblemente mundial.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Para dar una visión completa se mencionan otros factores que han contribuido a la modernización del sector. Por ejemplo los fabricantes de la zona, no sin dificultades, han sabido aunar esfuerzos y crear plataformas comunes para abordar diferentes aspectos.

Aparecen así empresas participadas por todos los fabricantes para la ordenación de las actividades de extracción de arcilla, o centros de investigación promovidos y utilizados por los todos y que dan soporte tecnológico a la industria local, o asociaciones de fabricantes de la provincia, que se ocupan entre otros de labores de divulgación de los productos de la región en diferentes ámbitos.

En resumen los objetivos de esta Tesis son:

1. La tipificación de los procesos de fabricación de la arcilla cocida en el ámbito geográfico y temporal considerado.
2. La clasificación de las distintas etapas en la fabricación de la arcilla cocida en este periodo.
3. La elaboración de la cronología de una fábrica tipo desde sus inicios alrededor de 1940 hasta el momento actual, utilizando como referencia las industrias del núcleo Cobeja-Pantoja.

4. La constatación de la evolución de la industria ladrillera en esa comarca, comparándola con la situación de la industria en dos zonas diferentes: Centro-Europa y Estados Unidos, en dos momentos diferentes, en sus primeros balbucesos alrededor de 1940 y en el año 2006 momento de máxima producción

Es importante recalcar que mayoritariamente se ha tomado como referencia documentación original tanto libros como revistas editados en diferentes épocas, ya que lo que se pretende es el análisis comparativo de los diferentes períodos y los avances tecnológicos que se producen en cada uno de ellos, y no la descripción exhaustiva de los avances en sí mismos, aspecto que ya está más que recogido en los tratados técnicos actuales.

En pocas regiones un proceso de fabricación que se mantuvo invariable durante siglos como es la fabricación de cerámica estructural, ha sufrido una evolución tan rápida en y tan avanzada desde el punto de vista tecnológico como la que se ha vivido en esta comarca de Toledo.

La industria ladrillera ha estado creciendo en la región a un ritmo frenético hasta hace unos pocos años. La crisis de la construcción que se inició en 2006 ha obligado a la ralentización drástica de este sector que estaba habituado a trabajar en tres turnos los 365 días del año.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Este parón ha obligado a los empresarios de la zona muy activos durante el período anterior a intentar salvar sus industrias utilizando todo tipo de medidas, entre ellas la disminución del ritmo de producción, llegando a parar la fabricación entre 2009 y 2010 durante un período de siete meses seguidos, además haber realizado ajustes muy importantes de plantilla.

No obstante y a pesar de las dificultades económicas, el sector cerámico no ha abandonado la vocación de investigación e innovación, que le ha permitido llegar a su posición actual. Se sigue trabajando tanto a nivel individual como colectivo a través de las asociaciones de fabricantes para la adecuación de sus productos a las nuevas exigencias del Código Técnico de la Edificación, CTE, tanto en temas estructurales, como en el cumplimiento de las exigencias de aislamiento térmico o acústico definidas en sus documentos. Esta capacidad es una de las herramientas en las que se tendrá que apoyar el sector para superar la crisis actual.

Otro de los nuevos caminos que está iniciando la industria de la cerámica estructural es la apertura de nuevas plantas de fabricación que importando la tecnología de la Sagra fabriquen para mercados emergentes como el iberoamericano o el norteafricano, como ya se está haciendo en Marruecos o Chile.

## **1. Antecedentes del Estudio.**

### ***1.1 Directrices para el estudio de la evolución de los procesos de fabricación.***

#### **1.1.1 Metodología empleada**

Para el estudio de un proceso de fabricación en concreto, como en este caso la fabricación de cerámica estructural en la comarca de La Sagra (Toledo), se han establecido las siguientes áreas de trabajo:

- Características de la materia prima , en este caso de la arcilla de la comarca
- El entorno económico social y el entramado empresarial de la industria en la comarca, desde mediados del siglo XX, hasta nuestros días.
- Análisis pormenorizado de la fabricación estableciendo las diferentes etapas que integran el proceso, partiendo de los usos tradicionales en las tejas en las que la materia prima era extraída, trasladada, moldeada a mano, a la fabricación actual en la que se procesa la arcilla de forma automática y en un proceso prácticamente continuo.
- La evolución en el tiempo de los ratios de productividad tomando por ejemplo la cantidad de producto elaborado por empleado de la fábrica, o los diferentes análisis en dos períodos diferentes de la incidencia del tamaño de la industria en la productividad por empleado.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- La descripción del producto elaborado, en este caso el ladrillo, los diferentes tipos a lo largo de su historia reciente así como la evolución de los sistemas de calidad a los que estos productos han sido sometidos en cada momento.
- Un estudio cronológico de los sistemas de fabricación que se utilizaban en la región de la Sagra desde 1940, que se inicia el despegue de la industria en la región, hasta el año 2008. Toda esta información resumida se ha estructurado en una tabla que refleja la evolución de cada una de los procesos por décadas. Para ilustrar lo anteriormente expuesto se ha descrito una planta tipo de fabricación de ladrillo, en concreto caravista, en el eje Pantoja-Cobeja, el más activo de la comarca.
- Los retos tecnológicos que la industria está abordando en estos momentos para adecuarse al mercado, como por ejemplo las medidas de innovación de ahorro energético, las medidas que persiguen la eliminación de emisiones contaminantes y que están propiciadas por las administraciones, o las medidas encaminadas a la recuperación paisajística de las antiguas canteras de arcilla abandonadas.
- Por último un análisis comparativo de los procesos seguidos de fabricación en la Sagra y en un país tecnológicamente avanzado como puede ser Estados Unidos o la Unión Europea, en dos momentos en concreto: en 1940 en que se inicia de la actividad industrial en la Sagra y en la actualidad. Se pretende con ello demostrar el gran desarrollo tecnológico que se ha producido en la comarca.

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Para la redacción de cada uno de los capítulos se ha pretendido siempre que ha sido posible mantener una metodología homogénea. En los capítulos que se refieren a la evolución de un concepto en concreto, en primer lugar se describe el concepto a desarrollar y posteriormente se realiza una foto fija de ese mismo concepto en tres momentos diferentes utilizando documentación original de ese período. En el resto de los capítulos se ha mantenido una estructura lineal.

Los procesos de fabricación de arcilla cocida estructural (ladrillos, tejas y derivados) aun no siendo de gran complejidad, por si mismos han dado lugar a múltiples tratados de gran profundidad. Lo que se pretende en este documento es explicar cómo ha evolucionado el proceso en una región concreta, la Sagra, y no el fundamento técnico o científico de dicho cambio, que dicho sea de paso requiere para su análisis, no una tesis sino varios manuales. Para ello se ha intentado enunciar todos los agentes que han intervenido en su desarrollo, dando una definición de cada concepto, describiendo la situación de partida y la situación final.

Conviene resaltar que se han primado las descripciones originales en cada periodo analizado, intentando resaltar aquellas que por su simplicidad y claridad explican los conceptos, sin abandonar la exactitud pero sin pretender dar una descripción tecnológica exhaustiva. Los fundamentos de cada proceso pueden tener una explicación simple y no por ello inexacta; además en este tipo de fabricación el proceso apenas ha variado en el período estudiado. Es por ello que en algunas

ocasiones se han elegido definiciones de tratados de documentos de períodos anteriores frente a los actuales, por resultar más amenas.

### 1.1.2 Fuentes de Información empleadas

Se ha pretendido analizar la evolución de los procesos de fabricación de forma global, siendo conscientes de que la información en el sector industrial, no sólo se transmite a través de manuales o libros científicos. Las labores desarrolladas por las asociaciones de fabricantes con sus publicaciones, los distribuidores de bienes de equipo y fundamentalmente la disposición de los industriales del sector a capturar esa información han sido las claves de la difusión de los avances tecnológicos.

Es un hecho que las publicaciones de las diferentes sociedades cerámicas de cada país a lo largo del siglo XX han tenido un papel decisivo en la divulgación de las innovaciones tecnológicas así como de los análisis empresariales del sector.

Para la redacción de este documento se ha utilizado la publicación mensual divulgativa del sector **“Brick and Clay Record”**. Esta revista fue promovida desde principios del siglo XX y durante varias décadas por la “American Ceramic Society”. En ella se mezclaban junto con artículos de carácter divulgativo y orientados a resolver problemas prácticos, artículos de análisis de rendimientos, costes y comparativas entre diferentes soluciones técnicas a un mismo proceso, anuncios de fabricantes de maquinarias e incluso notas sociales de la propia institución. Se distribuía a los fabricantes por correo y la suscripción era anual costaba en el año 1939, alrededor de

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

5 dolares al año cuando según la misma revista 1000 ladrillos podían costar una media 15 dolares dependiendo del estado de la USA.



Figura 1.1.1. Ejemplos de dos anuncios de la revista Brick and Clay record del año 1938.

La labor de difusión de la misma debió de ser muy importante a juzgar por la amenidad de los artículos y su indiscutible orientación al fabricante, tanto es así que se encuentran archivados ejemplares de la misma correspondientes a los años 1938 hasta 1945 en el Instituto de la cerámica y el vidrio del CSIC.

De la lectura de los artículos y la observación de los diferentes anuncios sobre las “novedades” ofrecidas por las nuevas máquinas a la venta, se ha podido establecer una cronología de los avances en cada uno de los procesos dentro de la fabricación de la arcilla estructural en USA y de los principales problemas por resolver en cada década.

Otra de las fuentes utilizadas en estos documentos son los artículos y datos publicados por las “Asociación Española de Fabricantes de ladrillos y tejas” Hyspalit, a través de sus publicaciones mensuales y su página web. Los datos recogidos en estos

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

documentos son las estadísticas del sector cerámico desde el año 1985 en España, y en particular de la Sagra.

Para la redacción de este documento se han fuentes más tradicionales como son los manuales técnicos. Entre los más utilizados en España en las décadas centrales del siglo se citan “Manual Completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida” por M. Garcia López y J. Vidal y Martí, Tomo I procedimientos y Tomo II Ladrilleras (editado en 1926) o “La Industria ladrillera” de P. Reverté, Ed. Reverté Año 1950.

Se ha utilizado también documentación específica de la Sagra, libros de información general y sobre todo una monografía publicada en 1985 titulada “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra, Toledo” de Begoña Cernuda Vergara 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo. En ella se analiza el desarrollo de la industria en la comarca desde sus inicios 1940 hasta 1985, momento en que se encuentra la industria ladrillera en plena reconversión provocada por la crisis del sector de la construcción de principios de los 80. Estos datos han sido fundamentales para establecer la cronología desde 1940 hasta 1985; a partir de ese momento se han utilizado otras fuentes de información: los datos publicados por la Asociación de fabricantes de ladrillos y tejas, y la inestimable información transmitida por industriales del sector<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Entre los que cito a Pedro Rognoni, director comercial de HDR y el resto del equipo, con los que se ha reconstruido la evolución del proceso en la comarca.

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Por último la otra gran vía de divulgación tecnológica en esta comarca han sido los fabricantes y distribuidores de bienes de equipos. El más representativo es Felipe Verdes SA, empresa con más de cien años de antigüedad, que montó durante años muchos de los equipos de extracción, amasado y extrusión en la zona asesorando sobre los sistemas de manipulación y transporte interior. Baste para muestra el catalogo<sup>2</sup> de la empresa de 1952, no solo porque contiene equipos para manipulación y corte de ladrillos, o varias orientaciones sobre hornos, sino que incluye además información técnica, recomendaciones y consejos referidos al proceso, e incluso una exhortación final al intercambio de ideas y experiencias, aun en el caso de que no se formalizase compra alguna de equipos.

La industria cerámica no ha podido mantenerse al margen de la revolución de internet a partir de 1990. Todos los grandes grupos de fabricación así como la mayoría de los de tamaño medio (incluida la comarca de la Sagra), disponen de páginas web propias en las que dan a conocer sus empresas y su gama de productos. También las asociaciones de fabricantes publican parte de sus trabajos en la red, facilitando información de innovaciones tecnológicas, eventos o de la situación de la industria o de los fabricantes de bienes de equipo además de informar puntualmente sobre sus productos.

Así pues este documento no podía mantenerse al margen de dicha revolución, utilizando esta herramienta para consultar no solo datos de carácter institucional publicados por el Ministerio de Industria o la Comunidad de Castilla la Mancha, en

---

<sup>2</sup> Libro virtual sobre el “Centenario Talleres Felipe Verdes 1908 a 2008”.



relación con la industria cerámica en la Sagra, sino también los datos publicados por la industria de la comarca relativos a sus sistemas de producción, nuevos productos o noticias del sector.

Se puede comprobar que la información manejada es amplia y de diverso origen. Previo a su transcripción en este documento la información ha sido contrastada, cotejándose una misma información en diferentes fuentes, siempre que ello ha sido posible. En cualquier caso se facilita el origen de toda la información citada a los pies de cada página.

## ***1.2. Estudio de la materia prima***

### **1.2.1. Características generales de la arcilla industrial ladrillera**

“Se da el nombre genérico de arcilla a productos naturales complejos, constituidos por silicatos aluminicos hidratados principalmente, por lo general mezclados íntimamente con sílice, óxido férrico, óxido de manganeso, carbonatos de calcio y hierro, algunas veces cloruros sódico y alumbre, y en mezcla menos perfecta con trozos de cuarzo, feldespato, mica y humus etc... procedente de la descomposición meteórica de las rocas y en especial de feldespatos”<sup>3</sup>.

Las arcillas son un grupo de minerales con muchas aplicaciones en la industria debido a sus especiales características.

---

<sup>3</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 M.111- 1958

Las arcillas industriales pueden clasificarse en los siguientes grupos<sup>4</sup>:

1. **Arcillas rojas o comunes.** Estas arcillas de acuerdo con su capacidad fundente se puede clasificar en fundentes y refractarias. Las arcillas rojas refractarias suelen emplearse en la fabricación de pavimentos de extrusión esmaltados. El color rojo de estas arcillas es debido a la presencia de hierro.
2. **Arcillas de cocción blanca, caolines.** Se agrupan bajo esta clasificación las arcillas con una baja proporción de hierro (menos del 3%), alto contenido en caolinita y elevadas cantidades de otros tipos de arcillas como las illitas y montmorillonitas así como impurezas de cuarzo, micas, piritas y yesos. Se emplean fundamentalmente en la cerámica decorativa (loza), aislantes industriales y baldosas decorativas.
3. **Bentonitas.** Se utilizan en la industria de los absorbentes y del petróleo.
4. **Sepiolitas.** Se utilizan industrialmente en el campo de los absorbentes domésticos.

La arcilla para fabricación de ladrillos existe prácticamente en todas partes. Esta disponibilidad de materia prima es una ventaja para su fabricación pero tan importante como su disponibilidad es su bondad.

---

<sup>4</sup> Publicación electrónica del Instituto geológico y minero de España. “Panorama minero” Informe monográfico sobre las arcillas “ 2002 <http://www.igme.es/internet/publicaciones/panorama/arcilla.htm>

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Las arcillas en los yacimientos naturales se encuentran mezcladas con otras sustancias, además su composición no es totalmente homogénea, por lo que la materia prima de cada zona requiere un proceso de fabricación diferente. Es preciso tener también en cuenta, que en diferentes zonas de un mismo yacimiento, la composición de la arcilla puede ser distinta.

La evolución de las pastas de arcilla roja que se emplean para la elaboración de los materiales cerámicos ha sido totalmente empírica. Sólo en los últimos años con los problemas de encarecimiento de los combustibles y la mayor exigencia de los mercados se han comenzado realizar ensayos de las diferentes arcillas con el fin de minimizar las temperaturas de cocción y asegurar la homogeneidad del material. Por tanto el estudio de las características físico-químicas de la arcilla disponible en la zona se convierte en un factor determinante de la viabilidad de la fabricación de materiales de arcilla cocida en una determinada zona.

El estudio de la arcilla como elemento destinado a la fabricación industrial de ladrillos y otras piezas especiales de cerámica cocida tiene otra orientación mucho más empírica. La bondad de una arcilla para ladrillos depende de su plasticidad, su capacidad de absorción y cesión de agua, su capacidad aglutinante, su contracción al secado y cocido y su comportamiento al calor<sup>5</sup>.

La arcilla que se extrae de las canteras para ser utilizada en la fabricación de piezas de arcilla cocida no es una arcilla pura. Se encuentra en la naturaleza combinada con

---

<sup>5</sup> P. Reverté, “La Industria ladrillera”. Ed. Reverté Año 1950

otros elementos que, aunque en proporciones no muy elevadas, hacen que la arcilla de cada zona sea diferente.

La aparición en determinadas zonas de estratos a poca profundidad en los que la arcilla se encuentre mezclada con estos componentes en las proporciones adecuadas, es lo que determina la idoneidad del terreno para la ubicación de canteras aptas para la fabricación de la arcilla cocida estructural.

El proceso de separación de la arcilla de estos materiales es antieconómico, ya que el precio final del ladrillo es muy bajo<sup>6</sup>. Es por ello que tradicionalmente a igualdad de procesos de fabricación e igualdad de costes de energía y de transporte, cuanto mejor sea la materia prima mejor calidad tendrá el producto final. De ahí que las grandes fábricas de arcilla cocida se encuentran situadas en zonas donde la arcilla es adecuada para la fabricación. Actualmente el análisis de los nuevos estratos permite la utilización de terrenos que hace algún tiempo no hubieran sido aptos mezclando o añadiendo terrenos adyacentes, no sin antes realizar un estricto estudio de costes<sup>7</sup>.

### **1.2.2. Determinación de la bondad de las arcillas industriales a lo largo de la historia**

Durante décadas la industria ladrillera no ha podido acceder a laboratorios lo suficientemente equipados para realizar ensayos físico-químicos con precisión. En

---

<sup>6</sup> P. Reverté, “La Industria ladrillera”. Ed. Reverté Año 1950

<sup>7</sup> AITEMIN. Proyectos de Mejora, “Optimización del consumo energético de la industria cerámica por selección de Materias primas.”

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

estos casos las arcillas recibidas se analizaban mediante unas sencillas pruebas que determinaban la bondad de la materia prima de la que se disponía para la fabricación.

En los apartados siguientes se exponen los procedimientos de determinación de la idoneidad de las arcillas descritos en manuales de diferentes épocas:

- Manual del albañil de Ricardo Marcos y Bausá (publicado en 1879)
- Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo Americana T.XXIX Espasa Calpe (1916)
- La industria Ladrillera de P. Reverté editado en (1950)
- Normativa vigente.

En este estudio solo nos referiremos a los ladrillos y sus derivados; las tejas aunque se ha producido tradicionalmente en la Sagra en los mismos tejares con pastas de arcilla y procesos de fabricación similares, no son analizados en este documento, baste comentar que la materia prima utilizada para las tejas procede de las mismas canteras, luego tiene una composición muy similar. Sin embargo se somete a tratamientos de preparación mucho más exhaustivos (estancias en pudrideros en condiciones de humedad controlada y desmenuzados de la arcilla mucho más exhaustivos).

### **1.2.2.1. Recomendaciones para una determinar la bondad de las arcillas en 1879**

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Según los conocimientos de aquellos años prácticamente “todas las tierras grasas o arcillosas desprovistas de partículas calizas o ferruginosas, son a propósito para la confección del ladrillo”<sup>8</sup>.

Se recomendaba la no utilización de arcillas salitrosas porque el salitre se presenta en las caras algún tiempo después y se desmoronaba. La arcilla para realizar un buen ladrillo debía de estar mezclada con un porcentaje máximo de arena del 8%.

Las arcillas eran la materia prima utilizada en los alfares para la fabricación de los materiales utilizados en las obras de alfarería: tejas, baldosas y caños o conducciones de agua. “La arcilla que entra en la confección de estos materiales, debe ser de buena calidad, mezclada con pequeñas porciones de arena cuarzosa muy fina, poniéndose esmero en su amasado y moldeado, y después se cuece en hornos hasta su vitrificación”<sup>9</sup>.

### 1.2.2.2. Procedimiento de análisis de la bondad de las arcillas en 1916

“Los ladrillos de buena calidad deben de ser sonoros bastante porosos y no absorber más allá de un 7% de agua”<sup>10</sup>. Una vez determinada los criterios de calidad de los ladrillos, se probaban los materiales de las distintas canteras, hasta obtener la mezcla idónea.

---

<sup>8</sup> Manual del albañil de Ricardo Marcos y Bausá. Pag 50

<sup>9</sup> Manual del albañil de Ricardo Marcos y Bausá Pag 70

<sup>10</sup> Enciclopedia Universal Ilustrada europeo Americana Tomo XXIX Espasa Calpe de 1916, M.111-1958 , pag. 208

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Como recomendaciones generales para la elección de la composición correcta de la de la pasta arcillosa de deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuanto más rica en arcilla es la pasta tanto más hay que prolongar el tiempo de cocción de los ladrillos.
- Los ladrillos que han de resistir a la intemperie no deben de contener más caliza que la que corresponde al 25% de carbonato,
- El óxido de hierro actúa como fundente mientras que la arena la hace más difícilmente fusible.
- Los núcleos de cal dan por resultado tras el cocimiento que se deshaga al ladrillo y se rompa, mientras que los núcleos de arena hacen que se rompa el ladrillo al cocerse.
- El color final de los ladrillos depende esencialmente de las materias mezcladas con la arcilla y de la forma de cocción. La arcilla pura da ladrillos prácticamente blancos, es el óxido de hierro el que les da una coloración amarilla, roja o roja oscura según el grado de oxidación de la llama durante la cocción. Se pueden llegar a obtener ladrillos con un tono verduzco si la pasta arcillosa contiene el doble de cal que de óxido de hierro, decolorándose en este caso el ladrillo obtenido de amarillo a ese tono verde.
- Por último una mezcla arcillosa muy magra da ladrillos poco resistentes.

En líneas generales los ladrillos muy cocidos se cortan mal y el cemento no se adhiere con la necesaria fuerza. En cambio los poco cocidos son ladrillos a los que las heladas y la humedad destruyen muy fácilmente.

### 1.2.2.3. Procedimiento de análisis de la bondad de las arcillas en 1950

A continuación se enumeran las características idóneas para las tierras arcillosas aptas para la fabricación de derivados de arcilla cocida estructural referidas en el libro “La industria Ladrillera” de P. Reverté<sup>11</sup>. Las propiedades analizadas son la plasticidad, la capacidad aglutinante, la capacidad de absorción de agua, la contracción y el comportamiento al calor.

#### *Plasticidad*

Se dice que una arcilla es *plástica* cuando, previa humectación de la misma, pueden con facilidad moldearse bolas que, comprimidas en una dirección cualquiera, no originan grieta alguna en la pasta; cuando el diámetro de la bola se ha reducido a la mitad en el sentido de la presión; o cuando arrollada la pasta en cilindro y curvada en forma de anillo, no se produzcan tampoco grietas y en el momento de ser estirada una tira se deje notar visiblemente la reducción de sección antes de producirse la rotura por tracción<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> P. Reverte “La Industria Ladrillera” Ed. Reverté ( 1950), Pag.30

<sup>12</sup> P. Reverte “La Industria Ladrillera” Ed. Reverté ( 1950), Pag.32



Otra forma de determinar la plasticidad de la arcilla y su idoneidad para la fabricación es la siguiente<sup>13</sup>:

“ Dos ladrillos se pesan antes y después del secado, para obtener la cantidad de agua que se necesita para conseguir la arcilla que disponemos sea suficientemente plástica para ser trabajada” ...”las variaciones de la cantidad de agua a añadir a nuestra arcilla varían de un 20% a un 25% que es la cantidad habitual, pero podría llegar a necesitar hasta un 35%o 40% para ser trabajada... e incluso en algunas zonas hasta un 67% ( en Greek Clay en el oeste de Tennessee”.

#### *Capacidad aglutinante*

Se dice que una arcilla tiene *capacidad aglutinante* cuando húmeda puede llegar a admitir entremezclada en su masa una cierta cantidad de materias extrañas más o menos granulosas, que si se dejan secar el material resultante adquiere una cierta resistencia mecánica. Se llaman *arcillas “grasas”* desde un punto de vista industrial a las arcillas que poseen una fuerte plasticidad junto con una notable capacidad aglutinante.

#### *Capacidad de absorción.*

La *capacidad de absorción* de la arcilla se mide por la menor o mayor capacidad de humectación que produce el esponjamiento de las partículas de arcilla, que detendrán

---

<sup>13</sup> Brick & Clay, Annual Review Issue Febrero de 1938, Artículos “Giving your clay the third Degree” T.W. Garne

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

el paso de agua en mayor cantidad cuando la arcilla es grasa y dejará el paso a aquella cuando la arcilla es magra.

### *Contracción de la arcillas*

La *contracción de la arcilla* está determinada por la disminución de volumen sufrida en el proceso de secado y cochura de piezas moldeadas. Las arcillas magras se contraen menos que las grasas a causa de su menor contenido de partículas esponjables con el agua.

### *Comportamiento de la arcilla al calor*

El *comportamiento de la arcilla al calor* depende de su contenido en fundentes (ácido silícico, cal, óxido de hierro, magnesia y álcalis). Las arcillas pobres en fundentes requieren más calor para su cocción que las ricas.

El ladrillero estimaba si una arcilla era o no buena según las características de los productos cocidos, basándose a además de una buena coloración de los ladrillos terminados, en otros factores como los siguientes: “para la fabricación de un buen ladrillo se precisa una arcilla apropiada que debe de estar exenta de mezclas granulosas y poseer las plasticidad necesaria para moldear, con pasta húmeda, ladrillos de cantos agudos que no se agrieten ni se deformen en el secado gradual; después del cocido, el ladrillo ha de conservar los cantos agudos, ser sonoro al golpe y no mostrar porosidad excesiva”<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> P. Reverté. *La Industria Ladrillera* Ed.Reverté 1950, pag 33

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La arcilla utilizada en la industria ladrillera contiene otros elementos extraños que no siempre son perjudiciales. Normalmente se analiza y se comprueba el contenido en porcentaje de dichos elementos. Si de los análisis realizados se desprende que éstos últimos son perjudiciales se procede a su eliminación sometiendo a las arcillas a procesos de trituración (en el caso de materiales como granito, cuarzo, feldespatos o pizarras) o a sucesivos lavados (en el caso de que los materiales a eliminar sean cristales de yeso, piritas o cal).

A las masas de arcilla se le añaden elementos llamados *desgrasantes*, como cuarzo molido o polvo seco de arcilla que pueden mejorar las propiedades de la masa, convirtiéndola de no apta en apta para la fabricación.

La adición de desgrasantes está indicada en dos casos bien diferentes<sup>15</sup>: El primer supuesto sería la utilización en aquellas masas arcillosas que tienen una contracción excesiva en la cocción. El desgrasante íntimamente incorporado a la masa arcillosa dificultaría la contracción en la cocción. El segundo supuesto<sup>16</sup> se referiría a masas con alto contenido en carbón o productos bituminosos. El ladrillo en la cochura se quema al debido a la imposibilidad de que el aire acceda al interior del mismo y a que los gases desprendidos en la cochura por estos elementos puedan ser expulsados. El interior queda negro y defectuoso y la superficie ondulada. La adición de arena puede posibilitar la utilización de este tipo de arcillas, sin otros tratamientos de purificación de la arcilla, al favorecer la posibilidad de expulsión de los gases de la cochura.

---

<sup>15</sup> P. Reverté “La Industria Ladrillera” Ed. Reverté 1950 Pag 35

<sup>16</sup> P. Reverté “La Industria Ladrillera” Ed. Reverté 1950 Pag 35

Es necesario indicar que la adición de desgrasantes es una opción válida para algunas arcillas, pero que antes de su utilización industrial es necesario realizar las correspondientes pruebas.

La arcilla de ladrillos puede llegar a tener hasta un 20% de carbonato de cal, en casos en los que no exista otra materia prima económicamente disponible, siempre que este se encuentre íntimamente ligado a la arcilla. Si este carbonato se encuentra formando gránulos, la arcilla ya no es apta. Ello es debido a que al cocerse la masa estos gránulos forman caliches, o manchas blancas de cal viva que disminuyen la calidad de las piezas cocidas.

Para fines estrictamente prácticos se puede realizar el siguiente ensayo rápido procediendo<sup>17</sup> del siguiente modo:

*“Se pesa una pequeña cantidad de la masa arcillosa procedente de la cantera y a la que se ha sometido a un proceso previo de trituración. Se calcina y se determina el agua por la pérdida de peso experimentada; el óxido de hierro se estima aproximadamente comparando la tonalidad de la arcilla calcinada con la tonalidad de otras muestras análogas de las que se conozca la composición. Si al tratar la arcilla con ácido clorhídrico se produce efervescencia, ello indica que la arcilla es caliza, y si por el ensayo anterior se presume que tiene poco hierro, esta fundirá a más de 1400°C. Si se trata de una marga esta fundirá a menos de 1200°C.*

---

<sup>17</sup> P. Reverté “La Industria Ladrillera” Ed. Reverté 1950 Pag. 36

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

*A continuación se determinan las proporciones de materias arenosa, o cuarzo por medio de lavados sucesivos, tamizados y decantaciones. Para determinar este grado de impurezas se diluye una cantidad previamente pesada de arcilla en agua caliente. Después de un reposo se agita y se filtra a través de un tamiz de 900 mallas por cm<sup>2</sup>. Las partículas que quedan retenidas son aclaradas y pesadas cuidadosamente para determinar el tanto por ciento de residuo y su composición exacta.*

*Si el residuo retenido es cuarzo, pirlita, feldespatos o granito, o bien se tritura o bien se lava si es una cantidad muy elevada. En el caso de que el residuo sea cal, piritas o yesos, es necesario lavar la arcilla para eliminar estas impurezas”.*

Como muestra a continuación se exponen algunas composiciones de arcillas que la práctica sancionó como aptas para fabricar ladrillos de calidad adecuada, y que como puede observarse son muy distintas.

<b>Componentes</b>	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo2</b>	<b>Tipo3</b>	<b>Tipo4</b>
<b>Arena</b>	<b>59,70</b>	<b>54,70</b>	-	-
<b>Sílice</b>	<b>19,94</b>	<b>21,04</b>	<b>66,07</b>	<b>54,50</b>
<b>Alúmina</b>	<b>10,67</b>	<b>10,97</b>	<b>12,90</b>	<b>16,50</b>
<b>Oxido de hierro</b>	<b>3,43</b>	<b>3,57</b>	<b>5,27</b>	<b>13,50</b>
<b>Carbonato cálcico</b>	<b>0,48</b>	<b>0,54</b>	<b>2,60</b>	<b>3,37</b>
<b>Magnesia</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>1,61</b>	-
<b>Álcalis</b>	<b>Trazas</b>	<b>trazas</b>	-	-
<b>Pérdida por calcinación</b>	<b>3,62</b>	<b>3,78</b>	<b>11,55</b>	<b>10,60</b>
<b>Agua higroscópica</b>	<b>2,04</b>	<b>5,28</b>	-	-

**Tabla 1.2.2.3. Tabla resumen de la composición de ejemplos de arcillas ladrilleras habituales. Fuente La Industria ladrillera. P. Reverté<sup>18</sup> (1950)**

<sup>18</sup> P. Reverté, “La Industria ladrillera”. Ed. Reverté Año 1950

Se trata de una clasificación empírica en la que no sólo aparecen arcillas, sino también otras sustancias con las que se encuentra mezclada en la naturaleza, tales como Oxido de hierro, Carbonato Cálcico, Magnesia y Álcalis.

#### **1.2.2.4. Determinación de la bondad de las arcillas en la actualidad**

Las formaciones geológicas susceptibles de ser aprovechadas son muy variadas y van desde las arcillas rojas del triásico (utilizadas en la meseta) hasta las arcillas margosas del terciario utilizadas en la depresión del Guadalquivir.

La **norma armonizada UNE EN771-1**, de obligado cumplimiento desde 2006 <sup>19</sup>, sobre fabricación de ladrillos fija de forma exhaustiva las propiedades del producto final y hace mención y fija algunas de las propiedades de las arcillas, tales como propiedades térmicas, contenido en sales solubles activas, resistencia al fuego y permeabilidad al vapor de agua.

#### **1.2.3. Características de las arcillas utilizadas en la región de la Sagra.**

Hay dos grandes tipos de materiales sedimentarios en la Sagra, unos que proceden de la erosión de las cordilleras circundante y posterior depositadas en la cuenca el Tajo (Facies Madrid, tipo sedimento detrítico) y otros de la descomposición de las arenas calizas del Este de la meseta y su precipitación en el centro de la cuenca (tipo

---

<sup>19</sup> BOE , 6 de Junio de 2005

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

sedimento químico). La segunda es la denominada “facies Toledo” está formada por materiales arcósicos de color rojizo, con mayor proporción de arcillas y ocupa prácticamente toda la comarca excepto su límite este y sur. En esta zona es en donde se encuentra la llamada arcilla roja de la Sagra tan apreciada por su calidad. Los estratos de arcilla en esta zona se encuentran muy superficiales permitiendo la fácil extracción<sup>20</sup>.

Las arcillas típicas de la región de La Sagra aunque son quizás demasiado plásticas, se cuecen a una temperatura adecuada y sobre todo presentan muy buena resistencia mecánica así como un buen comportamiento frente al hielo una vez cocidas.

Los procedimientos de selección de las vetas de arcilla en la región a lo largo de la historia han variado.

Tradicionalmente el criterio de selección seguido por los fabricantes de la comarca era:

- 1.- La selección de la veta de arcilla atendía a criterios de cercanía a la fábrica y proximidad a la superficie, tanto es así que se construían las fábricas al lado de las vetas de arcilla.
- 2.- El material a obtener ha de ser uniforme, limpio y libre de cantos. La presencia de cantos no es una dificultad insuperable, siempre que estos no sean de origen calizo, en que conviene usar otra arcilla<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Atlas comarcal de suelos. SEIS.net. Sistema Español de Información sobre suelos sobre Internet. Proyecto MIMAM del CSIC.

<sup>21</sup> Begoña Cernuda Vergara, “ Industrialización rural : Cobeja de la Sagra Toledo” 1985

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

3.- La veta de arcilla era definitivamente aceptada tras la primera cochura de ladrillos amasados, en la que se comprobaba la bondad del producto final.

Agotadas las canteras anexas a las fábricas, en la actualidad la selección de las vetas se realiza de forma sistemática analizando los diferentes estratos del suelo con el fin de determinar el estrato con la composición más adecuada para la fabricación de cada producto.

En la actualidad la labor de mezcla de diferentes tipos de arcillas y la determinación del porcentaje de aditivos, ya no se realiza utilizando un método de prueba-error, sino que laboratorios especializados tienen establecidos protocolos de ensayos propios, que en función de las características de las arcillas disponibles determinan la proporción y el tipo de los aditivos a añadir para una correcta fabricación.

Como una muestra de los procedimientos que se siguen en la Sagra para la determinación previa de la bondad de los estratos donde se pretende la extracción de arcillas, se pueden citar tres estudios realizados por el Centro Tecnológico de la Arcilla Cocida CTAC en su sede de Toledo, referidos a esta comarca:

“Investigación prenORMATIVA sobre áridos” de la región y que tiene como objetivo la caracterización previa de los materiales procedentes de las distintas canteras de áridos de empresas de Castilla-La Mancha, según la normativa nacional y europea,



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

determinando el uso más adecuado para cada árido en función de los resultados obtenidos(2002)".<sup>22</sup>

Otro estudio es la "Investigación de arcillas en Los Yébenes (Toledo)" año 2003<sup>23</sup> Se pretendía el reconocimiento geológico mediante la perforación de sondeos del permiso de investigación minera "Asociación Yébenes", en la provincia de Toledo, y la toma de muestras del subsuelo, con el fin de determinar su interés para la explotación de arcillas. En función de los resultados obtenidos se decidieron las secciones de cada uno de los sondeos en las que llevar a cabo ensayos de plasticidad, sulfatos solubles y tecnológicos para determinar sus posibilidades de utilización en la fabricación de productos cerámicos. Se identificaron asimismo los tipos de productos idóneos para los materiales encontrados, las posibles mezclas a efectuar, y los procesos de fabricación más adecuados.

Y por último la "Investigación de arcillas en la Sagra Toledo"<sup>24</sup> (2005) en el que se pretendía Reconocimiento geológico de varios permisos de investigación situados en la Comarca de La Sagra (Toledo), para determinar su interés para la explotación de arcillas y materiales detríticos destinados a la fabricación de productos cerámicos

---

<sup>22</sup> AITEMIN Perez Agripino ,“Investigación prenORMATIVA sobre áridos ” año 2004  
<http://www.aitemin.es/index2.html>

<sup>23</sup> AITEMIN Suso Jesus “Investigación de arcillas en Los Yébenes (Toledo)” año 2003  
<http://www.aitemin.es/index2.html>

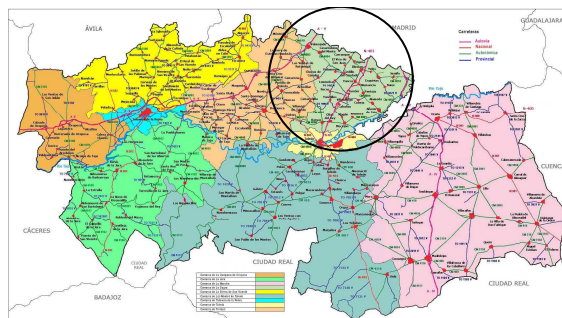
<sup>24</sup> AITEMIN Bueno Díaz, Jorge Investigación de arcillas en La Sagra (Toledo) año 2005  
<http://www.aitemin.es/index2.html>

### 1.3. Definición de la comarca de la Sagra.

En las “Relaciones topográficas de Felipe II” se señala el carácter “llano templado y raso” de este territorio, que se entendía llano por no tener desniveles, templado por sus veranos cálidos y secos e inviernos fríos y rasos por sus escasez de vegetación<sup>25</sup>.

La tierra de la Sagra ha sido apreciada por su excelente calidad para el cultivo del cereal de secano fundamentalmente. En esta cualidad se apoya el origen del nombre de la comarca, así pues Madoz afirma que “la excelente calidad del terreno y por tanto tenemos cierto que pudo muy bien llamarse *ager* por los romanos, *shara* por los sarracenos y *Sagra* por nosotros confundiendo ambos términos.

La delimitación actual de la comarca, se apoya en criterios empleados históricamente como la homogeneidad de la calidad del terreno y de los cultivos. Lautensach caracteriza La Sagra por “... el oscuro suelo negro... ( que) produce sin embargo un trigo famoso”.



**Figura 1.3.0 : Ubicación de la región de la Sagra en la provincia de Toledo**

<sup>25</sup> Rodríguez Vicente, La Tierra en la Sagra toledana : su evolución de los siglos XVI a XX, ( 1984)

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Los límites actuales de la región son los siguientes:

- Al Norte la provincia de Madrid
- Al Este los valles de Jarama y Tajo
- Al Sur la ciudad de Toledo (desde la “Puerta de la Bisagra” antiguamente)
- y Al oeste el valle del Guadarrama

Las poblaciones integradas en la región son: Alameda de la Sagra, Añover de Tajo, Bargas, Borox, Cabañas de la Sagra, Carranque, Casarrubios del Monte, Cedillo del Condado, Chozas de Canales, Cobeja, El viso de San Juan, Esquivias, Illescas, Lominchar, Magán, Mocejón, Numancia de la Sagra, Olías del Rey, Palomeque, Pantoja, Recas, Seseña, Ugena, Valmojado, Villaluenga de la Sagra, Villaseca de la Sagra, Yeles, Yuncler, Yunclillos y Yuncos.

De los municipios anteriormente citados aquellos que en principio interesan más desde el punto de vista de la fabricación cerámica son Illescas, Alameda de la Sagra, Pantoja, Cobeja y Villaluenga de la Sagra.

### **1.3.1 Entorno económico y social del subsector en la comarca.**

La magnífica materia prima de este comarca propició desde muy antiguo la existencia de una incipiente industria ladrillera. Ya en el siglo de oro se encuentran referencias

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

escritas de la vocación de esta región por la industria del ladrillo<sup>26</sup>. En 1576, Juan Díaz, alcalde de Yuncler, nombró a Diego Díaz y a Pedro Medina para que contestasen a un cuestionario remitido por Dn. Juan Ramírez Tello, alférez mayor de Sevilla y corregidor de Toledo. En este escrito se enuncia “La villa se encontraba en una zona arcillosa, con cierta humedad, que dio lugar a una industria de cierta importancia los Tejares”.

A lo largo del SXIX, la fabricación industrial se centraba en la producción de bienes de consumo finales que abastecían a mercados locales. El subsector de la cerámica dentro de la región de la Sagra, que incluye la fabricación de arcillas y cementeras, no era una excepción. Durante toda la segunda mitad del siglo XIX se sumió en una recesión debido a que durante todo este período no se acometieron procesos de urbanización o de creación de infraestructuras importantes en la zona o alrededores.

En el primer tercio del siglo XX, el crecimiento urbano de Madrid determinó el auge del sector. Se crean nuevas fábricas cementeras en la región como la “Sociedad Asland” en Villaluenga de la Sagra o la “Sociedad Española Hispania” en Yeles y se modernizan las tejas de carácter familiar con la incorporación de hornos tipo Hoffman (o también denominados hornos anulares), en algunas empresas de Illescas. La incorporación de este tipo de hornos no modificó apenas un subsector con un bajo nivel tecnológico y escasa productividad<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> Rodríguez Vicente, *La Tierra en la Sagra toledana : su evolución de los siglos XVI a XX*, ( 1984)

<sup>27</sup> *La Industria de Castilla-La Mancha en el período de recuperación (1985-1991)* Miguel R: Pardo ( Ed. Civitas ) 1996

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La guerra civil y la autarquía posterior frenan todavía más modernización. No produce un aumento de la producción del subsector hasta la etapa desarrollista años 50 y 60, con el importante desarrollo inmobiliario de la capital.<sup>28</sup>

Muchas de las actuales industrias han tenido su origen en empresas familiares que aparecieron a mediados del siglo XX. Alrededor de 1940 algunos agricultores de toda la comarca, pero fundamentalmente del eje Pantoja, Cobeja y Alameda, propietarios de tierras dejan de cultivarlas y a explotarlas como canteras a cielo abierto. En el lugar más cercano a la carretera construyen chamizos para las rudimentarias maquinarias y comienzan a fabricarse poco a poco los hornos.

El auge de este tipo de instalaciones llega con el desarrollismo de los años 60-70, en el que municipios como Cobeja de algo más de 1000 habitantes llega a tener en funcionamiento a finales de la década de los 70, trece pequeñas plantas <sup>29</sup>. La fabricación se realizaba en instalaciones de funcionamiento irregular y apenas automatizado, propiedad de empresas claramente familiares y sin apenas estructura. La crisis del sector de la construcción de primeros de los 80, obliga a una reconversión del sector, tras la cual quedan en el municipio solo 5 empresas, a finales de los 80<sup>30</sup>. Algunas de ellas utilizaron la modernización tecnológica como medio para superar la crisis que padeció esta industria ladrillera en el período 1979-1983, construyendo nuevas plantas con un alto grado de automatización. También en estos años y de forma irregular, se inicia la profesionalización del sector al convertirse algunas de

---

<sup>28</sup> Fernando Jiménez Gregorio “La Sagra Toledana”. (2002)

<sup>29</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” (1985)

<sup>30</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” (1985)

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

estas empresas en sociedades anónimas. Posteriormente a principios del 2000 obligados por las exigencias de un mercado más exigente, se inicia un proceso de concentración de empresas en el sector ladrillero (por ejemplo en el municipio de Cobeja en el año 2007 en el municipio solo restan 2 grandes fabricantes<sup>31</sup>).

La comarca de la Sagra recibió un impulso con la llegada del Gas Natural en 1994. Fueron los mismos fabricantes los que al tener noticias de la construcción del gasoducto a Andalucía, y que atraviesa la comarca, decidieron gestionar la posibilidad de que parte de ese gas se quedase en sus municipios; el esfuerzo fue importante pero obtuvo unos resultados inmejorables<sup>32</sup>. Muchos adecuaron sus hornos convencionales para su utilización. Algunos de ellos no sólo actualizaron sus hornos sino que aprovecharon el excedente el calor de los procesos para la cogeneración de energía eléctrica.

La crisis del sector de la construcción de principios de los años 90 y el mantenimiento de los precios de venta fueron entre otras causas de que sólo las empresas tecnológicamente más preparadas pudiesen sobrevivir. A pesar de la reducción del número de empresas en el sector y del empleo asociado, se han aumentaron los niveles de producción en estos últimos diez años, como resultado de la constante actualización tecnológica de estas empresas.

Con la crisis del sector de la construcción iniciada en 2007 y que lo ha sumergido en una compleja situación, se ha precipitado la finalización del proceso la eliminación de

---

<sup>31</sup> Fuente “ [www.hyspalit.es](http://www.hyspalit.es)”

<sup>32</sup> Fuente oral: Pedro Rognoni, D. Comercial de HDR , empresa del sector.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

las fábricas de pequeño formato equipadas todavía con hornos tipo Hoffman que abastecían a mercados rurales con escasos requisitos en cuanto a la calidad de los productos<sup>33</sup>, completándose la modernización de esta industria.

El sector de la cerámica industrial en la actualidad en Toledo tiene una gran importancia no sólo en la comunidad de Castilla-La Mancha, sino también en el contexto nacional.

La provincia de mayor extracción de arcilla roja es Toledo y fundamentalmente la región de la Sagra. En los últimos años y debido al aumento significativo de la demanda entre 1998 y 2006, se ha producido una considerable ampliación de la capacidad de fabricación nacional<sup>34</sup>. Este crecimiento se vio truncado por la crisis que se inició a finales del 2007.

La importancia del sector de la fabricación de la cerámica estructural y todas las actividades asociadas (extracción, transporte, etc) es consecuencia de tres factores:

- por una parte de una tradición arraigada que proviene de explotaciones artesanales, que han evolucionado en el último cuarto de siglo XX, hasta convertirse en un sector tecnológicamente desarrollado

---

<sup>33</sup> Fuente “[www.hispalit.es](http://www.hispalit.es)”

<sup>34</sup> Publicación electrónica Instituto geológico y minero de España . “Panorama minero” Informe monográfico sobre actividad de extracción de las arcillas publicado en Internet junio 2007.[http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm\\_junio07/ARCILLAS05.pdf](http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm_junio07/ARCILLAS05.pdf)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- por otra de una materia prima de excelente calidad
- y por último por la importancia del mercado madrileño que hace que se concentren las fábricas próximos a su principal consumidor.

Los subsectores dependientes de este sector de la fabricación son fundamentalmente la minería a cielo abierto, la distribución de los productos fabricados (tejas, ladrillos y termoarcillas) y las empresas de mantenimiento de maquinaria y de vehículos pesados.

Existe un predominio de PYMEs, ya que prácticamente todas tienen menos de 100 empleados y el 80% de las empresas menos de 10 empleados. Esta distribución es lógica ya que coexisten multitud de empresas locales y comarcales de carácter familiar que abastecen de productos con bajas prestaciones y los grandes grupos tecnológicamente actualizados<sup>35</sup>. En la zona de la Sagra predominan las empresas familiares, siendo los principales centros de producción en 2009 los municipios de Pantoja (12 fábricas), Illescas (3 fábricas), Villaluenga de la Sagra (1 Fábrica), Yuncler (1 Fabrica), Alameda de la Sagra, Cobeja (2 fábricas) y Numancia de la Sagra (4 fábricas) entre otras<sup>36</sup>.

Es curioso observar tras una visita a las zonas típicamente productoras como las grandes empresas están pegadas unas a otras aprovechando cada una sus propias

---

<sup>35</sup> **Publicación electrónica Instituto geológico y minero de España . “Panorama minero” Informe monográfico sobre actividad de extracción de las arcillas publicado en Internet junio 2007.**[http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm\\_junio07/ARCILLAS05.pdf](http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm_junio07/ARCILLAS05.pdf)

<sup>36</sup> **Registro de Centros productores cuyas emisiones superen los umbrales de notificación del PRTR de Castilla la Mancha 2009.** <http://www.jccm.es>



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

canteras. Por ejemplo en la carretera de Pantoja a Cobeja existen al menos cuatro grandes productoras en unos 5Km.

En la figura siguiente se recoge la carretera comarcal CM-9401, que une Cobeja con Pantoja. Se puede comprobar que junto a cada cantera se ha ubicado una fábrica de arcilla cocida.



Figura 1.3.1 Vista general de las instalaciones ladrilleras ubicadas en los municipios de Pantoja y Cobeja . 2009  
Fuente: Oficina Virtual del catastro, CARTOGRAFÍA CATASTRAL, Provincia de TOLEDO, Municipio de COBEJA  
Proyección: U.T.M.

La modernización sufrida por el sector ha llevado aparejada una profunda reconversión de los puestos de trabajo precisados por estas industrias, para lo cual han debido dotar de la cualificación necesaria a sus operarios aplicando políticas de preparación y cursos de actualización. Para la elaboración de algunos de estos programas de adecuación se han utilizados fondos públicos, incluso en algunos casos provenientes de la UE<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> Castilla la mancha en Europa. Informe de la Comisión europea  
[http://ec.europa.eu/spain/pdf/castillalamancha\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/spain/pdf/castillalamancha_es.pdf)

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La Asociación Provincial de fabricantes de Ladrillos, Tejas y Piezas Especiales de Toledo<sup>38</sup>, preocupada por la continuidad de su actividad en la zona, encargó un estudio de viabilidad para la gestión de un Modelo de Gestión Medioambiental en la región. Este Modelo se entendía como medio de modernización del sector, teniendo en cuenta su equilibrio con el medio ambiente, a fin de compatibilizar, racionalizar y optimizar los procesos productivos, conseguir la adaptación a las nuevas tecnologías, y lleva a cabo la implantación de los sistemas de gestión y el asesoramiento de la calidad en el marco de la normativa comunitaria.

La realización de esta iniciativa obligaba a la creación de una herramienta de gestión y control externa en la que tuvieran cabida la Administración y la empresa privada. Así nace el Centro Tecnológico de la Arcilla Cocida, CTAC, en 1995 con sede en Toledo. Su gestión está a cargo de AITEMIN (Asociación para el desarrollo Industrial de los recursos Naturales creado en 1976)<sup>39</sup>.

El CTAC se enmarca dentro de la política de desarrollo regional de la comunidad autónoma habiéndose acogido a la iniciativa de la CEE para la mejora de la capacidad regional de investigación, tecnología e innovación (STRIDE\_Fondos FEDER).

Entre los problemas tecnológicos a resolver por este centro para adecuar los productos de arcilla cocida a las nuevas necesidades del mercado de la construcción está la

---

<sup>38</sup> José Carrasco Galón “El centro tecnológico de la Arcilla Cocida de Castilla la Mancha”. Artículo Revista Añil Nº 9 , Publicación electrónica de la Biblioteca virtual de Castilla la Mancha

<sup>39</sup> José Carrasco Galón “El centro tecnológico de la Arcilla Cocida de Castilla la Mancha”. Artículo Revista Añil Nº 9 , Publicación electrónica de la Biblioteca virtual de Castilla la Mancha

prevención de ciertas patologías de las piezas cerámicas, así como la exposición sufrida por la humedad o la mayor obtención de un aislamiento térmico y acústico.

### **1.3.2 La Industria en la Sagra en la actualidad**

La diversificación de los productos derivados de la arcilla cocida, obliga a adoptar una denominación para aquellos que continúan con la línea tradicional de los tejares y frente a otros fabricantes de azulejos y cerámica. Esta diferencia se aprecia en el CNAE, siendo la actividad económica que se estudia en este documento la denominada “Fabricación de cerámica Estructural “(CNAE-26.4).

Los productos que se producen dentro de este epígrafe del subsector de minerales no metálicos son: ladrillos, tejas, bovedillas, bloques, pavimentos, adoquines, celosías y rasillas. Este subsector se encuentra muy vinculado a la actividad del sector de la construcción y por lo tanto muy dependiente de los ciclos económicos.

La evolución tecnológica del sector a escala nacional ha llevado a la concentración de la producción en grandes fábricas que utilizan hornos túnel con una fabricación anual superior a 5 millones de toneladas. Esta evolución hizo disminuir el empleo en el sector que en el año 2001 estaba en torno a las 10.000 personas, con un volumen de negocio en progresión. En el ese mismo año había en España unas 380 fábricas, de las que sólo 30 de reciente puesta en marcha, producen unos 5 millones de toneladas anuales. La mayor concentración de estas fábricas se produce en La Sagra donde se

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

concentra entre un 30-40% de la producción nacional y el mayor número de grandes instalaciones totalmente renovadas<sup>40</sup>.

El crecimiento la producción de la industria ladrillera, favorecido con el auge del sector de la construcción fue constante hasta el año 2006 (por ejemplo creció un 17% en este año). El ritmo de trabajo normal era la fabricación continua en tres turnos los 365 días del año. Ya en 2007 se produce un estancamiento de la producción, pero no es hasta 2008 en que el parón del sector inmobiliario ralentiza la fabricación.

En la comarca de La Sagra se fabricó en 2007 el 25% de la producción nacional, para lo que se utilizaron 2600 puestos de trabajo en empleo directo y 10.000 empleos indirectos. A finales de 2008 el brusco descenso de la demanda inundó de stocks de ladrillo la zona. En un primer momento y para ajustarse a esta situación los fabricantes se vieron obligados a reducir de tres a dos turnos la fabricación llegando incluso a parar la producción en diciembre de 2008 durante tres semanas. Al prologarse la situación algunos fabricantes están sacando sus stocks al mercado con rebajas de hasta el 50%, para poder mantener la actividad. Esta conmoción en el sector tendrá como resultado la desaparición de aquellas compañías que no sepan adaptarse a la demanda, lo que necesariamente llevará asociado el aumento del paro en la zona. Localidades como Pantoja de 4000 habitantes en donde se concentran factorías de 12

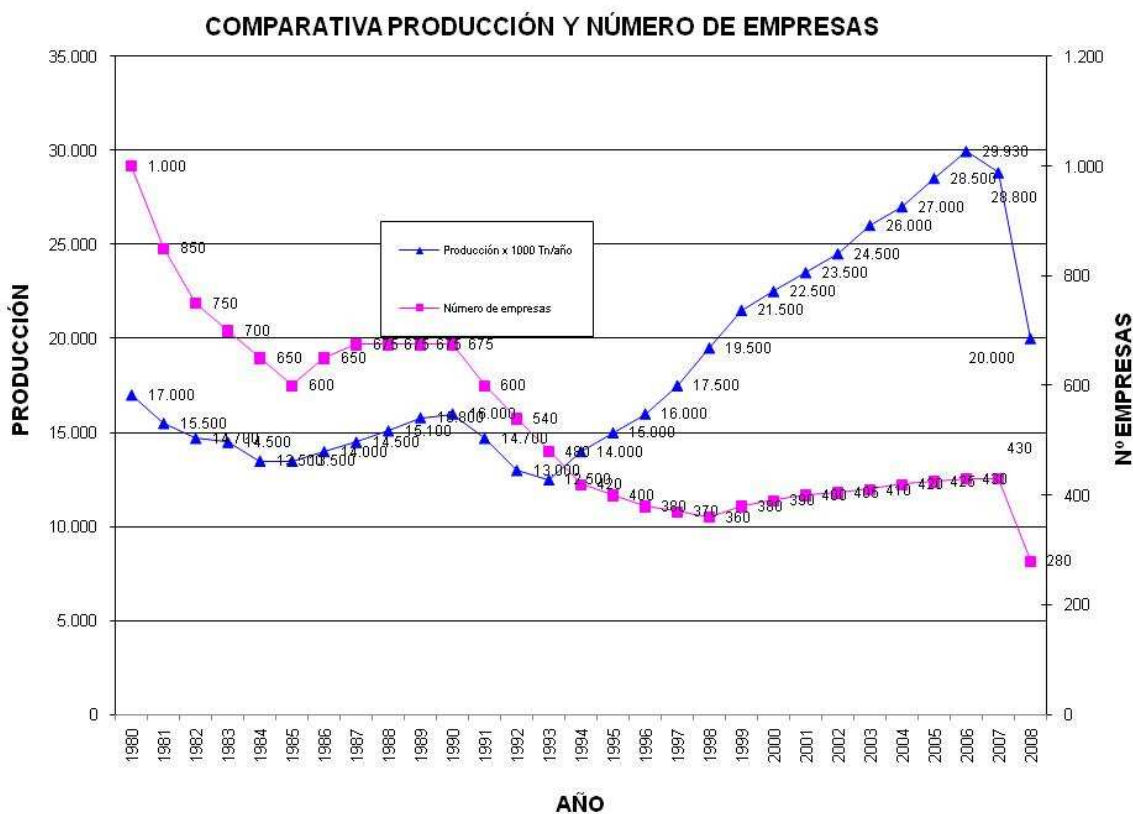
---

<sup>40</sup> IGME. “Panorama minero” Informe monográfico sobre actividad de extracción de las arcillas  
[http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm\\_junio07/ARCILLAS05.pdf](http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm_junio07/ARCILLAS05.pdf)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

diferentes fabricantes están abocadas a una difícil situación durante los próximos años a la espera de la recuperación de la actividad económica.<sup>41</sup>

A continuación se muestran los datos publicados en sus informes anuales por la asociación de fabricantes de ladrillos, tejas y arcilla cocida, HYSPALIT<sup>42</sup>, resumidos en una tabla y un gráfico en donde se puede apreciar la evolución del sector en el período 1980-2008 a nivel nacional. Estos datos son perfectamente extrapolables a la evolución de la industria cerámica en la Sagra, habida cuenta de que en torno a un 25-30% de la fabricación nacional se concentra en esa comarca:



**Gráfico 1.3.2-1 Evolución del sector de la cerámica estructural en España 1980-2008.**  
Fuente: HYSPALIT 2009

<sup>41</sup> “La caída del ladrillo sepulta La Sagra” Mercedes Gomez EL MUNDO 10/2/2009

<sup>42</sup> Hyspalit “Informe situación actual junio 2009”. <http://hisपालyt.es>

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

<b>AÑO</b>	<b>Número de empresas</b>	<b>Producción x 1000 Tn/año</b>	<b>Número de empleados</b>	<b>Volumen de negocio (millones de euros)</b>	<b>Volumen medio de negocio</b>	<b>Plantilla media</b>	<b>Producción/empleado Tn/año</b>
1980	1.000	17.000	23.500			23,50	723
1981	850	15.500	19.500			22,94	795
1982	750	14.700	17.000			22,67	865
1983	700	14.500	16.500			23,57	879
1984	650	13.500	16.000			24,62	844
1985	600	13.500	16.000			26,67	844
1986	650	14.000	16.000			24,62	875
1987	675	14.500	16.000			23,70	906
1988	675	15.100	16.000			23,70	944
1989	675	15.800	16.000			23,70	988
1990	675	16.000	16.000			23,70	1000
1991	600	14.700	15.000			25,00	980
1992	540	13.000	13.000			24,07	1000
1993	480	12.500	12.400			25,83	1008
1994	420	14.000	11.800			28,10	1186
1995	400	15.000	11.600			29,00	1293
1996	380	16.000	11.550			30,39	1385
1997	370	17.500	11.500			31,08	1522
1998	360	19.500	11.400			31,67	1711
1999	380	21.500	11.600			30,53	1853
2000	390	22.500	11.800			30,26	1907
2001	400	23.500	12.000			30,00	1958
2002	405	24.500	12.100			29,88	2025
2003	410	26.000	12.200			29,76	2131
2004	420	27.000	12.500	1.200	2,86	29,76	2160
2005	425	28.500	13.000	1.260	2,96	30,59	2192
2006	430	29.930	14.000	1.475	3,43	32,56	2138
2007	430	28.800	14.140	1.505	3,50	32,88	2037
2008	280	20.000	9.200	980	3,50	32,86	2174

**Tabla 1.3.2-1 Evolución del sector de la cerámica estructural en España 1980-2008.**

**Fuente: HYSPALIT 2009. Elaboración propia .**

En el análisis de las cifras del sector en estos últimos años se aprecian cinco grandes periodos:

Período 1980- 1985

La producción sufre una disminución del 20% debido a la crisis en el sector de la construcción. La reacción del sector es la disminución en un 40% del número de empresas, para ajustarse a esa disminución de la producción y una actualización de

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

todas las fábricas equipándolas con las últimas novedades tecnológicas. Un indicador de la modernización de las fábricas es el ratio producción por empleado, que en 1980 era de de 720 ton/año y empleado y en 1985 es de 870ton/año y empleado.

### Periodo 1986-1990

Se inicia otro ciclo de bonanza en el sector de la construcción, aumentándose la producción recuperándose los niveles de 1980. El número de empresas se estabiliza y crece ligeramente para ajustarse a la producción. La modernización de las fábricas continúa ya que se aumenta el ratio de producción por empleado de 870Ton/año/empleado a 1000Ton/año/empleado.

### Período 1991-1993

Una nueva disminución en la construcción se traduce en una bajada de la producción a niveles de 1985. Esta nueva caída tiene una repercusión directa en el número de empresas, que sigue disminuyendo. La modernización del sector se estanca ligeramente, aunque el ratio de producción por empleado aumenta de 1000 a 1008tn/año/empleado. Ello es debido al cierre de muchas empresas (casi un 27%) en este período; en la mayoría de los casos se trataba de instalaciones ya casi obsoletas. Este periodo resultó beneficioso para la industria ya que trajo como consecuencia una modernización de instalaciones que le situaba en una excelente posición para encarar el futuro.

### Período 1994-2006

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Se trata de un periodo de crecimiento espectacular en el que en el que la producción del sector sufre un aumento del 120% en doce años. El número de empresas continúa decreciendo ligeramente hasta el año 2000, para volver a crecer suavemente hasta el año 2006. La modernización de instalaciones se completa hacia el año 2000, momento en el que se comienza la construcción de nuevas fábricas con mayores avances tecnológicos. Durante este periodo el ratio producción por empleado sigue aumentando de forma progresiva para ajustarse al ritmo de producción, tanto es así que casi duplica su valor al incrementarse de 1186Ton/año y empleado en 1986 a 2198Ton/año y empleado 2006. Este incremento sobre todo a partir del año 2000 no se debe tanto a la modernización tecnológica del proceso, como al vertiginoso ritmo de trabajo que se seguía en estas instalaciones trabajando a pleno rendimiento en tres turnos los 365 días del año.

### Periodo 2006-2008

Por último desde el año 2006 la cerámica estructural está inmersa en una crisis provocada por el brusco descenso de la construcción fundamentalmente residencial, su principal mercado. La disminución de la producción en 2007 y 2008 en casi un 40% (de 29.930.000Ton/año a 20.000Ton/año), ha supuesto el cierre de un 35% de las empresas del sector, y la brusca paralización de todas las inversiones de actualización de maquinarias de proceso en las fábricas.

Muchas de estas compañías han generado grandes beneficios durante estos últimos diez años, han diversificado sus negocios y en muchos casos amortizado con creces sus



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

fábricas de cerámica estructural, con lo que han adoptado el cierre de estas instalaciones como solución empresarial más interesante.

Las empresas que han decidido continuar en el sector están afrontando esta disminución de la demanda disminuyendo sus costes de fabricación. La primera consecuencia es el abandono de una fabricación continua a una fabricación discontinua (en algunos casos hasta seis meses de parón en producción). Esta situación ha propiciado la adopción de algunas de las medidas para el ajuste de costes como son la renegociación de sus contratos de suministro de gas natural o el ajuste de los contratos laborales a la situación de producción discontinua.

Además de estas medidas de acción inmediata, las empresas están preparándose para el futuro para continuar siendo competitivas investigando en nuevos productos, reduciendo costes estructurales e implantado medidas de eficiencia energética, manteniendo siempre el compromiso con el medioambiente.

Las previsiones para los próximos años, 2010 en adelante, indican un estancamiento en los mínimos de producción de 2009, debido a que el ritmo de construcción en el sector residencial no volverá a alcanzar los valores de 2007, (la construcción de unas 400.000 viviendas en 2007), ya que los ratios esperables para la población y grado de desarrollo español rondarían las 200.000 viviendas anuales, en el momento que se active el mercado de la vivienda nueva.

### 1.3.2.1 Estructura de costes

La estructura de costes anual para una fábrica depende de su producción anual. A modo de ejemplo se exponen la estructura de costes en una fábrica de tamaño pequeño-medio con una producción de 50.000 t/año.

Cerámica Estructural	Estructura de costes (Fabrica de 50.000 t/año)
Materias Primas	8,35%
Personal	32,65%
Energía Eléctrica	10,62%
Energía térmica	25,27%
Carburantes y Lubricantes	1,14%
Embalajes	6,46%
Mantenimiento	7,14%
Gastos Generales	4,94%
Técnicos	3,43%

Tabla1.3.3.1-1 Estructura de en una fábrica de 50.000t/año

Fuente: Ministerio de Industria Turismo y Comercio. Estrategias de eficiencia energética 2004-2012. Subsector minerales no metálicos<sup>43</sup>.

La reducción de costes de producción en el sector se dirige hacia la disminución de los costes de personal por medio de mecanización de las instalaciones y a la disminución de costes de energía. Este último aspecto es abordable desde la perspectiva de empleo de técnicas de ahorro energético, con la consiguiente disminución de la emisión de contaminantes a la atmósfera y la adopción de medidas asociadas a la innovación tecnológica que se recogen en apartados siguientes.

<sup>43</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.19

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Así pues en las grandes fábricas con producciones del orden de 1000t/día, como las que hoy encontramos en La Sagra, la estructura de costes ha variado según la tabla siguiente:

<b>Cerámica Estructural</b>	<b>Estructura de costes (Fabrica de 1000 t/dia)</b>
<b>Materias Primas</b>	<b>7,5%</b>
<b>Personal</b>	<b>25%</b>
<b>Energía Electrica</b>	<b>8,5%</b>
<b>Energía térmica</b>	<b>24%</b>
<b>Amortizaciones</b>	<b>11,6%</b>
<b>Repuestos</b>	<b>8,7%</b>
<b>Gastos Comerciales</b>	<b>5%</b>
<b>Gastos Generales (resto)</b>	<b>9,7%</b>

**Tabla 1.3.3.1-2. Estructura de costes de una fábrica de 360.000 t/año**  
**Fuente: Ministerio de Industria Turismo y Comercio. Estrategias de eficiencia energética 2004-2012. Subsector minerales no metálicos<sup>44</sup>.**

Como se puede apreciar se ha producido una reestructuración de los gastos, que se debe:

- A una disminución del peso de las materias primas, que se ha producido gracias a la mecanización y la optimización de los procesos de extracción, amén de la racionalización de recursos que se ha producido con la aparición del coto minero<sup>45</sup>.
- A una actualización de los procesos de producción que han disminuido su mano de obra, por la practica automatización de todos los procesos.
- A un aumento de la zona geográfica a la que orientar sus productos, y a una más agresiva competencia, que conlleva un aumento de los gastos comerciales

<sup>44</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.18

<sup>45</sup> Ver apartado 3.5 “Procesos de extracción de arcillas en la región : Coto minero”

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- y a un aumento de los gastos en energía. A pesar de las políticas actuales de ahorro energético y de la implantación de sistemas de cogeneración, estas medidas no han sido suficientes para neutralizar al encarecimiento de los combustibles que se ha producido en estos últimos años.

### **1.3.2.2 Gama de Productos**

El sector ha ampliado de forma significativa la gama de productos terminados, diversificándose la oferta. En la tabla siguiente se establece el porcentaje de producción de cada tipo de producto sobre el total:

<b>Tipo de producto</b>	<b>% sobre el total</b>
Ladrillería	49,43%
Ladrillo cara vista	13,94%
Bloque de termoarcilla	13,85%
Tablero	7,31%
Bovedilla	6,03%
Tejas	5,48%
Otros ( Panel de tabiquería etc..)	1,54%

**Tabla 1.3.2.2. Distribución de tipos de producto en la Sagra**  
**Fuente: Ministerios de Industria Turismo y Comercio. Estrategias de eficiencia energética 2004-2012. Subsector minerales no metálicos<sup>46</sup>.**

De los datos recogidos en la tabla anterior se desprende que:

<sup>46</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.18

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- Se ha producido una diversificación de la producción, fundamentalmente para adecuarse a la demanda. La producción de ladrillo macizo y de ladrillo hueco de diferentes tamaños o ladrillo visto, se mantiene como producción dominante, casi un 63% del total, apareciendo mucho más fragmentado el resto de los diferentes productos.
- En cuanto a la fabricación de tejas, otro de los productos tradicionales, ha descendido su volumen de producción global. La razón de esta variación se fundamenta en que la teja ha pasado a ser un producto considerado “caro”. Su elevado coste no se refiere a su proceso de producción o a la materia prima, sino a la dificultad de su colocación en obra, que determina que su mercado final sea más exigente. Compete en el mercado con las tejas de hormigón prefabricado que son menos frágiles e imitan el aspecto exterior.
- La producción de tablero o bovedilla se mantienen en porcentajes, ya que sus producciones se ajustan al grado de utilización en obra.
- Los nuevos productos como la termoarcilla, han conquistado una franja de producción significativa debido a sus buenas prestaciones y a su sencilla colocación, lo que les posibilita para continuar aumentando su cuota de mercado.
- Por último la inquietud del sector por innovar y seguir creciendo se manifiesta también en la investigación en nuevos productos como paneles de tabiquería, que están intentando alcanzar cotas de mercado estables.

La industria cerámica es consciente de que su futuro depende de la investigación en nuevos productos. Los laboratorios de las distintas empresas están continuamente innovando para lanzar al mercado productos que se ajusten a las exigencias actuales, tales como fachadas ventiladas o tabiques planos...



**Foto 1.3.2.2. Prototipo de Fachada Ventilada de la empresa HDR. 2009**  
**Fuente: Elaboración Propia**

### **1.3.2.3 La industria y la contaminación**

Los grandes avances que la fabricación de los materiales cerámicos derivados de la arcilla ha tenido dentro de estas dos últimas décadas, no han conseguido disminuir la emisión de contaminantes al aire, que se mantiene por encima de los límites permitidos.

Según la normativa vigente en España, las actividades relacionadas con la fabricación de productos de arcilla para la construcción son potencialmente contaminantes de la atmósfera según la clasificación recogida en el Anexo II del Decreto 833/75. Según esta clasificación se encontrarían entre las actividades del Grupo B, con un potencial

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

intermedio de contaminación. Estas instalaciones están registradas y sus vertidos son regularmente controlados, fundamentalmente los de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>.

Deben por tanto solicitar la "Autorización de Emisión de Gases de efecto Invernadero" (AEGEI), todas aquellas instalaciones para la fabricación de productos cerámicos procedentes de horneado (tejas, ladrillos, etc) con capacidad superior a 75tm/día y/o capacidad de horneado de más de 4m<sup>3</sup> y de más de 300kg/m<sup>3</sup> de densidad de carga de humo. En esta solicitud se detallan todos los emisores de CO<sub>2</sub> procedentes de combustibles fósiles o gas natural de la instalación y el volumen de gas producido por cada uno de ellos, incluso las medidas correctoras adoptadas.

También según las directrices de la UE las empresas que con sus vertidos a la atmósfera de metales pesados, rebasan los máximos establecidos por la Comunidad Europea en su decisión de 17 de julio de 2000, tienen la obligación de darse de alta en el PRTR (antes EPER) de su comunidad. Así la Junta de Castilla La Mancha, concejalía de Agricultura y Medio Ambiente, publica la relación de centros productores cuyas emisiones superan los umbrales de notificación. Entre la relación de las industrias que vierten más contaminantes al aire, se encuentran las actuales ladrilleras de la Sagra<sup>47</sup>.

Según se desprende de estos datos publicados por la Junta de Castilla la Mancha todos los grandes fabricantes de la región tienen problemas de exceso de cantidades vertidos

---

<sup>47</sup> Fuente : Junta de Castilla la mancha [www.jccm.es](http://www.jccm.es) "PRTR Castilla la mancha 2009" Relación de centros productores cuyas emisiones superan el umbral de notificación

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

a la atmosfera de Flúor y compuestos inorgánicos Níquel y sus derivados y en algunos casos Cadmio.

Como comentario adicional obsérvese que sólo en toda la comunidad hay 77 empresas inventariadas y que de ellas 37 se encuentran en la Sagra y que 26 se dedican a la fabricación de ladrillos y derivados de la arcilla para la construcción (excluyendo las dedicadas exclusivamente a tejas o gres). Dentro de la comarca existen otras dos de producción de cemento y sus derivados y varias de producción de energía eléctrica y de fertilizantes que exceden los niveles de vertido de metales pesados a la atmósfera.

A pesar de que persisten los problemas de vertidos evidentes en la comarca, las medidas correctoras adoptadas consiguieron que los datos del año 2007 (antes del inicio de la crisis del sector), reflejaran una disminución de 465.000 ton de vertidos a la atmosfera de contaminantes a declarar en el sector cerámico y de 154.000 ton. en el del cemento<sup>48</sup>. Con la disminución de actividad que se ha producido en los años 2008 y 2009, la emisión de contaminantes ha disminuido drásticamente. Este hecho no debe de ser obstáculo para que los procesos sean mejorados en breve para poder cumplir con la normativa en vigor.

Por otra parte el compromiso de la UE y por ende de España de reducir en el período 2008-/12 las emisiones de CO2 a la atmosfera, siguiendo el protocolo de Kioto<sup>49</sup>, se

---

<sup>48</sup> Fuente : Junta de Castilla la mancha [www.jccm.es](http://www.jccm.es) "PRTR Castilla la mancha 2009" Relación de centros productores cuyas emisiones superan el umbral de notificación

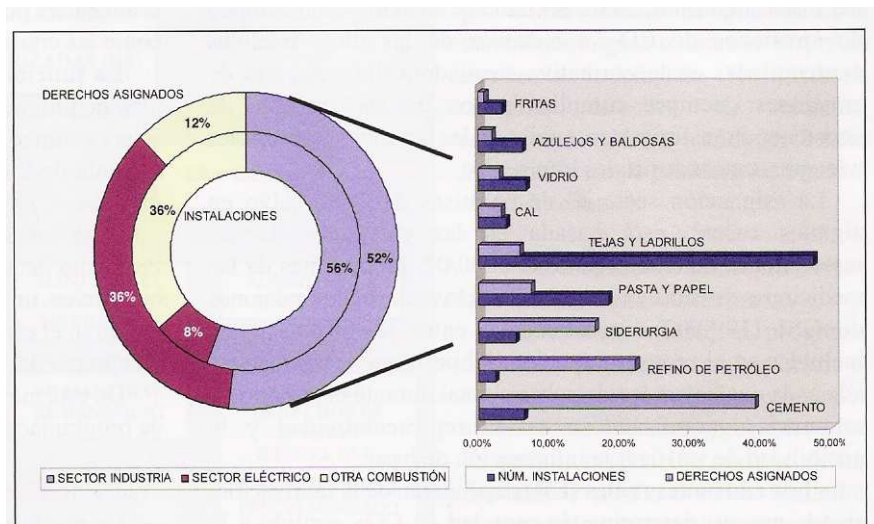
<sup>49</sup> Ana Gessa-Perera y otros."La planificación de la producción industrial y las emisiones de CO2". Revista DYNA, marzo 2009



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

han instrumentado en la implantación de los Planes Nacionales de Asignación (PNA) que asignan los derechos de emisión a los posibles grandes emisores dentro de cada país. En el desarrollo del primer plan que regulaba el período 2005/07 se fijó una disminución de las emisiones globales del 0,2% frente a los valores de emisiones de 2002.

Es con el segundo plan aprobado para 2008/12 en el que se asignan efectivamente a cada sector industrial los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmosfera. En abril de 2008, el Ministerio de Medio Ambiente repartió unos 100 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> entre 1.056 instalaciones industriales. Ése era el dióxido de carbono que podían emitir gratis dentro del reparto de la UE para cumplir Kioto, según lo reflejado en el grafico siguiente:



**Figura 1.3.2.3 Distribución sectorial de emisiones de CO<sub>2</sub> en España. Fuente: comisión Europea 2008<sup>50</sup>**

<sup>50</sup> Ana Gessa-Perera y otros. "La planificación de la producción industrial y las emisiones de CO<sub>2</sub>". Revista DYNA, Marzo 2009

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

En el gráfico anterior se observa que la industria tiene asignado más del 50% del total de emisiones. Concretamente es el sector de fabricación de tejas y ladrillos en la regiones de la Sagra, Jaén y Valencia, tiene asignados para 266 instalaciones tanto grandes como medianas un total de 4,5 millones de derechos.

Las asignaciones del dióxido de carbono aun siendo inferiores a las asignadas en 2005, están resultando excesivas para un sector que según el Instituto Nacional de Estadística, ha visto disminuir su producción en noviembre de 2008 en un 15,1% respecto al mismo mes del año anterior, producida por la crisis del sector de la construcción<sup>51</sup>.

Así pues la industria ladrillera (entre otras ligadas al sector de la construcción cementeras o azulejeras) ha vendido los derechos de emisión a las eléctricas, consiguiendo de esta manera la liquidez que no les proporcionaba el mercado.

Esta actividad de venta de derechos de emisiones está regulada por la unión Europea en su directiva 2003/87/CE<sup>52</sup>. La caída de la producción ha puesto a la venta una gran cantidad de derechos de emisión. El exceso de oferta está produciendo una caída del valor en euros de los derechos de emisión de la tonelada de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>51</sup> [www.hyspalit.es](http://www.hyspalit.es)

<sup>52</sup> Comisión europea. National Allocation Plans and decisions for 2008 to 2012. European Commission Environment Directorate general 2007, ( 30/06/08) . [http://ec.europa.eu/ambiente/climat/emission/2nd\\_phase\\_ep.htm](http://ec.europa.eu/ambiente/climat/emission/2nd_phase_ep.htm).

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La asignación gratuita a la industria de estos derechos de emisión se pensó inicialmente para que las empresas al no estar gravadas económicamente por sus emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, destinaran recursos para la modernización de sus instalaciones, obteniendo con ello una la reducción de dichas emisiones. La disminución de la producción en la Sagra debida a la actual crisis de la construcción ha modificado las condiciones de las industrias que se han visto obligadas a posponer la modernización del sector para épocas mejores.

### **1.3.2.4 La industria y el ahorro energético**

En cuanto a las fuentes energéticas utilizadas se ha producido un progresivo abandono de los derivados del petróleo, por el gas natural, incrementándose el consumo eléctrico según se ha ido aumentando la automatización de las instalaciones. Los datos actuales de la situación de la cogeneración en la comarca se encuentran en el capítulo 5 de este documento.

La industria ladrillera ha sido uno de los subsectores donde se ha producido una implantación aceptable de los sistemas de cogeneración. En el año 2003 la potencia instalada en toda España en 79 instalaciones era de 170MW, siendo su producción eléctrica del orden de 850.000MWh/año y el consumo de combustible asociado (en un 90% gas natural) de unas 133.000 tep.

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Las actuaciones recomendadas para disminuir el consumo energético, se han considerado pertenecientes al ámbito de las mejoras de procesos de fabricación, y se han detallado en el apartado correspondiente a Innovación tecnológica de este documento (capítulo 5).

Como una muestra de la actualización progresiva de este subsector económico, y fundamentalmente en la Sagra, baste indicar que según el estudio realizado por la Secretaria de Estado de Energía, desarrollo de la industria y energía de la pequeña y mediana empresa, para la obtención de un ahorro energético de unas 159,8Ktep al año en el año 2012, bastaría con realizar una inversión de 78,5Millones de euros, de los cuales las medidas para las que sería necesario un apoyo público (TIR. de la inversión en cinco años mayor del 8%) serían sólo de 9,3M de euros.

### **1.3.2.5 La industria y el medio ambiente**

Mucho evolucionó en la segunda mitad del siglo XX, la conciencia de las empresas del sector ladrillero de la Sagra sobre la influencia que sus vertidos tenían en la comarca; a ello ha contribuido una actuación legislativa cada vez restrictiva. A finales de 2008, prácticamente todas las empresas de la comarca tenían en marcha políticas de protección del medioambiente que ido han mejorado las condiciones de vida en la zona, reduciendo los grandes socavones procedentes de las canteras de arcilla y disminuyendo los niveles de emisión de contaminantes. Tanto es así que en el 2010, en Cobeja o en Pantoja ya no se mastica el polvo en sus calles.

La responsabilidad de la política medioambiental recae en las comunidades autónomas que siguen los criterios fijados por la Ley 16/2002. Su figura más novedosa es la Autorización Ambiental Integrada, que unifica en un solo trámite todas las autorizaciones que una empresa precisaba para su apertura. Se concede por un plazo de 8 meses renovables y establece una autorización individualizada tanto en el diseño de valores límite de emisiones, como en el establecimiento de procedimientos de control, seguimiento y explotación de la instalación y sus aspectos medioambientales<sup>53</sup>.

#### **1.3.2.5.1 La ordenación de la extracción de las arcillas: Coto minero.**

La explotación de arcillas para la industria cerámica en la región de la Sagra es una actividad arraigada en la cultura local y un sector productivo de importancia en la economía comarcal.

Estas explotaciones se han situado en las cercanías de los núcleos de población, situación que afecta a los extrarradios de los núcleos urbanos creando un paisaje ciertamente característico. Estas explotaciones son a cielo abierto y se caracterizan por no ser apreciables a largas distancias debido a la escasez de pendientes de la comarca. La mayor concentración de explotaciones a cielo abierto se da en los lugares geográficos donde las arcillas rojas afloran o su recubrimiento es escaso.

---

<sup>53</sup> Información de la Junta de Castilla la Mancha sobre política medioambiental.  
<http://pagina.jccm.es/medioambiente/rvca/ippc/aai.htm>

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Las concesiones de los derechos de explotación de las vetas arcillosas están reguladas por la administración mediante la publicación en el BOE, de los permisos correspondientes para la actividad.

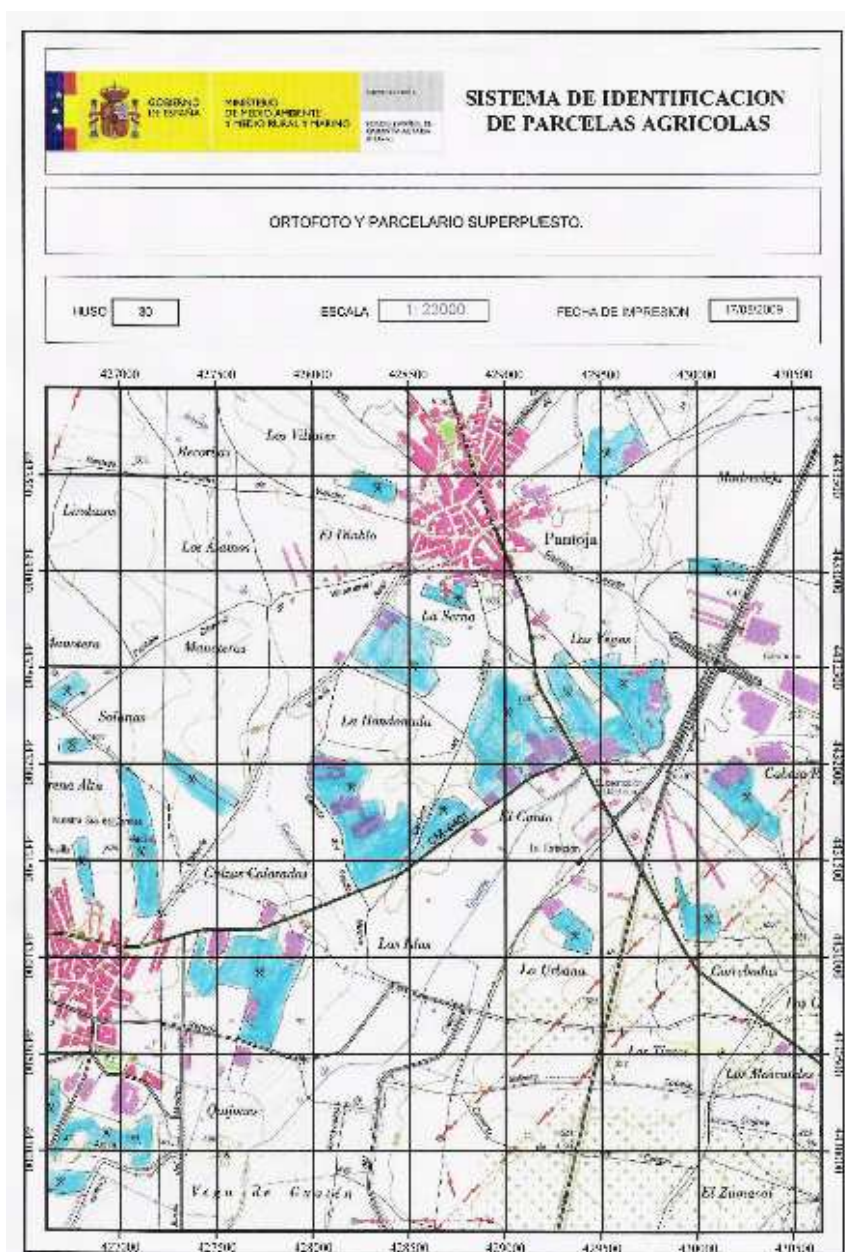


Figura 1.3.2.5.1 Ubicación de las explotaciones de arcilla (en azul) con autorización para la extracción de arcilla en la carretera CM-9401 entre Cobeja y Pantoja . 2009

Fuente: M. Medio Ambiente, Rural y marítimo. Sistema de identificación de parcelas agrícolas

Una de las zonas con mayor número de canteras de arcilla autorizadas es la comprendida entre los municipios de Cobeja y Pantoja. En la figura anterior se han

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

marcado en azul todas las explotaciones actualmente autorizadas alrededor de la carretera comarcal CM-9401, y como se podrá observar cada una de las parcelas lleva asociada una fábrica.

Las nuevas políticas de regulación del sector seguidas por las administraciones, obligan desde hace unos años a la restauración de las canteras con el fin de devolver al entorno un paisaje similar al que tenían. Esta actividad encarecía notablemente la explotación de la arcilla, por lo que los fabricantes de la comarca se han agrupado en un Coto minero.

La figura de coto minero aparece regulada en la ley de Minas (ley 22/1973 de 21 de julio), como “agrupación de intereses de titulares de derechos de explotación en diversas zonas de un mismo yacimiento o de varios de estos, situados de tal forma que permita la utilización conjunta de de todos o de parte de los servicios necesarios para su aprovechamiento”.

El Coto minero de la Sagra <sup>54</sup>autorizado en el año 2004, está integrado por 71 explotaciones y 46 fabricas de 16 municipios de esta comarca, que generan una producción de 4,5millones de toneladas de arcilla.

Esta gestionado por la empresa Consorcio Minero de la Sagra SL que esta integrado en la actualidad por 36 empresas de la zona.

---

<sup>54</sup> Pagina web de la empresa Consorcio Minero de la Sagra , [www.cmsagra.es](http://www.cmsagra.es)

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

El coto minero permitirá una racionalización de las explotaciones ubicadas en la Sagra a partir de su Plan Técnico de Explotación de las Canteras de Arcilla y su posterior restauración conjunta por el consorcio minero, lo que posibilitará una mayor protección del medio ambiente y un aprovechamiento de los recursos minerales más optimizado, en unas condiciones económicas mucho más favorables para el tejido empresarial, además de ordenar y planificar de forma única los criterios de extracción del mineral.

Han sido muy laboriosas las negociaciones entre los integrantes del consorcio minero para determinar el tipo de arcilla y la composición óptima de las explotaciones de tal forma que los minerales extraídos pudiesen ser aptos para los fabricantes del mismo.

Alrededor de los lugares de extracción de minerales, se establecerá una franja de protección que minimizará el impacto de los ruidos y polvo generados en las minas, de las poblaciones de la comarca. Todo ello redundará en una mejora de las condiciones medioambientales de los habitantes de la zona además de mejorar el desolado paisaje en el que se estaba convirtiendo esta comarca.

Como cumplimiento de estos requerimientos, muchas de las empresas están procediendo a rellenar las canteras anexas a sus instalaciones con material echadizo procedente de movimientos de tierras. El terreno recuperado es utilizado para ampliar su área de movimiento dentro de las fábricas<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> Ver capítulo 5, fotografía de una industria antes y después de una actuación.



### **1.3.2.5.2 Evaluación de impacto medioambiental.**

La apertura de una nueva cantera a cielo abierto para la extracción de arcilla requiere la realización de un estudio de impacto ambiental, que debe ser aprobado por las administraciones competentes.

La realización de la evaluación de impacto ambiental debe ponderar de la forma más objetiva posible todos los factores que serán afectados por la instalación, con el fin de determinar la conveniencia de su implantación en ese lugar. Para ello se han clasificado las posibles afecciones en dos grupos: los elementos afectados por la minería y los elementos de interés para la minería.

Los elementos afectados por la minería a cielo abierto se clasifican a su vez en:

- Núcleos de población y vías de transporte, marcando una zona de protección de 1000m alrededor de las poblaciones y 250m alrededor de las infraestructuras lineales.
- Usos Actuales de ese terreno, lo que incide en las compensaciones económicas al propietario del mismo. Los usos se clasifican de mayor a menor grado de rentabilidad en: Usos de suelo agrícola anual (cereales y barbechos), multianual (leñosos) y suelos no agrícola (pastizales).

El otro grupo de factores a considerar son aquellos que resultan de interés para el desarrollo de la actividad, tales como la proximidad a otras canteras y la profundidad y

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

calidad de la veta arcillosa de arcilla roja de la Sagra existente, ponderando como suelos más idóneos aquellos cercanos a canteras actuales y con afloramiento de las arcillas rojas, en un segundo lugar aquellos cercanos a las canteras y con afloramiento de arenas y una profundidad del estrato arcilloso pequeña.

Una vez elegida una determinada ubicación y analizados los costes de implantación y de explotación, aspectos en los que no se va a incidir, pero que son determinantes en la elección del lugar, se procede al análisis de todos los factores ambientales externos. Para determinar el impacto en la zona se han fijado como prioridades la reducción al máximo de la ocupación de los suelos más productivos evitando las afecciones a los usos agrarios con cultivos de cereales y leñosos, respetar las zonas de protección establecidas alrededor de las poblaciones y vías de transporte.

Establecida la ponderación de cada tipo de factores se evaluaría el impacto de la actividad en esa zona determinada.

Como indican algunos estudios realizados<sup>56</sup> las zonas óptimas para nuevas explotaciones en las que el impacto sobre núcleos urbanos y agricultura sería limitado y que se encuentran cercanas a canteras actuales son: la franja entre Pantoja y Cobeja, y la zona sur de Cobeja. La cercanía de las posibles nuevas canteras a las actualmente existentes posibilitaría la centralización de labores de extracción de arcilla y facilitaría el transporte a las industrias circundantes.

---

<sup>56</sup> *Ordenación del territorio para la actividad de extracción de la materia prima de las pequeñas y medianas empresas de la industria de la construcción con la ayuda de un sistema de información geográfico. Pedro Aranguren Ruiz, Pilar Martínez de la Calle. ( Conferencia I Congreso regional de Andalucía).*

Como resumen cualquier nueva apertura de un centro de extracción requeriría la solicitud de la concesión para la explotación a cielo abierto a la Junta de Castilla La Mancha , su autorización, pago de cánones y posterior restauración una vez finalizada la concesión o agotada la cantera.

### **1.3.3 La industria y su tejido empresarial**

La gran mayoría de las industrias de la región tienen su origen en la décadas 1940-50; son agricultores que abandonan el cultivo de algunas de sus tierras y crean pequeñas industrias. Se trata por tanto de empresas familiares que empiezan a crecer y que a partir de 1980, se convertirán en sociedades anónimas<sup>57</sup>.

Así como la actualización técnica ha sido generalizada y muy rápida, las técnicas de gestión no han seguido el mismo sendero. En muchas de las empresas del sector siguen primando los lazos de familia y de accionariado en sus directivos, frente la preparación y profesionalización en la gestión. Esta situación no siendo la óptima, ha permitido el crecimiento del sector en épocas de gran actividad económica, pero puede resultar un lastre en períodos de recesión. Además propicia una atomización que dificulta su adecuación a los nuevos tiempos.

La evolución de la industria de la cerámica estructural ha sido detallada en el apartado 1.3.2. Como corolario a esos datos indicar que organizaciones empresariales tanto

---

<sup>57</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización rural : Cobeja de la Sagra Toledo” 1985..

provinciales como las asociaciones de fabricantes están intentando fomentar una política de fusiones y absorciones que creen empresas más fuertes y con menos gastos estructurales, preparadas incluso para iniciar el desembarco en el mercados europeo. Un ejemplo de esta actividad es la creación de un Cluster Cerámico, concepto que es ampliado en el capítulo 5. A pesar de estos intentos las diferentes concepciones de empresa tienen como consecuencia la dificultad de llegar a acuerdos el consiguiente efecto negativo en el sector.<sup>58</sup>

Sorprende en este entorno que la asociación de fabricantes a nivel nacional (concretamente Hispalyt) lleve a cabo políticas de divulgación de los productos cerámicos, manteniendo durante muchos años contactos con las universidades, sobre todo Escuelas de Arquitectura, a través de premios a trabajos innovadores gestionados desde la llamada Cátedra Hispalyt<sup>59</sup>.

---

<sup>58</sup> [www.hyspalit.es](http://www.hyspalit.es)

<sup>59</sup> [www.hyspalit.es](http://www.hyspalit.es)

## **2. Evolución histórica del proceso de fabricación desde la ladrillería rural o tejares hasta nuestros días.**

### **2.1 *Introducción***

El proceso básico de fabricación de la arcilla desde que es extraída de las canteras cercanas hasta el momento de su distribución es el siguiente:

- 1.- Extracción de las arcillas.
- 2.- Preparación de las arcilla en los Lechos de homogenización
- 3.- Amasado de la pasta arcillosa
- 4.- Moldeo por extrusión o prensado
- 5.- Secado
- 6.- Cocción en hornos
- 7.- Sistemas de transporte de material entre procesos

Para el estudio de la evolución de la fabricación de los productos de cerámica estructural, es conveniente tomar como punto de partida la descripción del trabajo en las ladrilleras tradicionales o tejares, ya que en concreto en la comarca de la Sagra la totalidad del ladrillo ordinario hasta la primera mitad del siglo XX es fabricado en el campo y cocido a la intemperie con combustibles de bajo precio, según el método tradicional.

Estas ladrilleras rurales o tejas se caracterizaban por<sup>1</sup>:

- Se implantaban cerca de los núcleos rurales, para aprovechar la mano de obra de toda la población, ya que además de los obreros especializados, mujeres y muchachos se dedicaban a labores auxiliares.
- Utilizaban como materia prima arcillas de la zona, mezclada normalmente con elementos desgrasantes como arenas o cuarcitas, pero en ocasiones también mezclada con otros elementos de desecho de la zona como cáscaras de almendra e incluso restos de la molienda del aceite.
- Aunque la composición de la pasta variaba, la experiencia les facultaba para obtener ladrillos que saliesen de los moldes sin que deformación.

El proceso de fabricación seguido tenía su origen en la costumbre, es decir en la transmisión de padres a hijos de la experiencia adquirida más que en conocimientos científicos. Así pues el proceso de fabricación tradicional, y que es descrito en los apartados siguientes se basa en la descripción realizada por M. García López y J. Vidal y Martí en su Manual completo de la Cerámica o Fabricación de toda clase de objetos de tierra cocida (editado en 1926) a la que se la han añadido aportaciones bien de otros autores, bien de informaciones recogidas en la zona.

---

<sup>1</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras Pag.5

En general los sistemas tradicionales de fabricación de productos cerámicos estructurales como tejas y ladrillos se mantuvieron prácticamente sin evolucionar hasta finales del Siglo XIX. Los avances de los procesos de fabricación de la industria cerámica influyeron y fueron influidos por los avances de otros campos como por ejemplo el empleo de aisladores cerámicos en la industria eléctrica, o la necesidad de ladrillos refractarios en la industria metalúrgica<sup>2</sup>.

A grandes rasgos algunos de los avances más significativos dentro del campo de la fabricación de productos cerámicos estructurales son:

1. El empleo de máquinas de moldeo mecánico que llegaban a producir miles de pequeños artículos. La primera máquina se construyó en Alemania entre los años 1850 y 1860 accionada por un caballo.
2. La aparición de las máquinas de amasadoras de arcillas en el primer cuarto del siglo XX, capaces de proporcionar una masa libre de aire ocluido y de agilizar la fabricación de ladrillos huecos. A partir de este momento las maquinas moldeadoras han seguido una innovación constante, lo que les permite la fabricación de piezas de gran volumen y resistencia con menos cantidad de arcilla. Un objetivo común a toda instalación de producción de arcilla cocida grande o pequeña a lo largo de la historia es el de tratar de obtener con una tonelada de arcilla triturada y preparada la mayor cantidad posible de volumen

---

<sup>2</sup> **Historia de la Tecnología Trevor I. Williams Ed. Siglo XXI (1982)**

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

de piezas de calidad y adecuadas a los procedimientos constructivos del momento.

3. La introducción de los métodos de secado artificial con aire caliente procedente de la salida de los hornos y calor radiante desprendido por las paredes de los hornos.
4. La evolución de los hornos de cocción que pasaron en Centroeuropa en la segunda mitad del siglo XIX de los hornos a la intemperie, a hornos de funcionamiento continuo con carga fija. Posteriormente, hacia 1875 en Dinamarca, se comienza a experimentar con el primer horno túnel, que posibilita un proceso de fabricación continuo de productos. No obstante el horno más extendido en España, durante la buena parte del siglo XX es el tipo Hoffman (carga fija y fuego móvil) y sus variantes.
5. Los avances surgidos con el estudio del proceso de fabricación desde una perspectiva de ahorro de materiales y de ahorro de mano de obra, es decir, con el fin de controlar los costes de producción.
6. Los procesos de manipulación interna de material se racionalizan y se estudia el impacto de la mano de obra en actividades ajenas a las realizadas en fábrica.

La estructura de este capítulo será la siguiente en cada apartado se analiza cada etapa del proceso de forma independiente, primero se define, posteriormente se describe el sistema de fabricación tradicional en las tejas y a continuación se describen los hitos más significativos de la evolución de ese proceso a lo largo del siglo XX.



## **2.2 Extracción de las arcillas.**

En la fabricación de ladrillos se emplea arcilla de la zona que en la mayoría de las ocasiones es extraída por las empresas productoras de de sus propias canteras. El ladrillo, es un producto de bajo precio y el abaratamiento del proceso se convierte en una prioridad a la hora de mantenerse en el mercado. Para mejorar la calidad de pasta se mezclan distintos tipos de estratos arcillosos, primero en la explotación y luego en los lechos de homogenización, hasta conseguir una materia prima de características homogénea, económica y fácilmente trabajable.

### **2.2.1 La extracción manual y asoleamiento de la arcilla en los tejares.**

Existía la costumbre de antiguo cavar la superficie del suelo, dejando al descubierto la arcilla, en este caso las capas más superficiales de la arcilla roja de la Sagra. Posteriormente se extraían de forma manual los bloques de arcilla necesarios, que se transportaban en caballerías hasta el tejar.<sup>3</sup>

La tierra vegetal debe desecharse así como las capas que están inmediatamente debajo. Los cortes deben de ser verticales para que las aguas “no deslíen” las tierras que se van a excavar.

### **2.2.2 Extracción mecánica**

---

<sup>3</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag 6

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La utilización de medios mecánicos para la extracción de la arcilla y posterior almacenamiento y transporte ha sido determinante en el aumento de producción de los ladrillos y sus derivados. La extracción de la arcilla se realiza a cielo abierto y generalmente a muy poca profundidad.

Las grandes excavadoras y los camiones de transporte han permitido liberar una gran cantidad de mano de obra que es empleada en otras labores, reduciendo también los costes de producción.

La extracción de arcillas ha sido posiblemente el proceso que menos ha evolucionado. La excavación se sigue realizando a cielo abierto y en canteras de gran extensión, el material es trasladado en camiones, hasta la fábrica. Al llegar a una determinada profundidad en la que se precisen entibaciones, se abandona esta zona de la cantera y se comienzan los trabajos en otra zona próxima. Las actividades de recuperación del entorno que se están realizando en estas explotaciones han sido descritas en el capítulo anterior.

### ***2.3 Preparación de las arcillas***

En los lechos de homogeneización mineralógica se deja las arcillas a la intemperie para que homogenicen su grado de humedad, reduzcan el tamaño de los aglomerados arcillosos y desaparezcan los posibles restos de materia orgánica contenidos.

Después de una temporada almacenados al aire libre, que puede ser desde semanas hasta años, en los productos de mayor exigencia en calidad la materia prima pasa a los pudrideros húmedos, donde las bacterias del suelo, con las sustancias generadas por sus metabolismos, intensifican la plasticidad de la arcilla.

### 2.3.1 Invernaje y pudrideros.

En los tejares se no trabajaba todo el año, sólo se hacía durante los meses de verano debido a las dificultades para el secado y la cocción de los ladrillos en días húmedos. Así en invierno se extraía la arcilla, operación que muchas veces consistía simplemente en rastrillar la veta arcillosa con una cierta asiduidad.<sup>4</sup>

Dentro de los bloques de arcilla extraídos se encuentran restos de otros minerales incluso de materia orgánica. Es aconsejable eliminar antes del amasado todas estas impurezas orgánicas que pueden dar lugar a poros durante el proceso de cocción. Por ello los bloques de arcillas se dejaban en el mismo lugar donde eran extraídos, para que los rigores del invierno y las lluvias desmenuzaran los terrones de tierra y las bacterias eliminaran los restos de materia orgánica. A este proceso se le denominaba Invernaje de las arcillas.

En ocasiones el grado de disgregación de la misma no era el suficiente por lo que se sometía a la operación de *Estiaje*, es decir su exposición al sol en verano, de tal forma que se conseguía un menor desmenuzamiento.

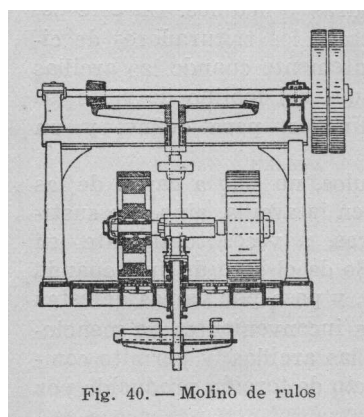
---

<sup>4</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag7

Se han venido añadiendo a las arcillas sustancias como el orujo de oliva o de uva, cáscara de almendra, carbón vegetal y mineral, turbas para incrementar la temperatura local de la pieza y mejorar algunas de las características mecánicas. Esta práctica, está siendo objeto actualmente de diferentes estudios en aras de una optimización del consumo energético del proceso de cocción de los ladrillos<sup>5</sup>.

### 2.3.2 Utilización de molinos

Las materias arcillosas una vez extraídas eran sometidas a la intemperie durante los meses de invierno para conseguir el desmenuzamiento de los terrones. Este proceso aun siendo el más económico, no garantiza el suministro continuo a una explotación que trabaje todo el año, por lo que se recurre a la disgregación de las arcilla por medios mecánicos. El sistema más utilizado durante la primera mitad del SXX eran los molinos de rulos, como el expuesto en la figura siguiente.



**Fig.2.3.2 Molino de rulos**

*Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950*

---

<sup>5</sup> AITEMIN. Proyectos de Mejora, Optimización del consumo energético de la industria cerámica por selección de Materias primas.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Posteriormente se han venido empleando trituradores de cilindros, laminadoras de arcillas, ralladores etc. La utilización de un sistema o de otro depende únicamente de las características de la arcilla de cada zona.

De los sistemas de preparación de arcillas existentes, el más común en esta región era el molino de rulos como lo demuestran los molinos que como elemento representativos se encuentran en las recepción de algunas Fabricas<sup>6</sup> o los encontrados en instalaciones abandonadas.

### 2.3.3 La preparación de las arcillas en la actualidad

Los terrones de arcilla recién extraídos son desmenuzados y amontonados en pilas a la intemperie. Amontonadoras exteriores para arcillas o dragas en el interior de los pudrideros para las destinadas a la fabricación de tejas, son los equipos más empleados para acopiar el material e ir volteándolo para favorecer su exposición a la intemperie.



**Fig.2.3.3-1 Desmenuzador, amontonadoras actuales y dragas**  
**Fuente: Felipe Verdés SA Maquinaria para la preparación cerámica Año 2009**

<sup>6</sup> Cerámicas San Javier en la Carretera de Pantoja a Cobeja

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Tras un período variable de exposición a la intemperie los materiales pasan mediante sistemas de alimentación automática a la zona de preparación dentro de la fábrica.

Los equipos para la reducción del tamaño del grano son los desmenuzadores, laminadores de cilindros, y los molinos de rulos o molinos de martillos. En todos los casos se procede a la trituración por desgarramiento de las arcillas.

El proceso seguido es el siguiente: los alimentadores lineales depositan el material en el molino de rulos, equipo universal, para la trituración y tratamiento de la arcilla por vía húmeda. Proporciona molienda, humectación, y mezcla diferentes tipos de arcilla, consiguiendo la homogeneidad e uniformidad del material requerido, pudiendo llegar a rendimiento de entre 20 y 150t/h. Según la consistencia inicial de las arcillas se utilizan también laminadores que disgregan el material en el tratamiento húmedo, se trata de equipos de gran robustez y fácil mantenimiento que tienen un rendimiento de hasta 90t/h.



**Fig. 2.3.3-2 Alimentador lineal, laminador y molino de rulos.**  
**Fuente: Felipe Verdés SA Maquinaria para la preparación cerámica Año 2009**

## **2.4 Amasado de la pasta**

La arcilla desmenuzada y expuesta a la intemperie, continua la homogenización, reducción del tamaño del grano y su humectación. La pasta arcillosa debe de alcanzar el grado de plasticidad optimo para la extrusión, lo que se consigue mediante la adicción de agua y de sustancias magras (como por ejemplo las arenas), que van a evitar una contracción excesiva de la pasta en su cocción, además de aumentar el grado de resistencia del material.

Las arcillas una vez trituradas mejoran su capacidad aglutinante y facilitan la absorción de agua. Así mismo este proceso permite la eliminación de los nódulos de cal, que son triturados finamente y repartidos por toda la masa lo más homogéneamente, eliminando la formación de caliches.

### **2.4.1 Amasado en los tejares: con caballerías**

En los tejares tradicionales las arcilla se amasaba sobre terreno en superficies previamente desposeídas de hierbajos. Para materiales de calidad superior, se cavaba un foso y se forraba de tablas o de ladrillos ya cocidos en donde se volcaba la arcilla previamente asoleada y desterronada<sup>7</sup>.

Para que la arcilla se empape de agua el grosor de la capa de arcilla vertida no debe superar la profundidad de 1,50m. A dicho foso se van añadiendo cubos de agua ("la

---

<sup>7</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Pag.6

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

cantidad de agua es muy variable, calculándose aproximadamente en una mitad a una tercio del volumen de arcilla que se trate de amasar”) terrones de arcilla y materiales magros, como la arena (“la cantidad de arena cuarzosa necesaria para que no se agriétenla cocerlos”)<sup>8</sup>, removiéndose la masa de tiempo en tiempo. Los grumos, cuerpos duros y sustancias extrañas se retiran de la pasta.

Era este el momento en el que en los tejares destinados a producción local, se añadían productos de la zona tales como cáscaras de almendras, o desechos del prensado de aceite. Esta práctica además de facilitar un desarrollo sostenible de la comarca disminuía la cantidad de arcilla necesaria y facilitaba el proceso de cocción.

Cada hombre con los pies descalzos amasa una torta de 3 m de diámetro y 0,30m de profundidad, mientras se siguen añadiendo cubos de agua. Otro operario, en muchos casos un chaval, recoge la tierra de los bordes y la echa en el centro con una pala de madera. Las piedras o terrones de la pasta se eliminaban a mano<sup>9</sup>.

Toda la herramienta, (palas, gradillas etc.) debía ser humedecidas para que la pasta no se adhiriese.

Los ladrillos de gran calidad requerían una pasta mucho más cuidada. Para ello la arcilla se preparaba en albercas de ladrillo hechas a tal efecto, para mantener la humedad.

---

<sup>8</sup>Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag7

<sup>9</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag7



La masa así obtenida se extiende sobre una era empedrada en capas no muy gruesas para ser amasada con los pies. Los obreros con los pies descalzos, la pasean partiendo del centro al exterior.

Cada torta era amasada hasta cuatro veces, incorporando en cada uno de los procesos un poco de arena en la base para que no se pegara y disminuyendo en cada uno de los pasos el espesor de la torta a amasar. La última tanda era amasada con un espesor de 0,15m. Una vez se ha obtenido una capa homogénea, esta se deposita en los fosos de los que posteriormente se va extrayendo para el moldeado, operación que es conveniente realizar inmediatamente. En el caso de productos de muy alta calidad se conformaba el ladrillo en banco. Para proceder a su moldeo la tradición exigía que la pasta tuviese la consistencia de la masa de harina con la que se fabrica el pan.

En grandes instalaciones de fabricación de ladrillos de calidad media, se utilizaban para el amasado las caballerías, que se hacían pasar una y otra vez sobre la torta de arcilla para desmenuzar los terrones y mezclar la arcilla con el desgrasante más común: la arena.

#### **2.4.2 Amasado mecánico**

En el proceso de amasado o de preparación de las arcillas se empezaron a utilizar las *amasadoras* a finales del SXIX. La desagregación de las arcillas mediante la acción de cilindros lisos dentados o con púas junto con la adicción de agua, según el tipo de

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

materia prima, permitía la obtención de una masa libre de aire ocluido, imprescindible para los procesos de moldeado por extrusión.

En sus inicios estas máquinas consistían en una cuba horizontal en cuyo interior se había dispuesto una hélice horizontal que desmenuzaba y mezclaba la arcilla y el agua, según se muestra en la figura.

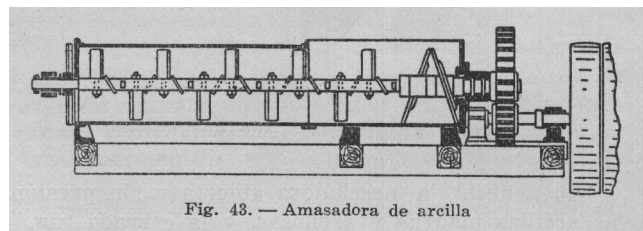


Fig. 43. — Amasadora de arcilla

### **Fig 2.4.2. Amasadora de arcilla**

*Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950*

La última parte de la máquina se dejaba abierta si las arcillas eran magras y arenosas y se cerraba para las arcillas plásticas. La pasta salía por unos orificios que la depositaban en las *máquinas de cilindros lisos o laminadores* de afino situado inmediatamente antes de la moldeadora.

### **2.4.3 Sistemas actuales de amasado**

La fabricación de cerámica estructural se realiza mediante tratamiento de la arcilla por vía húmeda, frente a la molturación por vía seca que es el sistema utilizado para la fabricación de cerámica vidriada.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Los tipos más habituales dentro del sector industrial español en el tratamiento de arcillas son<sup>10</sup> :

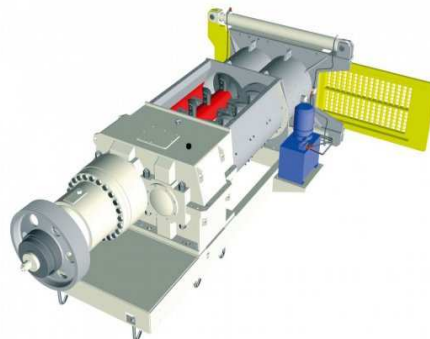
- **Las amasadoras de doble eje** son equipos fundamentales en el proceso de preparación para asegurar una correcta homogeneidad entre distintos tipos de arcilla y aditivos, así como para la incorporación de agua. Son las más utilizadas por su alta capacidad de tratamiento ya que puede alcanzar producciones de hasta 180 t/h. La gran eficacia de las amasadoras de doble eje se basa en el diseño y distribución de las palas que aumentan el efecto de amasado conduciendo y presionando el material entre las palas de ambos ejes.
- **Las amasadoras extrusoras** están diseñadas para obtener una homogeneización y una calidad de barro superior, ya sea para una óptima incorporación de aditivos de distinta textura y densidad, o para una mejor absorción de agua, siendo capaces de incorporar los masivos de recortes procedentes del área de moldeo. Esto las hace más eficaces que las amasadoras abiertas, alcanzando producciones hasta 60 t/h. El diseño y distribución de las palas aumentan el efecto de amasado conduciendo y presionando el material entre las palas de ambos ejes. Adicionalmente, se efectúa una compresión en la zona de hélices que garantiza la homogeneidad y finalmente un troceado para conseguir una dimensión uniforme, fácil de transportar y almacenar.

---

<sup>10</sup> Catalogo de Talleres Felipe Verdes, suministrador habitual de las empresas de la comarca, con más de cien años de experiencia en el sector de la fabricación de cerámica estructural.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- **Las amasadoras filtro** están diseñadas para obtener una homogeneización y una calidad de barro superior, ya sea para una óptima incorporación de aditivos de distinta textura y densidad, en aquellos casos donde las arcillas contienen impurezas, como raíces o similares, el sistema de estrellas se sustituye por uno de retención o filtrado para evitar inconvenientes en el resto de proceso. Esto las hace más eficaces que las amasadoras abiertas, alcanzando producciones hasta 60 t/h.



**Fig. 2.4.3 Amasadora de doble eje, Amasadora extrusora y Amasadora con filtro**

*Fuente: Felipe Verdés SA Maquinaria para la preparación cerámica Año 2009*

Una vez tratada la pasta arcillosa con un grado óptimo de plasticidad pasa al proceso de moldeo por extrusión.

## **2.5 Moldeo de las piezas.**

En esta etapa del proceso se procede a dar forma a la pasta arcillosa obtenida. La forma adoptada por los ladrillos o piezas de arcillas cocida suele ser prismática, bien maciza bien hueca, siempre adaptada a la funcionalidad posterior de la misma.

Aunque antaño las piezas se moldeaban a mano por presión, desde principios del siglo XX las máquinas moldeadoras más comunes han sido durante “galleteras”. Estas máquinas extrusoras, trabajan con porciones de pasta blanda o semiblanda que se introducían por una tolva y que eran empujadas por una hélice hasta salir por una boquilla con la forma deseada. Posteriormente se cortaba el prisma de arcilla moldeado para finalizar la pieza.

El principio de funcionamiento descrito ha sido mantenido en esencia con las lógicas evoluciones hasta nuestros días.

### **2.5.1 Moldeo manual con gradillas.**

El moldeo en los tejares se realiza de forma tradicional a mano. Para ello es necesario disponer de una gran explanada o era de 1.500 a 2.000 m<sup>2</sup> perfectamente apisonada y enarenada<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag7

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Los útiles para el moldeado manual son: cubo de agua, gradilla, rasera para limpiar la pasta excedente del molde, una raedera para limpiar los moldes, un cubo de agua y un montón de pasta preparada. El oficial moldeador o cortador tiene cerca de sí un montón de arcilla preparada que otro operario le lleva, y una tina mediada de agua donde deja la Gradilla y la Rasera<sup>12</sup>.

“Para moldear se sienta el moldeador en una era plana y apisonada, a su izquierda un cubo con agua y cerca de sí la gradilla y el rasero.<sup>13</sup> Un muchacho coloca a la derecha del moldeador un montón de pasta preparada, el operario coge la gradilla, la moja en el cubo y después de colocarla en el suelo la llena de barro, extendiéndola con la mano izquierda y quitando luego con el rasero, manejado por la derecha, el excedente que echa en un montón. Se retira luego un poco, levanta el molde y lo introduce en agua repitiendo las mismas operaciones”<sup>14</sup>.

Otra forma de moldear con menor rendimiento es el moldeado de pie. “Para moldear el oficial coloca la Gradilla sobre el suelo, toma una cantidad de arcilla conveniente y lo lanza con fuerza contra ella de forma que llene los ángulos, la oprime, iguala y corta el exceso que salga con la rasera. Una vez terminado retira la gradilla, y comienza de nuevo el proceso”.

---

<sup>12</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag7

<sup>13</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag7

<sup>14</sup> Espasa Calpe Enciclopedia Ilustrada, pág. 210 del tomo 29.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La cantidad de tierra preparada necesaria para ello era de 8m<sup>3</sup> y el peso de la masa utilizada era de 10 toneladas métricas<sup>15</sup>.

El moldeado de ladrillos en la antigüedad, (según las pinturas de las tumbas egipcias y las fuentes literarias romanas) se realizaba de forma similar a la descrita anteriormente. Aún en nuestros días se siguen moldeando ladrillos de la misma manera a orillas del Nilo, con un rendimiento por cuadrilla de cuatro personas de unos tres mil ladrillos diarios<sup>16</sup>.

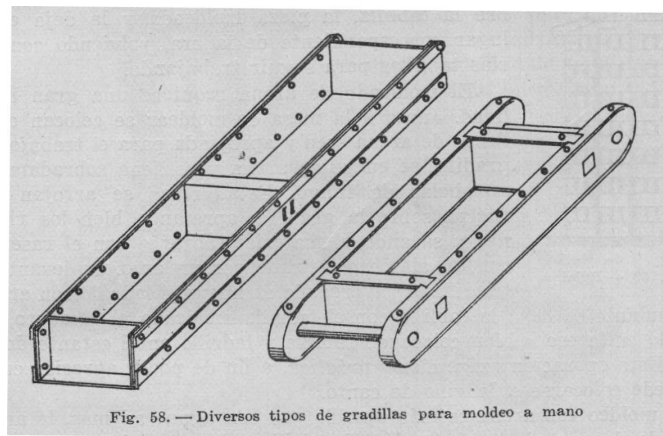


Fig. 58. — Diversos tipos de gradillas para moldeo a mano

**Fig.2.5.1-a Gradilla**

**Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950**

La Gradilla es un ensamblado rectangular de madera con fleje de hierro, y de tales dimensiones que en su interior pueda quedar alojado un bloque de arcilla que sea igual al tamaño del ladrillo más la contracción que sufre la pasta por el secado.

<sup>15</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag8

<sup>16</sup> Artículo “Usos y tratamiento de la Arcilla en la Antigüedad” Revista de Aparejadores n° 55, Fernando Lozano Gomez.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Por otra parte y concretamente en los tejares de la zona de la Sagra las herramientas y los rendimientos de amasado a mediados del siglo XIX eran los descritos a continuación:

*“La gradilla es un bastidor o marco de madera o hierro mejor de aquella que de este, porque pesa menos y no se enfría tanto, del mismo grueso que el ladrillo. Este marco suele ser doble para moldear los dos ladrillos a la vez, y los dos lados mayores tienen unas prolongaciones a cada lado que se llaman orejas y sirven de agarradero para manejar la gradilla...En los tejares de los alrededores de Madrid los operarios prácticos moldean de esta suerte: de 900 a 1000 ladrillos a la hora de trabajo a destajo, es decir a un tanto el millar, pues en la práctica ha resultado ser el mejor sistema (unos 6.000 ladrillos por día de media)”<sup>17</sup>.*

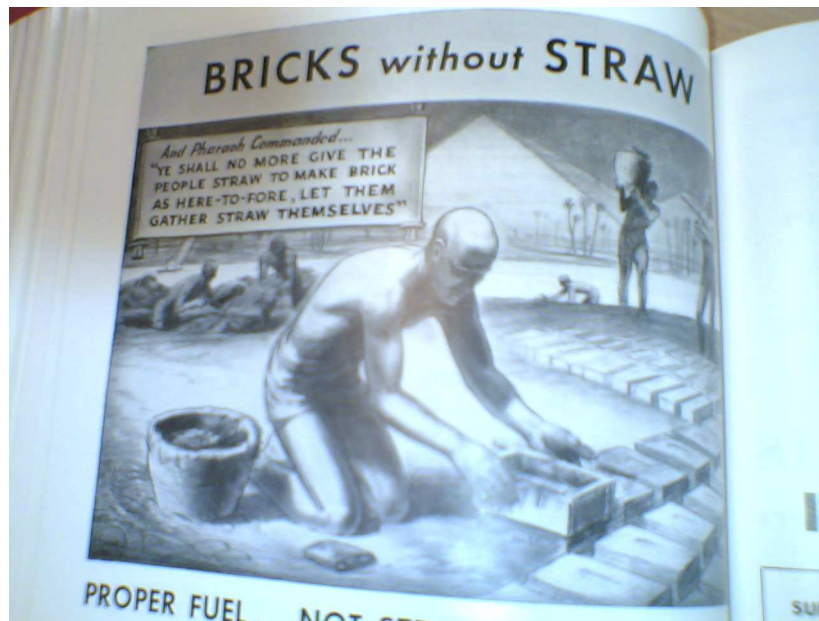
Cuando se requería un ladrillo mejor conformado o simplemente en zonas más húmedas (como por ejemplo Inglaterra) el moldeo se llevaba a cabo sobre tablas o en un banquillo sobre el que se espolvorea con arena. Para este tipo de moldeo “moldeo con arena” se precisaban varias gradillas, La arcilla era llevada en carretillas y se llenaban la gradilla sobre el banco, ya cubierto con arena. Posteriormente se prensaba y se rociaba de nuevo con arena. Una vez terminado el conjunto gradilla y ladrillo eran empujados por el banco hasta el extremo, allí con un giro de 90º era colocado para su transporte al secadero, donde con un golpe brusco es desmoldado<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Manual del albañil Ricardo Marcos y Bausá. 52

<sup>18</sup> P. Reverté, “La Industria ladrillera”. Ed. Reverté Año 1950





**Figura.2.5.1-b Imagen reconstruida de moldeo tradicional. Anuncio de revista.**

*Fuente: Revista Brick & Clay record- 1938. Año 1950*

## **2.5.2 Moldeo mecánico.**

Como ya se ha visto inicialmente el proceso del moldeo de las piezas de arcilla cocida era manual, según lo descrito en apartados anteriores.

La evolución del proceso de moldeo, junto con la evolución del transporte interno de los ladrillos verdes dentro de la fábrica, quizás sean los procesos que más han contribuido a la reducción de la mano de obra necesaria en la fabricación.

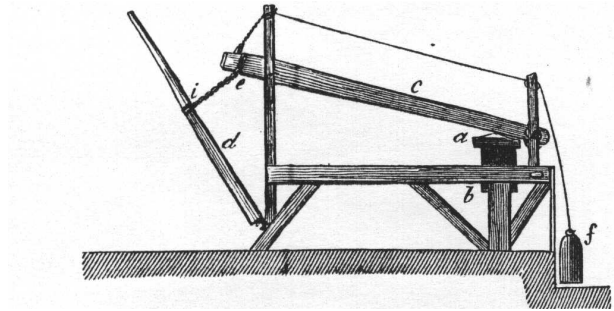
### **2.5.2.1 Conformado por prensado**

Los primeros esbozos de de moldeo mecánico se realizaron con prensas manuales.

La prensa de moldear ladrillos a mano tenía un molde de bronce o cobre que era

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

llenado a mano y posteriormente tapado mediante la acción de una palanca accionada a mano que volvía a su posición original una vez prensada la pasta por la acción de un contrapeso.



**Fig.2.5.2.1-a prensas antigua de moldear ladrillos a brazo**

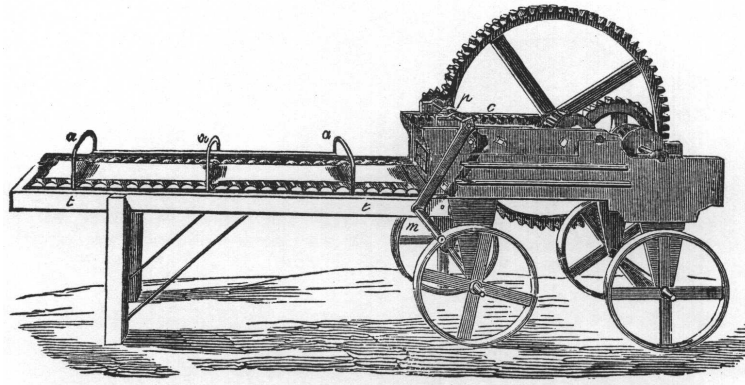
*Fuente: Manual completo de la Cerámica de J. Vidal y Martí (editado en 1926)*

Esta sencilla máquina fue utilizada durante décadas por los ladrilleros. Precisa para su funcionamiento el concurso de al menos un operario y tenía un rendimiento de unos 300 ladrillos por hora.

A principios de los años 20 se utilizaban máquinas de moldeo Tipo Dovie, con un principio de funcionamiento similar al anterior, tenían un vástago mecánico y un sistema de engranajes y piñones que aumentaban el esfuerzo, de tal forma que a la salida de la máquina se obtenía un prisma de 0,4x0,25x0,20 cm que posteriormente era cortado. Para su funcionamiento requería el concurso de al menos tres personas, un obrero que alimentaba la máquina, otro que recogía el prisma de la tela sin fin donde había sido depositado después a la salida de la máquina y lo cortaba y por último el muchacho que lo recogía y colocaba en los rejales. Los tiempos ociosos de

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

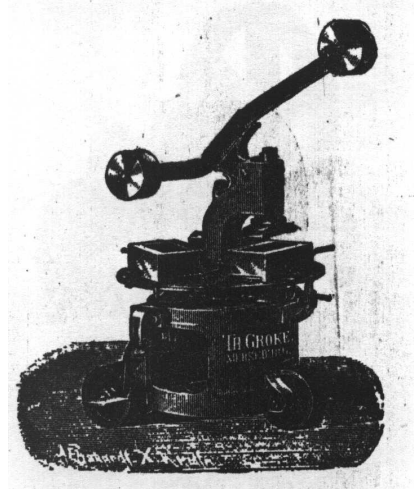
los obreros en este proceso eran de alrededor de un tercio de la jornada. La solución adoptada para minimizar este tiempo fue la creación de una máquina de doble efecto de tal forma que las labores de alimentación a la maquina y el cortado de los prismas eran casi continuas.



**. Fig.2.5.2.1-b Máquina de Dovie**

*Fuente: Manual completo de la Cerámica de J. Vidal y Martí (editado en 1926)*

Cuando se trataba de fabricar ladrillos finos para fachadas a principios de SXX, el ladrillo macizo bien por prensado bien por extrusión se volvía a prensar en unos moldes especiales para afinar los bordes. El rendimiento de esta operación que se realizaba por un operario era de 350 ladrillos a la hora en una máquina como la de la figura siguiente.



**Fig. 2.5.2.1-c Prensas antigua para comprimir y afinar ladrillos semidesechos**

*Fuente: Manual completo de la Cerámica de J. Vidal y Martí (editado en 1926)*

A mediados de los años 40<sup>19</sup>, en España se seguían utilizando el moldeado a mano en muchas regiones, fundamentalmente en aquellas donde la arcilla no era apta para el moldeado a máquina, bien por su alto contenido en cal o bien porque su composición impedía la formación de la barra de moldeo. Estas explotaciones eran rentabilizadas colocando la fábrica a escasos metros del yacimiento.

### **2.5.2.2 Conformado por extrusión**

Posteriormente hicieron su aparición las máquinas de conformado por extrusión, es decir máquinas que con la pasta confeccionan prismas continuos de sección constante y dimensiones determinadas a propósito de los ladrillos que han de fabricarse (huecos, macizos, etc) que luego son cortados en longitudes deseadas.

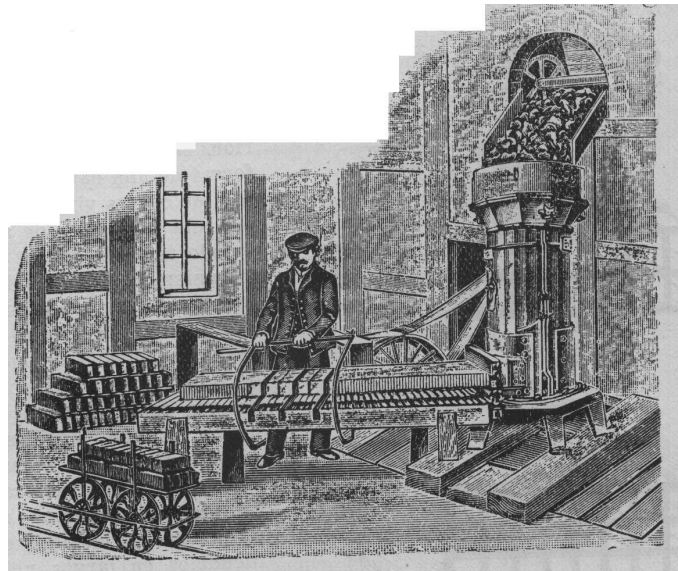
---

<sup>19</sup> *La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950*

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La aparición de la primera máquina moldeadora de ladrillos tuvo efecto entre los años 1850-1860 Fue construida en Alemania por Schlickeysen se trataba de una máquina accionada por un caballo y daba un rendimiento de 1500 ladrillos por día.

En 1858 un diario de la época<sup>20</sup> describía el funcionamiento de una nueva galletera de hélice movida a vapor y construida también por Schickeysen. Según la descripción del diario, esta máquina recibía la tierra sin preparación producía de 8.000 a 16.000 ladrillos diarios.



**Fig.2.5.2.2-a Máquina a vapor de Schlickeysen**

**Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950**

La hélice impulsora de la pasta de esta primera máquina se ha mantenido durante gran parte del siglo XX como fundamento del trabajo con las arcillas, (en las llamadas máquinas galleteras) si bien con las necesarias adecuaciones en función de la naturaleza de la materia prima empleada.

---

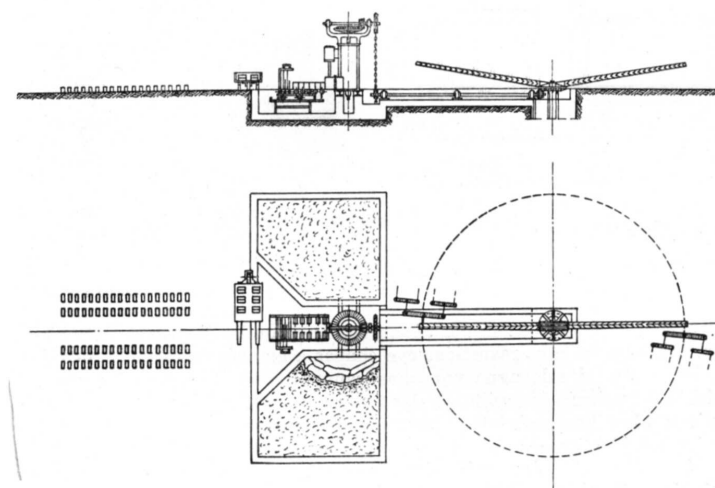
<sup>20</sup> Leipzigiger Illustrierte Zeitung 20 de Nov. De 1858

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La aparición del ladrillo hueco (hacia 1855) supuso la reducción de la superficie útil de carga (a causa de los huecos) lo que se tradujo en una dificultad añadida para su correcta fabricación con las maquinas moldeadores de prensa, ya que se precisaban arcillas mejor preparadas y que la pasta tuviera una consistencia semiblandas o blandas.

Las galleteras son máquinas moldeadoras de extrusión que trabajan con pasta blanda o semidura (18%-25% de humedad). Están constituidas por un cilindro horizontal dentro del cual gira un eje con una hélice que homogeniza e impulsa la pasta y la obliga a salir por una boquilla. Esta boquilla va fijada en el porta boquillas y tiene la forma del prisma deseada.

Eran de aplicación en cualquier tipo de fábrica, incluso en tejerías rurales, en las que no se disponía de más fuerza motriz que la proporcionada por animales de tiro, como la de la figura siguiente.



**Fig.2.5.2.2-b Galletera rural accionada por caballerías**  
**Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950**

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

La figura muestra una amasadora vertical provista de un eje vertical conectado a una larga lanza a cuyo extremo se encuentran las caballerías. La arcilla se coloca en una fosa alrededor de la amasadora y se carga a pala. La amasadora gira a razón de 2 a 3 vueltas por minuto, teniendo un rendimiento de 1 m<sup>3</sup> por hora. Este tipo de galletera fue el primero que se puso en marcha; con el tiempo se convirtió en una máquina de eje horizontal accionada por un motor.

Los componentes de una galletera horizontal tradicional son:

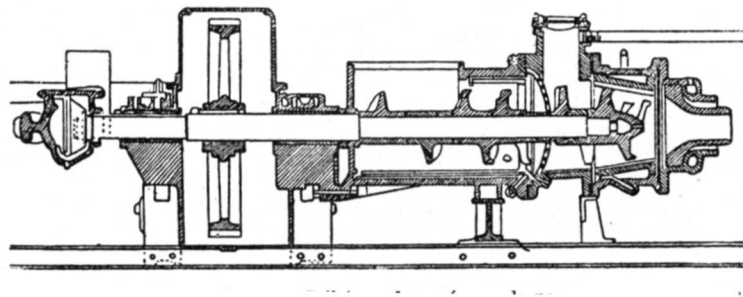
- *Tolva*, la parte de la máquina que recibe la arcilla
- *Cilindros de alimentación*: cumplen la función de rechazarla arcilla que expulsa la hélice
- *Cuba de la Galletera*. Puede tener diversas formas pero las más habitual es la cilíndrica o ligeramente cónica.
- *Portaboquillas*: El objeto de esta pieza es recibir la arcilla y hacerla compacta antes de su llegada a la boquilla.
- *El sistema de transmisión*. Compuesto por engranajes o cajas reductoras.
- *Árbol portacuchillas* compuesto por un eje donde se fijan las cuchillas.
- *Hélice*

El principal problema de las primeras extrusoras era la formación de una estructura de capas una especie de laminado y la aparición de burbujas debidas a la entrada de aire

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

en la masa. Para lograr la eliminación del aire ocluido es necesario que el flujo de masa a la entrada de la galletera y a la salida sea constante.

El perfeccionamiento más importante de las galleteras hizo su aparición con las galleteras de vacío. Estas máquinas hicieron su primera aparición en 1902 en los E.E.U.U., fueron las primeras en intentar eliminar el aire ocluido. Pero no fue hasta 1933, en que ya mejoradas entraron en Europa.



**Fig. 2.5.2.2-c Galletera de vacío**

Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950

Todas las *galleteras de vacío* conseguían la eliminación de aire ocluido trabajando sobre pequeñas porciones de arcilla que hacían pasar a través de rejillas que daban lugar a pequeños fideos continuos, que depositaban en la cámara de vacío. En esta cámara de vacío se volvían a reunir para formar la masa de moldeo definitiva que pasaba a la cuba de moldeo.

Se logró con la utilización de las extrusoras de vacío la utilización de arcillas que eran difíciles de moldear. Además el producto sin aire ocluido presenta un corte más limpio y seco más rápidamente sin fisuras.



## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Por último existe un tercer tipo de moldeo no muy utilizado, que es el de moldeo por pasta seca. Hacia 1920 aparecen las primeras prensas de trabajo en seco, que utilizaban pastas arcillosas con un contenido de agua inferior al 10%. El moldeo en seco se realiza por presión sobre pastas no humectadas (alrededor de un 6%) y que no son plásticas. Por su dificultad técnica es muy su escasa utilización en ladrillería en estos momentos.

### **2.5.3 Sistema actual de moldeo**

Los equipos de moldeo más utilizados en la comarca, además del grupo extrusor con cámara de vacío, llevan incorporada la amasadora de doble eje, de tal manera que todo el conjunto es accionado con un único motor.

Este hecho minimiza consumos eléctricos (tres ejes accionados con un solo motor) y gastos de mantenimiento al eliminar piezas de enganche entre equipos, haciendo suyo el principio de máxima eficiencia. Como viene siendo habitual en estos equipos todo el conjunto está montado en un chasis auto-portante que permite la instalación directa sobre la cimentación. Permiten la adaptación para diferentes aplicaciones de extrusión, con adición de agua o vapor, a baja o alta presión

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



***Fig. 2.5.3-a Grupo extrusor monobloc de vacío***

***Fuente: Felipe Verdés SA Maquinaria para la preparación cerámica Año 2009***

Existe otra variante de estos grupos compactos para productos especiales que permite el accionamiento independiente de amasadora y extrusora.



***Fig. 2.5.3-b Grupo extrusor combi***

***Fuente: Felipe Verdés SA Maquinaria para la preparación cerámica Año 2009***

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

A la salida de las extrusoras el prisma cerámico debe ser cortado a la medida exacta para obtener el producto final. De este proceso se encargan cortadores, y trituradoras.

**Los cortadores** tienen como función el corte del producto extruido en barras (cortador de barras) o en producto final de longitud variable según los productos a fabricar.

**El Triturador** se encarga de deshacer los recortes de piezas extrusionadas procedentes de los cortadores y rechazos, devolviéndolas a la extrusora.



**Fig. 2.5.3-c Ejemplo de mesa cortadora y Trituradora**

*Fuente: Foto elaboración propia y [www.equiceramic.com](http://www.equiceramic.com) catalogo de productos 2009.*

Este proceso está totalmente sincronizado con el funcionamiento de las extrusoras, y simplemente debe ser supervisado por el personal de fábrica a tal extremo que se encuentra encerrado en un perímetro de seguridad al que no se puede acceder si la maquinaria está en funcionamiento.

## **2.6 Secado**

Los ladrillos deben ser secados antes de introducirse en el horno. Este proceso minimiza los costes ya que disminuye el tiempo de cocción y la energía empleada.

En el proceso de secado se pretende la máxima eliminación del agua contenida en la pasta moldeada. Normalmente este agua se elimina a través de aire caliente que se hace circular entre ellos. Este proceso no es tan sencillo como parece, ya que es necesario calcular la velocidad de secado idónea en función de la plasticidad de la pasta arcillosa. Una velocidad de secado demasiado elevada produciría grietas debidas a una contracción excesivamente rápida.

A modo de ejemplo para absorber los 800Kg de agua contenidos en unos 1000 ladrillos macizos se necesitarían unos  $183.256\text{m}^3$  de aire a  $10^{\circ}\text{C}$ , mientras que se necesitaría un volumen mucho más pequeño, unos  $10.090\text{m}^3$ , a una temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$ .

Para favorecer el secado de los productos sin grietas (aun en los de paredes más delgadas) es conveniente la adición de desgrasantes en una cantidad tal que permitan una cierta movilidad a las partículas de arcillas y doten al producto final de una cierta porosidad. Estos aditivos se deben mezclar uniformemente con la arcilla.

Desde hace décadas en los secaderos se aprovecha el calor residual generado por los gases de combustión de los quemadores de los hornos, para calentar el aire de estas

zonas, en las llamadas cámaras de secado. Así el proceso de secado, que antes limitaba la producción de una fábrica, por la falta de espacio disponible para la implantación de secaderos naturales, ha disminuido sensiblemente su duración, aumentando de forma proporcional la producción de las instalaciones.

### **2.6.1 Secado a la intemperie: los rejales**

Los ladrillos quedan alineados unos a otros en la era. Cuando el tiempo es bueno y soleado, no necesitan más de 12 horas para enjugarse y poder ser manejados. Si el tiempo está cubierto y el sol no aparece sino a intervalos la desecación es menos activa y es de temer que los ladrillos se agrieten<sup>21</sup>.

Los ladrillos según el autor romano Vitrubio, debían de fabricarse en primavera y otoño para que las piezas se secasen lentamente sin cambios de temperatura. Según sus recomendaciones debían secarse sobre la misma superficie sobre la que se habían modelado, a los tres días debían de ser dados la vuelta recomendando que se dejasen almacenados durante dos años, antes de ser utilizados<sup>22</sup>.

En ocasiones si amenaza lluvia se pueden cubrir con paja, pero esto no es muy práctico, puesto que las grietas aparecen en la mayoría de las ocasiones, ya que la paja es higroscópica y aumenta la velocidad de secado<sup>23</sup>.

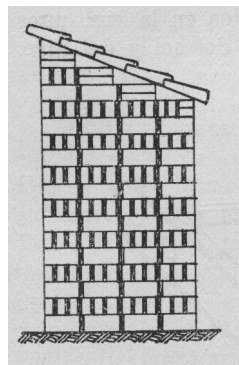
---

<sup>21</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag8

<sup>22</sup> Artículo “Usos y tratamiento de la Arcilla en la Antigüedad” Revista de Aparejadores n° 55, Fernando Lozano Gomez.

<sup>23</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag8

Cuando han adquirido suficiente dureza (que se conoce porque resisten la presión de los dedos y no se deforman, alrededor de veinticuatro horas) se les cortan las rebabas o “charrandean” dejándolos ya con la forma prismática tradicional. Las mujeres o muchachos realizan esta operación con los cuchillos; después se vuelven sobre su lado más estrecho y se colocan dos a dos en vertical para que el aire circule entre ellos. Para almacenarlos antes de la cocción se apilan formando unos muros de cuatro ladrillos de largo con una altura equivalente el ancho de 12 ladrillos y con una longitud indefinida, estas pilas reciben el nombre de **Rejales**<sup>24</sup>.



**Fig. 2.6.1. Rejales**

**Fuente: Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag9**

En los rejales se alternan una fila de ladrillos en horizontal con otra de ladrillos colocados de canto. Estas largas pilas se colocan al abrigo de la lluvia en locales o se cubren con un pequeño tejado.

---

<sup>24</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II Ladrilleras, Pag8

El tiempo que dura el secado depende del tiempo atmosférico y del clima de la zona, en algunos casos el tiempo estimado es de un mes. Cuando más seca esté la pasta más se favorece la cochura.

### **2.6.2 De secaderos a la intemperie estáticos a salas de secado continuo**

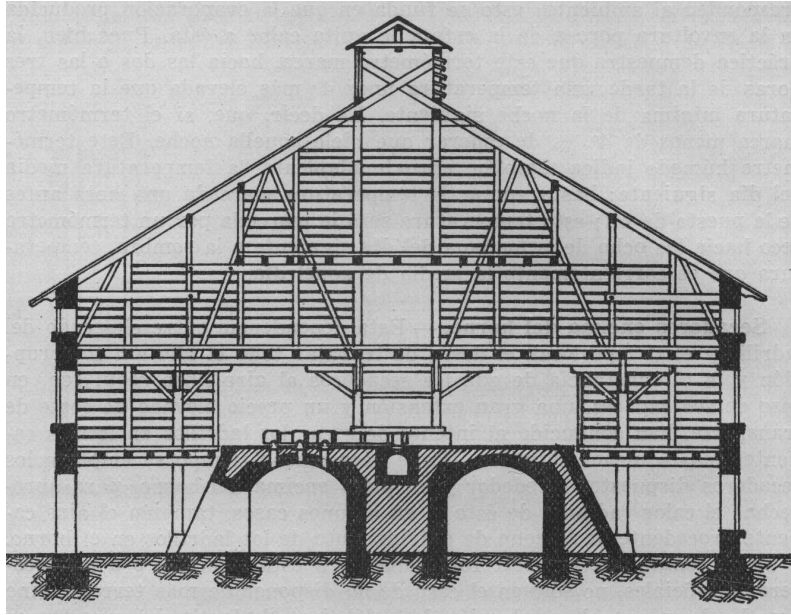
Tradicionalmente el secado de ladrillos se realizaba a la intemperie en grandes explanadas al sol y por acción del aire libre. Este proceso tan sencillo resultaba determinante en la producción por dos razones fundamentales: por una parte marcaba la estacionalidad de la fabricación, ya que solo se podía producir en épocas climatológicamente secas.

Por otra parte determinaba la climatología determinaba la cantidad de producto que salía de la tejera, ya que el resto de las operaciones eran regulables mientras que el secado dependía de las condiciones atmosféricas externas. Para minimizar el impacto de la lluvia sobre las piezas ya moldeadas, se empezaron a construir cobertizos para el secado de materiales.

Por ejemplo un secadero natural podía ser llenado unas 10 a 12 veces en el curso del verano si el clima era favorable o unas 5 a 6 veces sino el clima no lo era. Así pues para una producción media de 1.000.000 de piezas la capacidad del secadero tendría que dimensionarse para 100.000 piezas en el primer caso o de 200.000 en el segundo.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Posteriormente se pasó al secado cubierto en grandes estantes sobre los hornos de forma que se aprovechaba el calor radiante residual.



**Fig. 2.6.2 Secadero de ladrillos colocado sobre los hornos**

Fuente: *La industria ladrillera*. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950

La necesidad de una fabricación continuada a lo largo del año obligó a la aparición de *la desecación artificial* en las cámaras de secado. Este proceso se basa en la eliminación de la humedad mediante la circulación forzada de aire caliente, frente a la desecación natural que utiliza el aire a temperatura ambiente. Baste indicar que para secar un ladrillo por un sistema de desecación artificial son necesarias tantas calorías casi como para cocerlo.

Para cuantificar el ahorro de tiempo que supuso la introducción del secado mecánico, se adjunta un extracto de un artículo “Dried Brick in two weeks now it’s done in 28h”



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

de la revista "Brick and Clay Record" de Octubre de 1939, en la que se describe el impacto de un secadero artificial en el tiempo de fabricación:

"En una fábrica de Pleasant Valley Brick Co. en Esat Windsor Hill Conn, se secaban la producción en un secadero al aire en filas individuales los ladrillos, operaba en ciclos estacionales y cerraba totalmente en los meses de invierno. En esta fábrica para secar 70.000 ladrillos al aire libre se empleaban dos semanas".

Al realizar la mecanización completa de esta planta instalaron 7 máquinas automáticas de moldeo capaces de producir 72.000 ladrillos al día y "decidieron construir un túnel de secado, para lo que necesitaban un generador de calor que fue resuelto mediante un horno adicional para el secado con 10 túneles, con 14 carros de 504 ladrillos y 101 pies de largo y 50 pies de ancho.

Cada túnel era de 6 pies 8 pulgadas de ancho. Se introducía un carro cada dos horas, estando en todo momento 10 carros en cada secadero." Cada túnel de secado disponía de varios ventiladores para recircular el aire caliente. De esta forma se redujo el tiempo de secado de 15 días a 28 horas.

Estos primeros túneles de secado eran desproporcionados tanto en espacio en planta, como en inversión (otro horno adicional), como en consumo energético, pero es cierto que sientan las bases de los modernos sistemas de secado.

### 2.6.3 Sistemas actuales de secado continuo

En el secadero se realiza el proceso de secado del material verde, previamente cargado en balancines, vagonetas, carretillas, listones, palets, etc. El proceso de secado es uno de los más importantes de los que se realizan a lo largo de toda la fabricación, de él dependerá la calidad de los productos finales. Dependiendo de las arcillas, la geometría de las piezas a fabricar y la producción, deberemos optar por alguno de los diferentes tipos de secadero<sup>25</sup>:

- Semicontínuos y Continuos: Secadero formado por una gran única cámara con multitud de vías por donde se desplazan carretillas cargadas, bien en estanterías de pisos fijos o variables, Bandejas o listones
- Rápidos: Secadero rápido accionado con cadena continúa en la que la carga va colgada en balancines y el aire circula entre las piezas en sentido contrario a la marcha. Se suelen disponer dos túneles uno de ida y otro de retorno dispuestos uno encima de otro.
- Semi rápidos: Secadero formado por un túnel de ida y un túnel de retorno dispuestos uno al lado del otro y al mismo en nivel, en paralelo, comunicados por un transbordador.
- Cámaras: Secadero formado por un conjunto de cámaras independientes en las que se acumulan carretillas para un secado simultáneo, de diferentes tipos de producto

---

<sup>25</sup> [www.equiceramic.com](http://www.equiceramic.com). Empresa que realiza fabricas de producción de cerámica estructural tipo llave en mano, con muchas instalaciones realizadas en la Sagra.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- Túnel: el más utilizado en cerámica estructural de gran tonelaje. En este tipo de secadero son utilizadas las mismas vagonetas que se usarán en el horno. El material verde se carga en las vagonetas del horno directamente, por lo tanto, después del secado no hace falta manipular el producto ya que las vagonetas son trasladadas directamente del secadero al horno, sin ser el producto descargado y apilado.

<p><u>Tipos de secaderos</u></p>	<p><u>Secadero semicontinuo y continuo &gt;&gt;</u></p> 	<p><u>Secadero rápido &gt;&gt;</u></p> 
<p><u>Secadero semi rápido &gt;&gt;</u></p> 	<p><u>Secadero de cámaras &gt;&gt;</u></p> 	<p><u>Secadero túnel &gt;&gt;</u></p>

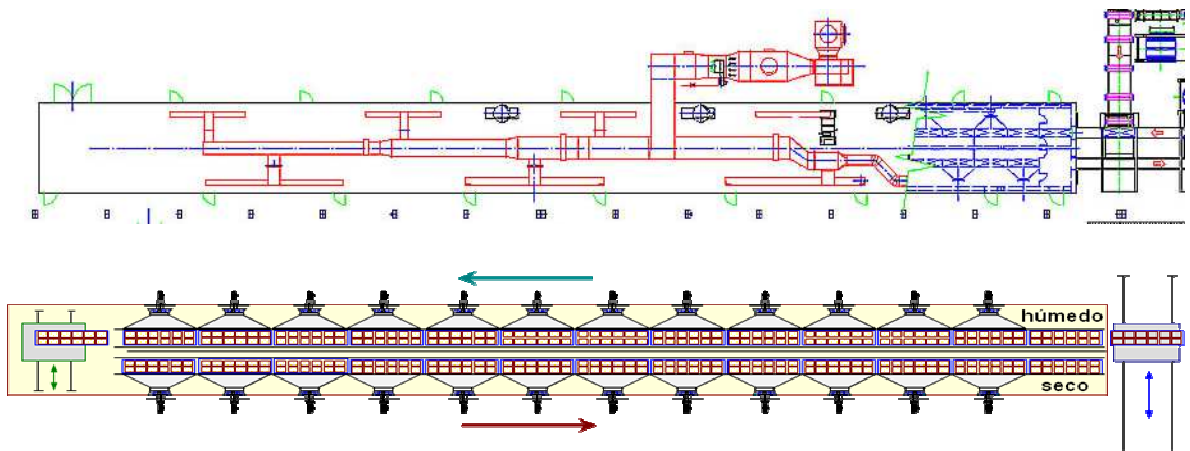
**Tabla. 2.6.3-a. Tipos de secadero.**  
*Fuente: Elaboración propia*

Un parámetro de la evolución de los procesos de secado es la reducción de los tiempos utilizados. A continuación se expone un ejemplo realizado con cámaras de secado rápido, en el que se ha reducido el tiempo de secado en productos estándar (ladrillo hueco de gran tamaño con un peso específico de 0,8-1Kg/dm<sup>3</sup>) de las 6-8 horas habituales a 4h.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

A continuación se describe el proceso en grandes líneas (Datos tipo sobre una fábrica de ladrillos ordinarios de 460 Toneladas/día)<sup>26</sup>:

- Edificio del secadero en construcción convencional con aislamiento térmico, en la que se establecen ocho zonas de regulación independientes.



**Fig. 2.6.3-b Sección tipo de cámara de secado rápido.**

**Fuente: "Secado rápido de Ladrillos de Gran formato con Laminaris" Congreso anual HispalYT Junio 2006**

- Sobre una vía de avance y una vía de retorno se empujan las vagonetas en el secadero en aprox. cuatro horas. Las esclusas de entrada y salida son del tamaño de una vagoneta.
- La ventilación de las piezas verdes o húmedas se produce horizontalmente a través de las perforaciones de los ladrillos.

<sup>26</sup> Ponencia "Secado rápido de ladrillos de gran formato con Laminaris", Congreso Anual HISPALYT. Junio de 2006

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- La profundidad de la carga es de 2 x 25 cm.
- Conforme se ha prefijado en las curvas de secado establecidas, se insufla aire caliente a cada cámara por la parte superior, estimándose un consumo de 120.000m<sup>3</sup>/h a 150°C, El aire caliente procede de una unidad de recuperación de aire caliente del horno a la que a la salida se incorpora una cámara de mezcla para el aporte de aire exterior, obteniéndose el caudal de aire necesario a la temperatura preestablecida.
- Se incorporan lateralmente para favorecer la circulación interior en cada cámara ventiladores que posibilitan un caudal de aire circulante de 1,68 millones m<sup>3</sup>/h. El aire de secado saturado es transportado al aire libre vía tres chimeneas.
- Las cantidades necesarias de calor/aire se regulan electrónicamente según la cantidad y el tipo de producto. Todo el sistema de secado es controlado por un sistema informatizado de control, que trabaja en tiempo real, ajustando los parámetros de las curvas de secado teóricas a los de las curvas de secado reales.

EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA



**Fig. 2.6.3-c Vista exterior de cámara de secado, unidad de ventilación lateral y ventilador de aire caliente central, con cámara de mezcla y conexión a horno.**

**Fuente: "Secado rápido de Ladrillos de Gran formato con Laminaris" Congreso anual Hispalyt Junio 2006**

En estos momentos la mayoría de las instalaciones de la Sagra disponen de túneles de secado compartimentados, sistemas de recuperación del aire caliente de horno, control informatizado de parámetros, pero no todas disponen de equipos de ventilación lateral en cada una de las cámaras.

## **2.7 Cocción en hornos**

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

La cocción se realiza en hornos túnel equipados con quemadores alimentados o bien con gas-oíl o bien con gas natural. A lo largo de este período las piezas pierden la humedad de extrusionado de forma progresiva primero en los secaderos, y posteriormente en los prehornos.

Las reacciones más importantes que se producen durante la cocción de las arcillas son las siguientes:

- Reacciones de vitrificación o formación de abundante fase líquida, que a la salida del horno habrán integrado a los materiales pesados presentes en la masa o que si el tamaño del grano de los materiales no cerámicos es considerable lo encapsulará.
- Destilación de los materiales orgánicos presentes en la masa, y que al quemarse generan poros en el material
- Descomposición de materiales arcillosos. Al llegar a una determinada temperatura se rompen los enlaces del agua de constitución y se convierten en sustancias amorfas, que más adelante formarán la fase amorfa.
- Descomposición de materiales no arcillosos

Las fases de cocción de los ladrillos ya secos son:

- **Fase de caldeo.** Se establece hasta que toda la pieza alcanza los 100°C. En esta fase el agua contenida en el ladrillo se elimina paulatinamente.

EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

- **Fase de cocción.** Se establece desde los 100°C hasta los 1000°C Las piezas sufren una ligera contracción que se produce por la evaporación de las moléculas de agua de las láminas de arcilla perdiendo toda su plasticidad y adquiriendo su estructura característica (proceso de sinterización).
- **Fase de enfriamiento.** La temperatura máxima alcanzada en la fase de cocción debe de ser disipada de forma homogénea y gradual para la obtención de una dureza y colorido uniformes en la pieza.

Las arcillas son cocidas en hornos continuos denominados *hornos túnel*. Estos hornos de gran longitud mantienen en cada una de sus zonas una temperatura constante y predeterminada por la curva de cocción del material. Las piezas de arcilla atraviesan el horno a una determinada velocidad que permita que cada pieza sea sometida en cada momento a las temperaturas de cocción óptimas.

En este proceso se controla la temperatura y la humedad ajustando la velocidad de cada tramo, con el fin de evitar deformaciones y fisuras.

El elevado consumo de energía en los hornos túnel se intenta minimizar recuperando el aire caliente que se genera en la zona de enfriamiento de los hornos y llevándolo a los secaderos y prehornos. A su vez estos elementos están interconectados en una planta de cogeneración en la que grandes turbinas reciben los gases de combustión de los quemadores de gas natural del horno túnel, produciéndose en éstas la energía eléctrica consumida por la propia planta.

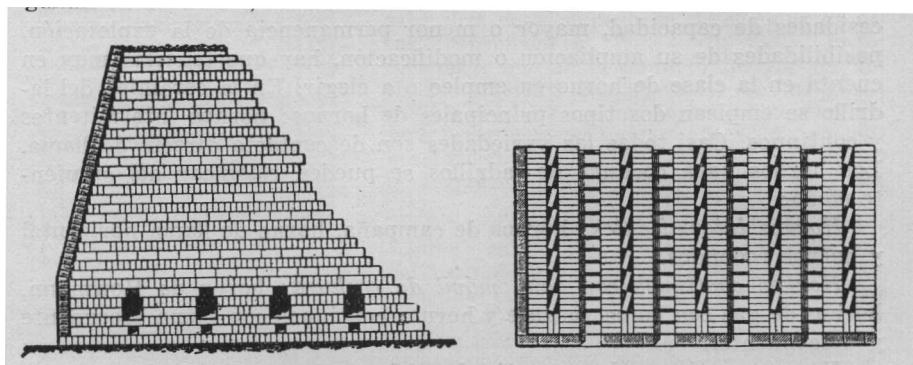


Como comentario se puede indicar que el coste de los combustibles durante el proceso de fabricación de los ladrillos (ya sea gasoil, el gas natural u otros) supone un 30% del coste de producción, frente al coste de las materias primas, fundamentalmente las arcillas, que supone sólo un 15%, del total.

### 2.7.1 Cocción a la intemperie: Hormigueros

La forma habitual de cocción de los ladrillos se realizaba a la intemperie. Para ello el horno debe de ser colocado en llano y al abrigo de las aguas, pero lo más cerca posible de los rejales de ladrillos secos para evitar gastos de mano de obra en el traslado manual de cada pieza<sup>27</sup>.

Se empieza por colocar una primera serie de ladrillos de cantos ya cocidos, procedentes de otras cochuras anteriores, de modo que se cubra un cuadrado de unos 10m de lado según la figura siguiente.



**Fig 2.7.1-a Cocción de ladrillos al aire libre**

**Fuente: P. Reverté, "La Industria ladrillera". Ed. Reverté Año 1950 Pag 170**

<sup>27</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pág. 10

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

“Sobre esta primera se coloca otra segunda de ladrillos cocidos (hasta la sexta hilada no se empieza a colocar ladrillos crudos), colocados perpendicularmente a los primeros y con igual separación entre filas, la tercera capa se colocan también con los ladrillos de canto, pero dispuestos entre sí para que sólo dejen un espacio vacío de 3cm., al colocarlo se rellenan los huecos inferiores de viruta y ramaje secos”.

“Se coloca después la cuarta hilada formada por dos capas de ladrillos puestos de plano separados como los precedentes y con la quinta hilada se cubren los conductos con ladrillos de plano después de llenos de combustible, colocando los demás de canto. La sexta hilada que ya se pone de ladrillo crudo, se coloca perpendicular a la quinta y las demás siempre perpendiculares a las anteriores, teniendo en cuenta de dar al macizo la forma piramidal con las caras ligeramente inclinadas al interior”<sup>28</sup>.

“Se dejan espacios sin rellenar transversales a lo largo de todo el hormiguero, que cumplirán la función de los hogares del horno. Estos hogares estarán repartidos de forma uniforme, y serán rellenos con el combustible a utilizar, generalmente carbón o leña. Estos espacios reservados para los hogares se cierran por arriba hacia la sexta fila, dejando sólo de trecho en trecho unas chimeneas cuadradas por las que se echan brasas para pegar fuego a todo el hormiguero”<sup>29</sup>.

“Cuando se ha terminado la sexta daga o hilera se prenden las virutas de los conductos inferiores y se vigila la marcha del fuego, procurando que sea igual, para lo

---

<sup>28</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pág. 10

<sup>29</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 M.111- 1958 pag211

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

cual se cierra con arcilla más o menos la entrada de los conductos y los sitios donde se produzcan chimeneas de salida del aire. Al cabo de dieciocho a veinte horas, la masa está candente y se continúa con la carga del horno”<sup>30</sup>.

“Entre la sexta y la séptima hilada se extiende una capa ligera de polvo de carbón mineral que penetra entre los huecos y continuando la carga de carbón en las capas sucesivas. La carga del horno se completa hasta la altura de 7 u 8 m con ladrillos crudos colocados a tope, entre los que se interponen capas de carbonilla o polvo de hulla”.

“A medida que se carga el hormiguero se cubren sus paredes de un enlucido de arcilla mezclada con arena y paja para disminuir la contracción y darle consistencia. También se cubre la última hilera, así finalmente el conjunto tendrá forma de pirámide truncada de base rectangular. En cada hornada se pueden cocer entre 200.000 a 1.000.000 de ladrillos”<sup>31</sup>.

“Como no se debe colocar una daga o hilera hasta que el fuego actúe en la precedente, a fin de no ahogar la combustión, se tardarán de ocho a diez días en construir un hormiguero para unos 200.000 ladrillos. En la cochura se invierten de doce a quince días contados desde el momento de encender los hogares”<sup>32</sup>.

---

<sup>30</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pag.11

<sup>31</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pag.11

<sup>32</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 M.111- 1958 pag211

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Algunos autores hablan de un consumo entre 140-180Kg de combustible por cada 1000 ladrillos<sup>33</sup> mientras que otros indican que se consumía ordinariamente de 130 a 380 Kg de combustible, según su calidad (carbón piedra, tundra o carbón vegetal) por cada 1000kg de ladrillo cocido.<sup>34</sup> En cualquier caso la cantidad de combustible precisada dependerá de su capacidad calorífica.

Los ladrillos deben de permanecer en el fuego hasta que los silicatos fusibles presenten un principio de vitrificación, extremo que se produce cuando en la superficie aparece una película escarchada, que los protege de los riesgos de heladas. Los ladrillos están cocidos cuando la llama es de color blanquecino y sale sin humo. Generalmente la pila de ladrillos así colocada tarda de doce a dieciséis días en cocerse completamente<sup>35</sup>.

El accidente más temible en esta operación es la lluvia que pudiera sobrevenir durante la cocción, ya que se podría perder una gran cantidad de los ladrillos de la hornada. Las partes interiores de la masa en el horno no se elevan a la misma temperatura, de lo que se deduce que ladrillos de una misma hornada no está igualmente cocidos. Los ladrillos del centro se vitrifican, los próximos a la camisa o enlucido sólo reciben principio de cocción. Estos últimos formarán la base del próximo hormiguero<sup>36</sup>.

---

<sup>33</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pag.11

<sup>34</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 M.111- 1958 pag.211

<sup>35</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pag.12

<sup>36</sup> Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pag.12

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Los que ocupan el tercio inferior de la altura del horno son los más apreciados porque están cocidos a la temperatura más conveniente. El análisis de varios hornos de estas características dio como resultado las siguientes proporciones:

<b>Categoría</b>	<b>Calidad Cocción</b>	<b>Destino</b>	<b>% Hornada</b>
Ladrillos Primera	Cocción Perfecta	Obras Hidráulicas	40
Ladrillos Segunda	Cocción perfecta, algo deformados	Cimientos	15
Ladrillos Tercera	Buenos	Muros	25
Ladrillos Cuarta	Muy tiernos y en pedazos	Macizos	10
Desperdicios			10

**Tabla 2.7.1-a Clasificación de los ladrillos según su cocción en un horno a la intemperie**

**Fuente:** Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida por M. García López y J. Vidal y Martí, Tomo II pag.11 *Elaboración propia*

Cabe destacar que del total del material de pasta arcillosa preparada, moldeada y secada al aire, al menos un 20% del producto se perdía en el proceso de cocción.

Además del tradicional horno de campaña o también llamado de hormiguero, en algunos pueblos se utilizaban los **Hornos Rurales o árabes**. Se trata de hornos discontinuos compuestos por cuatro paredes muy gruesas de 3.5 a 4 m de altura de planta rectangular con aberturas a los lados para introducir y avivar la llama.

El recinto se llena completamente dejando pequeños espacios para las chimeneas y se cubre con arena. Al no disponer de techo su consumo era muy elevado, del orden de

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

un 30% más que si dispusiera de una cubierta. Para su funcionamiento eran necesarios dos peones y un oficial y podían llegar a cocer en cada operación entre 15.000 a 30.000 ladrillos.

En el cuadro siguiente se especifican los tiempos empleados en su funcionamiento.

<b>Tiempos empleados</b>	<b>Horas de una cuadrilla</b>
Encender y apagar	72
Colocar ladrillos	30
Cochura media	200 a 240
Enfriamiento del material	85 a 120
Descarga de horno	24

**Tabla 2.7.1-b. Tiempos empleados en el proceso de cocción de un Horno Rural por una cuadrilla compuesta por un fogonero y dos peones**

*Fuente: La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté Año 1950, Elaboración propia*

Hacia mediados de siglo XX prácticamente todos los hornos de intemperie (hormigueros, rurales o de botella), habían sido sustituidos por:

- En un primer paso por hornos de funcionamiento discontinuo y carga fija.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- Y posteriormente por hornos de funcionamiento discontinuo de zona móvil de cochura, los coloquialmente conocidos como Hornos tipo Hoffman y se venido utilizando durante toda la segunda mitad del siglo XX.

El primer paso en la evolución del horno rural consistió en la construcción de edificios destinados a tal fin en los que minimizar el riesgo de las inclemencias atmosféricas.

De esta forma surgen los hornos cubiertos con bóveda con un altar para distribuir uniformemente los humos y retener las cenizas y que al llevarse a la incandescencia cuece los ladrillos.

Al otro lado se encuentra la puerta de entrada en el lateral y la chimenea en el otro extremo. El canal inferior sirve de escurridero de agua.

El problema de estos hornos discontinuos es el desperdicio de calor. Por ello la aparición de los hornos continuos supuso una revolución en el sector al reducirse el gasto en combustible y permitir la regulación de la producción con la consiguiente disminución de los costes de fabricación<sup>37</sup>.

---

<sup>37</sup>*Por último, como comentario curioso a este apartado, se puede añadir que en la actualidad existen empresas en la provincia de Toledo que fabrican ladrillos siguiendo los procedimientos tradicionales como Cerámicas Rústica de Ocaña SL, que han sido financiadas parcialmente por el programa Leader II, cofinanciado con fondos CE o Diresa La Mancha también en Ocaña . Estos programas activan el desarrollo del entorno rural.*

### 2.7.2 Hornos de funcionamiento continuo: Horno tipo Hoffman

Rápidamente se extendió la instalación del *Horno Hoffman*, un horno de funcionamiento continuo y que permite una la carga y descarga secuencial de las diferentes zonas cochura dispuestas una junto a otra.

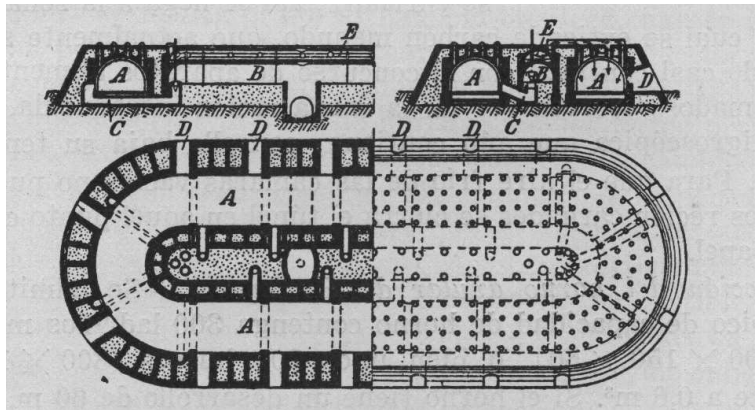


Figura 2.7.2-a Horno Hoffman

Fuente *La industria ladrillera. P. Reverté, Editorial Reverté.*

Inicialmente tenían una planta circular que evolucionó posteriormente a una planta elíptica como la de la figura. Esta evolución es fácilmente entendible ya que se aumenta de forma significativa la capacidad de cocción del horno aumentando el número de zonas de cocción sin apenas aumentar el tamaño el hogar del mismo, así como permite disminuir los tiempos de carga y descarga de cada zona.

El funcionamiento del horno Hoffman es el siguiente. El túnel A se subdivide en compartimentos, dieciséis en el caso de la figura, a cada uno de los cuales corresponde una puerta D y un canal de salida de humos C que va a parar al colector



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

general B de la chimenea. El ancho de la cámara era de 2 a 4.5m y el alto de 2.5m. El desarrollo longitudinal de 60 a 120m.

El fuego se enciende en D en un emparrillado provisional, una vez cargado el compartimento y cerrado. Cuando está incandescente, se desmonta el emparrillado provisional de D, y se hacen entrar los gases calientes a los orificios de las bóvedas maniobrando las válvulas del colector B.

Para mantener la circulación de los gases es necesaria que la carga deje un tercio de la sección transversal libre. El colector B que va a la chimenea, se comunica con el conducto de humos C, que arranca de la parte inferior y lleva los gases al conducto E de Ahumado.

La carga y descarga se hace por la puerta D que tiene el ancho de una vagoneta. Salvo las cámaras adyacentes que se están cargando y descargando, el resto de las cámaras se encuentran cerradas para evitar pérdidas de calor.

Los hogares de los hornos cubiertos tanto continuos como discontinuos precisaban de chimeneas para facilitar el tiro del fuego y la evacuación de los humos de combustión. Estas de gran altura se construían de ladrillo con una base rectangular y adoptando posteriormente la forma troncocónica.

Muchas de ellas estaban primorosamente trabajadas, y existían un oficio de albañilería muy especializado que consistía solamente en la ejecución de estas chimeneas,

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

estando la mayoría de estas chimeneas protegidas e incluso catalogadas, por lo que son en multitud de ocasiones el único vestigio que queda de los antiguos hornos de cocción.

Se encuentran aisladas cerca de las carreteras o en pleno campo, habiendo sido desprovistas por los desaprensivos de sus instalaciones de puesta a tierra, por lo que en zonas tan llanas como La Sagra se encuentran expuestas a ser destrozadas por un rayo.

Otro tipo de hornos de funcionamiento discontinuo y zona de cochura fija son los hornos de llama rasante u hornos de llama invertida, estos últimos empleados sobre todo para la cocción de materiales especiales.

El horno de llama rasante era de sección rectangular y tenía una cubierta abovedada en la que se dejaban una serie de orificios de carga distanciados de 1 a 1,5m dispuestos en sentido longitudinal del horno, para conducir regularmente el fuego desde el hogar hasta el horno. La llama está obligada a pasar horizontalmente entre los ladrillos para salir a la chimenea.

Este tipo supone ya un progreso en los hornos de campana en cuanto a la forma regular del fuego que trae como consecuencia una mayor homogeneidad en los productos obtenidos. El hogar ocupa poco sitio y se suelen colocar dos hornos juntos separados entre sí por una pared y se encienden alternativamente.

EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

2.7.3 El horno túnel.

El gran avance se produce con la llegada del horno túnel. Los hornos túnel se empiezan a utilizar en la primera mitad de la década de 1930 en centro Europa, para la fabricación de ladrillos, aunque ya se venían utilizando en cerámica de calidad.

Su principios fundamentales apenas han variado, en cincuenta años, así pues para analizar sus ventajas frente a los tipo Hoffman, se ha tomado como base un artículo divulgativo de 1940, publicado por Phillip Dressler ,un empresario de Pittsburgh<sup>38</sup> , en el que relata su visita a varios horno túnel europeos.

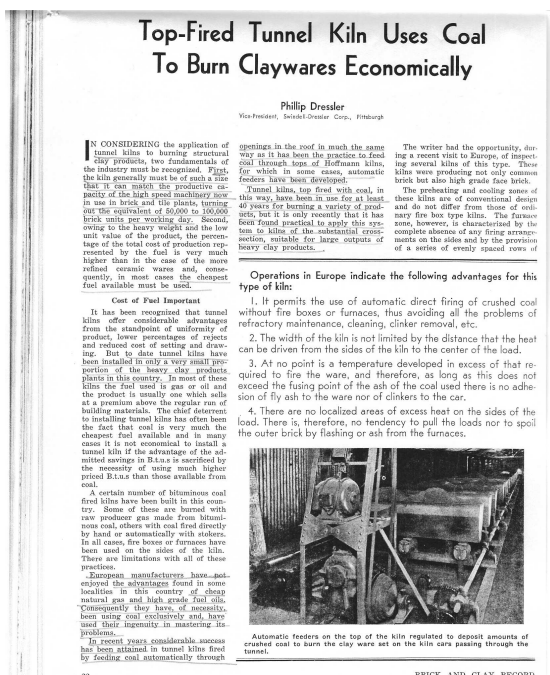


Figura 2.7.3-a Copia del Artículo Phillip Dressler “Top-fired tunnel kiln uses coal to burn claywares economically”. Fuente: Revista Brick and Clay Record april 1940

<sup>38</sup> Phillip Dressler “Top-fired tunnel kiln uses coal to burn claywares economically” Revista Brick and Clay Record april 1940.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

“Como planteamiento inicial indica que un horno túnel debe ser diseñado para al menos igualar la capacidad de producción máxima diaria de la planta en la que se va a instalar, (en aquellos momentos entre 50.000 y 100.000 ladrillos diarios), en segundo lugar el combustible a utilizar debe de ser el más barato disponible en ese lugar, ya que este horno es susceptible de utilizar carbón, gas o fuel oil”.

Ya entonces algunas plantas europeas que solo disponían de carbón como combustible, disponían de sistemas de alimentación semiautomáticos a la cubierta de los hornos para su alimentación, como se puede apreciar en la figura anterior.

“Las ventajas de estos hornos frente a los convencionales eran:

- Permite el uso directo del combustible sin la utilización de calderas, al ser introducido el combustible manualmente por la parte superior del horno.
- Las dimensiones del horno no están limitadas por la distancia máxima que el calor pueda ser conducido desde los laterales al centro de la carga.
- Ningún punto en el interior del horno alcanza temperaturas extremas y las cenizas de carbón no se depositan en los ladrillos.

Como novedades respecto a los tradicionales hornos Hoffman describe: “la carga entra sobre bases cerámicas apoyadas en raíles sobre las que se colocan los ladrillos dejando espacios entre ellos.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Se dispone en filas una encima de otras cruzadas. En cada vagoneta se cargan tres paquetes separados 12 pulgadas uno de otros. La entrada de material en el horno se hace de forma discontinua.

Cada dos o tres minutos avanza el tren de carga un paquete, de tal forma que los huecos dejados entre ellos coinciden con las bocas de alimentación de carbón situadas en el techo del horno.

En la parte exterior del horno se ha acopiado carbón pulverizado, que es introducido por el hornero en la cantidad deseada a través de los orificios de alimentación. Este carbón se enciende por el paso del aire caliente que circula en el horno. Las cenizas de este carbón se depositan sobre las vagonetas de donde son limpiadas a la salida., parte del calor sobrante que llegaba a los extremos del horno se utilizaba para secar las piezas”.

“Un horno de anchura estándar (un paquete) y de 300 pies de longitud, podía llegar a producir 45000 ladrillos en 24 horas”

Aunque en esencia el funcionamiento del horno apenas ha variado, si se han modernizado sus elementos como por ejemplo: se han añadido dos cuerpos más la zona de calentamiento o prehorno y la de enfriamiento, en las que se provecha el calor residual de la zona de horno.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

El combustible suele ser gas natural o gas oil que es controlado por un sistema informático que actúa sobre válvulas de alimentación en función de los datos de los sensores térmicos: Bajo las vagonetas que son similares a las de entonces se colocan conductos para la regulación del aire circulante con el consiguiente aprovechamiento del calor residual o por ejemplo el aislamiento tanto de puertas como de paredes es superior.

Todas las novedades en la tecnología de horno túnel actuales están orientadas al ahorro energético. Un equipo capaz de disminuir el consumo energético en un 8% respecto a un sistema de horno túnel convencional, son los llamados hornos herméticos equipados con nuevos equipos de recirculación y recuperación del aire del horno<sup>39</sup>. Los hornos túnel herméticos garantizan un gran aislamiento que evita fugas de calor y permite la recuperación del aire del horno con más eficacia.

Se está fomentando la utilización de diferentes quemadores para las distintas zonas del horno. En la fase inicial entre precalentamiento y tiro se colocan quemadores de alta velocidad que trabajando a temperaturas bajas entre 400-600°C, inyectan un gran volumen de aire que permite que el paquete de material esté a la misma temperatura, lo que evita la aparición de fisuras durante la cocción.

Otro avance en la tecnología de los quemadores en hornos es la posibilidad de utilizar biogás para la alimentación de los quemadores del horno túnel. El biogás procedente

---

<sup>39</sup> [www.beralmar.com](http://www.beralmar.com) página del fabricante español de quemadores Benalmar Tecnologic SA desde 1948, que ha instalado en una planta española dos túneles de similares características en cuanto a carga de producto verde en vagonetas, longitud de horno y tipo de arcilla, y ha comprobado la bajada de consumo energético media de 314Kcal/kg a 288Kcal/kg.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

de la combustión de planta incineradoras de basuras tiene un alto porcentaje en metano, (material que tiene un bajo poder calorífico  $4700\text{Kcal}/\text{Nm}^3$ ). Los quemadores de estas plantas deben de estar preparados para simultanear el uso de gas natural y de biogás, es decir deben de estar adaptados para trabajar con caudales de gas variable.

Por último el control en tiempo real de la temperatura en el interior del horno mediante sensores que vuelcan sus datos en un PC, permite ajustar la curva teórica de cocción de los materiales a la curva real, ajustando en cada momento el caudal de entrada de combustible en los quemadores del horno.

Los datos de cada vagoneta quedan registrados, de forma que mediante su comprobación se puede certificar la calidad del producto.



**Figura 2.7.3-b Sistema de control de temperaturas de un horno túnel.**

Fuente: Fábrica de ladrillo cara vista de la empresa HDR en Cobeja.2009

## **2.8 Manipulación y Sistemas de almacenamiento en fábrica**

El transporte dentro de la misma tejera de los ladrillos ha sido uno de los principales problemas de fabricación. La manipulación manual de los ladrillos en pequeñas cantidades retardaba el ciclo de fabricación.

Hay que tener en cuenta que una vez moldeados, se trasladaban en carretillas de madera hasta los rejales, en donde se colocaban en hileras manualmente y posteriormente se trasladaban, organizaban y ordenaban a mano en las pilas de los hornos.

El transporte se produce actualmente de forma continua, ya que desde que la arcilla entra en la fábrica, no es tocada por mano humana hasta que es desenvuelto el palet en la obra para su colocación.

### **2.8.1 Fabricación tradicional: El traslado manual y almacenamiento en pilas**

Todo el proceso de transporte se realizaba de forma manual, o con la ayuda de caballerías. La arcilla en bloques era transportada en caballería hasta las eras o parajes en donde se dejaba invernar. Era posteriormente trasladada en caballerías hasta las eras donde era desmenuzada, limpiada y amasada a pie.

De las eras ya amasada y se llevaba en montones junto al oficial moldeador a mano por medio de serones o carretillas. Una vez moldeados los ladrillos eran volteados uno



a uno sobre la explanada, con la ayuda de las mujeres o niños<sup>40</sup>, y posteriormente llevados en carretillas hasta los rejales.

La colocación en los rejales se realizaba a mano y se simultaneaba con el proceso de moldeo. La carga y descarga de los hornos se siguió realizando de forma manual incluso en los hornos tipo Hoffman, en algunas instalaciones hasta 1990.

### **2.8.2 Progresiva mecanización de la producción.**

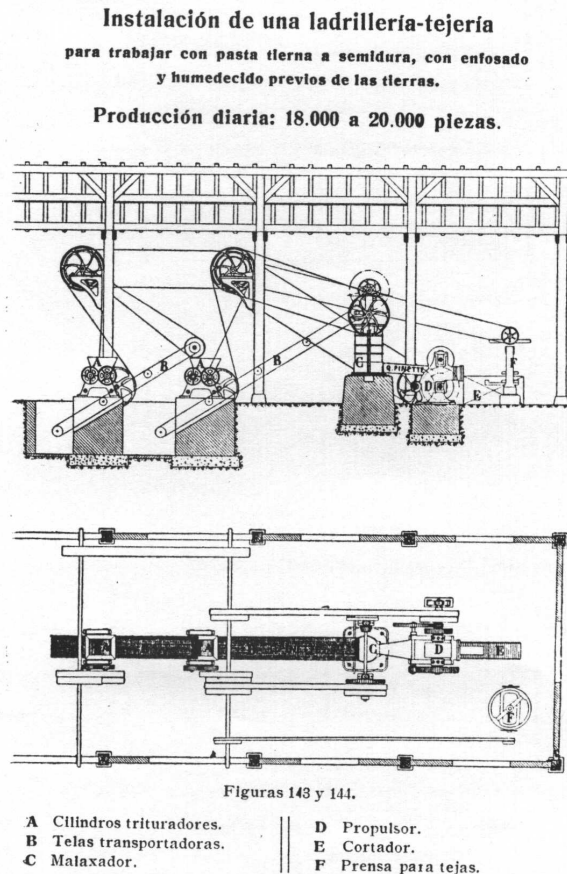
Las primeras innovaciones se producen en el primer cuarto del S XX, ya que es hacia 1910 cuando comienzan a instalarse telas continuas de alimentación desde los silos de invernaje de las arcillas a los molinos de rulos y las amasadoras mecánicas, o pequeñas mesas rodadura de cilindros metálicos entre la salida de las máquinas de conformado por extrusión (galleteras) y las máquinas cortadoras.

Los procesos de carga de las cintas transportadoras y de colocación de los ladrillos en los secaderos y su posterior colocación en el horno seguían siendo procesos manuales, según puede apreciarse en el esquema expuesto en la figura siguiente.

---

<sup>40</sup> **Manual completo de la Cerámica de J. Vidal y Martí ( editado en 1926)**

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Fig. 2.8.2-1 Esquema de transporte de materiales de una ladrillería de principios de SXX.   
Procesos de amasado y moldeo.**

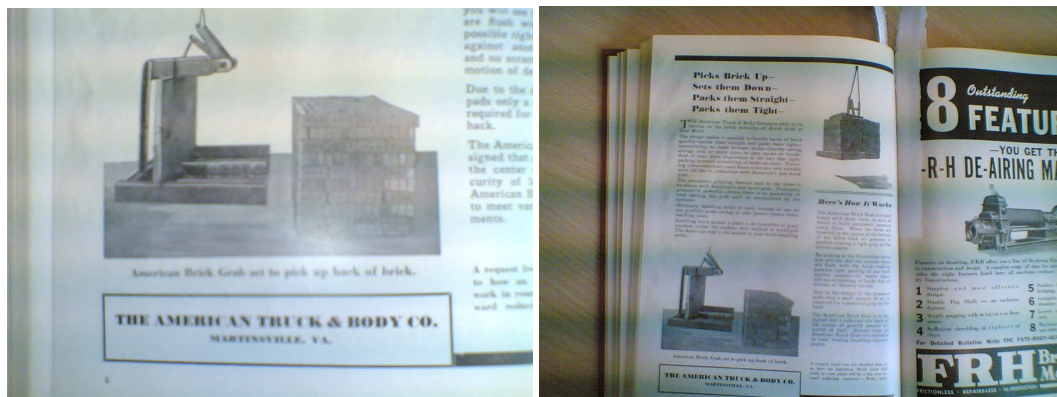
*Fuente: Manual completo de la Cerámica de J. Vidal y Martí (editado en 1926)*

En Estados Unidos en 1920 ya comienzan a racionalizarse los procesos de manipulación de materiales, mediante la ordenación de los procesos de fabricación en planta y la utilización de cintas transportadoras compuestas por cilindros metálicos.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Estudios publicados en 1924, hacen referencia que<sup>41</sup> una más racional implantación de procesos en las grandes fábricas podía reducir las tareas de manipulación interna de materiales, disminuyendo el número de operarios en la proporción de 8 a 1.

En 1929 ya existen empresas que se dedican a la manipulación interna de materiales sobre todo ya terminados. Hacia 1930<sup>42</sup> aparecen las jaulas metálicas para el transporte y descarga de los ladrillos ya fabricados. Como dato curioso algunas empresas por estos mismos años promocionaban pequeñas cuñas de cartón para el transporte de cuatro los ladrillos fabricados.



**Fig. 2.8.2-2 Ejemplo de útiles para el movimiento de paquetes de ladrillos.**  
**Fuente: Revista Brick&Clay Record 1939.**

Uno de los cuellos de botella de los procesos de fabricación con hornos continuos de varias cámaras (tipo Hoffman) es la retirada de los ladrillos ya cocidos para su almacenamiento y transporte al cliente, problema que se mantuvo hasta la sustitución de estos hornos por los hornos túnel.

<sup>41</sup> Año 1924 “Ceramic Industry” anuncio de la empresa Quick Meal Stove C.O. de Saint Louis.

<sup>42</sup> Son los Picks Brick Up de la empresa The American Truck & Body C.O. ( Revista “Brick & Clay Annual record 1939 “)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

En Estados Unidos no es hasta la llegada de las carretillas elevadoras o “lift-truck”, alrededor del año 1940, en que se empiezan a rebajar los tiempos de fabricación. Estas carretillas manejadas por un conductor ayudado por dos operarios para la carga del material en la misma y alimentadas por motores de explosión<sup>43</sup>, podían llegar a ahorrar hasta un 50% del tiempo de fabricación.



**Figura.2.8.2-3 Movimiento de paquetes de ladrillo en fabrica mediante carretillas en 1940 en EEUU.**

**Fuente: Revista Brick&Clay Record julio de 1940.**

La retiradas de los materiales del horno hasta este momento se producía manejando los ladrillos de uno en uno y llevándolos al almacén con carretillas dónde eran de nuevo descargados de uno en uno y colocados en pilas, o bien cargados en los camiones para su transporte. Las pilas deben de ser formadas pieza a pieza y con

<sup>43</sup> “BRICK&CLAY Record” Julio 1940 “Breaking bottleneck in brick handling with the industrial lift-truck”

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

mucho cuidado de no desequilibrarlas, existiendo verdaderos especialistas encargados de la confección de las mismas; el problema de este sistema es que solo se podía apilar hasta alturas susceptibles de ser alcanzadas a mano y que se debían dejar pasillos para el acceso a las mismas. De esta manera se requería gran espacio para el almacenamiento.

La formación de pequeños paquetes de un tamaño estándar capaces de ser transportados por las carretillas fue una revolución; se movían cada vez unos 810 ladrillos en palets de 42x42 pulgadas y hasta unas 6000 libras de peso. Las carretillas estaban equipadas por unos útiles en forma de horquilla que posibilitaba la carga de la pila<sup>44</sup>.

Un conductor y dos ayudantes se necesitan para mover el mismo volumen que 12 hombres antes, con la consiguiente disminución de tiempos muertos por hombre y ahorro de costes inútiles.

La introducción de los palets o paquetes facilitaba su manipulación pero ocupaba mucho espacio en planta, ya que no se podía apilar en dos alturas. Posteriormente se aumentó la capacidad de carga de las carretillas dotándolas de equipos elevadores que permitían almacenar en dos alturas, un palet sobre otro. Esto ocurría también en USA hacía 1940<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> **“BRICK&CLAY Record” Julio 1940 “Breaking bottleneck in brick handling with the industrial lift-truck”**

<sup>45</sup> **“BRICK&CLAY Record” Marzo 1940 “Increase Brick storage space 25% without adicional building”**

Con la llegada del horno túnel, los paquetes se forman manualmente en un primer momento después del secado y son arrastrados en vagonetas por el horno hasta la salida. Posteriormente cuando se instalaron los secaderos continuos la carga de las vagonetas se puede realizar una sola vez y las mismas vagonetas son utilizadas en hornos y secaderos. Este sistema tiene detractores ya que el proceso de secado requiere unas condiciones que no son las mismas que las necesarias para la cocción, por lo que en muchas instalaciones se mantienen maquinas de carga automática en rejales para el secado y de descarga de rejales y apilado para el horno.

Esta situación contrasta con la realidad española que todavía en los manuales de fabricación de ladrillos españoles de mediados del siglo XX el transporte interno de materiales, incluso la alimentación a las amasadoras era recomendado en carretillas manuales, para explotaciones de volumen medio, y hasta la década de los 80 los ladrillos eran entregados en camiones cargados y descargados a mano por los operarios.

### **2.8.3 Fabricación y almacenamiento en palet.**

A lo largo de este capítulo ha quedado patente que la unidad de fabricación en la actualidad es el palet. Desde el momento en que la arcilla es cargada en las cintas transportadoras e introducida en la nave de fabricación, es manipulada de forma totalmente automática.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Según el proceso de fabricación los sistemas de manutención empleados son diferentes. El caso más complejo es el de una instalación que utilice diferentes tipos de vagonetas en el secadero y horno; en este caso el apilado de ladrillos se produce antes de la entrada en el secadero, desaparece uno de los pasos que a continuación se describen.



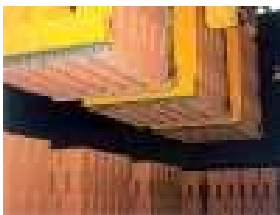
**Paso 1.** A la salida de la mesa cortadora, se coloca automáticamente en las bandejas que componen las vagonetas del secadero.



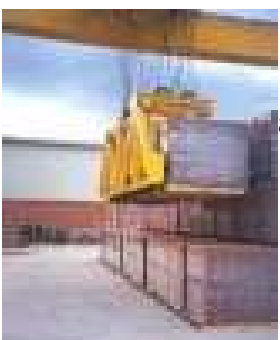
**Paso 2.** Conjunto de automatismos, transportadores y almacenes para bandejas de las carretillas con pisos móviles: Pulmón de Bandejas



**Paso 3.** Zona donde se descarga el material del secadero y de apilado para las vagonetas del horno.



**Paso 4.** Desapilado, embalaje y expedición. Zona donde se descargan los materiales de las vagonetas, se paletizan y se almacenan listos para su expedición.



**Paso 5.** Almacenaje. Sistema de almacenamiento en varias alturas en espera de su expedición.

### **3. Análisis de la capacidad de producción de las plantas de fabricación y su evolución histórica.**

Los avances tecnológicos aplicados a la fabricación de cerámica estructural descritos en el capítulo anterior, inciden en otros aspectos tan interesantes como los anteriores, y sin los que cualquier análisis no sería completo. En concreto se enunciarán los relativos a la capacidad de producción de las plantas, fijando la atención en los siguientes aspectos:

- el progresivo aumento de la productividad entendido como el aumento del número de unidades fabricadas por empleado,
- la constante disminución del tiempo de fabricación de cada unidad,
- Y la optimización de la capacidad de fabricación de las plantas.

Por otra parte los ratios manejados (p.e. cantidad de producto por empleado en un año o el tiempo o también llamado ciclo de fabricación) son simplificaciones de una realidad más compleja, en la que influyen otros factores como son el tipo de ladrillo producido (cara vista, macizo, hueco doble, gran tamaño, etc), el tamaño de la planta, o el tipo de proceso de fabricación seguido que como ya se ha visto está determinado por la materia prima disponible.



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Siguiendo la estructura de capítulos anteriores se analizarán estos conceptos en tres décadas (1930-40, 1950 y 2000) y referidas a distintas ubicaciones geográficas (EEUU, Centroeuropa y Toledo) y que han sido seleccionadas por que en la industria en estos lugares se encontraban a la vanguardia de los procesos de fabricación.

### ***3.1 Aumento de la productividad***

Una forma de medir la mecanización de un proceso de fabricación es evaluar las unidades producidas por cada empleado o desde otro punto de vista, la cantidad de horas hombre empleadas por unidad producida. Este último ratio ha sido comúnmente utilizado en el sector, y existen estadísticas reales recogidas desde principios de S XX, y que se han tomado como referencia para documentar dicha evolución.

La mecanización de los procesos fundamentales en la producción de ladrillos se completó en los países tecnológicamente más avanzados en este sector (EEUU y Centroeuropa) hacia 1920. El paso de un sistema de fabricación artesanal a un sistema de producción continuo se produce de forma gradual para lo que se puede utilizar como indicador la repercusión de la mano de obra en la fabricación de 1000 ladrillos analizado en diferentes períodos:

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

- en 1939 por U.S. Bureau of labor Statistics en los Estados Unidos<sup>1</sup> en la tabla3.1-1.
- en 1955<sup>2</sup> en manuales técnicos de “British Ceramic Research Association, Stoke-on trent”, Inglaterra).
- La evolución de la producción por empleado en la Sagra desde 1985 a 2008<sup>3</sup>.

Los datos estadísticos disponibles manejan diferentes unidades de medida de la mano de obra empleada por unidad de producto terminado. Así a principios del siglo XX se empleaba como unidad de producción “1000 ladrillos comunes equivalentes” en el caso de ladrillos, o la tonelada de arcilla en el caso de las tejas, manteniéndose hasta mediados de siglo.

El gran aumento de producción diaria en las fábricas y la diversificación de sus productos, favorecen a mediados de siglo XX a el cambio de la unidad de medida de fabricación, que pasará a ser definitivamente la tonelada de arcilla para ladrillos y tejas.

### 3.1.1 Factores que influyen en la medida de la productividad

---

<sup>1</sup> Fuente: revista Brick & Clay, Record , feb. 1938 vol.92 . Artículo “ How much labor to make 1000brick-  
Aton of tile –A ton of pipe”

<sup>2</sup> F.H.Clews, “Heavy Clay technology. British Ceramic Research Association, Stoke-on trent” . Inglaterra (1955).

<sup>3</sup> Estadísticas publicadas en 2010 por Hispalyt. <http://www.hispalyt.es>

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Con la aparición de las primeras estadísticas de producción se detecta que la diversidad de productos de la industria de la cerámica estructural, tiene como consecuencia diferentes tiempos de fabricación, distintas repercusiones de mano de obra o de coste final del producto, como se puede observar en la tabla siguiente.

EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Producto	Uds.	Tiempo total	Moldeo (Machine house)	Secado (Setting)	Cocción (Burning)	Diseño, clasificación y carga (Drawing, sorting and loading) ,	Reparaciones (Repairing)	Varios (miscellaneous)
Ladrillo común (common Brick)	1000	8 h/hombre	2,1 h/hombre (26,25%)	1,3h/hombre (16,25%)	1h/hombre (12,5%)	1,9 h/hombre (23,75%)	0,8 h/hombre (10%)	5,7 h/hombre (27,29%)
Ladrillo visto moldeado maquina (machine-molded face brick)	1000	11,1h/hombre	2,2 h/hombre (19,81%)	1,5 h/hombre (13,51%)	1,7h/hombre (15,45%)	3,3 h/hombre (29,73%)	1,1 h/hombre (10%)	6,7 h/hombre (21,07%)
Ladrillo visto moldeado a mano (hand molded face brick)	1000	20,3 h/hombre	10,8h/hombre (53,2%)	1,5h/hombre (7,39%)	1,7h/hombre (8,37%)	4,8 h/hombre (23,65%)	0,7 h/hombre (3,45%)	0,8 h/hombre (3,95%)

Tabla 3.1.1-1 Tabla resumen de las horas hombre requeridas para producir 1000 ladrillos en los EEUU , según datos del año 1938

Fuente Brick & Clay, Record Feb 1938 , Vol 92

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

En la tabla anterior se refiere solo a datos de producción y refleja la carga de horas hombre que se asignan a cada uno de los procesos de fabricación según el tipo de producto a fabricar, tomando como unidad de medida la fabricación de 1000 ladrillos. El proceso utilizado es el habitual en la zona, preparación con molinos de rulos, amasado mecánico, secado no artificial, cocción en horno Hoffman, carga y transporte interno semimanual.

En el primer supuesto se enumeran los datos correspondientes a la unidad de referencia ladrillos comunes, mientras que en los dos supuestos siguientes se enumeran datos correspondientes a un tipo especial de ladrillo más complejo el cara vista, con un proceso de fabricación evolucionado moldeado por extrusión y un proceso de fabricación convencional moldeado mecánico. Los diferentes tiempos de repercusión de mano de obra en la fabricación de estos ladrillos especiales son un indicador del diferente peso de la mano de obra empleada en la fabricación de una unidad. Concretamente en el caso analizado en la tabla 3.1.1-1, solo la mecanización del proceso de moldeado reduce en un 45% la repercusión de mano de obra sobre el cómputo inicial.

Estas oscilaciones de la repercusión de la mano de obra, según el tipo de fabricación empleado, condujeron a la utilización de una unidad de medida común que homogeneizara los datos que se denominó "Ladrillo común equivalente" y que

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

tenía los siguientes factores de conversión: 1000 ladrillos cara vista, equivalían a 1545 ladrillos comunes equivalentes o 1000 ladrillos vitrificados equivalían a 1936 ladrillos equivalentes.

También a principios de la década de 1940, en los EEUU, se distribuían datos estadísticos sobre la mano de obra necesaria para la comercialización, el transporte y la distribución, de la unidad de medida utilizada 1000 ladrillos, sobre el coste global del producto. De media estos gastos representaban un porcentaje entre un 27% hasta un 32% del precio total. La suma de horas hombre por 1000 ladrillos equivalentes destinada a estas labores es como se podrá comprobar en la tabla 3.1.1-2, muy similar para todos los tipos de ladrillos.

Así pues la etapa que marca la diferencia fundamental entre diferentes tipos de productos es la fabricación en planta, ya que las otras etapas (carga y descarga, diseño y control de fábrica, mantenimiento de instalaciones, almacenaje y transporte) tienen prácticamente la misma carga en horas hombre, para todos los tipos de fabricación.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Producto	Uds.	Tiempo total h/hombre	Extracción y transporte de arcilla	Fabricación (preparación pasta, amasado, moldeo, secado ,cocción)	Ventas y administración	Transporte y distribución
Ladrillo común (common Brick)	1000	14.5 h/hombre	2,6 h/hombre (17,95%)	8,00h/hombre (55,2%)	0,8 h/hombre (5,5%)	3.1 h/hombre (21,4%)
Ladrillo visto moldeado maquina (machine-molded face brick)	1000	20.9 h/hombre	2,8 h/hombre (13,39%)	11,1 h/hombre (53,1%)	1,3 h/hombre (6,22%)	5,7 h/hombre (27,29%)
Ladrillo visto moldeado a mano (hand molded face brick)	1000	31,8 h/hombre	2,8 h/hombre (8,8%)	20,3h/hombre (63,83%)	2,0 h/hombre (6,29%)	6,7 h/hombre (21,07%)

**Tabla 3.1.1-2 Tabla resumen de las horas hombre requeridas para producir y distribuir 1000 ladrillos en los EEUU, según datos del año 1938**

*Fuente Brick & Clay, Record Feb 1938 , Vol 92*

De la información recogida en la tabla anterior se desprende que del total de 14,5 horas/hombre necesarias para producir y distribuir 1000 ladrillos comunes en 1936 en los Estados Unidos, el 13,8% se emplea en la extracción de la materia prima, en el transporte a la fábrica se emplea como media el 4,1%, en la fabricación un 55,2 %, en venta y administración un 5,5 % y en el transporte a su punto de entrega al cliente un 21.4%, porcentajes

### **3.1.2 Análisis por períodos**

Elegida una variable medida para homogeneizar datos - horas hombre( h.h.) por cada 1000 ladrillos equivalentes y su posterior evolución a horas hombre (h.h) por tonelada de arcilla- y siempre teniendo presentes las consideraciones realizadas en párrafos anteriores, se pasará a analizar la producción por empleado durante tres períodos diferentes:

- el paso de una industria manufacturera a una industria mecanizada, lo que se logrará analizando los datos correspondientes al período de 1869-1935<sup>4</sup>
- una etapa de consolidación y crecimiento moderado entre 1940 a 1980.
- y la incidencia de las continuas mejoras en líneas de producción ya mecanizados, durante el periodo 1980-2008.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Datos extraídos de **BRICK AND CLAY RECORD** de los artículos “Labor can Make more brick today with one hand , than grand dad made using both hands” Feb 1940 y “Worker makes as many brick in 9 hours as his grandfather made in 27 hours” Nov. 1939.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

<b>PRIMER TERCIO DEL SIGLO XX - EE UU</b>				
<b>GRADO DE MECANIZACION</b>	<b>PRODUCCION TOTAL( Millones de "ladrillos equivalentes")</b>	<b>HORAS EMPLEADO Y AÑO</b>	<b>PRODUCCION POR EMPLEADO Y AÑO EN MILES DE Ladrillos Equivalentes</b>	<b>HORAS HOMBRE POR CADA 1000 LADRILLOS EQUIVALENTES</b>
<b><u>AÑO 1869 INICIO PRIMERA FASE MECANIZACION</u></b>	3.112	2.705	99	27,4
<b><u>AÑO 1909 FINAL DE LA PRIMERA FASE DE MECANIZACION</u></b>	15.738	2.611	206	12,7
<b><u>AÑO 1925 FASE DE ESTABILIDAD INDUSTRIAL</u></b>	15.388	2.382	265	9
<b><u>AÑO 1933 TRAS LA GRAN CRISIS DEL 29</u></b>	2.035	1.683	182	9,2

Tabla 3.1.1-3 Resumen de la Evolucion de la capacidad productiva de industria ceramica estadounidense hasta 1935.

*Fuente : Elaboracion propia. Datos Brick & Clay, Record Nov.1939 y Feb 1940 .*

- **Primer tercio del SXX**

Se producen avances tecnológicos importantes tendentes a suprimir la mayor cantidad de mano de obra. Se toman como partida datos correspondientes a cuatro años:

**AÑO 1869.** Inicio de la mecanización. Se parte de una fabricación que utilizaba un moldeado a mano, secado a la intemperie, cocción en horno discontinuo y manutención manual. Es en 1870 cuando se empiezan a emplear las amasadoras y las

---

<sup>5</sup> Datos extraídos de la pagina web de Hispalyt , relativos a las estadísticas de producción desde 1985 hasta 2008

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

máquinas de moldeo a presión. La jornada laboral es en estos momentos de 60 horas semanales que ira decreciendo gradualmente. En 1889 la media de semanas trabajadas al año era de 32, ello era debido a que todavía se dependía de las condiciones climatológicas para la extracción de arcilla o el secado de los ladrillos.

**AÑO 1909.** Final de la primera fase de la mecanización. Hasta este momento se ha producido un aumento continuado de producción y del empleo. Se utilizan amasadoras mecánica, extrusora, y cortadora, aunque se siguen cargando y descargando a mano secaderos y hornos. La jornada laboral se reducirá en 1919 a 54 horas semanales.

**AÑO 1925.** Progresivo crecimiento de la industria. Se han ido produciendo pequeñas mejoras en el proceso, pero ya no hay tanta demanda, tras la primera guerra mundial, la producción cae y comienza gradualmente a recuperarse hasta 1925 en que alcanza los niveles de producción anteriores. La modernización continua, el ratio producción por empleado sigue creciendo (206000 ladrillos comunes año en 1909 a 265000 ladrillos comunes año en 1925), lo que implica una caída del empleo en el sector a pesar de la leve disminución de la jornada laboral semanal.

**AÑO 1933.** Tras la gran crisis de 1929, cayó bruscamente la producción en un 50%, caída que se mantuvo durante un par de años más. A pesar de que se mantuvo la

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

progresiva mecanización de los procesos, para ajustarse a la nueva producción se produjo una disminución brusca del empleo (50% en un año), una disminución de la jornada semanal que pasó a 40h, y una disminución de la producción por empleado y de la repercusión de la mano de obra por ladrillo terminado.

Así pues la innovación tecnológica que sufrieron los procesos de fabricación de la arcilla cocida a escala mundial se podrían cuantificar indicando que desde 1869 hasta 1935 se redujo a la tercera parte (de 27,4 h.h. a 9,7h.h.) el peso de la mano de obra necesaria para fabricar 1000 ladrillos equivalentes.

A partir de este momento los materiales empleados en la construcción residencial en Estados Unidos pasan a ser más ligeros, por lo que la industria del ladrillo reduce su mercado a las grandes ciudades, y pierde su hegemonía a favor de la industria europea.

- **Producción entre 1940 a 1980**

En las décadas centrales del siglo XX, la industria continúa mejorando progresivamente salvo el parón de la Segunda Guerra Mundial. La reconstrucción que siguió a este gran desastre contribuyó a una época floreciente de la industria de la cerámica en Alemania o Francia.

En España, y en concreto en la Sagra, tras la guerra civil la industria cerámica tuvo que empezar prácticamente de cero, llegando a situarse hacia 1975, a un nivel ligeramente

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

superior a la descrita en los años 30 en Estados Unidos, ya que como se describe en el capítulo 5, el moldeo se producía por extrusión, se empezaban a utilizar cámaras de secado, los hornos eran tipo Hoffman y aunque existía una cierta mecanización entre la mesa cortadora y la carga de las vagonetas de secado, la carga y descarga del horno se hacía a mano.

Se han extrapolado datos concretos de producción de una planta de fabricación de ladrillos en Cobeja entre 1940 y 1980<sup>6</sup>, como tantas otras de la zona, para mantener un orden de magnitud del incremento de productividad en la comarca hasta 1980, momento a partir del cual se dispone de datos estadísticos. Es preciso indicar que estos datos se refieren a parámetros controlados por los industriales de ese momento y están relacionados con su volumen de fabricación, (p.e. se contabilizaban unidades diarias de producción de ladrillo hueco y no de tonelada de arcilla que es el ratio actual), o el número de empleados por planta.

- **Periodo entre 1940 y 1980**

En la Sagra según el sistema de fabricación descrito en el capítulo 5, la producción de una planta tipo en la Sagra dependía de la capacidad de su horno, que era medida por los industriales en piezas día. Se dispone también del número de empleados necesario para realizar esa producción, luego planteando una sencilla relación obtenemos los datos siguientes:

---

<sup>6</sup>Begoña Cernuda Vergara “ Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo. 1985

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Datos de producción real de una fábrica tipo en Cobeja			
AÑO	PRODUCCION DIARIA ( PIEZAS)	Nº EMPLEADOS	PRODUCCION EMPLEADO ( MILES DE PIEZAS/DIA)
<b>1945</b>	<b>NO HAY DATOS</b>	<b>12</b>	
<b>1950</b>	<b>20.000</b>	<b>16</b>	<b>1.250</b>
<b>1960</b>	<b>50.000</b>	<b>18</b>	<b>2.778</b>
<b>1970</b>	<b>70.000</b>	<b>18</b>	<b>3.889</b>
<b>1979</b>	<b>97.000</b>	<b>20</b>	<b>4.850</b>

Tabla 3.1.1-4 Resumen de datos de producción de una fábrica ladrillo hueco en Cobeja de 1945-79.

Fuente: Elaboración propia. Datos Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo. 1985.

Estos datos solo reflejan no solo el incremento de capacidad de producción de la comarca, sino también su capacidad de modernización tecnológica al multiplicarse en veinte años casi por cuatro su productividad. El horno túnel se generaliza a partir de mediados de la década de los 70, lo que supone un salto cualitativo en la fabricación, que aumenta de forma considerable no tanto la producción como la productividad de las plantas industriales.

Como dato final indicar que la producción de la comarca de la Sagra en 1979 era de 3.300 ton/día, que representaba el 28,78% de la producción total española, proporción que se ha mantenido con pequeñas variaciones hasta la actualidad.

- **Últimos treinta años**

La asociación de fabricantes de ladrillos y tejas dispone de datos estadísticos contrastados a partir de 1980. Esta información se ha utilizado para elaborar la siguiente tabla:

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

ULTIMOS 30 AÑOS EN ESPAÑA						
AÑO	Producción Tn/año	Número de empleados	Producción en 1000Tn/año por empleado	Total Horas Hombre Trabajadas al Año (1750h/año)	horas hombre por tonelada (**) <sup>7</sup>	horas hombre por 1000 ladrillos equivalente
1980	17.000.000	23.500	723,404	41.125.000	2,42	8,23
1985	13.500.000	16.000	843,750	28.000.000	2,07	7,05
1990	16.000.000	16.000	1000,000	28.000.000	1,75	5,95
1993	12.500.000	12.400	1008,065	21.700.000	1,74	5,90
1998	19.500.000	11.400	1710,526	19.950.000	1,02	3,48
2002	24.500.000	12.100	2024,793	21.175.000	0,86	2,94
2006	29.930.000	14.000	2137,857	24.500.000	0,82	2,78
2008	20.000.000	9.200	2173,913	16.100.000	0,81	2,74

**Tabla 3.1.1-4 Resumen de la Evolución de producción en los últimos 30 años.**

*Fuente: Elaboración propia. Datos [www.hispalyt.es](http://www.hispalyt.es). Estadísticas 2010*

Para proseguir con el mismo análisis comparativo en este período, se ha establecido que por cada m<sup>3</sup> de arcilla preparada se obtienen 360 ladrillos macizos, o ladrillos equivalentes, reflejándolo en la tabla anterior.

Al disponer de unidades de medida similares se puede trazar una continuidad comparando las horas hombre por cada mil ladrillos. Siguiendo esta hipótesis en España y en concreto en la Sagra a finales de la década de los 70, los sistemas de fabricación no habían evolucionado mucho, si se toma como referencia que la repercusión horas hombre por unidad de producto terminado en la Sagra en 1980 era

<sup>7</sup> Para realizar la equivalencia entre tonelada de arcilla preparada y ladrillo común equivalente, se ha tomado como dato la tabla 2 “con un metro cúbico de arcilla preparada se obtienen” de la “La Industria ladrillera” de P. Reverté, tomando como referencia el ladrillo macizo y que el peso de la arcilla suelta son unos 1250Kg, a los que hay que incrementar un 25% para la arcilla preparada, la equivalencia resultante son 3,4 ton. de arcilla suelta por cada 1000 ladrillos macizos.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

8,2 h.h, por 1.000 ladrillos equivalentes, frente al mismo dato en 1935 en Estados Unidos, que era de 9,7 h.h. por 1.000 ladrillos equivalentes.

Sin embargo siguiendo el mismo razonamiento la industria en la Sagra sufrió un gran revolución tecnológica en estos últimos treinta años, ya que se ha mantenido un descenso constante, e independiente de vaivenes y crisis de los mercados, del peso de la mano de obra en el producto final, que se ha visto reducido a casi la tercera parte (de 8,23h.h a 2,74h.h. por 1000 ladrillos equivalentes).

Una vez establecido el avance global que se ha producido en estos treinta últimos años, se analizan a continuación brevemente los distintos periodos desde el punto de vista de la producción:

Periodo 1980–1985: se inicia una disminución de la producción, que lleva aparejada una disminución del empleo, aunque se mantiene la progresiva mecanización del proceso, ya que continúa bajando el ratio de mano de obra de forma continua.

Periodo 1985-1990: aumentan producción, empleo y continua la mecanización con la bajada del ratio de mano de obra.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Periodo 1990-1993: la crisis de la construcción contrae la producción y el empleo, continuando la disminución del ratio de mano de obra.

Periodo 1993-1998: comienza ya un aumento en la producción que llegará hasta 2006, el empleo disminuirá y continúa la disminución progresiva del ratio de mano de obra.

Periodo 1998-2006: la producción se dispara y genera más empleo, aunque el ratio de mano de obra por producto terminado sigue descendiendo.

Periodo 2007-2009: brusca caída de la producción y del empleo, aunque con menor intensidad se mantiene la disminución del ratio de mano de obra.

A diferencia del primer periodo analizado que corresponde con la primera fase de la mecanización, el sector en estos últimos años, la industria ha crecido de forma ordenada invirtiendo en la progresiva automatización del proceso, de tal forma que aun en condiciones muy desfavorables, su optimización ha sido una constante.

### **3.2 Disminución de los tiempos de fabricación**

Una de las consecuencias directas de los avances tecnológicos es la disminución del “Ciclo de fabricación de los ladrillos”, entendiendo el concepto como el tiempo



## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

necesario para obtener una unidad de medida de producción, previamente elegida, a partir de la materia prima.

Se pretende en este apartado dar una visión global de la disminución de los ciclos de fabricación en las regiones tecnológicamente punteras, utilizando datos de varios periodos:

- Un sistema artesanal que se toma como referencia y que se mantuvo en la Sagra con algunas innovaciones hasta la década de los treinta.
- Un época intermedia hacia 1945 en Europa momento en el que se produce el despegue del sector cerámico en la Sagra.
- En la década de 2000 en la Sagra, ya que se encuentra en la vanguardia tecnológica del sector.

### **3.2.1 Ciclo de fabricación en las tejas**

Aunque es un poco arriesgado utilizar este concepto para el análisis de un proceso de fabricación estacional, como el de las antiguas tejas, se podría decir que el ciclo de fabricación coincidiría con el período que trascurría entre dos cochuras consecutivas, y la unidad de medida sería el número de ladrillos por cochura. Para realizar esta estimación se parte de los tiempos de proceso establecidos en la descripción de los métodos tradicionales de fabricación en las tejas del capítulo 4 de este documento.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Teniendo en cuenta los tiempos habituales de fabricación y unas condiciones climatológicas sin lluvias, desde el inicio del amasado hasta el inicio de la formación del hormiguero podían transcurrir del orden de un mes.

Aun simultaneando las labores de amasado y de moldeado, y teniendo en cuenta que el rendimiento de un moldeador eran unos 6000 ladrillos/día y que un hormiguero de tamaño medio puede llegar a cocer unos 200.000 ladrillos, sólo el moldeo de los ladrillos necesario, suponiendo el trabajo simultaneo de tres oficiales, tenía una duración de unos 10 días, ya que para la base y las paredes del horno, se utilizaban los desperdicios de las cochuras anteriores.

El posterior secado siempre que las condiciones climatológicas fueran las adecuadas tenía una duración de una semana. Empezando la formación de los hormigueros con los ladrillos procedentes de otras cochuras y los de los primeros rejales terminados, se pueden ganar casi ocho días.

Por lo tanto después del moldeo de los últimos ladrillos se necesitarán del orden de nueve días para terminar el hormiguero, ya que se precisa un día para el secado previo en la era de estas últimas piezas, y siete para el secado en rejales y dos para la colocación en el hormiguero.

Si a los **10 días de amasado y moldeo** se le suman **9 días de la formación del hormiguero** y los diez o **12 días de cochura**, más los **7 días que tardaría en enfriarse**, y los **7 días de desmontaje** del mismo para poder ser retirado del horno, **el tiempo de fabricación de cada hornada será de unos 45 a 50 días** en la que se obtendrían entre 150.000 a 200.000 ladrillos, habiendo descontado ya los desperdicios.

Una rápida estimación da como resultado que en un año se producirían de tres a cuatro cochuras, por cada tejera, siempre y cuando las condiciones meteorológicas lo permitiesen.

### **3.2.2 Ciclo de fabricación en 1945**

No es inmediato asociar un valor exacto de un ciclo de fabricación de ladrillos comunes que sea representativo de la fabricación de una década, si se tiene en cuenta que el tiempo empleado en convertir una tonelada de arcilla en ladrillos listos para la venta, depende de todos los factores enunciados en capítulos anteriores. No obstante para conseguir transmitir una idea de la disminución que se ha producido en el tiempo de fabricación se fijaran unas condiciones de partida características de este periodo.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Por otra parte conviene indicar que en los tratados de estos años, el concepto ciclo de fabricación, no se recoge como tal; se enumeran tiempos estimados de cada una de los diferentes etapas, y determinándose la incidencia de la mano de obra para cada una de ellas. Del estudio de estos parámetros se partirá para determinar el ciclo de fabricación de una instalación media a finales de la década de los 40<sup>8</sup>, resaltando que no es representativa de una fábrica en la Sagra, ya que todavía se fabricaba en cobertizos muy parecidos a las tradicionales tejas.

### Definición de la planta tipo:

- Maquinaria: Amasadora, extrusora de vacío, secadero de cámaras (tiempo de secado en cámara 24 horas), horno túnel primitivo (tiempo de cocción en horno 90horas), carga y descarga de vagonetas en horno túnel y secadero semimanual. Almacenamiento manual en pilas.
- Personal: se elige un planta tipo con aproximadamente 50 empleados y 15 aprendices, (10 en extracción y preparación de arcillas, 20 en amasado y moldeo, 15 en secadero, 20 en horno y una persona en administración), trabajando 8 horas diarias, 25 días al mes y con un reten de control para los hornos.

---

<sup>8</sup> Los datos manejados se han extraído de “ la Industria ladrillera” P.Reverté de la editorial reverté 1950 pag 260-268.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- Producción diaria: marcada por la capacidad del horno que se fija en 90 toneladas/diarias de arcilla preparada. La producción en sala de máquinas (amasado y moldeo) es un 15% superior a los hornos y secaderos artificiales; las 15 ton. residuales se llevan a secaderos naturales para ser cocidas en invierno, cuando no se pueda trabajar en las canteras.
- Ciclo de fabricación: con los rendimientos anteriores un ciclo de fabricación medio se puede deducir de la tabla siguiente :

<b>Ciclo de fabricación teórico en 1945</b>		
Proceso	Producción diaria-jornada semanal	Tiempo empleado en tratar 1 ton de arcilla (h)
Extracción y preparación	105 ton.- (40H)	0,08
Amasado y moldeo	105 ton.(40H)	0,08
Carga, secado y descarga	90 ton.(168H)	24
Carga, cocción y descarga	90 ton.(168H)	90
Almacenamiento y empaquetamiento	90 ton.(168H)	0,27
<b>TOTAL</b>	<b>90 ton</b>	<b>114,42</b>

**Tabla 3.2.2** Tabla de los tiempos de fabricación estimados según los datos extraídos de “ La industria Ladrillera” P. Reverte .  
**Fuente: Elaboración propia.**

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Así pues un ciclo de fabricación teórico para una tonelada de arcilla extraída de la cantera en el supuesto anterior es de 114 horas y 25 minutos hasta convertirse en producto terminado.

### **3.2.3 Ciclo de fabricación en producción continua en 2006**

Las plantas actuales están completamente mecanizadas, y prácticamente sincronizada la producción entre procesos. El cuello de botella de los tiempos de fabricación sigue siendo la capacidad del horno túnel. Los hornos túnel y secaderos túnel trabajan las 24 horas del día, los siete días de la semana para optimizar los consumos energéticos, sin embargo amasadoras y extrusoras pueden trabajar solo 16h diarias, 5 días laborables, si la planta no tiene que trabajar a plena capacidad. En ese supuesto se reduce la velocidad de cocción en hornos y se logra la sincronización de los procesos con el empleo de pequeños almacenes intermedios, entre amasadora y extrusoras, y entre secaderos y horno túnel, en forma de carriles vacíos en donde las vagonetas cargadas de ladrillos verdes esperan para pasar al siguiente proceso.

Para estimar un ciclo de fabricación medio, se ha tomado como hipótesis una planta tipo trabajando a dos turnos para el amasado y moldeo y tanto hornos y como secaderos sin interrupción.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

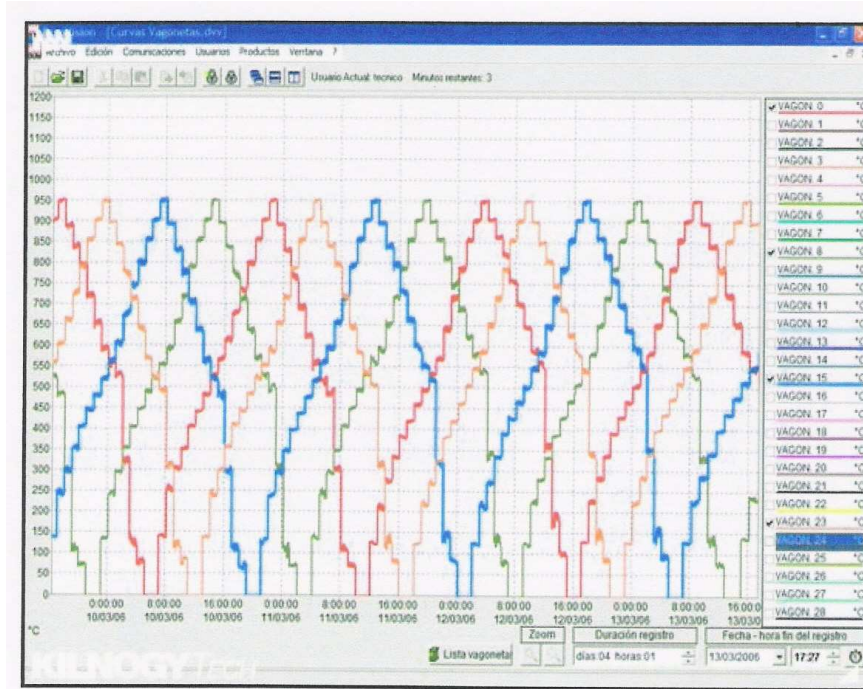


Figura 3.2.3-1 Curvas reales tiempo-temperatura de un horno túnel 90 ton/día. 2006. El tiempo de cocción son 24 horas.

Fuente: *Catálogo fabricante hornos Kilnogy.com 2010*

En cuanto a tiempos de proceso se ha producido una disminución sustancial en los tiempos de secado que se han reducido a unas 8h con cámaras de secado independientes y a 24h. para la cocción de los ladrillos en general. El resto de las operaciones tienen límite de capacidad muy superior, puesto que pueden disponerse en paralelo tantos equipos de moldeo/amasado como se necesite para conseguir la producción necesaria.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Para la estimación del ciclo teórico de fabricación se ha partido de una fábrica tipo con un volumen de producción de 192 toneladas diarias<sup>9</sup>, ratio obtenido dividiendo la producción anual de 2006 entre el número total de empresas del sector en España.

<b>Ciclo de fabricación teórico en 2006</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Producción diaria -jornada laboral</b>	<b>Tiempo empleado en tratar 1 ton de arcilla (h)</b>
Extracción y preparación	268ton.-(80H)	0,06
Amasado y moldeo	268ton.-(80H)	0,06
Carga, secado y descarga	192ton (24H)	8
Carga, cocción y descarga	192ton (24H)	24
Almacenamiento y palatización	192ton (24H)	0,13
<b>TOTAL</b>	<b>1200</b>	<b>32,24</b>

**Tabla 3.2.3-2** Tabla resumen de la Evolución de la industria en los últimos 30 años , desde el punto de vista de la producción .

*Fuente: Elaboración propia. Datos [www.hispalyt.es](http://www.hispalyt.es) Estadísticas 2010*

Del análisis de las tablas 3.2.2 y 3.2.3-2 se desprende que: en los últimos sesenta años se ha disminuido el tiempo de fabricación de 145 horas por tonelada de arcilla en 1940 a 32,5 horas por tonelada de arcilla en 2006.

Disminuir el ciclo de fabricación de la tonelada de arcilla de forma significativa, será muy difícil mientras se mantengan los sistemas de cocción actuales, que implican la

<sup>9</sup> Datos tomados de [www.hispalyt.es](http://www.hispalyt.es), Estadísticas 2010.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

sinterización cerámica por la acción del calentamiento de la pasta arcillosa, ya la reacción química que necesita un tiempo mínimo para producirse en todo el prisma.

**3.3 Optimización del Tamaño de la planta.**

Otro factor que influye en la productividad es el tamaño de la planta. Estadísticas sobre este extremo existen desde hace tiempo.

Se han tomado como punto de partida dos diferentes estudios realizados con datos reales tomados con un intervalo de unos doce años, de 1938 a 1954, con la consiguiente evolución en los sistemas de fabricación empleados en las instalaciones.

<b>Tipo de proceso</b>	<b>Valor medio de repercusión hora/hombre por cada 1000 ladrillos</b>	<b>Planta pequeña Menos de 45000 ladrillos día</b>	<b>Planta media Entre 45000 y 85000 lad. día</b>	<b>Planta grande Mas de 85000 ladrillos día</b>
Media de los procesos cerámicos	<b>9,66</b> h.h./1000lad	<b>11,4</b> h.h./1000lad	<b>9,8</b> h.h./1000lad	<b>6,8</b> h.h./1000lad
Moldeado pasta dura (stiff-mud)	<b>9,67</b> h.h./1000lad	<b>12,4</b> h.h./1000lad	<b>9,6</b> h.h./1000lad	<b>7</b> h.h./1000lad
Moldeado pasta blanda (soft-mud)	<b>10,33</b> h.h./1000lad	<b>9</b> h.h./1000lad	<b>12</b> h.h./1000lad	<b>6,6</b> h.h./1000lad

**Tabla 3.3-1 Tabla resumen de las horas hombre requeridas para producir 1000 ladrillos equivalentes en los EEUU en fábricas de distintos tamaños, según datos del año 1939**

**Fuente : Brick & Clay, Record Nov . 1939 , "Worker makes as Manny Bricks in 9 hour as his Grand father made in 27 hours"**

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

En primer lugar los datos de esta tabla se refieren dos tipos de fabricación habituales en 1938<sup>10</sup>, y que son detallados en los esquemas recogidos en siguiente figura<sup>11</sup>. En ellos se representa la combinación de maquinas utilizadas en cada uno de los procesos estudiados: el moldeado con pasta blanda o el más utilizado en ladrillería el moldeado con pasta dura. Las figuras humanas de los gráficos simbolizan las funciones realizadas a mano, pero no el número de empleados que intervienen en cada proceso.

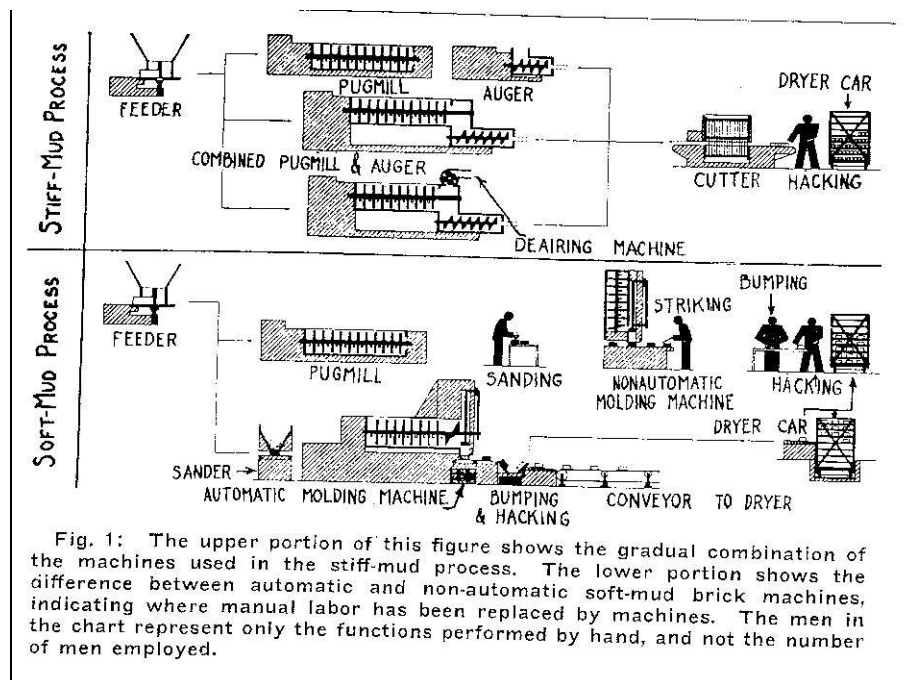


Fig. 1: The upper portion of this figure shows the gradual combination of the machines used in the stiff-mud process. The lower portion shows the difference between automatic and non-automatic soft-mud brick machines, indicating where manual labor has been replaced by machines. The men in the chart represent only the functions performed by hand, and not the number of men employed.

**Tabla 3.3.-2 Esquema de fabricación con pasta dura o pasta blanda en EEUU en fábricas de distintos tamaños, según datos del año 1940**  
**Fuente: Brick & Clay, Record feb 1940**

<sup>10</sup> *Brick & Clay, Record Nov. 1939, "Worker makes as Many Bricks in 9 hour as his Grand father made in 27 hour,"*

<sup>11</sup> *Brick & Clay, Record feb. 1940, "Labor can make more brick today with one hand than grand dad made using both hands"*

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Según los artículos consultados, en 1940 las funciones realizadas manualmente no dependían del volumen de producción de la planta, sino del grado de mecanización de los diferentes procesos. Así pues de los datos reflejados en la Tabla 3.3.1 se puede deducir que partiendo de procesos en similar estado de mecanización, es significativa la disminución del peso de la mano de obra en grandes plantas, que se cuantificaría en una disminución de un 34% de las horas según el volumen de la factoría (de 6,8 h.h. a 9,66h.h. por mil ladrillos equivalentes producidos).

Otro estudio similar realizado en 1950 y plasmado los manuales técnicos de esos años<sup>12</sup>, recoge la siguiente tabla en la que para la toma de datos se ha considerado el siguiente proceso: ladrillos cortados con alambre a la salida de la galletera, secado artificial en cámaras y cocción en hornos túnel alimentados semimanualmente con carbón.

Los datos fueron tomados en fábricas de diferentes tamaños<sup>13</sup>, a saber una planta pequeña con una producción media diaria de 14000 ladrillos día, otra mediana con 28000 ladrillos día y por último una grande con 69000 ladrillos día.

---

<sup>12</sup> F.H.Clews, "Heavy Clay technology. British Ceramic Research Association, Stoke-on trent" . Inglaterra (1955).

<sup>13</sup> F.Singer y S.S. Singer "Cerámica Industrial" Volumen III, (1993). Ed. Urmo Pag. 18 y 19

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

<b>Producción fabrica ladrillos semana – ladrillos día</b>						
<b>Actividad</b>	96.000 ladrillos/semana		192.000 ladrillos/semana		480.000 ladrillos/semana	
	14000 lad/día		28000 lad/día		69000 lad/día	
	Hombres	h.h.m	Hombres	h.h.m	Hombres	h.h.m
<b>Excavador y limpieza</b>	2	1	2	0,5	3	0,3
<b>Arrastre</b>			1	0,25	2	0,2
<b>Moldeo</b>	7	3,5	9	2,25	19	1,9
<b>Carga</b>	2	1	4	1	9	0,9
<b>Cochura</b>	3	1,75	3	0,87	6	0,7
<b>Otros trabajos: Acarreo de carbón, etc.</b>			1	0,25	2	0,2
<b>Extracción</b>	3	1,5	6	1,5	13	1,3
<b>Encargado</b>	1	0,5	1	0,25	1	0,1
<b>Maquinista</b>			1	0,25	1	0,1
<b>Fogonero</b>			1	0,37	1	0,2
<b>Obreros en general</b>	2	1	2	0,5	4	0,4
<b>Mantenimiento</b>		0,25	2	0,5	4	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>10,5</b>	<b>33</b>	<b>8,49</b>	<b>65</b>	<b>6,7</b>

Tabla 3.3-2 Tabla resumen de las horas hombre requeridas para producir 1000 ladrillos equivalentes en Gran Bretaña

*Fuente: F. Singer y S.S. Singer "Cerámica Industrial" Volumen III, (1971). Datos de 1955<sup>14</sup> en manuales técnicos de British Ceramic Research Association, Stoke-on trent".*

De la tabla anterior se desprende que la proporción del peso de la mano de obra sobre el valor del producto final, a igualdad de proceso, medida en h.h.m. (horas hombre por millar de ladrillos puestos a la venta) sufre una reducción significativa con el aumento de la capacidad de producción de la planta, ya que se reduce en un 20% al duplicar la producción y en un 37% al multiplicar por cinco la producción.

<sup>14</sup> F.H.Clews, "Heavy Clay technology. British Ceramic Research Association, Stoke-on trent". Inglaterra (1955).

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Si solo se tuviesen en consideración los datos anteriores, se podría inferir que son mucho más interesantes las grandes plantas, ya que la cantidad de horas hombre necesaria para producir la unidad de referencia (1000 ladrillos), es inferior en una gran industria<sup>15</sup>. Sin embargo en los artículos mencionados<sup>16</sup>, tras este razonamiento se advierte de que el funcionamiento de una gran planta lleva asociado unos costes mínimos para su funcionamiento, entre otros un mínimo de puestos de trabajo (p.e. en el tercer supuesto de la tabla 3.3-2, 65 personas, en lugar de las 20 de una pequeña factoría), con independencia de la producción deseada.

En una situación de demanda estable y creciente como la que se ha producido en nuestro país hasta el año 2006, una gran planta diseñada para trabajar a plena capacidad era la mejor solución, y fue la adoptada por unanimidad por toda la industria ladrillera de la Sagra. Sin embargo en estos momentos las grandes plantas se han convertido en un lastre para muchos fabricantes tras la brusca disminución de la demanda, lo que les ha conducido a los cierres temporales de sus instalaciones durante seis u ocho meses, realizando grandes ajustes de personal.

Solo recalcar que una política más conservadora, como la propugnada en estos artículos de los años 1940, que reflexionan sobre la situación vivida por el sector

---

<sup>15</sup> Lo que en microeconomía, se llama economía de escala al proceso mediante el cual los costes unitarios de producción disminuyen al aumentar la cantidad de unidades producidas o, dicho de otra forma, aumentos de la productividad o disminuciones del coste medio de producción, derivados del aumento del tamaño o escala de la planta.

<sup>16</sup> Brick & Clay, Record Nov . 1939 , “Worker makes as Manny Bricks in 9 hour as his Grand father made in 27 hour,” y Brick & Clay, Record feb . 1940, “ Labor can make more brick today with one hand than grand dad made using both hands”

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

cerámico estadounidense tras la bonanza económica de los años 20 y que terminó bruscamente con la crisis de 1929 y su posterior ajuste, podría haber minimizado el impacto que la crisis de 2006 ha producido en la industria cerámica de La Sagra.

Para finalizar este capítulo, indicar que algunas de las recomendaciones de la industria tradicional (y que también se recogen en esta serie de artículos) no han sido olvidadas. Como por ejemplo la seguridad de uno de los factores a minimizar cuando se estudia la implantación de una planta industrial cerámica es la minimización de la repercusión del coste del transporte sobre el producto terminado<sup>17</sup>. Este factor puede suponer como máximo, alrededor de un 20% del precio de venta, lo que ha favorecido que las instalaciones de producción de arcilla cocida, se ubiquen desde tiempos inmemoriales cerca de las canteras y lo más próximas a áreas de consumo: las grandes ciudades, habiendo sido este uno de los principales motores del desarrollo de la cerámica industrial en La Sagra.

---

<sup>17</sup> Ver tabla 3.1-2 de este capítulo

## 4. Especificaciones técnicas y evolución de los productos.

### 4.1 *Introducción*

La utilización de la arcilla como material de construcción data de tiempos inmemoriales. El ladrillo, exponente más característico de esta gama de materiales, hizo su aparición en todos aquellos países dónde la piedra era escasa y abundaba la arcilla.

El ladrillo es un material pétreo artificial muy usado en la construcción. La palabra ladrillo deriva del latín “laterellus”, y define a un masa de arcilla cocida en forma de paralelepípedo rectangular, que posee unas destacas cualidades de resistencia, rigidez y decoración.

Los ladrillos de la remota antigüedad estaban hechos a base de una pasta de arcilla, secada al sol, en la que entraban porciones más o menos grandes de arena y paja.

Las primeras noticias de las que se dispone indican que la Torre de la Luna, construida por los babilonios en el valle del Ur (Asia Menor), hace ya unos 8000 años, se construyó con algún derivado de arcilla<sup>1</sup>.

Durante el periodo Samarra (5500 a.C.) se comienzan a erigir edificios de adobe en Mesopotamia; no obstante no se tiene constancia de la utilización del ladrillo cocido

---

<sup>1</sup> Artículo “Usos y tratamiento de la Arcilla en la Antigüedad” Revista de Aparejadores nº 55, Fernando Lozano Gomez.

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

hasta la construcción del Palacio de Nippur en Mesopotamia hacia el año 3000 A.C.. En este palacio el ladrillo se utilizaba como protección de los muros de adobe en zonas expuestas a la arena o a humedad.

Los Faraones egipcios en el valle del Nilo, ya utilizaron hacia el año 3050 A.C. ladrillos de arcilla, arena y paja sin cocer (adobes) en construcciones secundarias en las tumbas de faraones de esa época, aunque se piensa que su utilización comenzó siglos antes.

Los egipcios ya utilizaron el ladrillo cocido en revestimiento de suelos en una fortaleza en Nubia durante el imperio Medio (2040-1660 a.C.), aunque se han encontrado ladrillos cocidos de pequeño tamaño destinados a la formación de un horno que datan del período predinástico. La definitiva expansión del ladrillo cocido no llegó en Egipto hasta el Imperio Nuevo (1540-1070 A.C.).

El mundo grecorromano no incorporó la arcilla cocida a sus edificaciones hasta el Siglo I a.C. La gran aportación del mundo griego fueron las tejas, que servían para impermeabilizar las cubiertas de las edificaciones.

En China hace 2000 años el emperador Hwang Ti comenzó la gran Muralla China, para protegerse de los mongoles, obra que se terminó unos 400 años más tarde. Esta obra de ingeniería tiene unas 1500 millas de longitud y está construida de ladrillo y piedra.



Pero fueron los romanos apremiados por las necesidades crecientes de construcción en sus ciudades, atendiendo también a criterios de disponibilidad y economía del material, los que establecieron una fabricación racional de los ladrillos y tejas, dando lugar a la actividad industrial que hoy es.

Los musulmanes, herederos de las artes de Persia, Asiria y Caldea fueron unos grandes propagadores de la arquitectura del ladrillo.

En los diversos países europeos se desarrollaron estilos diferentes de construcción en ladrillo. Concretamente en España tenemos construcciones tanto de romanos como de árabes. Durante siglos en nuestro país se han realizado obras totalmente en ladrillo ya sean de estilos mudéjar en Aragón y Andalucía, gótico ojival, en Castilla estilo modernista en Cataluña y otras muchas obras repartidas por toda la geografía de la península hasta nuestros días.

La evolución de los materiales cerámicos a largo de la historia ha sido un proceso empírico. Las grandes catedrales góticas son un ejemplo de diseño con materiales cerámicos y tienen una imagen de durabilidad. Sin embargo durante la construcción muchas de ellas se derrumbaban, teniéndolas que volver a rehacer, normalmente porque los materiales cerámicos no trabajaban totalmente a compresión<sup>2</sup>.

Los materiales cerámicos tradicionales tienen una resistencia a la compresión más de 10 veces superior que su resistencia a la tracción. Esta peculiaridad es debida a la poca

---

<sup>2</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 M.111- 1958

homogeneidad del material ya que sus defectos (poros y falta de continuidad de la estructura) debidos en gran parte a los procesos de fabricación seguidos, disminuía su resistencia a la tracción.

La definición de un material cerámico tradicional, fundamentalmente ladrillos y sus derivados, es siempre compleja. El nombre de cerámica viene del griego Keramikos que significa quemado.

Desde la perspectiva de la ciencia de materiales, una de las definiciones más simples es la que recurre a sus principales etapas de fabricación para facilitar su comprensión<sup>3</sup>:

EN CRUDO- La pasta cerámica en crudo puede definirse como un conglomerado de diversos materiales que se mantienen unidos gracias a las fuerzas de Van der Waals, que generan la plasticidad durante las sucesivas fases de trituración, amasado, conformado y secado.

EN COCCIÓN – El calor suministrado a la pasta en crudo provoca el desmoronamiento de la estructura cristalina de la mayoría de los minerales de arcilla y la aparición de una fase vítrea (amorfa), que a esta temperatura es líquida y se va introduciendo entre los intersticios existentes entre partículas.

YA COCIDO- La pasta ya cocida esté formada por un conjunto de materiales minerales cristalinos no transformados (como lo que ocurre con el cuarzo en la cerámica

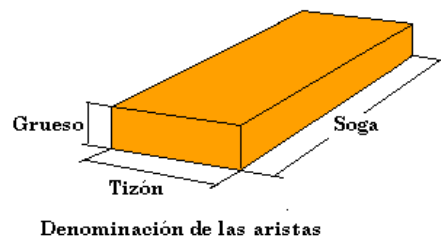
---

<sup>3</sup> S.Barroso y J.Ibañez “Introducción al conocimiento de materiales” Cuadernos de la UNED , Madrid (2002)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

estructural) otros que han cristalizado a partir de la fase vítrea, otros amorfos, poros de todo tipo y todos ellos aglomerados por la fase vítrea.

La definición del ladrillo cerámico como producto industrial sujeto a determinadas normas de calidad ha estado recogido en el Pliego general para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88, 27 / 7 / 88, hasta su derogación por la norma armonizada UNE- EN-1 de 2003<sup>4</sup>. En este documento se define el ladrillo como una pieza ortoédrica fabricada por moldeo, secado y cocción de una masa arcillosa.<sup>5</sup> La cara superior o de mayor tamaño se denomina tabla, la cara intermedia canto y por último la cara más pequeña testa. En cuanto a sus aristas, la arista mayor se denomina soga, la intermedia tizón y la más pequeña grueso.



La forma general del ladrillo es la de un paralelepípedo en el que las dimensiones de sus lados guardan una cierta relación, fundamentalmente para facilitar la construcción de las fábricas de ladrillo.

El tamaño de los ladrillos desde época bien temprana ha sido una necesidad constructiva esencial, para la construcción de muros una cierta geometría y

<sup>4</sup> B.O.E de 6 de junio de 2005

<sup>5</sup> Pliego General de recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88. Año 1988

resistencia. Vitrubio en su obra “De Architectura y Plinio, indican cuales son las medidas más frecuentes para los ladrillos en crudo (Lidio 29,6x14,8 cm, Tetradoron 29,6x 29,6cm y Pentadon 37x37 cm). No se tiene constancia de que en Egipto y Mesopotamia, el tamaño de los ladrillos estuviese normalizado, aunque se cree que estaría unificadas sus dimensiones seguramente por zonas o fábricas o alfares<sup>6</sup>.

#### **4.2 Evolución de la clasificación de los ladrillos**

A lo largo de la historia las características de los ladrillos han ido cambiando en función de la calidad de la arcilla, la comarca o región de procedencia, los adelantos del proceso de fabricación y de las necesidades constructivas.

Seguidamente se exponen cinco ejemplos de clasificaciones de ladrillos cada una de las cuales corresponde a una época diferente:

- Clasificación del Año 1875<sup>7</sup>
- Clasificación del Año 1925<sup>8</sup>
- Clasificación del año 1950<sup>9</sup>
- Clasificación del año 1990<sup>10</sup>
- Clasificación actual<sup>11</sup>

---

<sup>6</sup> Fernando Lozano Gómez. Usos y tratamiento de la Arcilla en la antigüedad. [http://www.coaat-se.es/revistaApa/lectura/numero\\_55/55\\_p72.html](http://www.coaat-se.es/revistaApa/lectura/numero_55/55_p72.html)

<sup>7</sup> Manual del albañil,( Ricardo Marcos y Bausá)

<sup>8</sup> Manual completo de la Cerámica de M. García Lopez J. Vidal y Martí Tomo II

<sup>9</sup> “La industria ladrillera”. P.Reverte 1950

<sup>10</sup> Pliego general para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88, 27 / 7 / 88,

<sup>11</sup> Norma UNE 67019 armonizada con normas EN.

Se han elegido las clasificaciones más extendidas de un tipo de producto de arcilla cocida estructural: el ladrillo tradicional, no considerando las tejas o diferentes variedades de bovedillas u otras variedades de piezas de mayor tamaño.

#### **4.2.1 Clasificación de ladrillos en 1879 en la región centro, dimensiones y tipos.**

Los ladrillos eran clasificados en función de la pureza de su materia prima y de su grado de cochura<sup>12</sup>: un ladrillo fino era aquel en que la pasta arcillosa era de gran pureza, mientras que el ladrillo tosco u ordinario tenía una gran cantidad de arena o materia desgrasante.

Otra clasificación en función del grado de cochura de los materiales es la que aparece en la tabla siguiente:

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>	<i>Utilidad</i>
<i>Ladrillo Santo</i>	<i>Ladrillo vitrificado pasado de fuego color negruzco y retorcido</i>	<i>Enripiar, relleno de cimientos</i>
<i>Ladrillo recocho</i>	<i>De color rojo bien cocido, que puede ser fino (si la pasta es muy arcillosa) o tosco (si tiene la pasta mucha arena)</i>	<i>Todo tipo de fábricas interiores y exteriores</i>
<i>Ladrillo pardo</i>	<i>De color blanquecino, bien cocido. Puede ser fino o tosco.</i>	<i>Todo tipo de fabricas</i>
<i>Ladrillo pintón</i>	<i>Se alternan por igual el color rojo y el pardo</i>	<i>Fábricas interiores no vistas</i>
<i>Ladrillo Portero</i>	<i>Es aquel al que solo ha llegado el humo</i>	<i>Cubrir huecos</i>

**Tabla 4.2.1-1 Clasificación de los ladrillos según cochura**

**Fuente: Manual del albañil. Elaboración propia**

<sup>12</sup> Manual del albañil, (Ricardo Marcos y Bausá)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Las dimensiones de los ladrillos no eran todas homogéneas y dependían de la zona donde eran producidos.

<i>Tipo de ladrillo / origen fabricación</i>	<i>Largo cm</i>	<i>Ancho cm</i>	<i>Grueso cm</i>
<i>Tejares de Madrid (tipo tosco)</i>	28	14	4
<i>Orillas del Jarama (tipo fino)</i>	27	13	5
<i>Orillas del Tajo Fabriquero (tipo fino)</i>	27.7	18 a 20	3.5
<i>Orillas del Tajo Froga ( tipo fino)</i>	29.4	19.73	2.92
<i>Hueco</i>	28	14	10
<i>Tipo Borgoña</i>	22	11	5
<i>Prensado marca inglesa</i>	24	12	4

**Tabla 4.2.1-2 Clasificación de los ladrillos según tamaños**

**Fuente : Manual del albañil. Elaboración propia**

De la anterior tabla se puede deducir que ya entonces los ladrillos de la zona Toledana eran finos (con alto contenido en arcillas) frente a los producidos en las cercanías de MADRID que eran considerados toscos (con contenidos de arena superiores).

#### **4.2.2 Clasificación de ladrillos en 1926, dimensiones tipo.**

La gama de fabricación de ladrillos se empieza a diversificar durante el siglo XIX apareciendo nuevos productos que respondían a las necesidades constructivas<sup>13</sup>. “El tamaño de los ladrillos españoles varía de unas regiones a otras. No conviene que pase de los 15 cm, para que el albañil pueda cogerlo con la mano abierta. Las dimensiones

<sup>13</sup> Manual completo de la Cerámica de M. Garcia Lopez y J. Vidal y Martí Tomo II pag 3.

más corrientes son 28x14,5x4,5 cm de tal forma que el ancho del ladrillo es igual a la mitad de la longitud más la mitad de la junta, y el grueso es como máximo la mitad del ancho”.

Existían así una gran variedad de ladrillos macizos, cuya composición y dimensiones variaban de una región a otra. En el apartado 6.4 se detallan las dimensiones más habituales en la comarca de Sagra. No obstante se comienza a generalizar la fabricación de otras variedades de ladrillos específicas para otras aplicaciones. A continuación se enumeran los productos más habituales en las tejas a principios del SXX, sin olvidar al tradicional ladrillo macizo, y sus peculiaridades de fabricación<sup>14</sup>.

- **Ladrillo Hueco.** El ladrillo hueco aparece en 1855. Se desarrolló su uso sobre todo en la construcción de tabiques huecos ligeros y para rellenar espacios de los pisos entre vigas. Se trata de ladrillos que se horadaban con cuatro perforaciones, aligerando su peso pero manteniendo una gran dimensión. Esta mejora fue toda una revolución en el mundo cerámico ya que rebajaba costes en cuanto a materias primas y transporte, y era capaz de sustituir en determinados usos al ladrillo convencional sin pérdida de características. Tenía como dimensiones entre 22 a 35cm de largo, de 10 a 17cm de ancho y de 3 a 11cm de grueso. La forma dependía de la utilidad final ya que se empleaba en arcos de puertas, dovelas o ventanas. La pasta tiene que ser más plástica que la empleada en el ladrillo macizo y se obtenían en máquinas de moldeo mecánico de hilera de émbolo o hélice. Su

---

<sup>14</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 M.111- 1958

secado es más rápido que el del ladrillo macizo, menos expuesto a las deformaciones. Su carga en el horno es más fácil por su reducido peso y su cocción más rápida porque los huecos facilitan la circulación de la llama.

- **Ladrillo Visto**. Este tipo de ladrillo nace ante la necesidad de dejar el ladrillo como elemento decorativo final. Cada uno de estos elementos debe de tener unas características homogéneas de color y de forma. Esto se consigue cuidando con esmero la pasta arcilla que no sólo deben de tener una composición fija sino que se debe garantizar que tras la cocción la pieza tenga el mismo color en toda su superficie. Los ladrillos vistos son utilizados fundamentalmente en intemperie por lo que deben ser capaces de resistir la acción atmosférica. Para ello es preciso que su cocción sea tal que la pieza cocida resista la acción del rayado por el hierro. Esto se consigue con la utilización de pastas muy estudiadas que contengan un fundente que pueda vitrificarse y algo refractarias, que no sufran deformación al cocerse. Para obtener colores uniformes se debe de evitar el contacto de los productos con las cenizas para lo cual hay que cargar los hornos y alejando las piezas vistas de la acción directa de la llama. Existen dos tipos de ladrillos dentro de esta categoría:
  - **Ladrillo adornado**. Se obtienen con máquinas de presión disponiendo de un molde en la máquina, con una matriz de cobre, que lleva impreso el relieve del ladrillo. La presión hace e introducir la pasta semiblanda en los huecos y la matriz sale al descargar la pieza. Se lava, se engrasa y se vuelve a colocar en su puesto.
  - **Ladrillo con molduras**. Se obtiene en máquinas de hileras en donde la boca tiene la forma conveniente, fijando en su parte exterior un cuadro con una



lámina de acero que forma la matriz de la moldura. Para economizar material se combinan los moldes para hacer otros tipos de producto en paralelo.

- **Ladrillo Vitrificado.** Es un producto que se encuentra entre la tierra cocida y el gres. Tiene en sus caras un principio de vitrificación que los hace muy convenientes en trabajos hidráulicos. La pasta debe de contener fundentes y arenas, que permitan que en la cochura se reblandezcan los fundentes sin atacar a la sílice, que debe permanecer en el centro sin alterar para impedir la deformación. Existen arcillas naturales que tienen esa composición pero a falta de ellas, se pueden combinar productos hasta conseguir la mezcla conveniente. Se deben cocer a altas temperaturas.
- **Ladrillo Ligero.** El ladrillo ligero se distinguía de los ordinarios por su menor densidad y su porosidad. Se obtenían al añadir a la pasta materiales combustibles que se consumían durante la cocción dejando poros o huecos. Para su cocción se empleaban combustibles vegetales con baja potencia calorífica. A las pastas se les incorporaba paja menuda y aserrín de madera que se incorporaba a la arcilla que debía de ser muy plástica, la proporción era variable pero podía llegar a un tercio de arcilla y dos tercios de materia vegetal. Se moldeaba a mano en moldes de charnela o en máquina de hilera; aunque en este último caso el útil que corta los ladrillos será una sierra circular y no un alambre. Estos ladrillos se trabajan con sierra y cepillo como la madera y los americanos a principio del siglo XX, los utilizaban en sus construcciones como reemplazo de la madera cuando estos estaban muy expuestos a incendios.

La gran variedad de formatos y tamaños de los ladrillos también se refleja en las denominaciones que de un mismo producto se realizan en la península. Es interesante conocer las equivalencias de denominación con el fin de identificar claramente del producto al que se hace referencia. A continuación se recogen las denominaciones comunes más habituales en distintas comunidades españolas y su equivalencia.

- Ladrillos Perforado o Tosco o Gero .
- Ladrillo Hueco doble o tohana
- Ladrillo macizo o Tocho
- Ladrillo macizo de 280x100x40 mm o Picholin.

#### **4.2.3 Clasificación de ladrillos en 1950, dimensiones y tipos.**

Los productos de cerámica ladrillera más habituales en la España de 1950 se pueden clasificar en<sup>15</sup>: ladrillo ordinario o macizo, ladrillo hueco, ladrillo de paramento o visto, ladrillo poroso, ladrillos vitrificados o clinca, ladrillo tipo Hourdis o bovedilla.

La clasificación apenas varía respecto a la expuesta en el apartado anterior, ya que todavía no se había hecho un esfuerzo de normalización a nivel nacional. En 1955 y redactada por la AENOR<sup>16</sup>, publica la norma UNE 4100:1955, relativa a las "Calidades y

---

<sup>15</sup> La industria ladrillera P.Reverte

<sup>16</sup> AENOR entidad española independiente que desde 1986 es reconocida por el Ministerio de Industria como organismo de normalización oficial.

medidas de los ladrillos de arcilla cocida”. Posteriormente esta norma sería anulada por la norma UNE 67019:1978 “Ladrillos de arcilla cocida para la construcción. Características y usos” y las sucesivas ediciones de los años 1984 y 1986 de esta misma norma. En el siguiente apartado se enunciarán algunos detalles de lo recogido en esta norma.

#### **4.2.4 Clasificación de los ladrillos en 1990, dimensiones y tipos.**

En 1988 se publica el Pliego General de Condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88, aprobado el 27 de Julio de 1988, norma de obligado cumplimiento que supuso un cambio cualitativo muy importante en el sector<sup>17</sup>.

Según la RL-88 se establecen en tres tipos en función de los taladros o perforaciones que tengan<sup>18</sup>. Así se establecen tres tipos:

**Ladrillo macizo**: es aquel totalmente macizo o con taladros en la tabla de volumen no superior al 10%.

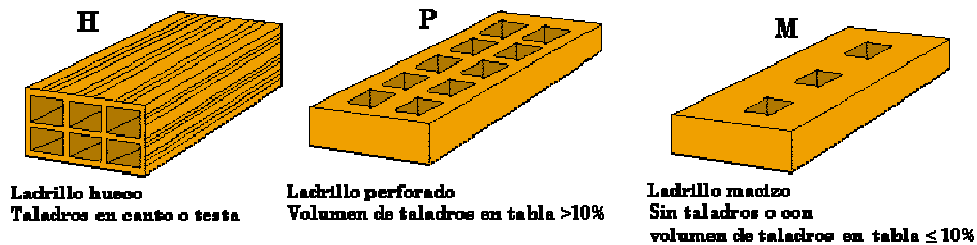
**Ladrillo perforado** : es aquel con taladros en la tabla que exceden en volumen al 10%.

---

<sup>17</sup> Ver apartado 6.3.4

<sup>18</sup> Pliego General de Condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88

**Ladrillo hueco** : Ladrillos con perforaciones en canto o testa.



**Fig. 4.2.4-1 Clasificación de ladrillos según la RL-88**

En relación con la utilización de los ladrillos se definen dos clases: el ladrillo común, normalmente para fábricas con revestimiento, que se designa con las letras NV y el Ladrillo visto, ( o ladrillos caravista) para fábricas sin revestimiento, que se designa con la V. Estos últimos se someten a tratamientos de impermeabilización, una vez cocidos, que mejoran su comportamiento ante las inclemencias atmosféricas.

Los ladrillos presentarán regularidad de dimensiones y forma que permitan la obtención de tendeles de espesor uniforme, igualdad de hiladas, paramentos regulares y asiento uniforme de las fábricas, satisfaciendo para ello las características que se especifican en la RL-88.

#### **4.2.5. Clasificación de ladrillos en la actualidad**

La norma UNE 67019, en su última actualización (norma armonizada con la normativa europea UNE-EN771-1:2003) establece 5 tipos de ladrillos que son perforado, macizo,

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

hueco, gresificado y Klinker, existiendo también una segunda clasificación que coexiste con la anterior en cuanto a su utilización y que se refiere a ladrillos para ser revestidos o ladrillos vistos.

Los ladrillos macizo, hueco y perforado, han sido definidos en el apartado anterior. El ladrillo gresificado es aquel que reduce sus porosidades de tal forma que su capacidad de absorción de agua es inferior al 6% y su densidad superior a 2g/cm<sup>2</sup>. El ladrillo Klinker es aquel ladrillo gresificado que tiene una resistencia característica a compresión superior a 450 daN/cm<sup>2</sup>. Otro tipo de ladrillo muy característico es el ladrillo refractario muy utilizado para la construcción de hornos en la industria metalúrgica o cerámica, aunque no lo es en el sector de la construcción. Se dice que un material es refractario cuando es capaz de soportar altas temperaturas sin sufrir deformaciones apreciables. Las arcillas tradicionalmente utilizadas para su fabricación, las momtmorillonitas, tienen altos puntos de fusión (superiores a los 1600°C).

En estos momentos están en vigor la Instrucción para la Recepción de Ladrillos RLC-99 y la marca AENOR, que junto con las especificaciones técnicas recogidas en la norma UNE 67019, Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Definiciones, clasificación y especificaciones armonizada con las normas Europeas EN, y el marcado CE exigido por la Comunidad Europea y el cumplimiento del CTE Código Técnico de la Edificación, son el marco de referencia para la clasificación de los ladrillos.

La variedad de productos es muy amplia y cada uno de ellos debe cumplir con unas especificaciones establecidas por la normativa vigente. Por otra parte las constantes modificaciones que cada una de las normativas anteriores sufre, obliga a una permanente actualización. Resultaría por tanto muy prolijo enunciar todos los tipos de ladrillo con sus correspondientes especificaciones, y poco práctico ya que su vigencia es temporal, por lo que se obvia en la redacción de este documento.

### ***4.3. Determinación de la calidad de los ladrillos***

Durante años existió un gran abanico de productos de desigual calidad, que abastecían a un mercado dinámico y poco exigente. Los controles de calidad de cada partida de ladrillos se realizaban según lo fijado en los manuales y recomendaciones de cada época o bien mediante la transmisión oral que se producía entre encargados y maestros albañiles a sus aprendices. Estos controles se basaban en el color de las piezas, su sonoridad y dimensiones geométricas. Si bien es cierto que por el color se puede determinar el grado de cochura del ladrillo y por tanto su calidad<sup>19</sup>, el personal que llevaba a cabo estos controles no siempre disponía del tiempo o de la experiencia necesaria para llevarlos a cabo.

No es hasta la entrada en vigor de la resolución de la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de 1/10/1980, que aprueba las disposiciones reguladoras para el sello INCE, y la posterior publicación de la RL-88 norma de obligado cumplimiento

---

<sup>19</sup> RL-88.

en que se regula la calidad de los productos, que el sector ladrillero generaliza los controles de calidad de los productos en fábrica.

A continuación se detallan algunos ejemplos de criterios para aceptación de materiales en unos casos o de controles de calidad a la salida de fábrica relativos a diferentes épocas.

#### **4.3.1. Determinación de la calidad en 1879**

Tradicionalmente los materiales salían de las tejas y se enviaban a las obras sin apenas control. Como ya se ha comentado en apartados anteriores su calidad dependía en cada hornada de su grado de cocción, que dependía en última instancia de posición en los hormigueros. Así pues era el comprador el que directamente o a través de sus oficiales realizaba el control de calidad del producto, para el seguía las siguientes recomendaciones. *“Las cualidades que debe tener un buen ladrillo<sup>20</sup> son:*

- *Haberse fabricado con buena arcilla mezclada todo lo más con un 8% de arena*
- *Que dando uno con otro no se parta con el golpe*
- *Que dejándole caer sobre losas no se desmorone*
- *Que golpeándole con la paleta o los nudillos de la mano ha de dar un sonido acampanado*

---

<sup>20</sup> “Manual del albañil” de Ricardo Marcos y Bausá pag.55.

- *Que sumergido en agua durante 24 horas, no ha de aumentar el peso en más de dos onzas.*
- *No romperse con las heladas ni contener partículas blancas o caliches”.*

*“En cuanto al peso de los mismos es bastante variable en función de sus dimensiones, pero ya se avanzaba que: “un millar de ladrillos recochos de dimensiones comunes pesan 2.415Kg, de pardos 2.934Kg y pintones 2.575; de ladrillos finos 2.400Kg y de huecos 1,800kg”<sup>21</sup>.*

Se trata de recomendaciones sencillas y fáciles de comprobar, y poco exigentes, ya que ni hacen referencia a dimensiones geométricas, lo que daría lugar a muros de fábrica poco homogéneos, ni a capacidad resistente de las piezas. Esta falta de homogeneidad de las piezas obligaba a los maestros albañiles a realizar una cuidadosa selección de los materiales que les llegaban a las obras, con el fin de utilizar el material más adecuado para cada uno de los tajos abiertos.

#### **4.3.2. Determinación de la calidad en 1915**

A principios de siglo los controles de calidad del producto siguen dependiendo de los compradores. Las pruebas indicadas por los manuales de la época a seguir para el ensayo de ladrillos para la construcción en la primera década del siglo XX, eran<sup>22</sup>:

---

<sup>21</sup> “Manual del albañil” de Ricardo Marcos y Bausá pag.57.

<sup>22</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 Pag. 218



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

1. *“Se buscan los más débiles*
2. *Se ensayan a presión, dándoles forma cúbica, rompiendo uno en dos y superponiendo los trozos con una capa fina de mortero entre ellos , así como en la base. Hay que hacer seis ensayos por lo menos.*
3. *Buscar el peso específico,*
4. *La porosidad*
5. *La resistencia a las heladas*
6. *El contenido en sales y la presencia de carbonato cálcico o piritas antes de la cochura”.*

*“La resistencia a la presión varía entre 150 a 200kg por cm<sup>2</sup> en material poco cocido a, hasta 1100Kg por cm<sup>2</sup> en material muy cocido.”*

*“En cuanto a la forma de los ladrillos es un paralelepípedo y se suele tomar el largo L igual al doble del ancho B más la junta F e igual a cuatro veces el alto H más tres veces la junta F o capa de mortero entre ellos*

$$L = 2B + F = 4H + 3F.”$$

Como se puede observar en estas especificaciones, las características técnicas a exigir a los productos de arcilla cocida ya están bien definidas en los manuales; sin embargo lo que no está bien especificado en estos documentos son los

procedimientos para realizar los ensayos, el número de muestras a tomar ni su periodicidad, ni tampoco se fijan valores de referencia para cada tipo de ensayo.

Es interesante recalcar que experimentos sobre las características de los ladrillos y su comportamiento se venían realizando en Centroeuropa desde 1890<sup>23</sup>, existiendo ya valores concretos relativos a las propiedades físicas de los ladrillos, pero no es hasta mediados del siglo XX en que estos valores se empiezan a tener en cuenta en las fábricas españolas.

#### **4.3.3. Determinación de la calidad de los ladrillos en 1950**

Las manuales técnicos de 1950 definen “los productos cerámicos de ladrillería” como materiales porosos absorbentes al agua. Las características generales de todo buen ladrillo cerámico son<sup>24</sup> un moldeado perfecto, una ausencia completa de grietas, estar bien cocido y ser muy sonoro a la percusión, una estructura porosa, agarrar bien el mortero y no contener sales solubles, ni impurezas como pirita yeso o carbonato cálcico.

---

<sup>23</sup> Por ejemplo, la determinación del módulo de elasticidad o el módulo de Joung en ladrillos de arcilla magra es  $E=210.000$  según experimentos de Junker, o en bóvedas según “Zeitschrift des oesterreichischen Ingenieur und Architetckenvereins 1895” resulta  $E=27.800$ . Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 Pag. 218

<sup>24</sup> “La Industria ladrillera”. P. Reverté Ed. Reverté Año 1950

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Estas características son suficientes pero continúan manteniendo un componente subjetivo al no establecer valores cuantificables en cuanto a las características a exigir. Todavía a principios de 1950, no existe normativa española de obligado cumplimiento relativa a las especificaciones técnicas a seguir por los productos de arcilla cocida. Algunos autores ante la falta de normativa traducen normas de otros países y las recomiendan su utilización.

Como ejemplo se recoge un extracto de las normas que se recomiendan en la Industria ladrillera (P. Reverté 1950), para la elección y ensayo de muestras de ladrillos secos la norma norteamericana correspondiente.

**NORMAS PARA LA ELECCIÓN Y ENSAYO DE MUESTRAS DE LADRILLOS HUECOS**

Basado en las directrices de la “American Society for testing materials”-(1950)

1.- TOMA DE MUESTRAS	1.- Se realizan las comprobaciones a petición del comprador, bien en obra bien en fábrica 2.- Se eligen al menos 5 piezas por hornada que serán marcadas
2.- DETERMINACION DE PESOS PROPIOS	1.- Se comprueba que están secos y si no secan al horno a 100°C. 2. Se pesan por separado las cinco muestras y se haya el promedio.
3.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	1.- Se preparan 5 muestras pintándolas con gomalaca las caras que puedan absorber agua. 2.- Se coloca sobre una cama engrasada una capa de yeso rápido y se colocan las muestras en la posición que van a ser utilizadas en obra, dejando una huella de al menos 3cm. 3.- Se deja secar 24h y se aplica una presión uniforme sobre cada una de ellas, con una prensa de ensayo. La resistencia se calcula dividiendo la carga máxima aplicada entre la superficie de contacto, incluídos los huecos si los hubiese.
4.- ENSAYO DE ABSORCION	1.-Se toman 5 muestras se secan a 100°C y se sumergen en agua blanda o de lluvia , se eleva entonces la temperatura del agua hasta ebullición y se mantiene 1h. 2.-Se sacan, se escurren durante 1 minuto, se eliminan las gotas superficiales y se pesan con basculas de precisión.
5.- CONGELACIÓN Y DESCONGELACION	1.- Se toman 5 muestras y se saturan mediante la inmersión en agua durante al menos 70 h. Previamente se habrán pesado 2.- Se procede mediante el método disponible a congelar y descongelar las muestras completamente. Una vez descongeladas, se secan y se pesan. Este ciclo se repetirá tantas ocasiones como estime oportuno el cliente. 3.- Se considera que el resultado de este ensayo es desfavorable si : Las muestras denotan la desintegración superficial o cuarteado o pérdida de peso superior al 5% del peso original. Cuando las piezas tienen muchas grietas Cuando las piezas denotan una perdida evidente de fuerza estructural

**Tabla 4.3.3 Normas para la elección y ensayo de muestras de ladrillos huecos según la directrices de la “American Society for testing materials”-(1950)**

**Fuente : La industria Ladrillera . P. Reverte .Elaboración propia**

A la vista de estas recomendaciones es interesante recalcar que los ensayos se realizan a petición del comprador y es él quien realiza la toma de muestras, lo que nos indica que el fabricante no tenía porque garantizar la calidad del material suministrado. Por lo tanto la responsabilidad de la idoneidad de cada partida del material a utilizar en

obra recaía en los controles que en el momento de la recepción de las partidas en obra.

Hasta que en el año 1960 no se publica el “Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura”, prácticamente no había reglamentación oficial, ni existía la obligación de un control generalizado de los materiales. Se trata de un pliego oficial de prescripciones técnicas de los materiales al que se refería la ley de contratación de Estado, y que se utilizaba en todas las obras promovidas por éste, en el que entre otros se regulaban las características de los materiales a emplear en obra y los ensayos de comprobación de los mismos. Sin embargo apenas tuvo incidencia en las obras del sector privado, en las que se seguían utilizando materiales sin apenas controles de calidad.

#### **4.3.4. Determinación de la calidad de los ladrillos en la década de los 80.**

La entrada en vigor de la resolución de la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de 1/10/1980, que aprueba las disposiciones reguladoras para el sello INCE, supone una revolución en el sector de la fabricación de los ladrillos, ya que este sello exige al fabricante un autocontrol de la fabricación de ladrillos cerámicos cara vista, para mantener la regularidad de su producción bajo control e inspección de la Administración.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Otro hito decisivo para la implantación de los sistemas de calidad por parte de los fabricantes llegó con publicación de la RL-88, Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción, norma de obligado cumplimiento. En este documento en su apartado 6.6 se hace referencia a la recepción de productos con sello INCE o procedentes de otros países de la CEE, indicando que “cuando los ladrillos suministrados estén amparados por el sello INCE, la dirección de obra podrá simplificar la recepción, hasta llegar a reducir la misma a la comprobación a la llegada del material a obra, señalada en el apartado anterior”.

Ante esta situación las direcciones facultativas fueron obligando a la compra de materiales amparados por el sello INCE, propiciando que todo el sector se volcara en la implantación de un sistema de calidad propio que cumpliera los requerimientos de estas siglas.

En caso de que el material llegase a obra sin este sello o certificación de la Comunidad Europea equivalente los controles a los que se debían someter las partidas eran los siguientes:

**NORMAS PARA LA ELECCIÓN Y ENSAYO DE MUESTRAS DE LADRILLOS**  
**Basado en las directrices de la “RL-88 “**

<b>1.- AMBITO DE APLICACIÓN</b>	1.- Se realizan las comprobaciones de forma obligatoria. Quedan excluidas aquellas partidas que dispongan de marcado INCE o certificado de calidad de CE.
<b>2.- DEFINICIONES</b>	1.- Se recomienda el uso de material empaquetado y debidamente identificado. 2. Partida : conjunto de ladrillos de la misma designación y procedencia . 3. Muestra: conjunto de ladrillos extraídos al azar, en un total de 24 unidades por la dirección facultativa, sobre los que se realizarán las comprobaciones exigidas. Las muestras serán identificadas , empaquetadas para preservar sus características y guardadas para su contraste.
<b>3.- ENSAYO PREVIOS</b>	1.- El suministrador entregará a la DF con antelación dos muestras tomadas al azar, una de ellas se mantendrá como contraste y la otra se llevará al laboratorio de control elegido para la realización de los ensayos determinados en este pliego. La pieza de contraste permanecerá hasta un mes después de finalizados los trabajos custodiada en obra.
<b>4.- ENSAYO DE CONTROL</b>	1.-Se comprueba que los ladrillos llegan en buen estado, y se verifican el tipo, fabricante y clase de ladrillo, así como sus resistencia. 2.-El producto enviado se corresponde con la muestra entregada y aceptada previamente. En caso satisfactorio la partida será aceptada, siempre que no exista por pliego obligatoriedad de realizar los ensayos exigidos.
<b>5.- METODOS DE ENSAYO</b>	1.- La muestra a analizar se somete a los ensayos determinados por la UNE vigente en el momento de la recepción . UNE 67019:1986 Ladrillos de arcilla cocida para la construcción . características y usos. UNE 67028:1997 EX Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de heladicidad. UNE 67030:1986 ERRATUM Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma. UNE 67030:1985 Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma. UNE 67029:1995 Ex ladrillos de arcilla cocida . Ensayo de Eflorescencia UNE 67027:1984 Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la absorción de agua UNE 41061:1997 Ladrillos y piezas sílico-calcáreas.

**Tabla 4.3.4 Normas para la elección y ensayo de muestras de ladrillos según la RL-88**  
**Fuente : Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88. Elaboración propia**

**4.3.5. Determinación de la calidad de los ladrillos en la actualidad**

El Pliego de Recepción de Ladrillos RL 88, a efectos prácticos, está derogado por el Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo, estando en vigor la Norma armonizada de

producto UNE EN 771 – 1: 2003 - Piezas de Arcilla Cocida para Fábrica de Albañilería – en sus diferentes partes ( UNE-EN 771-1:2003/A1:2006) y la Norma UNE EN 772 relativa a los Ensayos correspondientes<sup>25</sup>.

Dentro de nuestro mercado el cumplimiento de la normativa se materializa en la redacción de los requerimientos exigibles para el mercado CE de los productos de arcilla cocida.

El mercado CE indica la conformidad del producto con los requisitos esenciales de la Directiva Europea de Productos de Construcción 89/106/CEE. En abril de 2006, el Mercado CE se estableció de obligado cumplimiento para los siguientes materiales cerámicos, el ladrillo perforado, ladrillo cara vista, ladrillo macizo, ladrillo manual, ladrillo macizo prensado, ladrillo hueco, ladrillo hueco gran formato, bloque cerámico y bloque cerámico aligerado. Es sin embargo en febrero de este año cuando ha entrado en vigor para la fabricación de tejas.

En este sentido, el Mercado CE puede coexistir con las marcas de calidad voluntarias de cada fabricante como, por ejemplo, la marca N de AENOR. El sello del Mercado CE,

---

<sup>25</sup> ENAC “Relación de normas para la acreditación según la norma UNE –EN ISO/IEC 17025:2005 de laboratorio para ensayos de construcción para materiales cerámicos de arcilla cocida”.

UNE-EN 771-1:2003 Anexo C y A1:2006 Absorción de agua

UNE-EN 772-1:2002 Resistencia a la compresión

UNE-EN 772-3:1999 Volumen neto y porcentaje de huecos por pesada hidrostática

UNE-EN 772-5:2002 Contenido en sales solubles activas

UNE-EN 772-7:1999 Absorción de agua por inmersión en agua hirviendo

UNE-EN 772-11:2001 Tasa de absorción de agua inicial

UNE-EN 772-13:2001 Densidad absoluta seca y aparentemente seca

UNE-EN 772-16:2001, Dimensiones

UNE-EN 772-16:2001 Espesor de paredes

UNE-EN 772-16:2001 Profundidad de cavidades

UNE-EN 772-19:2001 Expansión por dilatación por humedad

UNE-EN 772-20:2001 Planeidad de las caras



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

que es una responsabilidad individual de cada fabricante, debe figurar en el producto, en una etiqueta aplicada al mismo, en su embalaje o en los documentos comerciales de acompañamiento.

Haber obtenido el *Marcado CE* significa que los productos cerámicos cumplen con los requisitos esenciales dictados por la normativa en los siguientes ámbitos: *Resistencia a flexión, Impermeabilidad, Tolerancias dimensionales y Durabilidad y Comportamiento al fuego exterior y reacción al fuego.*

Se entiende que la enumeración en este documento la totalidad de los productos con sus respectivas especificaciones técnicas establecidas por la normativa actualmente vigente no aportaría nada relevante a este análisis. Lo que si se estima oportuno es transcribir las exigencias relativas a un producto en concreto, para poder así destacar como se han armonizado las dimensiones geométricas de los productos y garantizado el cumplimiento de unos mínimos requerimientos de resistencia y comportamiento frente a las inclemencias de meteorológicas de los productos con la aplicación de las normas UNE.

Para ello se ha elegido como muestra una tabla resumen de los aspectos que la norma UNE 67019 exige a un tipo de ladrillo perforado, los cara vista, uno de los productos con más exigencias desde el punto de vista de calidad y más representativos del sector.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

En ella se pueden apreciar las características técnicas exigidas a este tipo de producto, teniendo en cuenta que se realizan las comprobaciones o ensayos sobre seis muestras de cada partida, salvo los ensayos de color que se realizan sobre dos. Así pues de se determina el número máximo de piezas con un determinado defecto estructural (fisuras, desconchones, exfoliaciones), las tolerancias en cuanto a las dimensiones geométricas de las piezas (dimensiones exteriores, grosor de paredes, planeidad de las caras), el peso mínimo exigido para cada tipo de ladrillo, su resistencia mínima a compresión, y el máximo porcentaje de absorción de agua y los requerimientos en cuanto a posibles eflorescencias, heladicidad y color.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

**LADRILLOS PERFORADOS CARA VISTA: Características técnicas según UNE-EN771-1:2003 67019**

<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>		<b>VALORES EXIGIDOS</b>		
<b>ESTRUCTURALES</b>	Exfoliaciones o laminaciones	Ninguna		
	Fisuras	<= 1 Pieza fisurada		
	Desconchados	<= 1 Pieza desconchada No admitiéndose ningún desconchado con dimensión media superior a 15 mm.		
<b>TOLERANCIAS DIMENSIONALES</b>	Valor nominal	Soga y Tizón (10 cm < L <= 29 cm)	± 3 mm	
		Grueso L < 10 cm	± 2 mm	
	Dispersión	Soga y Tizón (10 cm < L <= 29 cm)	5 mm	
		Grueso L < 10 cm	3 mm	
<b>DE LA FORMA</b>	Espesor mínimo de la pared	Pared exterior vista	15 mm	
		Pared exterior no vista	10 mm	
		Tabiques interiores	5 mm	
	Planeidad	D > 30 cm	4 mm	
		30 cm >= D > 25 cm	3 mm	
		D <= 25 cm	2 mm	
<b>OTRAS</b>	Resistencia a compresión	(daN/cm <sup>2</sup> ) >= 100		
	Masa	Soga <= 26 mm	Grueso 35 mm	>= 1.000 gr
			52 mm	>= 1.500 gr
			79 mm	>= 2.000 gr
		Soga >= 26 mm	Grueso 35 mm	>= 1.500 gr
			52 mm	>= 2.200 gr
			60 mm	>= 2.550 gr
		70 mm	>= 3.000 gr	
		Ladrillos con absorción >= 16%	Se admite una reducción en la masa del 4% si 16<=A<18 7% si 18<=A<20 10% si A>=20	
	Eflorescencias	Ligeramente eflorescido		
Heladicidad	No Heladizo			
Color	Los ladrillos esmaltados o coloreados en superficie, no experimentarán alteración ni variación sensible de calor al ser sometidos al ensayo correspondiente			

**Tabla 4.3.5 Tabla resumen de Características exigidas a los ladrillos cara vista.**

**Fuente: Asociación de fabricantes de ladrillos y tejas. 2009**

Como corolario indicar que la industria de fabricación de arcilla cocida no tuvo conciencia de la necesidad de fabricar sus productos dentro de unos estándares de calidad mínimos hasta 1980, con la aparición del sello INCE.

A partir de este momento y obligada por las sucesivas legislaciones de obligado cumplimiento (Pliego de recepción de ladrillos RL-88, Normas UNE y sus sucesivas actualizaciones) la industria de la arcilla cocida en la Sagra se adapta con agilidad a la nuevas reglamentación. A finales de 2009 todas las fábricas de la comarca disponen de laboratorios propios donde realizar sus propios los controles de calidad, y la gran parte de las empresas del sector tienen implantados sistemas propios de calidad certificados (de las 28 empresas asociadas a Hyspalit y ubicadas en la Sagra 22 tienen sistemas de calidad implantados, 2 están en curso y solo cuatro de ellas no lo tienen previsto)<sup>26</sup>.

#### ***4.4. Variedades de ladrillo tradicional específicas de la Sagra.***

El tipo de ladrillo que se fabricaba habitualmente en los tejares tradicionales del sur de la provincia de Madrid hasta las orillas del Tajo era el ladrillo ordinario o tosco. Se caracterizaba este tipo de ladrillo por utilizar un grano de arcilla más grueso y más

---

<sup>26</sup> Fuente [www.hyspalit.es](http://www.hyspalit.es) y paginas web propias de cada empresa. Los grupos : Ceratres, Cerámica la paloma. Cerámica La Oliva, Grupos Díaz Redondo, Cerámica Mazarron, Cerámica Mora, cada uno de ellos con al menos dos compañías independientes tienen sistemas de gestión de la calidad auditados.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

poroso que el ladrillo fino, ya que las tierras estaban cargadas de arena y resultaba más económico<sup>27</sup>.

Se fabricaban tres tamaños de ladrillo macizo que se diferenciaban fundamentalmente en el grueso, a saber<sup>28</sup>:

- El ladrillo Froga, que tenía de largo 29,24 cm (un poco más de un pie) de ancho 19,13cm de ancho (entre 8 y nueve pulgadas) y un espesor de 2,92cm.
- El ladrillo Fabriquero con un largo de un pie (27,7cm), el ancho entre 18 y 20cm (entre 8 y nueve pulgadas y un espesor de dos dedos escasos 3,3cm).
- El ladrillo Jabonero, que era un poco más grueso que los anteriores. Tenía 29,3cm de largo por 19,9cm de ancho y 4,7cm de espesor.

Con independencia de estos tres tamaños de ladrillo ordinario, se fabricaban ya con mezclas con mayor contenido en arcilla y grano más fino ladrillos de calidad, pero en menor cantidad.

*La calidad de los ladrillos de esta zona se puede comprobar mediante el estudio de conservación de los ladrillos de los edificios de la ciudad de mayor relevancia del entorno: Toledo. El CTAC dentro de sus labores de investigación llevó a cabo un "Estudio de alteraciones de ladrillos históricos".<sup>29</sup>Dicho trabajo pretendía determinar las causas y los tipos de alteración físico-química de ladrillos históricos, producidos por*

---

<sup>27</sup> Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916 Pag.196- 197

<sup>28</sup> "Manual del albañil" de Ricardo Marcos y Bausá pag.56.

<sup>29</sup> CTAC . Centro tecnologico de la Arcilla cocida en Toledo. Agripino Pérez Lorenzo 2004).

*la acción de diferentes agentes externos, de cara a sentar las bases para la preservación y conservación de estos materiales.*

*Se hizo un breve inventario de los ladrillos de diversas épocas correspondientes a edificios históricos de la ciudad de Toledo, clasificándolos en función de su exposición ambiental y ubicación en los edificios. Para ello se han utilizado diversas técnicas de análisis como la difracción de rayos X, Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), y se han realizado ensayos de resistencia a compresión, absorción y succión de agua, densidad y porosidad.*

*Por otra parte, se han localizado las materias primas con las que se elaboraron los ladrillos en su día, mediante correlación de elementos traza y minerales pesados. Con estas arcillas se fabricaron probetas de laboratorio que se han cocido a diferentes temperaturas, y se sometieron después a los mismos ensayos que los ladrillos históricos, comparándose los resultados. También se estudió la diferencia entre ladrillos antiguos y ladrillos actuales elaborados con arcillas comerciales de zona de La Sagra.*

*De los resultados obtenidos se puede concluir que la mayoría de los ladrillos históricos de composición calcárea tienen una gran durabilidad debido a los procesos de re-carbonatación, disolución y reprecipitación dentro de su sistema poroso, explicándose así la buena conservación que en general presentan los edificios históricos construidos con estos materiales.*

#### **4.5. Evolución de productos derivados fabricados en la Sagra.**

A la gran variedad de productos de cerámica estructural que tradicionalmente se vienen fabricando en la comarca (todo tipo de ladrillos ordinario, cara vista, tejas cerámicas, bovedillas para forjados mixtos, etc) se han sumado en las tres últimas décadas nuevos productos fruto de la investigación en el sector.

No en vano la industria cerámica invirtió 270 M€ en I+D+i durante el período 2004 a 2007 que se han destinado a diversos proyectos de Investigación. Entre ellos el más conocido es el sistema Silensis<sup>30</sup>; se trata de un estudio realizado para encontrar soluciones constructivas basadas en productos cerámicos tradicionales y que cumplan con las exigencias del Código Técnico de la Edificación, CTE DB HR, en materia de transmisión de ruidos entre diferentes dependencias de un edificio.

Dentro de este estudio se ha elaborado y adoptado tres tipos de soluciones con paredes cerámicas que cumplen con la normativa exigida, a saber: un sola hoja compuesta por materiales pesados (termoarcilla, o ladrillo macizo o perforado), dos hojas ligeras con una banda continua elástica que impide la transmisión entre pared y forjado y una solución mixta de hoja pesada y hoja ligera.

---

<sup>30</sup> Promovido por la Asociación Hyspalit en colaboración con el Instituto de Acustica del CSIC y un laboratorio LABEIN.

EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA



Figura 4.5-1 Gráfico de Soluciones de elementos separadores según el CTE-DB-HR

Fuente: Asociación de fabricantes de ladrillos y tejas. 2009 . [www.silensis.es](http://www.silensis.es)

Otro de los productos relativamente novedosos es la **Termoarcilla o bloque cerámico de baja densidad**, dotado de una capacidad de aislamiento térmico y acústico muy superior a los productos tradicionales.



Tabla 4.5-2 Bloque de termoarcilla

Fuente: [www.Hyspalit.es](http://www.Hyspalit.es). Asociación de fabricantes de ladrillos y tejas. 2009



Se obtiene a partir de una mezcla de arcilla, con aditivos aligerantes, que se gasifican durante el proceso de cocción a más de 900 °C sin dejar residuos, lo que origina una fina porosidad homogéneamente repartida en la masa cerámica del bloque. La geometría de la pieza específicamente estudiada, confieren a este producto características singulares, consiguiendo que muros de una hoja tengan prestaciones equivalentes o superiores en algunos aspectos, a los muros compuestos de varias capas<sup>31</sup>. En la comarca de la Sagra existen en estos momentos tres grandes fábricas que comenzaron a funcionar alrededor de 1990<sup>32</sup>.

Otro producto innovador y que está teniendo una irregular aceptación por el mercado son las **Placa cerámica pretensada**<sup>33</sup>. La Placa Cerámica Pretensada sistema constructivo para la formación de forjados, basado en piezas cerámicas especialmente estudiadas, que forman una pieza compacta y autoportante, compuesta principalmente por nervios longitudinales de hormigón pretensado y piezas cerámicas unidas en su parte superior por nervios transversales de rigidización. Cada pieza posee unas medidas estándar de largo-ancho-alto se presentan en varios formatos y admiten cualquier corte especial, para su colocación en forjados horizontales e inclinados.

---

<sup>31</sup> [www.termoarcilla.org](http://www.termoarcilla.org) .Consortio termoarcilla, agrupación de fabricantes de termoarcilla .

<sup>32</sup> La primera fábrica entró en funcionamiento en la Sagra 1993 ( Ceratres)

<sup>33</sup> [www.ceratres.es](http://www.ceratres.es) . Principal fabricante de placas cerámicas pretensadas y que ha conseguido la autorización de uso emitida por el Ministerio de Fomento.

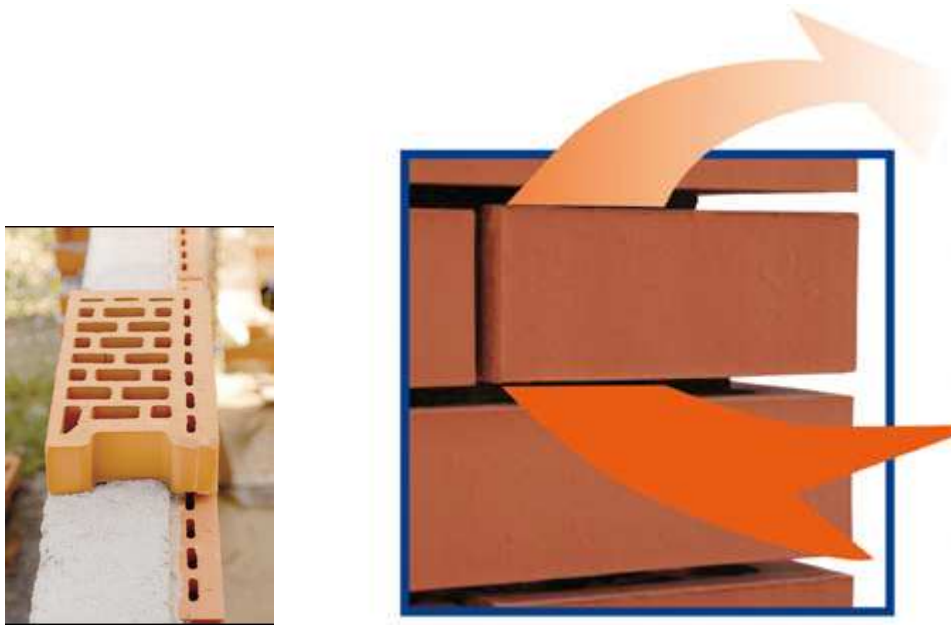


**Figura 4.5-3 Placa cerámica pretensada**

Fuente: [www.ceratres.es](http://www.ceratres.es) . 2009

Las exigencias del Código Técnico de la edificación CTE en materia de aislamiento térmico han suscitado una respuesta diferente que el aislamiento acústico. En este extremo los fabricantes se han lanzado a crear sus propios productos al mercado. Un ejemplo son las diferentes soluciones de fachadas ventiladas, que cada fabricante está desarrollando. Se enuncian como ejemplo dos soluciones:

1.- **Ladrillo Ventilado:** Se trata de una solución cerámica en su totalidad en la que en la misma pieza cerámica de cerramiento se dispone de una zona con celdillas por las que circulará el aire ventilando la fachada. Es un poco delicada su colocación, ya que se debe evitar cubrir con mortero las celdillas exteriores., según se aprecia en la fotografía adjunta. Este sistema reduce el flujo de calor desde la cara exterior a la cara interior de la fachada en un 16%



**Figura 4.5-4 Ladrillo ventilado y esquema de funcionamiento.**

Fuente: Catalogo virtual caravista de HDR . 2009

2.- **Placas cerámicas para fachadas ventiladas**, creadas para ser colocadas sobre una estructura metálica. Como se puede observar en la fotografía siguiente.



**Figura 4.5-5 Placa cerámica para fachada ventilada y opciones de colocación**

Fuente: Catalogo virtual caravista de HDR . 2009

Por último la mayoría de las empresas del sector están adaptando su fabricación a la demanda, orientando su producción a los nuevos proyectos. Así los grandes

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

fabricantes de la comarca ofrecen una gran gama de colores y formas en el ladrillo cara vista, ofreciendo sus laboratorios para la determinación de la mezcla precisa para la obtención de un determinado color, y la fabricación de moldes específicos para piezas especiales de fachada, o la elaboración de ladrillo denominados manuales, por su similitud con el ladrillo tradicional.

## **5 Cronología de la fabricación de arcilla cocida estructural en la Sagra (1940 – 2010).**

Las primeras ladrilleras aparecieron en Illescas en la década de los treinta y posteriormente comenzaron a expandirse como una mancha de aceite, primero a Pantoja y a Alameda de la Sagra y después alrededor de 1940 en Cobeja.

Desde 1962 a 1972 se produce en la comarca de la Sagra el abandono de la agricultura menos productiva, por actividades de carácter fundamentalmente industrial. El porcentaje sobre el total de la población activa agraria paso del 50-60% en los años 50 a un 25% en la década de los 80<sup>1</sup>.

Como muestra de esta industrialización que se produce en la comarca se toma uno de los núcleos de mayor producción: la zona formada por los municipios limítrofes de Pantoja y Cobeja.

En 1940 un agricultor de Cobeja compró un tejár y lo convirtió en la primera fábrica de ladrillos del municipio. Siguiendo este ejemplo otros vecinos con tierras propias y próximas al pueblo, abandonaban los cultivos poco interesantes y utilizaban las tierras como canteras a cielo abierto. La fábrica se construía al lado de la cantera y cerca de la carretera comarcal, para minimizar el transporte.

---

<sup>1</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

En la década de los 60-70, asociado al aumento del sector de la construcción de viviendas se produce un considerable incremento de la producción, sin atender a la creación de estructuras empresariales adecuadas<sup>2</sup>.

Con la crisis de la construcción de finales de los 70 y principios de los 80, el crecimiento descontrolado de algunas de estas empresas pasó factura y desapareciendo muchas de estas industrias en la reestructuración que se produjo desde 1980 a 1985.

Es en estos años en que el exceso de producción que apareció con la crisis se regula: las fábricas de producción inferior a 300.000tn/año son las que más sufrieron y muchas de ellas fueron cerradas. Para cuantificar la importancia de esta industria en la comarca baste indicar que solo en uno de los municipios de la comarca Cobeja en 1983 se producían 230.000 ladrillos al día<sup>3</sup>.

Las empresas que fueron capaces de sobrevivir debieron acometer profundas transformaciones, fundamentalmente en los procesos de fabricación utilizados; posponiendo muchas de ellas la modernización de su estructura empresarial. Para adaptarse al mercado en la década de los 80 se inicia la automatización integral de toda la fabricación, en contraposición de la política seguida hasta entonces que iba automatizando cada proceso de forma individual. Durante los primeros años de la década, la crisis de la energía desencadenará otro cambio en las plantas que comienzan a estudiar la diversificación de las fuentes de energía empleadas en hornos y secaderos ,

---

<sup>2</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>3</sup> Fernando Jiménez Gregorio “La Sagra toledana” 2002, ISBN-84-95432-01-03

pasando posteriormente a la investigación y desarrollo de nuevas estrategias de ahorro energético.

Desde 1990 hasta 2006 el crecimiento del sector ha sido constante, para lo que ha sido precisas grandes inversiones en maquinaria, que rápidamente eran amortizadas por el aumento de las ventas. Fue en el año 2007 en que se logró el record de producción y de ventas, y fue también en 2007 el momento en el que se presenta la crisis de la construcción que arrastra en su caída a toda la industria de la Sagra.

### ***5.1 Cronología del proceso de fabricación en el núcleo Cobeja-Pantoja (1940-2010).***

Es apreciable una cierta homogeneidad en la forma de crecimiento de las empresas de fabricación de arcilla estructural en la comarca. Como todo sector concentrado en una pequeña extensión geográfica, los fabricantes se conocen y mantienen procesos tecnológicos de fabricación similares.

Atendiendo a este hecho se ha escogido como prototipo una empresa de tamaño medio, de la carretera de Cobeja/Pantoja y que todavía está en funcionamiento. Se describirá el proceso de fabricación en cada periodo de forma esquemática, ya que cada uno de los trabajos ha sido descrito en apartados anteriores. Los períodos no tienen la misma duración puesto que dependen del momento en que se introdujeron cambios significativos en la fabricación.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

La actividad de esta empresa prototipo se inició en 1945. A continuación se describen los avances del sistema de fabricación en los diferentes períodos.

### **Periodo 1945-1946**

#### ***Inicio de la actividad.***

La extracción <sup>4</sup>se realizaba a pico y pala en la finca y se trasladaba hasta la fábrica en mulos. La tierra se trasladaba con carretillas se vertía en montones y se regaba hasta convertirla en barro. A paladas se alimentaba el laminador de rulos o de rodillos.

De ahí se vertía en la galletera o extrusora y a la salida el prisma de arcilla, con sus irregularidades, fundamentalmente sus huecos debidos al aire de la pasta, se llevaba al carro cortador. (Las primeras extrusoras se habían empezado a fabricar en España en 1929<sup>5</sup>).

En carretillas se transportaban las piezas a unas estanterías de madera donde eran secadas al aire al menos 45h, dependiendo del tiempo climatológico y teniendo en cuenta que el ambiente es muy seco en la comarca<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>5</sup> Libro del centenario de Talleres Felipe Verdes. 2009.

<sup>6</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Se cocían en un horno tipo árabe que se cargaba a mano. De una vez se cocían unas 20.000 piezas en unas 12 horas, lo más trabajoso era encañar el horno (la carga y descarga manual del horno)<sup>7</sup>.



Foto 5.1.-a Vista de horno árabe tipo en Jaén. 1953  
Fuente: Catalogo Malpesa SA, [www.malpesa.es/publicaciones](http://www.malpesa.es/publicaciones)

El horno tipo árabe tiene una sección rectangular con cuatro paredes, por debajo hueco para favorecer el tiro y sin cubierta. Los ladrillos se disponían en filas con huecos entre ellas para introducir el carbón, y en la parte de atrás se introducía la paja. Una vez colocada la carga se cubría con una fila de ladrillos ya cocidos y se prendía la paja, cuando los ladrillos estaban suficientemente fríos se apilaban en el patio a mano para la venta.

Para este tipo de fábrica se empleaban unos 12 operarios, y la producción era de 20.000 piezas cada hornada<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>8</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

### 1947-1948

*Con la fábrica ya en funcionamiento se decide acometer las primeras inversiones,*

La primera gran innovación <sup>9</sup> fue la colocación de una **bomba de vacío antes de la extrusora**, con lo que la pasta arcillosa ya no tenía aire en su interior. La supresión de las burbujas de aire disminuía la aparición de poros o de oquedades en el producto cocido origen de la mayoría de piezas defectuosas, además de favorecer el funcionamiento continuo de la extrusora.

La escasez de materiales metálicos durante los años 40 en España, convertía la maquinaria en artículos de lujo, que eran mantenidos con mucha dedicación. Por otra parte <sup>10</sup> se utilizaba un solo motor en la zona de preparación de arcillas, amasado y moldeo, de tal forma que a partir de un sistema de poleas planas y bandas se transmitía el movimiento a los ejes de las diferentes máquinas, con los consiguientes problemas de sincronización.

La segunda innovación <sup>11</sup> fue la construcción de **un horno de funcionamiento continuo**, de sección elíptica tipo Hoffman, que ha sido descrito en otros apartados. La pasta para cocer se encaña delante del fuego. Se alimenta el fuego desde el techo con unas aberturas o boquillas desde las que se echa el carbón.

---

<sup>9</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>10</sup> “Libro del centenario de Talleres Felipe Verdes SA 1908-2008”. 2009

<sup>11</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

El proceso que determina la calidad final del ladrillo es la cocción. Si se cuece mucho se forma un amasijo deforme que se denominaba “Bola” que atasca hornos y es muy costoso de eliminar. Por tanto la calidad del ladrillo dependía de la pericia de los responsables de la alimentación de los hornos<sup>12</sup>. Este tipo de horno siguió utilizándose hasta mediados de 1970.

El resto de las operaciones no sufrió variaciones.

El número de operarios de la fábrica subió a 16, al necesitarse 4 operarios para encañar el horno.

### **1960**

***La extracción pasa realizarse de forma mecánica con tractores y palas mecánicas<sup>13</sup>.***

La tierra extraída ya no se apila sino que se pasa directamente a un alimentador donde se va mojando. La pasta se deposita en una cinta transportadora que la deposita en el molino de rulos<sup>14</sup>. Como curiosidad indicar que en 1961 todavía se montaban los molinos de rulos sin grúa, por lo que el montaje de cada uno de estos equipos requería la presencia de toda la plantilla, más los técnicos especialistas<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> Conversación con P. Rognoni, D.C, de HDR

<sup>13</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>14</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>15</sup> “Libro del Centenario de Talleres de Felipe Verdes SA 1908-2008” 2009

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

La red eléctrica de la época apenas podía abastecer a la población, se sobrecargaba con bastante facilidad, su flujo era muy poco estable y eran frecuentes los cortes de fluido eléctrico. Para garantizar la calidad del producto a la salida de la galletera, se trabajaba de noche,<sup>16</sup> cuando los cortes de energía eran menos frecuentes y el flujo eléctrico más estable. Mediante un sistema de cintas transportadoras, tras ser cortado el prisma en piezas se trasladaba hasta las cercanías del horno<sup>17</sup>. Allí se dejaba secar los ladrillos sobre estanterías de maderas colocadas en la parte superior del horno en rejales hechos pieza a pieza de forma manual para aprovechar el calor residual del mismo.

Los hornos tipo Hoffman se comienzan a descabezar y pasan a convertirse en dos hornos lineales en paralelo<sup>18</sup>, con la alimentación del carbón por unas bocas ubicadas en la parte superior y distribuidas de forma uniforme por toda la cubierta.

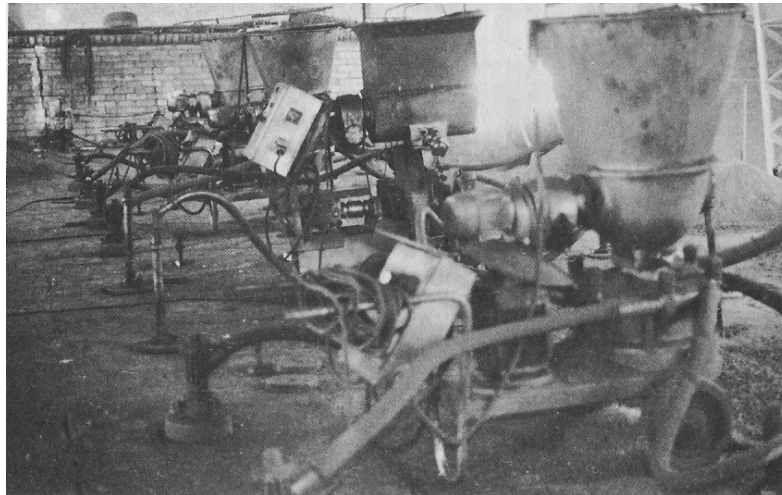


Foto 5.1.-b Vista de boquillas de alimentación de carbón en parte superior del horno.  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

<sup>16</sup> Conversación con P. Rognoni, D.C, de HDR

<sup>17</sup> Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>18</sup> Conversación con P. Rognoni, D.C, de HDR.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Los hornos se cargaban y descargaban por aberturas en los laterales llamadas “porteros”. Los oficiales que alimentaban el horno eran auténticos especialistas ya que debían calcular el grado de cocción exacto de los ladrillos basándose en su experiencia y en color de las piezas que se entreveían desde las aberturas laterales. Se apilaba el carbón en la cubierta del horno y se iba echando a pala poco a poco y con distinto ritmo según el momento de la cocción en que se encontrasen los ladrillos que había en esa zona del horno.

Se trabajaba solo con calzón en verano y en invierno y con unas abarcas de goma que se protegían con dos o tres capas de papel para aislarse del calor. Se trabajaba durante todo el turno de 55 a 65 °C en las inmediaciones del horno, por lo que resultaba un trabajo extremadamente duro.



**Foto 5.1.-c Vista parcial de boca de horno tipo Hoffman cargado a mano ..  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985.**

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

La alimentación del horno se comienza a hacer por medios mecánicos, aunque se mantiene el sistema de fuego móvil y carga fija.



Foto 5.1.-d Carga del horno tipo Hoffman por medios mecánicos.

Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

Se pasó a una capacidad de cocción de 100.000 piezas en una hornada, y no se utilizaba paja sino solo carbón<sup>19</sup>. En otras regiones como Cataluña, se comienzan a instalar los primeros hornos túnel<sup>20</sup>.

El número de operarios debido a las nuevas etapas de proceso aumentó en dos pasando a tener 18 operarios y la producción diaria de la fábrica pasó a 50.000 piezas día<sup>21</sup>.

---

<sup>19</sup> Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo" 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

<sup>20</sup> " Libro del Centenario de Talleres de Felipe Verdes SA 1908-2008" 2009

<sup>21</sup> Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural : Cobeja de la Sagra Toledo" 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo : Obra cultural

### **1970-1975**

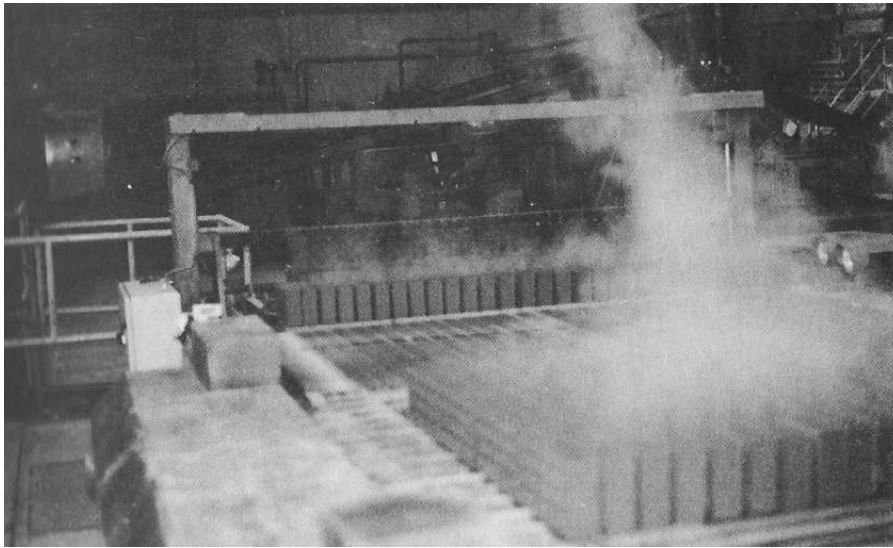
*Se introducen dos innovaciones significativas sustanciales en el proceso: cámaras de secado y la mecanización a la salida de la extrusora.*

Ya no se utilizan los secaderos al aire libre naturales sobre el horno, sino que se empiezan a construir **cámaras de secado de techo bajo**, donde las piezas se secan mediante aire caliente insuflado por dos generadores de fuel-oil, de esta manera se reduce considerablemente el tiempo de secado.

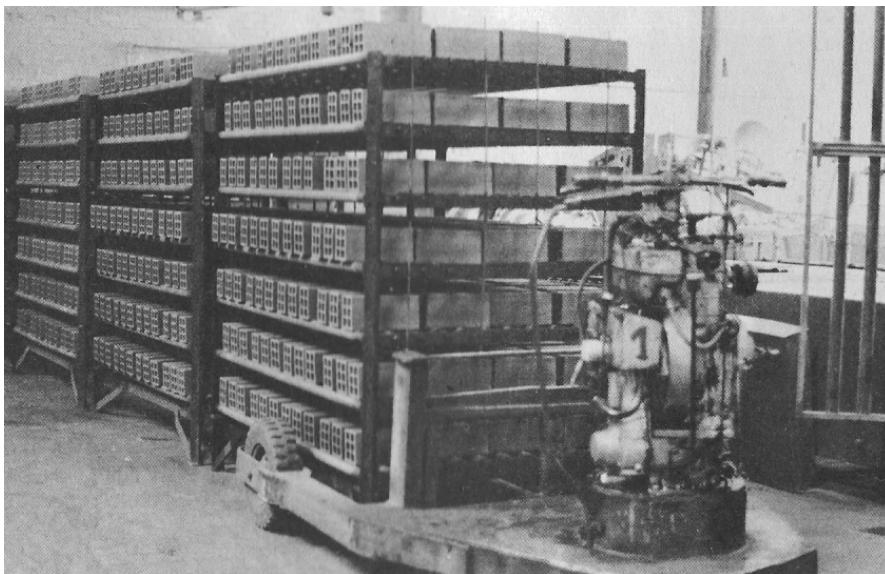
Las cámaras de secado tienen unos 2,7m de alto por 1,5 de ancho y 15 a 20 m de longitud. Disponen de salientes horizontales donde se colocan los listones que soportan los ladrillos a secar, mediante un sistema de vagonetas creadas al efecto. Los ladrillos se secan por corrientes de aire caliente y la velocidad de secado se puede regular modificando el espacio entre los ladrillos. Para evitar problemas en el secado se dispone de cámaras en serie en las que el aire que circula tiene diferentes temperaturas y grados de humedad. Así sobre los ladrillos recientes no actúa el aire caliente directamente, mientras que sobre los casi secos se insufla aire muy caliente y con un mínimo grado de humedad.

Y por otra parte **se automatiza totalmente la salida del prisma continuo de arcilla extruida, a la mesa cortadora** y de ahí pasará de forma todavía manual a las bandejas de alimentación de las cámaras de secado. Las piezas dispuestas en bandejas son trasladadas en carretillas a las cámaras de secado.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Foto 5.1.-e Vista de mesa de cortado, con los ladrillos dispuestos para la colocación en bandejas.**  
**Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.**



**Foto 5.1.-f Vista de traslado de piezas al proceso de secado.**  
**Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.**

Esta disminución de tiempos permite aumentar la producción hasta 70.000 ladrillos al día.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Se puede ver una reseña de un artículo de 1940, de la revista Brick and Clay, que se refiere a una fábrica capaz de producir 70.000 ladrillos día en el capítulo 9 de este documento, con un sistema de fabricación muy similar, 30 años antes.



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

El número de operarios se mantiene, ya que la automatización de este último proceso requiere supervisión. No obstante disminuye el ratio de horas hombre por 1000 ladrillos, ya que se requieren 18 operarios para hacer funcionar la fábrica aumentando la producción en 20.000 piezas día.

### 1975

*El continuo aumento de la demanda permitiría la inversión en una nueva fábrica, (ya que las actualizaciones anteriores resultaban insuficientes), manteniendo en funcionamiento la planta inicial.*

La principal innovación es la construcción de **un horno túnel**, que obliga a algunos cambios. A diferencia del horno tipo Hoffman o Hoffman modificado, el fuego es fijo y la carga móvil. Se cambia el combustible pasando en una primera fase a fuel-oil. Se alimenta desde el techo en el que se disponen unas pequeñas aberturas en donde se sitúan la boquillas de carga de carbón y posteriormente los mecheros de fuel-oil.



Foto 5.1.-g Vista parcial de los mecheros de fuel-oil de alimentación del horno túnel  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Aprovechando el movimiento de la carga, las cámaras bajas de secado se convierten en secaderos tipo túnel.

**Los secaderos túnel.** Los ladrillos recién moldeados son colocados a mano sobre vagonetas que los introducen en un túnel de secado. Por uno de los extremos del túnel una vagoneta ya seca es retirada y por el otro extremo se produce la entrada de otra vagoneta para secar. Se basa en un sistema que estima el tiempo de secado de las piezas e utiliza el aire que es recuperado del horno túnel, mediante un sistema de conductos circulares que lanzan el aire al interior del túnel en el sentido contrario al de circulación de las vagonetas. El aire se insufla en un extremo de la cámara, y en el extremo opuesto se coloca una chimenea de salida, obligando así a la circulación del aire por el túnel.

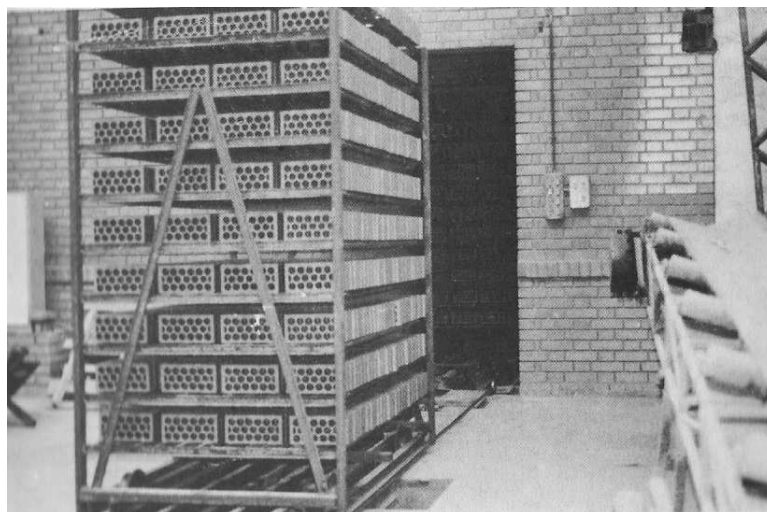


Foto 5.1.-h Vista de material dispuestos en bandeja sobre carriles su entrada en el secadero túnel .  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Con la carga en movimiento se propicia el inicio de los procesos de automatización del transporte de materiales a la salida del horno. Hasta este momento todo de apilado y desapilado de la carga del horno se realizaba de forma manual.

En el proceso de **Apilado manual** un operario extrae el material seco de las bandejas de secado y se forma un tronco piramidal sobre las vagonetas del horno. Esta disposición de los ladrillos en el horno permite adaptarse a su cubierta abovedada, para ocupar todo el volumen de la cámara y no desperdiciar el calor del mismo. En ocasiones se utilizaba un sistema mixto de apilado por el que se carga la parte inferior del horno de forma mecánica transportando los paquetes ya confeccionados con carretillas hasta el interior del horno, completando la carga de forma manual para adaptarse a la cubierta abovedada. Hasta que no se dejaron de utilizar estos hornos de carga estática, alrededor de 1990, se mantuvo este sistema de apilado mixto.

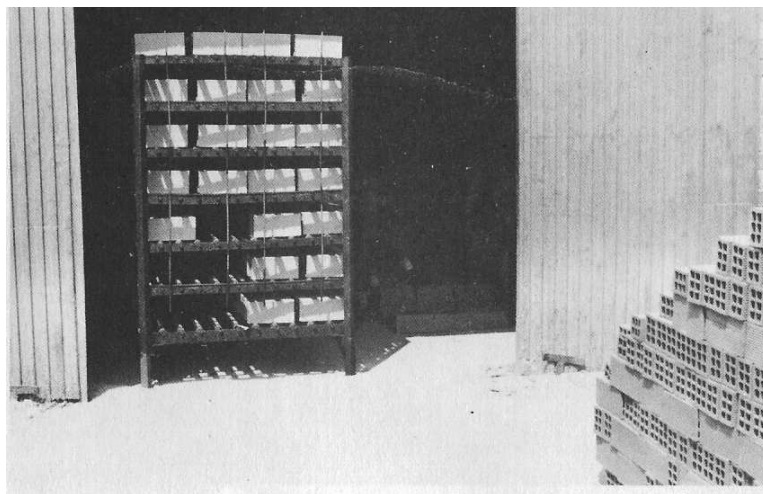
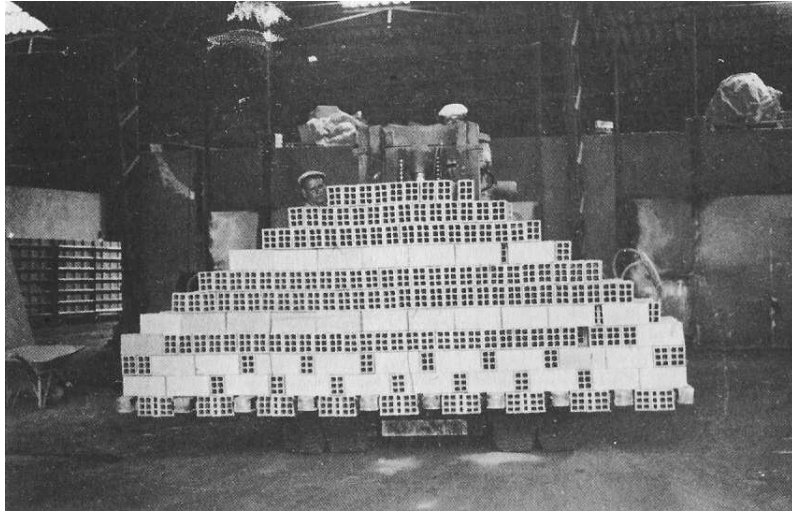


Foto 5.1.-i Vista de bandeja de material seco a medio descargar de forma manual.  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Foto 5.1.-j Vista de material seco dispuesto de forma manual para la carga del horno túnel.  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985.**

El número de operarios mantiene en 18, pero aumenta la cualificación de los mismos.

**En 1985 -1990**

*Como recopilación de los diferentes avances que se han ido produciendo en el proceso en estos años se realiza una recopilación general en este momento<sup>23</sup>:*

- Extracción

Se realiza a cielo abierto con medios mecánicos y debido a que las parcelas destinadas a canteras abarcan grandes extensiones, la profundidad de las mismas todavía no es importante y el transporte se hace en camiones a la fábrica.

---

<sup>23</sup> Begoña Cernuda Vergara “Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo” 1985. Editado Caja de ahorros de Toledo: Obra cultural. Pag. 46

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Foto 5.1.-k Vista de la máquina utilizada para la extracción a cielo abierto de la arcilla. Obsérvese que se trata de la misma cantera que se fotografía en el apartado 5.3. veinte años después.**

**Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.**

- Preparación

La arcilla extraída debe de ser preparada para su moldeo. Las condiciones que debe de cumplir tras el proceso de preparación son:

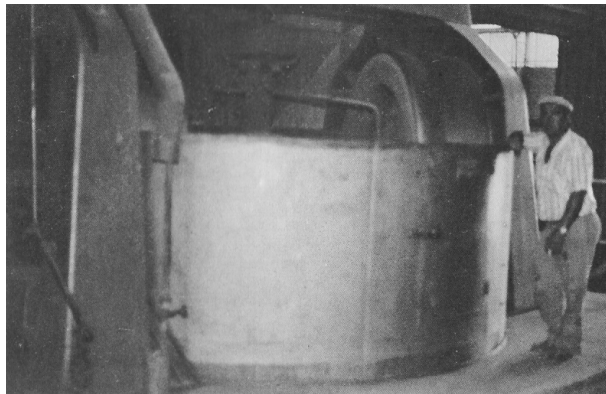
- 1.- Depuración: es indispensable eliminar todos los guijarros, sales solubles en cal.
- 2.- División: Hay que reducir los terrones de arcilla en pequeños fragmentos.
- 3.- Homogeneidad: La mezcla arcillosa antes de la entrada debe ser lo más homogénea posible, en composición como en cantidad de agua añadida.
- 4.- Grado de humectación adecuado.

Para ello se utilizan los siguientes elementos:

**Laminador:** Consta de dos cilindros en paralelo que girando a distinta velocidad que desgarran el material. A través de cintas transportadoras pasa al siguiente elemento.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

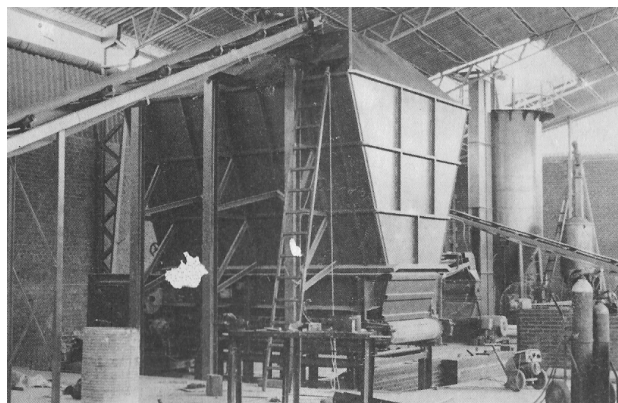
***Molino de rulos:*** Dos cilindros giran alrededor de un eje vertical y a su vez el conjunto se desplaza sobre una base metálica triturando la arcilla. En este proceso se humecta ligeramente la masa. Esta pasa a través del sistema de cintas transportadoras al siguiente paso.



**Foto 5.1.-I Molino de rulos en fábrica de Cobeja**

**Fuente:** Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

***Tolva de alimentación:*** El material ya preparado se deposita en la tolva de alimentación desde donde pasará a la mezcladora.



**Foto 5.1.-m Tolva de alimentación en fábrica de Cobeja**

**Fuente:** Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

En 1985<sup>24</sup> se comienzan a construir los primeros acopios interiores de arcillas con sus equipos automáticos de alimentación y dragas.

**Mezcladora amasadora:** En una artesa dos palas horizontales van mezclando, humectando y empujando a la arcilla hacia la entrada en la máquina de moldeo.

La pasta homogénea, continua y con un grado de humedad adecuado es depositado en la máquina de moldeo o “galletera”.

- Moldeo

A lo largo de un período no definido en el tiempo, las tradicionales galleteras más la bomba de vacío, fueron siendo amortizadas y sustituidas por **extrusoras de vacío**, con la bomba de vacío integrada. Aunque la comercialización de estas máquinas se produce desde principios de 1970, este cambio en la comarca se va realizando de forma progresiva. En 1985, prácticamente todas las extrusoras llevaban incorporada la bomba de vacío.

El principal escollo todavía en este momento para la fabricación continua sigue siendo la obtención de una columna de arcilla regular a la entrada de la boquilla de la extrusora. Esto se consigue disminuyendo la velocidad de salida de la masa arcillosa en el núcleo central y aumentándola en el contorno, ya que una masa con diferentes velocidades en la salida de la extrusora produce irregularidades en el prisma extruido. De tal forma que

---

<sup>24</sup> Libro del centenario de Talleres Verdes SA 1908-2008

la labor más delicada del moldeo era el ajuste de la velocidad de la extrusora en cada cambio de boquilla y por tanto de pieza a fabricar.

A la salida de la galletera el prisma es depositado en una cinta transportadora que lo lleva hasta la mesa cortadora.

**Mesa cortadora** El prisma se corta mecánicamente mediante unos hilos de acero en tensión, con lo que aparecen los ladrillos. A pesar de que la mecanización de la descarga del material a la salida de la cortadora estaba automatizada, todavía en algunas de estas instalaciones la retirada de este material se realizaba de forma manual por un operario que los traslada de tres en tres a la vagoneta de secado.

- Secado y apilado para horno

Este proceso apenas tiene variación en este período y se continúan usando de forma indistinta cámaras de secado y secaderos tipo túnel, sin compartimentar.

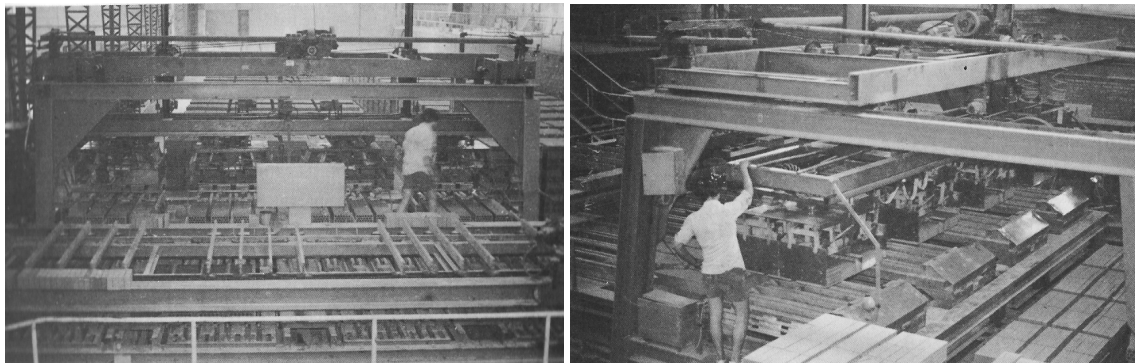
El proceso que sí sufre una mejora es el apilamiento de ladrillos para la cocción, aunque coexisten durante varios años más el sistema automático, con el apilamiento manual. A continuación se describe el sistema de apilado automático.

### **Apilado automático**



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

El material es descargado desde las bandejas de secado de forma automática y posteriormente mediante un sistema de rodillos se dispone para la carga de la vagoneta del horno, Grandes máquinas se encargan del apilamiento del material seco para su colocación en las vagonetas del horno. En las fotos siguientes relativas a la moderna apiladora, instalada en 1985, se puede observar la presencia permanente de un operario entre las diferentes líneas, revisando y ajustando las máquinas; esta situación es impensable en la actualidad en donde todo el proceso se encuentra vallado y no se permite que los operarios accedan a la zona de operación de la maquinaria.



**Foto 5.1.-n Dos vistas de la máquina de apilado.**

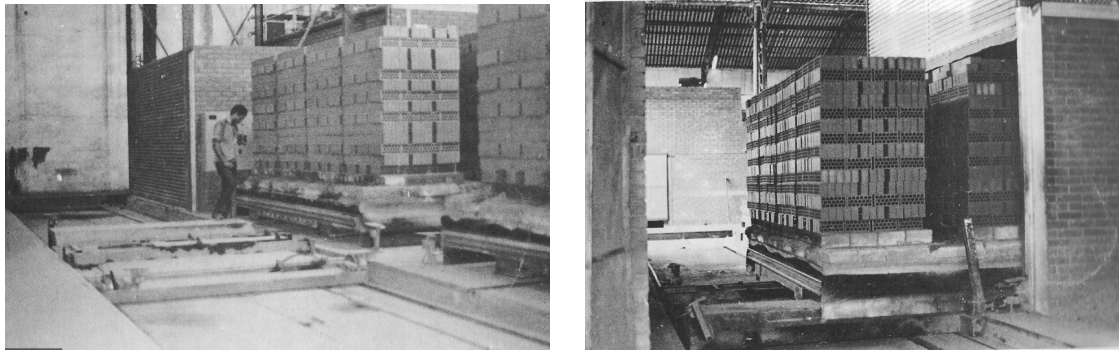
**Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo" 1985.**

- Cocción y desapilado

Todavía en esta década y hasta final del siglo XX se seguirán funcionando los hornos tipo Hoffman, que son utilizados para líneas de productos marginales o para productos calificados de tradicionales por su textura y color.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Para la producción de las grandes cantidades de ladrillo y sobre todo desde la universalización de los parámetros exigidos por la entrada en vigor de las nuevas normativas de calidad, se generaliza la utilización del horno túnel.



**Foto 5.1.-ñ Dos vistas del material a la entrada y a la salida del horno túnel.  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo.1985**

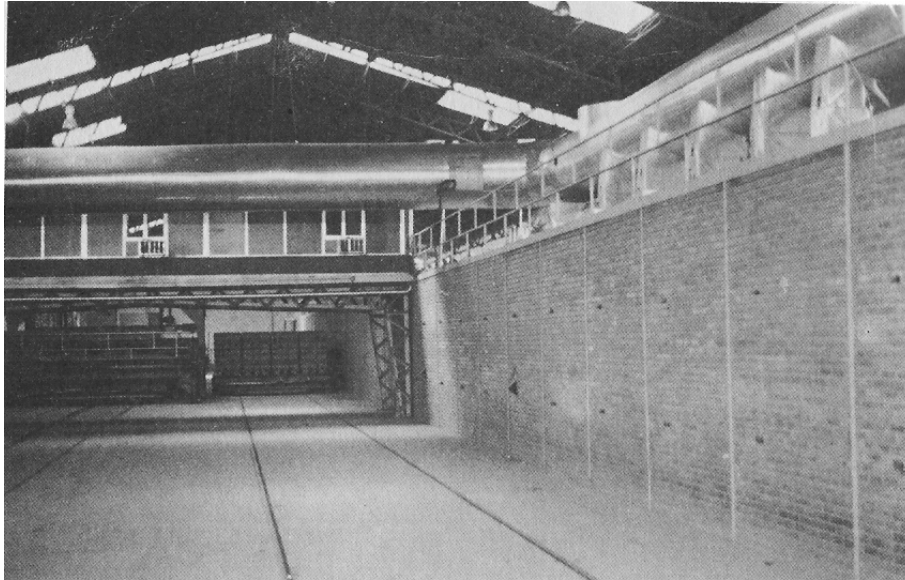
El combustible utilizado era Fuel-oíl con un 42%, carbón con un 46% y mezclas en el resto de los casos. En algunos secaderos de la zona que requieren un consumo energético menor se utilizaba por su economía serrines de fábricas próximas o astillas.

El incremento del coste de estos combustibles durante esta década obliga reconsiderar las políticas de gasto energético seguidas hasta ese momento, que desembocarán en la decisión de obtener puntos de carga de gas natural en el nuevo gasoducto en proyecto entre Madrid y Sevilla.

No obstante la recuperación del calor excedente del horno ha sido una de las preocupaciones de los empresarios en los últimos cincuenta años; buena prueba de los

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

diferentes sistemas utilizados es la siguiente foto tomada en 1985 que muestra el conducto de recuperación de gases del horno túnel al secadero, en esta planta tipo.



**Foto 5.1.-o Vista del conducto de recuperación de los gases del horno para llevarlos al secadero.  
Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo.1985**

El material entra ya paletizado en el horno túnel, y mantendrá esta disposición hasta que no se deshaga el palet, es decir hasta que en obra no se desembale, luego una hipotética inspección visual no va a detectar irregularidades de cocción en el material. Por eso los fabricantes de la comarca dicen que ellos no producen ladrillos, sino que fabrican palets de ladrillos<sup>25</sup>.

- Embalaje y almacenamiento.

---

<sup>25</sup> Conversaciones con fabricantes de la zona.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

A la salida del horno túnel, el ladrillo ya cocido se desapila en la máquina desapiladora según la vista siguiente. Unas palas o pinzas descabezan la parte superior del palet y lo depositan sobre bastidores de madera para su transporte.

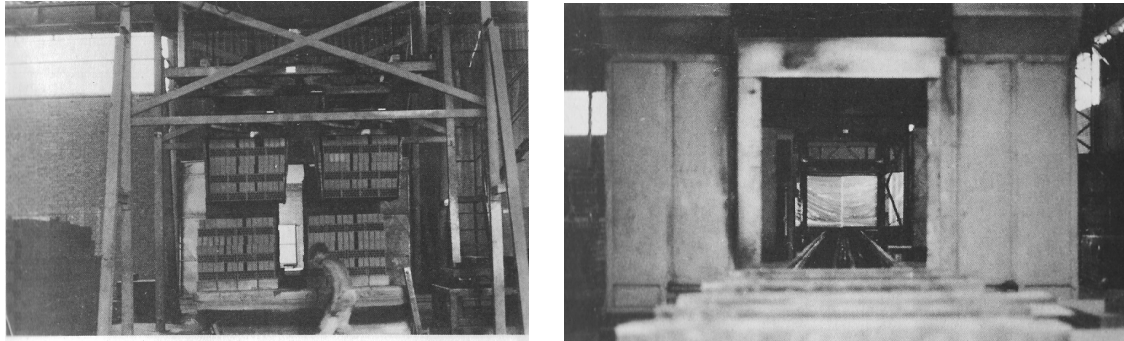


Foto 5.1.-p Dos vistas de la desapiladora y empaquetadora del material.

Fuente: Begoña Cernuda Vergara "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo.1985

En 1985 coexisten tres tipos de preparación de la mercancía para la venta: a granel, flejado y paletizado.

El **ladrillo "A granel"** es el sistema tradicional de embalaje, en el que el material es descargado a mano del horno, y apilado también a mano sobre pilas en el patio de la fábrica normalmente a la intemperie, esperando ser cargado en camiones hacia su destino. Este ladrillo resultaba al comprador más económico, y debía de ser cargado y descargado mediante una cadena humana, que evitase que el ladrillo se golpease contra el suelo. El deterioro de los ladrillos en este tipo de embalaje era enorme, se podía llegar a desechar uno de cada 6 ladrillos.

El segundo sistema de embalaje es el **Ladrillos flejados**. Para el embalaje de los ladrillos mediante un fleje se disponen los ladrillos sobre un bastidor de madera de forma

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

manual y se atan unos con otros mediante unos zunchos o cintas plásticas. El bastidor de madera o también llamado palet de ladrillo se devuelve para su reutilización. Este sistema era razonablemente económico y se utilizaba fundamentalmente para el ladrillo hueco.

A principios de la década de los 80 se empiezan a instalar las primeras máquinas embaladoras del material para el ladrillo cara vista. El sistema era el siguiente, del horno túnel sala la vagoneta cargada con el material cocido, una maquina desapiladora lo toma mediante una pinzas y lo deposita en palets de madera. Mediante un sistema de rodillos se lleva a la máquina de embalar en la que se cubre el perímetro con una lámina plástica, que impide que el material se mueva.

Los **ladrillos paletizados** eran más caros, y solo resultaba rentable su embalaje en esos años para los productos más delicados y de coste más elevado, ya que a la ventaja de manipulación de estos paquetes de ladrillo en obra se unía el escaso porcentaje de material dañado en transporte.

Este sistema innovador a principios de la década de 1980 es el utilizado en la actualidad por todo tipo de productos. El abandono definitivo del suministro de material a granel se realiza hacia 1995.

Las instalaciones anteriormente descritas, correspondían a una fábrica de la comarca recién terminada en 1985 y equipada con los últimos avances tecnológicos de ese

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

momento. Estas instalaciones requerían la continua presencia del operario en la zona de trabajo, para pequeños ajustes. Si bien el proceso de fabricación apenas ha variado en estos últimos 25 años, si es cierto que ha sufrido mejoras sustanciales en aspectos tales como la eliminación de potenciales riesgos, la disminución de personal necesario, la incorporación de los PCs en el control de los parámetros de procesos, el cambio de combustible (gas natural), la mejora de los sistemas de ahorro energético (la cogeneración), los introducción de sellos de calidad de los materiales (sello INCE, normas AENOR, marcado CE, etc).

### **En 1990-2000**

Los grandes avances tecnológicos del proceso ya se han producido y solo resta la universalización de su implantación. Hasta finales de los 90 seguirán funcionando algunos hornos tipo Hoffman, manteniéndose el oficio de empaquetador. En estas plantas la automatización es casi total, aunque todavía hornos y extrusoras trabajan a distinto ritmo; el exceso generado por las extrusoras durante los turnos de fabricación diarios es almacenado en las vagonetas ya secas a la espera de su entrada en el horno durante las noches o el fin de semana.

Con la publicación de la RL-88 que permite que los trámites de recepción de material en las obras se simplifiquen si el material tiene el sello INCE, los controles de calidad del material en obra pasan a un primer plano. Se comienza con la instalación de laboratorios de control de calidad propios en fábrica.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

El cambio de combustible en hornos se completa con la sustitución de los derivados del petróleo por gas natural desde 1994. En muchas de las factorías se optó por la construcción de plantas de cogeneración de varios tamaños en edificios anexos, para lo que fueron ayudados por diferentes subvenciones.

Los primeros sistemas de control de variables que empezaron a instalarse tímidamente en los 80, se generalizan ayudados por la expansión de los PCs. El objetivo de estos controles era el de adecuar las temperatura y la velocidad en la cámara de secado y en el horno túnel a la curva ideal temperatura – tiempo requerida por cada pieza para su perfecta cocción. El hito más importante en este terreno se produce a finales de la década cuando los ladrilleros abandonan su dependencia de los fabricantes de equipos y son capaces por sí mismos de controlar las variables del horno.

### **En 2000-2006**

Periodo de crecimiento constante, y ritmo de producción frenético de 365 días al año en tres turnos de fabricación. Se consigue la sincronización de hornos y extrusoras. Se trabaja y se consigue la reducción de consumos energéticos mediante:

- La realización de estudios para determinar la composición idónea de la mezcla de arcillas de distintas procedencias

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

- optimización del proceso de humectación de la pasta, rebajándose así el calor requerido para el secado.

Se automatiza también el almacenado de la arcilla al aire libre. La arcilla transportada bien por camiones o cintas transportadoras, en los acopios exteriores se pretritura, acelerando el proceso de meteorización. Estas grandes apiladoras y amontonadoras funcionan de forma automática y programada sin apenas supervisión.

Se garantiza la calidad del producto mediante la actuación sobre las variables fundamentales del proceso, temperatura y humedad. Las curvas de secado y cocción de cada vagoneta que entra en el prehorno quedan registradas para garantizar que el producto obtenido cumple con lo establecido en su ficha de calidad.

### **5.2 Tabla Resumen**

Se ha procedido a ordenar en una tabla todo lo expuesto en el apartado anterior, es decir a clasificar y ordenar por décadas los cambios que se han producido desde 1940 a 2006 en la Sagra tomando como referencia una planta tipo en Cobeja.

A pesar de que la tecnificación de las plantas en la comarca ha sido muy homogénea, es preciso indicar que los cambios no se han produjeron todos a la vez, sino que se han seguido las estrategias de inversión fijadas por los directivos de cada una de las empresas.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Además de las columnas referidas a proceso de fabricación (extracción moldeo, etc o energía) se han añadido otras variables del entorno no tecnológicas pero decisivas como calidad, modelo empresarial o productividad, que han sido analizadas en varios capítulos de este documento.

Proceso Década	Extracción	Preparación	Moldeo	Secado	Cocción	Manipulación	Energía	Calidad	Modelo empresarial	Productividad
1940	Inicio de la actividad									
1940 a 1950	Con caballerías o a mano de forma casi superficial y transporte con caballerías hasta fábrica	En montones se regaba hasta formar la pasta, y con palas se llevaba al molino de rulos o rodillos	Por extrusión. En una galletera y después a la mesa cortadora. Ya cortado se lleva al rejil, en carretillas.	En rejales hechos a mano encima/ al lado de las paredes de los hornos unas 45 horas	En horno tipo árabe, superficie rectangular con cuatro paredes que se cargaba a mano, el techo eran ladrillos ya cocidos	Carga manual de secaderos, carga y descarga de ladrillos de hornos manual y carga en camiones manual	Carbón , paja entre ladrillos para su cocción , leña procedente de restos de podas	No existía	Aparición de pequeños fabricantes sin estructura de empresa.	SIN DATOS
1950 a 1960	A pico y peña cortada y se va progresivamente abandonando el transporte con caballerías y se comienza el transporte con camiones volquetes	Aparecen los alimentadores en donde se deposita la arcilla para humedecerla y pasarla al laminador	Se generalizan las bombas de vacío antes de las extrusoras o galleteras, para liberar el aire de la pasta arcillosa	En rejales hechos a mano encima/ al lado de las paredes de los hornos	Aparece el Horno tipo Hoffman, con hogar fijo, alimentación manual del hogar de horno.	Cintas transportadoras para la arcilla sin moldear. Carga manual de secaderos, carga y descarga de ladrillos de hornos manual y carga en camiones de ladrillos manual	Carbón , leña procedente de restos de podas -Electricidad en molinos y galleteras	La calidad del producto dependía de la pericia de los oficiales en los hornos. Se redactan las primeras normas UNE, de aplicación en este momento muy reducida.	Empresas familiares, inicio de compra de maquinaria a fabricantes.	EN EL AÑO 1950 : 1.250 PIEZAS /DIA EMPLEADO
1960 a 1970	A cielo abierto generalización de las palas mecánicas, y transporte en camiones.	Directamente la arcilla pasa a un alimentador que se encarga de humedecer y triturar la arcilla. Mediante cinta transportadora pasa al molino de rulos	Se empiezan a sustituir las antiguas galleteras, por extrusoras con la bomba de vacío incorporada.	Aparecen las primeras cámaras de secado con quemadores de fuel-oil. Continúa el secado al aire.	Se evoluciona del horno elíptico a dos hornos lineales que son alimentados por unos orificios en la parte superior con carbón y eran cargados y descargados por una aberturas laterales llamadas porteros.	Cintas transportadoras para la arcilla. Salida automática de la extrusora. Carga manual de secaderos, carga y descarga de ladrillos en el horno semi-manual mediante carretillas. Venta de material flejado y a granel.	Carbón y leña de restos de podas. Comienzan a utilizarse Fuel oil. Electricidad en extrusoras, alimentadores y laminadores	Sin más control de fabricación que el propio del mercado. En 1960 se publica el Pliego de condiciones técnicas de la dirección general de arquitectura, válido para obra pública.	Creación de Hyspalit 1968, comienzo de visitas a ferias cerámicas de Europa	EN EL AÑO 1960 : 2.778 PIEZAS/DIA EMPLEADO
1970 a 1980	Extracción mecánica a cielo abierto y poca profundidad. Transporte con cintas, hasta las zonas de acopio de las fábricas.	Completa automatización mediante cintas transportadoras a los laminadores (molino de rulos etc.), la amasadora o el alimentador, donde la arcilla es humectada hasta la extrusora.	Los equipos ya son extrusoras monobloc con bomba de vacío incorporada. Mejora de las boquillas. La salida a la mesa de corte se automatiza.	Generalización de las cámaras de secado con hornos Hoffman y aparecen en las nuevas instalaciones los túneles de secado combinados con hornos túnel.	Aparecen los Hornos-túnel continúan los Hoffman y lineales alimentados por techo con carbón. Carga y descarga de horno con carretillas, vagonetas en el horno túnel.	Carga de secaderos semi-automática. Aparecen las primeras apiladoras que forman los paquetes para el horno túnel. Para los hornos Hoffman carga con carretillas y a la salida los paqueteros formaban los paquetes cocidos. El empaquetamiento es mediante flejes o a granel.	Carbón ( 50% de las instalaciones) y Fuel oil ( 40% ) en hornos y secaderos. Electricidad en alimentadores, cintas transportadoras, extrusoras, mesa de corte.	Continúan elaborándose normas UNE parciales, se generaliza el Pliego de condiciones de la D.G. de arquitectura de 1960, para obras singulares.	Consolidación del sector, gran aumento de producción con estructura de empresa familiar	EN EL AÑO 1970 : 3.389 PIEZAS /DIA EMPLEADO
1980 a 1990	Extracción mecánica y transporte con cintas, hasta las zonas de acopio de las fábricas. Inicio de los estudios de impacto ambiental.	Se inicia la construcción de los primeros pudrideros en edificación cerrada, para productos de calidad. Selección de los equipos de tratamiento de la arcilla en función del tipo.	Por extrusión. Se optimizan los niveles de humectación de la pasta adecuándolos al tipo de producto a fabricar. Automatización completa del proceso de extrusión y corte hasta la carga de las vagonetas de secado.	Coexisten las cámaras de secado con quemadores de fuel oil con los secaderos túnel que recirculan el aire o los gases de la extracción de los hornos. Coexisten la formación de rejales y descarga manual con las apiladoras y desafiladoras.	Progresiva sustitución de los hornos Hoffman y lineales por Hornos túnel alimentados por carbón o fuel oil. Su desaparición conlleva la carga y descarga semimanual del horno.	Cambio gradual a carga y descarga de hornos automática, mediante apiladoras, que paletizan el material. En los últimos hornos Hoffman parte es paletizado al salir del secadero y se mantiene hasta la salida; el resto es colocado por los paqueteros. Coexisten tres tipos de empaquetamiento para la venta: a granel, flejado y paletizado.	Hasta 1985 uso del carbón y del fuel oil en igual proporción. Progresiva sustitución del carbón por fuel-oil. Primeras gestiones para llegada del gas natural. Generalización del uso del gas natural en hornos y secaderos. Electricidad en el resto	En 1980 publicación del sello INCE. Redacción y publicación del Pliego General de Recepción de ladrillos la RL-88, única norma de obligado cumplimiento.	Transformación en sociedades anónimas. Gradual profesionalización de ciertas empresas del sector.	EN EL AÑO 1980 : 723 TON/AÑO EMPLEADO EN EL AÑO 1989 : 988 TON/ AÑO EMPLEADO
1990 a 2000	Extracción mecánica a cielo abierto a mayor profundidad. Transporte en cintas hasta planta. Problemas de agotamiento de las canteras próximas a las fábricas, necesidad de buscar terrenos nuevos para extracción	Perfeccionamiento del proceso. Primeros estudios para la determinación de las proporciones de arcillas de diferentes vetas para su posterior mezcla	Control de los niveles de humectación de la pasta adecuándolos al tipo de producto a fabricar, automatización completa y sincronizada con mesa de corte y entrada a secadero túnel.	Sustitución de las cámaras de secado por los secaderos túnel que recirculan el aire o los gases excedentes de los hornos. Inicio del control de temperaturas continuo controlado por PCs.	Universalización de los hornos túnel, inicio de la implantación del control de temperaturas continuo mediante sensores controlados por PCs. Recuperación de gases del horno para secaderos y cogeneración.	Automatización completa de la planta, aunque el proceso no es todavía continuo (pequeños almacenes reguladores). Generalización total de la paletización, la unidad de fabricación es el palet (no el ladrillo)	Electricidad /gas natural. Fomento de las instalaciones de cogeneración (gas natural/electricidad). Generalización de los sistemas de recuperación de gases de horno.	Hasta su derogación en 2006 la normativa de obligado cumplimiento es la RL88. Han coexistido con la normas UNE, que aunque de carácter voluntario era exigida por el mercado.	Época de crecimiento de producción constante, sin apenas incremento de personal basado en una actualización de equipos continua. Aparición del Coto minero en 1997	EN EL AÑO 1990 : 1.000 TON/AÑO EMPLEADO EN EL AÑO 1999: 1.853 TON/ AÑO EMPLEADO
2000 a 2007	Extracción mecánica en nuevas canteras más alejadas. Transporte en camiones hasta antiguas canteras situadas junto a las fábricas que se utilizan como zona de acopio y preparación de arcillas. Recuperación paisajística de canteras abandonadas.	Generalización de continuos ensayos de materias primas básicas, agua, arcillas, supervisando la mezcla de arcillas de diferentes canteras y vigilando las cantidades de aditivos a añadir a la pasta	Control continuo de los niveles de humectación de la pasta. Automatización completa y sincronizada con mesa de corte y entrada a secadero túnel.	Universalización de los túneles de secado. Control de temperaturas tanto del entorno como de producto en tiempo real a través de PCs. Posibilidad de variar condiciones en el secadero de forma autónoma por el ladrillero, sin ayuda exterior del fabricante de los equipos.	Optimización de los hornos-túnel mediante la mejora del aislamiento de sus paredes, regulación de quemadores. Registros de control de temperaturas en tiempo real con PCs. Control de parámetros por el ladrillero, sin el fabricante. Recuperación de los gases de combustión para generar electricidad y en secaderos.	Completa automatización de la fábrica, producción casi continua, llegando a sincronizar ritmo de horno con ritmo de moldeo eliminándose los almacenes intermedios en momentos de máxima producción. Se implantan medidas de seguridad para evitar el acceso de los operarios a las zonas de trabajo si el sistema no está parado.	Electricidad /gas natural. Optimización de los sistemas de recuperación de gases de horno. Generalización de las plantas de Cogeneración gas/electricidad	* La Comunidad europea obliga al mercado CE, lo que implica el cumplimiento de las normas EN UNE. * Cada fabricante ha trabajado para obtener las certificaciones que estima necesarias. (p.e Gestión de Calidad del Proceso de Fabricación ISO 9001 y Gestión de Calidad Medioambiental ISO14000 o Gestión de Riesgos Laborales ISO 18000).	Con la crisis iniciada en el año 2007, el sector se encuentra en recesión y está sufriendo una reconversión, que ha supuesto el cierre de 150 empresas en 2007 de las 430 que había en 2006.	EN EL AÑO 2000 : 1.907 TON/AÑO EMPLEADO EN EL AÑO 2006 : 2.138 TON/ AÑO EMPLEADO

Tabla 5.2 Cronograma resumen de la evolución del proceso de fabricación de arcilla estructural en la Comarca de La Sagra desde 1940-2007 ( Elaboración propia)

### **5.3 .Ejemplos de instalaciones de la comarca: actualizadas o en desuso.**

#### **5.3.1. Ejemplo de una fábrica tipo de ladrillos en funcionamiento en Cobeja**

En la comarca de La Sagra, existían a principios de la década del 2000, instalaciones industriales destinadas a la fabricación de arcilla cocida diseminadas todo su territorio; no obstante la mayor concentración de fábricas se produce en el eje Pantoja- Cobeja.

Por otra parte el nivel de desarrollo tecnológico en todas ellas es de los más avanzados de Europa, así como su grado de automatización, que es prácticamente total. Como muestra de esa posición, se han fotografiado las instalaciones de una fábrica<sup>26</sup>, situada en la carretera de Pantoja a Cobeja y que fue remodelada en el año 2004-5.



**Foto 5.3.1 Vista general de Fábrica desde el inicio de la carretera de Cobeja a Pantoja, en 2009.**

**Fuente: elaboración propia**

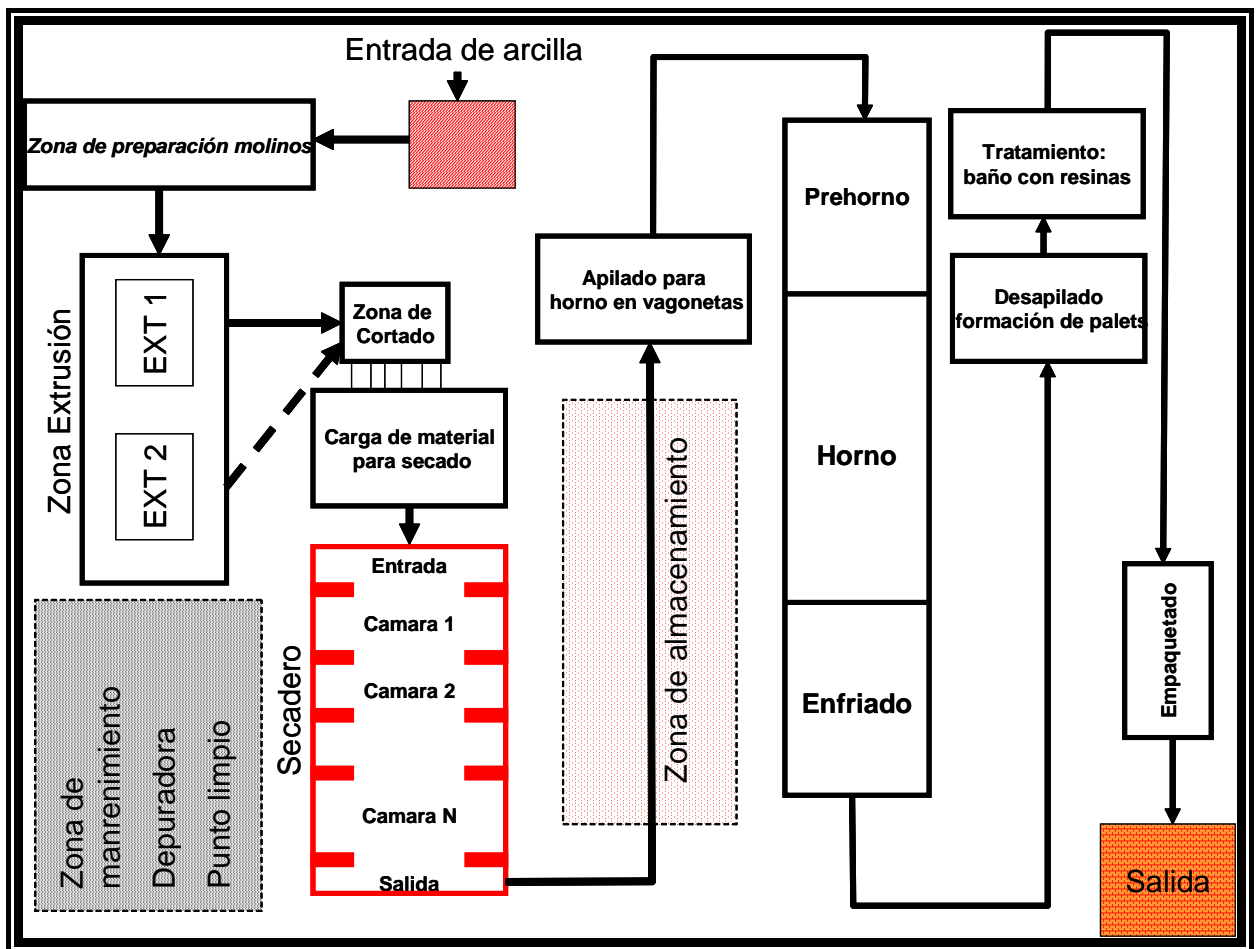
---

<sup>26</sup> La fábrica fotografiada es una de las dos instalaciones que tiene el grupo Hermanos Díaz Redondo SA en Cobeja, concretamente la destinada a la producción de ladrillos y derivados, ya que tanto tejas como productos especiales se fabrican en otro complejo ubicado a menos de un kilómetro. Esta fábrica fue comprada a hacia el año 2002 y remodelada completamente su maquinaria, manteniéndose el edificio inicial.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Las fotografías se han ordenado siguiendo la secuencia de producción. En algunas de ellas se puede apreciar elementos que no pertenecen al proceso elegido, ya que los materiales no siguen un itinerario totalmente lineal, sino que en su recorrido sufren quiebros para ajustarse a las dimensiones del edificio y optimizar los espacios.

A continuación se recoge un esquema en planta o Lay-out de la planta tomada como referencia.



*Figura 5.3.1 Diagrama de flujo de la fábrica de ladrillo fotografiada.2009.*

*Fuente: elaboración propia*

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Además de las zonas asignadas a cada fase de la fabricación, se pueden encontrar dos espacios destinados el primero de ellos a instalaciones auxiliares y el segundo a almacén intermedio. En esta última zona se mantienen los ladrillos ya secos antes de pasar al horno. Este espacio se utiliza para el ajuste de los ritmos de producción entre procesos, ya que las extrusoras y cámaras de secado pueden trabajar a un ritmo discontinuo con el paro de alguno de los turnos de trabajo, de tal forma que se va formando un pequeño stock, que permite el funcionamiento continuo del horno.

### *Paso 1.- Extracción de Arcillas: las canteras.*

Inicialmente la arcilla se extraía de la cantera situada al lado de la fábrica como se puede apreciar en las fotografías siguientes. En el año 2006 ya abandonada la cantera anexa a la fábrica se inicia un proceso de recuperación del entorno, permitiendo el vertido de ciertos materiales controlados procedentes de desmontes o derribos. Esta política ha permitido recuperar hasta el año 2009 unos 7.000m<sup>2</sup> de patio para el almacenamiento de materiales. Esta recuperación es contrastable comprobando una imagen del año 2003 con otra tomada seis años después, en 2009.

Tomando como referencia la chimenea de la planta situada en el centro de las fotos, y que no ha variado, se puede apreciar por un lado la disminución de la profundidad de la cantera y por otro el desplazamiento de la línea de borde de los patios de almacenamiento de la industria.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



*Foto 5.3.2 Vista general de Fábrica desde la carretera de Cobeja a Pantoja, en el año 2003.*

*Fuente: elaboración propia*



*Foto 5.3.3 Vista general de Fábrica desde la carretera de Cobeja a Pantoja, en el año 2009.*

*Fuente: elaboración propia*

*Paso 2.- Preparación de la arcilla.*

La arcilla llega a la fábrica procedente de otras canteras en camiones. Previamente la veta ha sido analizada y aceptada. Las arcillas que lo precisan son desmenuzadas y sometida a una cierta exposición a la intemperie en otra factoría, el resto son utilizadas directamente. Se volcará en el depósito inicial situado ya en el interior de la fábrica y a través de cintas transportadoras pasará a los molinos como se puede comprobar en las

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

fotografías adjuntas. Desde este momento el proceso se encuentra totalmente automatizado hasta la salida de los palets de ladrillos para su venta.



**Foto 5.3.4 Vistas de zona de triturado de la arcilla: molinos y cintas transportadoras en 2009.**  
**Fuente: elaboración propia**

**Paso 4.- Moldeado por extrusión**

Se utilizan para el proceso de moldeo del prisma de arcilla, extrusoras de vacío que humectan la pasta para su correcta extrusión. El agua utilizada en estos procesos procede de pozos de captación y es permanentemente analizada para no supere unos determinados valores limites de sales que impliquen la aparición de impurezas en el producto.



**Foto 5.3.5 Zona de extrusión: dos extrusoras en paralelo para mantenimiento y cambio de salidas2009.**  
**Fuente: elaboración propia**

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Se han colocado dos extrusoras en paralelo de similares características para evitar el colapso de la línea de fabricación. Hay que tener en cuenta que en un proceso continuo los procesos deben de ser redundantes en aquellos procesos más complejos, para resolver cualquier contingencia sin parar el funcionamiento de la planta (considerando como tales en el caso de las extrusoras los cambios de boquilla para la obtención de diferentes productos, la reparación y limpieza de la misma, etc) o simplemente ajustar la producción a las variaciones de la demanda. Todo el tren de cintas que se aprecia en la extrusora de la derecha de la fotografía esta duplicado y se montaría en unas horas en el caso del funcionamiento de la segunda extrusora.



**Fotos 5.3.6 y 5.3.7 Zona de extrusión: dos vistas del prisma de arcilla extruido para cortar 2009.**

**Fuente: elaboración propia**

El correcto ajuste de la extrusora al tipo de arcilla y al producto permite la obtención de prismas de arcilla continuos sin poros o defectos. El prisma continuo pasa a la cortadora que lo separa en las diferentes piezas. Los extremos del prisma son desechados, recogidos y enviados de nuevo a la extrusora para su moldeo. A continuación se recogen varias vistas del proceso de cortado.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Foto 5.3.8 y 5.3.9 Área de cortado, dos momentos del proceso de corte de piezas 2009.**  
**Fuente: elaboración propia**



**Foto 5.3.10 Área de cortado, vista lateral del proceso de corte de las piezas 2009.**  
**Fuente: elaboración propia**

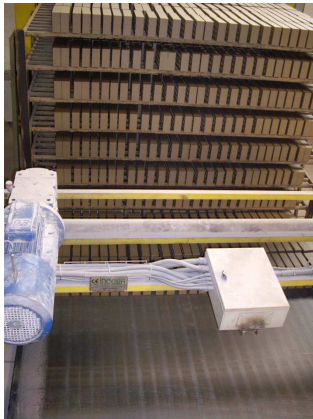
**Paso 5. Apilado para el secado.**

Las piezas crudas todavía mantienen el grado de humedad que necesitaron para su moldeo, por lo que deben de ser liberadas de toda humedad antes de ser introducidas en el horno.

A continuación se muestran varias fotos de las piezas crudas a la salida de la cortadora, en la que se aprecia su colocación automática sobre unas bandejas móviles y posterior

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

colocación sobre unas vagonetas formando unos pequeños rejales que serán los que se introducirán en el túnel de secado continuo.



**Foto 5.3.11 y 5.3.12 Apilado automático para el traslado a la cámara de secado 2009.**  
**Fuente: elaboración propia**

Hasta el túnel de secado las piezas son trasladadas en estas bandejas que se mueven mediante unos vagones que se deslizan por unos raíles dispuestos por la nave. A partir de este momento hasta la salida de la fábrica los materiales serán movidos por los carriles en vagonetas traccionadas por pequeños motores eléctricos.

### *Paso 6. Secado*

Las bandejas con las piezas crudas llegan a la cámara de entrada al túnel de secado continuo. El túnel de secado es continuo y está compuesto por varias cámaras consecutivas con diferentes temperaturas y niveles de desecación.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

En la cámara de secado las piezas crudas reducirán su nivel de humedad de un 23% a alrededor de un 3 o 4% dejándolas listas para el horno. El tiempo de permanencia en las cámaras oscila entre 32 a 36 horas, ajustando el tiempo exacto al ritmo de producción.

El calor utilizado en el secadero es el obtenido del aire que se extrae de la zona de enfriamiento del horno, concretamente del espacio inferior que existen bajo los vagones y del espacio superior que existe entre la cubierta del horno y la cámara del mismo. Varios ventiladores impulsan el aire hacia el sistema de conductos colocados en la parte superior del horno, que atraviesan la nave y llegan hasta el secadero, según se puede apreciar en la foto 10.25 y 10.26.



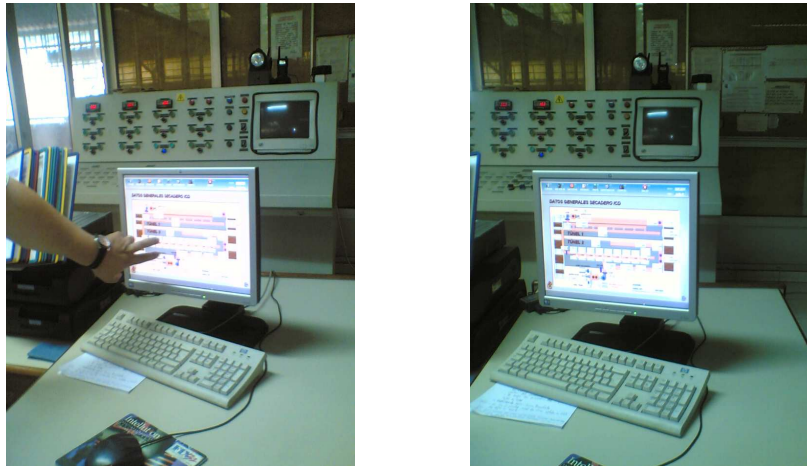
**Foto5.3.13 y 5.3.14 Vagoneta de traslado de materiales a entrada de túnel de secado. 2009.**

**Fuente: elaboración propia**

Cada una de las cámaras del secadero dispone de un sistema de sondas de temperatura, y humedad. El control de las variables del sistema es seguido en tiempo real desde la sala de control en donde se almacenan los datos para su control. En el caso de desviaciones el sistema avisa al operador, que bien no actúa porque las

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

desviaciones están dentro de lo admisible, bien da las órdenes precisas para restablecer los parámetros.



**Foto 5.3.15 Vista general de la sala de control. En el PC, se aprecia en pantalla el sistema de control del proceso esquema de la cámara de secado y sus parámetros básicos 2009.**

**Fuente: elaboración propia**

Para los fabricantes de la zona la introducción de los PCs en el control de las variables supuso una autentica revolución, ya que pasaron de una dependencia total de los fabricantes de maquinarias que les vendían el equipo junto con sus armarios de control y los programas o software asociados, a tener la capacidad de controlar por si mismos los equipos, corregir, mantener e incluso introducir modificaciones en las variables del proceso de forma autónoma.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



***Foto 5.3.16 Carretillas a la salida del secadero hacia la zona de paletización previa al horno.2009.  
Fuente: elaboración propia***

***Paso 7. Apilado para el horno***

La necesidad de minimizar los consumos de combustible en el horno, junto con la importancia de una buena y correcta distribución del calor dentro del mismo, ha sido una constante que se ha mantenido desde la fabricación en los tejares. En cada tipo de instalación se ha estudiado la distribución de los materiales en el horno, adoptándose en cada supuesto disposiciones diferentes.

En esta fábrica la solución adoptada es la colocación sobre carretillas de tres palets a doble altura de ancho por dos palets de profundidad. Las carretillas disponen de unas piezas machihembradas en la parte inferior, de tal forma que se mantienen las distancias entre los palets, además de que hacen trabajar a las vagonetas de forma solidaria. Estas separaciones tanto a lo largo del eje como de forma transversal, así como los huecos entre las diferentes filas de un mismo palet de ladrillo, coinciden con la

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

disposición de las líneas de quemadores en la parte superior del horno túnel y están estudiadas para favorecer la distribución y la homogeneidad del calor en el horno.



***Foto 5.3.17 Tren de carretillas a la entrada al prehorno con 12 palets por vagoneta .2009.  
Fuente: elaboración propia***

La conversión de las bandejas móviles a la salida del secadero en palets, es llevada a cabo por una apiladora. Tras un volcado de las piezas en una cinta transportadora, son primero agrupadas, para posteriormente ser de nuevo separadas según las dimensiones determinadas y posteriormente colocadas en forma de palets. El proceso seguido se puede observar en las imágenes siguientes:

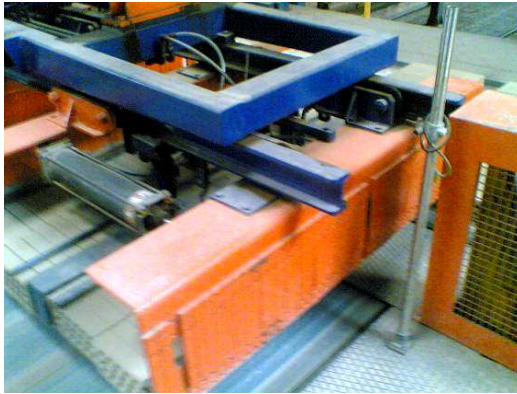
**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Fotos 5.3.18** La bandeja de material a la salida del secadero es conducida a la apiladora en donde se van depositando las piezas de las bandejas de forma progresiva en la cinta transportadora. 2009.

**Fuente:** elaboración propia

**Proceso de apilado antes del horno : Paso 1**



**Fotos 5.3.19 y 5.3.20** Maquina de apilado: Paso 1 agrupado de piezas, dos vistas 2009

**Fuente:** elaboración propia

**Proceso de apilado antes del horno : Paso 2**



**Fotos 5.3.21 y 5.3.22** Maquina de apilado: Paso 2, desagrupamiento de las filas y separación en tres grupos de filas correspondientes a la disposición ladrillos en tres palets 2009

**Fuente:** elaboración propia

**Proceso de apilado antes del horno : Paso 3**



**Fotos 5.3.23 y 5.3.24. Máquina de apilado: Paso3 colocación de piezas por filas en los tres palets, dos vistas.2009**

**Fuente: elaboración propia**

*Paso 8. Cocción en el horno túnel*

Formados los palets pasarán al horno, perfectamente alineados manteniendo las separaciones tanto en el plano horizontal como en el vertical entre piezas. Esta distribución se ajusta a las líneas de quemadores alimentados por Gas-Natural que existen en la cubierta del horno.

El horno túnel se divide en tres zonas: el prehorno, el horno y la zona de enfriamiento. En el prehorno se pretende que los ladrillos pierdan el grado de humedad residual que pasará del 4% al 0%. El tiempo de estancia en el prehorno aunque es variable y se puede ajustar a la producción, ronda las 10 horas. La temperatura de trabajo del prehorno oscila entre 170 a 190°C.

En el horno se cocerán las piezas al ritmo exigido. La temperatura media para esta arcilla y el tipo de ladrillo a cocer es de 940°C; este valor depende del tipo de producto final y



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

de la materia prima de partida. Normalmente el tiempo de permanencia en este horno es de 38 a 40h. , pudiéndose ajustar en función del ritmo de fabricación en ese momento.

Por último en la zona de enfriamiento, se controla que el ritmo de enfriamiento de los ladrillos ya cocidos sea el adecuado para no alterar las propiedades del producto final. El calor que se recupera de la misma cámara del horno mediante un sistema de conductos y ventiladores se utiliza en el prehorno, mientras que el calor que se recupera de la parte inferior de los vagones y la cámara superior al hogar del horno se utiliza en el secadero.

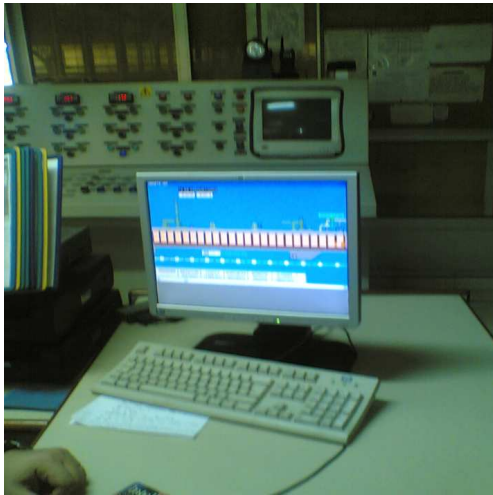


**Fotos 5.3.25 y 5.3.26 Vista general de las piezas a la entrada del horno túnel, situado a la derecha. En la parte superior están situados todos los mecheros y sus tuberías de alimentación de gas natural. 2009**

**Fuente: elaboración propia**

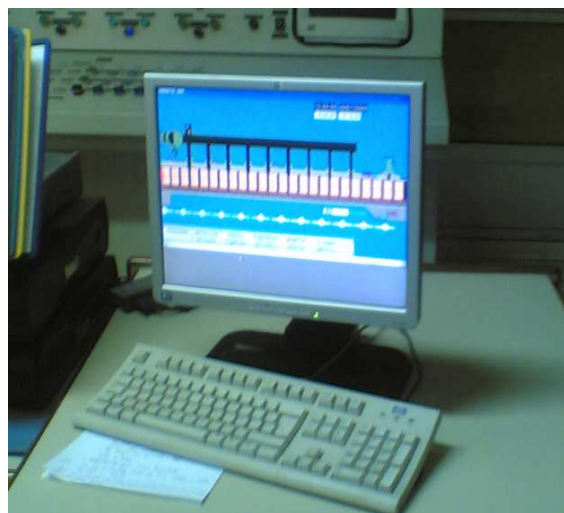
Los parámetros de proceso son medidos, registrados y comparados con los valores de referencia establecidos mediante los PCs, que ubicados en la sala de control situada entre el horno y el secadero. Una alarma gráfica y otra sonora alertan de cualquier desviación sobre lo previsto, permitiendo al personal de la planta adoptar las medidas correctora oportunas.

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Fotos 5.3.27 y 5.3.28** *Dos vista de la sala de control, con el esquema de prehorno y del horno respectivamente, indicando todas las variables del sistema. 2009*

**Fuente:** *elaboración propia*



**Foto 5.3.29** *Otra pantalla del sistema de control del Horno: la zona de enfriamiento, en la parte superior se aprecia el esquema de la tubería de recuperación de aire que alimenta al secadero. 2009.*

**Fuente:** *elaboración propia*

**Paso 9. Formación de palets**

Una vez cocidos los ladrillos serán colocados para su transporte. Para ello pasarán por otra zona de desapilado automático en la que se agrupan en palets de dimensiones estandarizadas y de menos peso total, lo que facilitará su transporte y posterior

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

utilización. El proceso de desapilado y la formación de palets se detalla en los siguientes pasos.

**Formacion de palets: Paso 1**



*Foto 5.3.30 Formación de palets . Paso 1.Recogida de los palets .2009.  
Fuente: elaboración propia*

**Formacion de palets: Paso 2**



*Foto 5.3.31 Formación de palets . Paso 2. Traslado hacia la cinta con los bastidores de madera. 2009.  
Fuente: elaboración propia*

**Formacion de palets: Paso 3**



***Foto 5.3.32. Formación de palets. Paso 3 .Giro para su colocación correcta .2009.  
Fuente: elaboración propia***

Una vez cocido el ladrillo sobre todo en el caso de ladrillos para fachadas que están sujetos a la acción de los agentes climatológicos, se someten a tratamientos especiales para mejorar su comportamiento. Uno de estos tratamientos es la inmersión de los palets en depósitos con resinas que sellan los poros y disminuyen la capacidad de absorción de humedad de los ladrillos.

***Paso 10. Empaquetado***

Una vez finalizada la fabricación solo resta empaquetar cada palet, que previamente ha sido depositado sobre un bastidor de madera. Este proceso se realiza en máquinas que envuelven cada unidad en un plástico transparente, en el que se marca además de la

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

empresa el número de lote, con su fecha de fabricación tipo de producto y el marcado CE obligatorio.



*Foto 5.3.32. Empaquetado. 2009.  
Fuente: elaboración propia*

### *Paso 11. Control de calidad.*

Como comentan los mismos fabricantes la unidad de fabricación final es el palet de ladrillo y no la pieza de ladrillo, tanto es así que en la mayoría de las ocasiones no se puede ver las piezas hasta que no se abre el palet. Esto no impide que se pueda garantizar la calidad de los productos ya que:

- 1.- Las materias primas utilizadas (agua, arcilla y los aditivos si los hubiere) son periódicamente analizadas y comprobada su idoneidad.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

2.- El proceso está estudiado, calibrado y lo suficientemente probado como para que si se mantienen los parámetros de referencia de las variables a controlar el producto obtenido sea el deseado.

3.- De cada lote de producto se pueden rastrear los parámetros de fabricación y comprobar que se ajustan a lo exigido, ya que se guarda la secuencia de los valores de las variables a controlar en registros diarios, tanto de secaderos como de hornos.

4.- Se realizan los controles de calidad establecidos según la norma de calidad elegida. En este caso la fábrica además del marcado CE obligatorio en la UE, que el sistema de calidad aplicado a la elaboración de los productos de esta fábrica está certificado por Aenor.

### Otras zonas auxiliares

Dentro la mismas instalaciones, para el correcto funcionamiento del sistema, son necesarias las siguientes dependencias :

#### 1.- Laboratorio de ensayos



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



**Fotos 5.3.33,5.3.34, 5.3.35, 5.3.36. Laboratorio de control de producto, extrusora, mufla cámaras de secado. 2009.**  
**Fuente: elaboración propia**

**2.- Protección del medio ambiente**

Depuradora de las aguas residuales de proceso para poder ser vertidas a las redes generales de saneamiento y Punto limpio para el reciclaje de materiales.



**Fotos 5.3.37 y 5.3.38. Depuradora y Punto limpio .2009.**  
**Fuente: elaboración propia**

**3.- Talleres de mantenimiento de los equipos instalados**

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**



*Fotos 5.3.39. Talleres de Mantenimiento .2009.  
Fuente: elaboración propia*

**5.3.2 Ejemplo de antiguas fábricas en desuso de ladrillos en la comarca**

A continuación se recogen algunas fotografías que muestran restos de antiguas tejas o fábricas de ladrillos en la zona comprendida en los municipios de Pantoja, Cobeja y Alameda de la Sagra.





## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

*Foto 5.3.40 y 5.3.41 Chimenea de antiguo horno fabricada en ladrillo situada en Cobeja. A la derecha se aprecia resto de un edificio de ladrillo rectangular con doble cubierta abovedada y múltiples aberturas laterales, alineado con chimenea, que posiblemente se trate de un horno industrial de fabricación de ladrillos o tejas.*

*.Fuente: Elaboración Propia*



*Foto 5.3.42 y 5.3. 43. Instalación de fabricación abandonada en la carretera de Pantoja a Alameda de la Sagra. Que posiblemente estuvo en funcionamiento entre 1960 y 1980. A la izquierda molino de rulos. Se puede observar los conductos de salida de humos del horno. Sobre el horno un gran cobertizo que bien podría tratarse de un secadero*

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.4 Retos de la industria de la cerámica estructural en la Sagra

#### 5.4.1. Introducción

Descrita la situación actual de cada etapa del proceso de fabricación de la cerámica estructural, sería conveniente esbozar los objetivos inmediatos que se están acometiendo los fabricantes de la comarca, para mantenerse su liderazgo en el sector cerámico español, y europeo. Se han agrupado en tres líneas diferentes de actuación:

- La reducción de los gastos en combustibles (entre un 25-30% del coste de fabricación), que llevaría asociada una disminución de emisión de contaminantes a la atmósfera y ahorro en gastos electricidad (alrededor de un 8,5%)<sup>27</sup>, mediante la cogeneración y la

<sup>27</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.19

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

aplicación de ajustes tecnológicos en los procesos, lo que se desarrollará en el apartado Estrategias de ahorro energético.

- En España se ha despertado la necesidad de orientar las economías hacia un desarrollo sostenible, lo que implica que deben utilizarse de forma racional los recursos naturales y reciclar los residuos generados. Un sector puntero como es de la cerámica estructural en la Sagra, es consciente de que deben contribuir a ello, no solo en aquellos aspectos regulados por la normativa vigente (tales como la inscripción en los registros de emisores de productos contaminantes a la atmosfera<sup>28</sup>, o la recuperación del paisaje en las canteras agotadas<sup>29</sup>), sino también mediante actuaciones complementarias al colaborar a la eliminación de residuos, orgánicos o no, bien utilizándolos como materia prima, o bien contribuyendo a la puesta en valor de sus desechos de ladrillos (cascotes), ya que pueden ser utilizados para la fabricación cementos o de prefabricados de hormigón<sup>30</sup>.
- La brusca disminución de la demanda de ladrillos en el mercado interior en los tres últimos años, está intentando ser abordada mediante la creación a finales de 2009 de una plataforma común denominada *Cluster de fabricantes de ladrillos y tejas*. Esta plataforma agrupa representantes de todos los integrantes del sector, y pretende acometer tareas que de forma individual no serían abordables. Esta iniciativa nace entre otros con los siguientes objetivos el fomento de la exportación de productos de calidad y la continuación de las líneas de investigación abiertas en relación con nuevos productos.

---

<sup>28</sup> Ver apartado 3.2.3 de este documento.

<sup>29</sup> Ver capítulo 10 de este documento.

<sup>30</sup> Felix Marin, M.Isabel Sanchez Rojas, J.Rivera Lozano y M. Trias “Valorización del cascote cerámico como sustituto de materias primas para las tejas de hormigón”.

## 5.4.2 Estrategias de ahorro energético.

### 5.4.2.1. La cogeneración

Como se ha visto en apartados anteriores, uno de los retos de la industria de la cerámica estructural es la reducción del consumo energético. La cogeneración de energía eléctrica a partir de la combustión de gas natural en las fábricas, recuperando al calor residual de la combustión para su utilización en hornos y secaderos es una práctica generalizada en la comarca.

Las indudables ventajas que un sistema de cogeneración proporciona, como por ejemplo :

- ✓ a nivel global la reducción sustancial del consumo de combustibles fósiles con la consiguiente reducción de la dependencia energética del exterior y mejora la calidad ambiental de nuestro entorno
- ✓ mientras que en el plano empresarial, la reducción de costes que en la factura energética del usuario se produce, mejoran su capacidad competitiva, además generar un valor añadido con la de venta de los excedentes de producción eléctrica a las compañías suministradoras.

Ademas hay que añadir el innegable apoyo que las administraciones han prestado durante estos últimos 15 años con políticas de fomento de la inversión y mantenimiento de las altas tarifas de venta de los sobrantes de electricidad generados a las compañías eléctricas , han favorecido la propagación de estas instalaciones por toda la comarca.

Buena muestra de ello es la tabla adjunta que recoge las instalaciones de cogeneración en fábricas de cerámica estructural solamente de la Sagra:

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

TITULAR	Potencia T_KW	DOMICILIO INSTALACIÓN	MUNICIPIO INSTALACIÓN
Instalaciones de Cogeneración según el RD 2366/94			
CERAMICA BARRASA, S.A.	960,00	AVDA. DE CASTILLA LA MANCHA, KM. 34	MOCEJON
CERAMICA EL PARAISO, S.A.	979,00	CTRA. DE COBEJA, KM.1	PANTOJA
CERAMICA HERMANOS JEREZ, S.L.	979,00	CTRA.OCAÑA- NUMANCIA,KM.40,5	NUMANCIA DE LA SAGRA
CERAMICA MILLAS E HIJOS, S.A.	5190,00	CTRA. TOLEDO, KM. 28,3	MORA
CERAMICA SAN JAVIER, S.L.	922,00	CTRA.COBEJA KM.2,7	PANTOJA
CER ATRES, S.L.	2934,00	CTRA. DEL AVE, S/N	PANTOJA
HERMANOS DIAZ REDONDO, S.A.	3840,00		COBEJA
INDUSTRIAS CERAMICAS DIAZ, S.A.	977,00	CTRA.COBEJA-PANTOJA, KM.1	COBEJA
RUSTICAS, S.A.	5826,00	CM-400, KM. 23	AÑOVER DE TAJO
HERMANOS ORTIZ BRAVO, S.A.	2766,00		PANTOJA
HERMANOS ORTIZ BRAVO, S.A.	1844,00	CTRA.PANTOJA, KM.1	COBEJA
CERAMICA LA PALOMA, S.A.	979,00	CAMINO DE VILLERICHE, 6	PANTOJA
LADRILLERIA ROSO,S.A.	858,00	CTRA.MADRID-TOLEDO,KM.36,7	ILLESCAS
LADRILLOS MORA, S.L.	922,00	CTRA.MADRID-TOLEDO KM.38,400	ILLESCAS
NUEVA CERAMICA MODERNA, S.L.	2766,00	VEREDA DEL PRADO, S/N	PANTOJA
PRODUCTOS CERAMICOS MORA, S.L.	960,00	ANTIGUA CTRA.MADRID-TOLEDO, KM.38,4	ILLESCAS
TEJAS CASTILLA LA MANCHA, S.A.	922,00		PANTOJA
CERAMICA EL MAZARRON,HNOS.HERNANDEZ	6285,00		NUMANCIA DE LA SAGRA
CERAMICA ESPIRITU SANTO, S.A.	3639,00	CTRA.VILLALUENGA-COBEJA,KM.3	VILLALUENGA DE LA SAGRA
<b>Total potencia</b>	<b>44548,00</b>		
Instalaciones de Cogeneración según el RD 2818/98			
CERAMICA EL MAZARRON-CER. HNOS.HERNANDEZ	2076,00		NUMANCIA DE LA SAGRA
CERAMICA TECNICA DE ILLESCAS COGENERACIÓN,S.A.	3138,00		ILLESCAS
<b>Total potencia</b>	<b>9420,00</b>		
Instalaciones recientemente autorizadas (2010)			
TEJAS URALITA <sup>31</sup>	990	CTRA.VILLALUENGA-COBEJA	

**Tabla 5.4.1.1 Relación de Instalaciones de Cogeneración en empresas fabricantes de cerámica estructural en la Sagra. Fuente: datos publicados por la Junta de Castilla La Mancha y elaboración propia.**

<sup>31</sup> Última planta de cogeneración con motor de gas natural y una potencia de 990 KWe en la carretera de Villaluenga de la Sagra a Cobeja, solicitada por Tejas Uralita SA en 2008 y se concede la autorización administrativa y aprobación de proyecto para la construcción el 18/03/2010 por la DGIEM. Es una muestra de la agilidad del sector que en plena crisis presenta proyectos de inversión.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

La brusca contracción del mercado nacional del ladrillo, ha creado situaciones un tanto complejas en muchas de estas empresas que habían adquirido compromisos de compra de grandes cantidades de gas, que no pueden emplear.

Algunas de las pequeñas empresas han conseguido equilibrar sus balances vendiendo los excedentes de Kw eléctricos generados a las compañías eléctricas durante unos pocos meses, pero la tendencia más extendida ha sido la fabricación a un 100% durante períodos continuos y el paro total de las instalaciones durante seis u ocho meses seguidos<sup>32</sup>.

### 5.4.2.2. Medidas de Innovación tecnológica

Con independencia de la fuente de energía que se utilice, los procesos de fabricación deben reducir su consumo energético a través de medidas de innovación tecnológica, bien sea<sup>33</sup>, mediante la aplicación de medidas basadas en tecnologías ya conocidas, denominadas **Medidas en Tecnologías Horizontales**, bien mediante medidas que requieran de investigación que se recogen como denominan **Medidas en Tecnología de Procesos**<sup>34</sup>.

#### 5.4.2.2.1 Medidas en Tecnologías Horizontales y de Procesos.

---

<sup>32</sup> Caso de la empresa HDR en Cobeja que paró sus dos fábricas completamente de julio de 2009 a febrero de 2010

<sup>33</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía. Pag.38

<sup>34</sup> Las Medidas Prioritarias pueden ser puestas en funcionamiento por los industriales sin apoyos públicos; una medida es Prioritarias si la Tasa Interna de Retorno en 5 años de la inversión es inferior al 8%. El resto son Complementarias y podría solicitar apoyo público. “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía. Pag 37

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Un alto porcentaje de las industrias de la Sagra tienen una antigüedad inferior a diez años, y muchas de ellas han sufrido remodelaciones constantes, es por ello que estas mejoras están ya implementadas en su totalidad.

- **Medidas de regulación y Control.**

**Control de agua en el amasado.** El ajuste del agua del amasado en función de la humedad de cada mezcla arcilla-agua permite obtener a la salida de la extrusora unas piezas con la misma humedad, con independencia de la humedad inicial de la arcilla. Las piezas así obtenidas tienen un grado de humedad inferior lo que disminuye el consumo de energía en el secadero<sup>35</sup>.

**Control de humedad en secaderos.** La variable de control en los secaderos, suele ser la temperatura. Se recomienda utilizar sistema de control temperatura-control la humedad<sup>36</sup>, para optimizar el funcionamiento del secadero en invierno-verano y obtener a la entrada del prehorno piezas de mayor homogeneidad. Esta medida no solo aumenta la eficiencia energética, sino que contribuye a la disminución de los controles posteriores de calidad de producción.

**Control de consumos energéticos (Monitoring&Targeting).** Lo que se pretende con este control es el mantenimiento de los parámetros de funcionamiento óptimos de cada proceso con el fin de no consumir más de lo necesario<sup>37</sup>. Bastaría colocar contadores de consumo eléctrico en los procesos que utilizan fundamentalmente energía eléctrica (molienda y extrusión) y de combustible en cada uno de los grandes procesos consumidores de energía térmica (secado,

---

<sup>35</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía. Pag. 51

<sup>36</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía. Pag.51

<sup>37</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía. Pag.51

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

cocción y cogeneración), controlar periódicamente que los parámetros establecidos no sufren desviaciones.

- ***Variadores de velocidad en motores, compresores y bombas***

Es interesante procurar la regulación de los tiros de las chimeneas de los hornos túnel y secaderos, mediante variadores de velocidad de los motores de ventilación, que mantengan los parámetros de funcionamiento óptimo de los equipos<sup>38</sup>, ya que indefectiblemente por las chimeneas se pierde una determinada cantidad de energía.

Las circunstancias que modifican las condiciones de trabajo en los hornos y que pueden producir incrementos no controlados de consumo energético son la apertura de puertas, las condiciones climatológicas exteriores o el cambio de productos, entre otros.

- ***Análisis de sustitución de combustibles fósiles por residuos o gas natural***

Una alternativa es la utilización del calor residual generado por la incineración de residuos urbanos. En los otros países europeos la utilización de esta energía alcanza el 10% del consumo total<sup>39</sup>, en procesos similares como la fabricación de clinker.

La alternativa que se ha planteado en la Sagra es la sustitución por gas natural, el ahorro que se produce tanto térmico como eléctrico, es perfectamente cuantificable<sup>40</sup>:

---

<sup>38</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.51

<sup>39</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.40

<sup>40</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.52

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

- El consumo eléctrico disminuye en un 2% por la eliminación de bombas de trasegado o calentamiento de fuel oil, o sistemas de transporte o molienda de combustible sólidos.
- El consumo térmico en el secado disminuye un 30% debido a la utilización directa de los gases de combustión del horno.
- Por último la disminución del consumo en el horno puede ser del 5% debido al aumento de producción determinado por el aumento de caudal de gas circulante y la utilización de quemadores de alta velocidad.

No obstante esta decisión no debe de tomarse sin analizar otras posibles alternativas de energías renovables, ya que tanto los avances tecnológicos en estos campos como las ayudas estatales son factores a tener en cuenta.

- ***Mejoras en calderas.***

Partiendo de que las modernas fábricas incorporan en la Sagra ya sistemas de cogeneración y utilizan como combustible gas natural, y utilizan el calor sobrante del proceso de cocción en los secaderos, otra medida inmediata interesante sería la implantación de calderas de recuperación para la producción de vapor<sup>41</sup>, para mejorar el aprovechamiento del calor en las cogeneraciones; así mismo este vapor generado podría ser utilizado para la humectación de la arcilla antes de su moldeado.

- ***Recuperación de calor de fluidos de proceso***

---

<sup>41</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.51



## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Otra medida de aprovechamiento del calor residual del proceso de cogeneración<sup>42</sup>, es el aprovechamiento de parte de los gases de combustión en el precalentamiento del aporte de agua a la caldera de producción de vapor para la extrusora para lo que se utilizaría un intercambiador de placas. Otra medida sería la utilización directa del agua de refrigeración del motor de extrusión.

- **Mejoras en hornos**

Estas son algunas propuestas que pueden reducir el balance energético de la producción y por tanto el coste final del producto.

- Optimización de la capacidad productiva, al operar al 100% de la capacidad de instalada durante menos meses y aumentar el almacén de producto terminado.
  - Calentar los prehornos con el calor de los gases de escape de motores, recuperación de calor de la zona de enfriamiento etc..
  - Colocar quemadores de alta velocidad en las paredes laterales de los hornos para homogeneizar la temperatura en la parte superior del horno.
- 
- **Mejoras en prensado y conformado**

La adición de vapor de agua a baja presión en vez de agua consigue una plasticidad adecuada y disminuye el porcentaje de agua de la mezcla a la salida de la extrusora<sup>43</sup>.

---

<sup>42</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.52

<sup>43</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.54

Un nuevo procedimiento de fabricación es la llamada Extrusión Dura. Se trata de operar con extrusoras de mayor presión para conformar la pieza con una humedad muy baja que hace innecesario el proceso de secado. Esta tecnología sólo es interesante para piezas de secado difícil<sup>44</sup>.

- **Mejoras en secaderos**

La mayoría de los secaderos son de tipo túnel semicontinuo. En estas instalaciones el calor se inyecta por la parte superior, y no se consigue una buena distribución del aire caliente en el interior, obligando a mayores consumo. La instalación de conos giratorios en el interior facilita la distribución del calor<sup>45</sup>.

### **5.4.3. Nuevas estrategias para la gestión de residuos.**

#### **5.4.3.1. Valorización de residuos a partir de su inclusión en la matriz cerámica.**

En Castilla La Mancha tradicionalmente, se añadía a la masa materiales orgánicos de desecho (como cáscaras de almendra, residuos de aceitunas etc) que se quemaban en los hornos y aumentaban la porosidad. También<sup>46</sup> se han utilizado para sustituir parte del combustible en los hornos los extractos vegetales residuales de la industria azucarera.

Otro caso es el de una empresa de Puertollano<sup>47</sup>, que utiliza las escorias de la central térmica para la fabricación de ladrillos de pasta blanca, como sustituto de las arcillas naturales.

---

<sup>44</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.55

<sup>45</sup> “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España de 2004-2012. 3. Subsector Minerales no metálicos. Fecha 5/11/2003. Fuente Ministerio de Economía.Pag.56

<sup>46</sup> Anselmo Acosta Echeverría “Valoración de residuos como alternativa al vertido” Revista Añil N°36 , Publicación electrónica de la Biblioteca virtual de Castilla la Mancha

<sup>47</sup> Rústicos La Mancha SL.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Se ha estudiado también la posibilidad de eliminar los lodos residuales de una estación de tratamiento altamente contaminantes a partir de su incorporación en la pasta arcillosa. El estudio realizado sobre la “Viabilidad técnica del uso de lodos de estaciones de tratamiento aguas potables en la fabricación de materiales cerámicos para la construcción”<sup>48</sup>, concluye que se puede añadir a la mezcla arcillosa hasta un 2% de lodos residuales, sin apenas alterar las cantidades de contaminantes vertidos a la atmosfera, lo que supone una nueva vía para la eliminación de estos residuos.

Sin embargo lo más interesante son los estudios realizados para inertizar residuos altamente peligrosos encapsulándolos en la matriz cerámica.

Como ya se ha dicho en principio todos los residuos, ya sean de naturaleza orgánica o inorgánica, son susceptibles de ser valorizados por vía cerámica, a excepción de los derivados halogenados que son incompatibles con este tratamiento térmico<sup>49</sup>. Durante la cocción estos residuos debidamente triturados permanecerán inalterables en el caso del encapsulamiento o se fundirán con la matriz. Los residuos orgánicos generan materiales con elevada porosidad (ya que durante la cocción los materiales orgánicos se queman dejando poros) y los materiales fabricados con ellos gozarán de propiedades de aislamiento térmico o acústico, mientras que si los residuos a valorizar contienen materiales inorgánicos inalterables con las altas temperaturas el resultado será la obtención de materiales de construcción densos.

---

<sup>48</sup> Javier Cerdeño y Agripino Perez. “Viabilidad técnica del uso de lodos de estaciones de tratamiento aguas potables en la fabricación de materiales cerámicos para la construcción” AITEMIN -CTAC 2009

<sup>49</sup> Elias, Xavier, “Tratamiento por vitrificación y valorización de los lodos depositados en el pantano de FLIX”. Ponencia. [http://www.intersed.unican.es/Presentacion/Ponencias\\_IIJornadas/Xavier\\_Elias.pdf](http://www.intersed.unican.es/Presentacion/Ponencias_IIJornadas/Xavier_Elias.pdf)

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

El hecho de tratarse de residuos inorgánicos (con independencia de su toxicidad), supone que las etapas de cocción de su masa permanecerán prácticamente inalterables, siendo el objetivo fundamental de este tratamiento el confinar el residuo en la matriz cerámica. Para ello es básico el triturarlo lo más fino posible con el fin de que no se quede encapsulado, sino que se quede absorbido dentro de las fases líquidas que se generan dentro de la cocción. Si el residuo entra a formar parte del nuevo compuesto (reacciona químicamente), su comportamiento será bueno, pero si el residuo solo es retenido físicamente su morfología interna no variará y quedará encapsulado.

Cuando lo que se pretende es eliminar la toxicidad de un residuo por este procedimiento, es preciso conseguir la integración en la matriz cerámica. Para ello debe ser triturado finamente para que el residuo se funda parcialmente durante la cocción. Si resulta simplemente encapsulado un impacto mecánico o un agente químico podría romper la cápsula de protección y se liberaría la carga contaminante. Si bien es cierto que el encapsulamiento no depende sólo del tamaño de los granos sino también de la capacidad de reacción entre la arcilla y el propio residuo, algunos autores establecen como límite entre el encapsulamiento y la fusión del residuo la trituración del mismo hasta un tamaño de grano de 0,5mm. Por encima de este tamaño el grano se encapsularía y por debajo quedaría fundido en la matriz.

### **5.4.3.2. Valorización de los desechos cerámicos (cascotes).**

Ha venido siendo habitual la incorporación de residuos de cascote (residuo derivado de la trituración de ladrillos de derribo o deshecho) finamente triturado a la pasta arcillosa, ya que se disminuye el consumo energético en la cocción del ladrillo verde al aminorar la temperatura de cocción de la pasta.

También los denominados RCD (Residuos de construcción y fabricación) o los residuos de la fabricación de productos cerámicas, ladrillos, tejas y materiales de construcción han venido siendo utilizados en la fabricación de cemento; utilización de estos residuos en las fábricas está regulada y debe ser autorizada en la comunidad autónoma correspondiente. En concreto en la fábrica de cemento de Villaluenga de la Sagra, se utilizan para la formación del clinker restos de desechos de productos cerámicas, ladrillos, tejas y materiales de construcción<sup>50</sup>.

Nuevos estudios han determinado que se pueden y utilizar también los desechos industriales (cascotes) en la elaboración de prefabricados de hormigón, ya sea como áridos o como adiciones activas, incorporadas en sustitución parcial del cemento<sup>51</sup>. Las pruebas que se han realizado sobre tejas de hormigón a las que se ha añadido cascote molido en sustitución de cemento, resulta una resistencia superior a la teja de hormigón de referencia. La viabilidad económica de la reutilización del cascote depende: de la naturaleza y homogeneidad del producto a utilizar y de los costes de transporte y molienda del residuo.

---

<sup>50</sup> Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente “RECICLADO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA EN ESPAÑA” Estudio realizado por el Instituto Cerdá

<sup>51</sup> Félix Marín, M. Isabel Sánchez Rojas, J. Rivera Lozano y M. Trias “ Valorización del cascote cerámico como sustituto de materias primas para las tejas de hormigón”

#### 5.4.4. Formación del CLUSTER Nacional de fabricantes de ladrillos y tejas

La fuerte recesión que ha experimentado el sector de la construcción en España, que comenzó en 2007 y que a finales de 2009 se encontraba en los niveles más bajos ha determinado una contracción de la demanda de materiales cerámicos estructurales en torno al 60%<sup>52</sup>.

Esta situación, produce en el Sector fuertes excedentes de materiales que obligan a cierres parciales o definitivos en las fábricas, Expedientes de Regulación de Empleo, reducción de los ingresos y precios medios de venta, con el consiguiente incremento de los costes y descenso en la rentabilidad, así como el incremento importante de la morosidad y procesos concursales, la reducción de los recursos destinados a i+D+i, conduciendo al Sector a una pérdida de competitividad.

Para hacer frente a esta situación, Hispalyt ha considerado que hay que desarrollar acciones de forma conjunta impulsando la creación de un “Cluster del Sector de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida”. Encuadrado en el Programa de Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AEI) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), de 2007, participa de la estrategia europea de promoción de la

---

<sup>52</sup> *Boletín sep 2009. Asociación española de Fabricantes de ladrillos y Tejas. Hispalyt promueve la creación del cluster cerámico*

<sup>53</sup> *Portal PYME del MITYC, [http:// www.ipyme.org/](http://www.ipyme.org/)*

competitividad a través de la creación y desarrollo de clusters innovadores<sup>53</sup>. Así pues para la aplicación del 7º Programa Marco, una AEI se define como la “combinación, en un espacio geográfico o sector industrial concreto, de empresas, centros de formación, unidades de investigación y otros agentes, públicos o privados, involucrados en procesos de cooperación que les permita obtener ventajas o beneficios derivados de la ejecución de proyectos conjuntos de carácter innovador, y alcanzar una masa crítica tal que pueda asegurar su competitividad y visibilidad internacionales”.

El *Cluster de fabricantes de tejas y ladrillos* contará con el conocimiento de Fabricantes, Ingenierías, Laboratorios, Universidades y Centros Tecnológicos y Organismos Públicos administraciones hasta un total de 100 integrantes, todos ellos de carácter nacional, y cumple con los supuestos establecidos por una AEI..

El nuevo cluster cerámico ayudará a potenciar el acceso a nuevos mercados, fundamentalmente exportaciones, favoreciendo la creación y desarrollo de redes comunes a las empresas integradas, que faciliten el conocimiento de los materiales de arcilla cocida en otros mercados, potenciando acciones comerciales que den lugar a un incremento de las ventas en el exterior.

Su ámbito territorial se circunscribe a todo el país, ya que gran parte de los productos que fabrican las empresas, son para todo el mercado nacional, y en aquellos casos en los que los productos que por sus características están orientados

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

al mercado regional, están fabricados por PYMES, que deben aunar sus esfuerzos de Innovación para conseguir mejores resultados.

En este sentido, el Cluster del Sector, coordinará con las administraciones tanto estatales como de las Comunidades Autónomas las ayudas y recursos tecnológicos existentes, de forma que su capacidad de innovación se aplique en los Programas de Innovación promovidos por este.

El cluster se considera pues, como una forma organizativa de movilizar recursos para la innovación y el desarrollo económico. La materialización de este proyecto se realiza en el verano del 2009 con la presentación de una propuesta al MITYC Plan Estratégico, que si es finalmente aceptado sería financiado por fondos del 7º Programa Marco de la UE.

Sigue siendo muy interesante la respuesta del sector a una crisis tan intensa como la actual , que aun existiendo los lógicos problemas derivados de la delicada situación que atraviesan una vez más presentan una actitud positiva y proactiva para intentar mantenerse en la vanguardia europea del sector.



## 6. Análisis comparativo de la evolución de la fabricación en la Sagra respecto a la vanguardia mundial.

De forma transversal a lo largo de todo el documento de ha realizado una descripción de tres polos de desarrollo de la cerámica industrial a lo largo del Siglo XX, a saber: Estados Unidos, Centroeuropa y en Toledo la comarca de la Sagra. La elección de estos enclaves no es casual, ya que en los tres casos en algún momento, su industria cerámica ha estado a la cabeza de la industria mundial.



**Figura 6.1. Muestra de la hegemonía en 1940 de los EEUU. Fotografía del artículo de la revista Brick and Clay de 1940, en que se hace referencia a una nueva fábrica de sección circular con capacidad para producir 70.000 ladrillos día.**

En este capítulo se analizan dos períodos concretos:

- **Al inicio de la década de 1940** ; momento de hegemonía en la industria cerámica de Estados Unidos, (ya que Centroeuropa se encontraba inmersa en la

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

Segunda Guerra Mundial), comparándola con el inicio de la actividad del sector cerámico industrial en la Sagra,

- y en 2006 momento de hegemonía en Europa de la industria de la cerámica estructural española, y por consiguiente referente mundial en este sector.

A partir de este año con el futuro incierto que sufre el sector ladrillero español, la vanguardia mundial se desplazará a los grandes polos de desarrollo situados en los países emergentes como China o América Latina.

### 6.1 A principios de 1940

Para establecer la situación de la industria cerámica estructural en los Estados Unidos, se expone un breve extracto de su evolución desde 1850<sup>1</sup>. Como base para este análisis se han resumido los datos estadísticos de una tabla de producción y empleo desde 1849 a 1935 en Estados Unidos publicado en 1939<sup>2</sup> y cuya copia se adjunta.

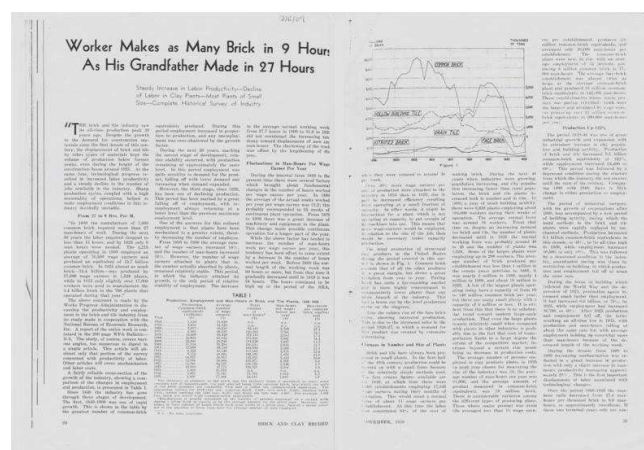


Figura 6.1.1 Copia del artículo <sup>1</sup>“Worker makes as many brick in 9 Hours as his father made in 27 hours”, Brick and Clay Record Nov. 1939

Fuente: Elaboración Propia

<sup>1</sup> “Labor can make more brick today with one hand than grand dad made using both hands” Brick and Clay record Feb. 1940

<sup>2</sup> “Worker makes as many brick in 9 Hours as his father made in 27 hours”, Brick and Clay Record Nov. 1939)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

**TABLE I**  
Production, Employment and Man-Hours in Brick and Tile Plants, 1849-1935

Year	Production Common-brick equivalents (millions) (1)	Average number of wage earners (2)	Total number of man-hours* (3)	Man-hours per wage- earner per year (4)	Man-hours per common brick equiva- lent (5)
1849.....	1,419	11,949	n.a.	n.a.	n.a.
1859.....	2,032	14,426	n.a.	n.a.	n.a.
1869.....	3,012	20,342	82,463	2,705	27.4
1879.....	4,505	40,592	110,304	2,705	24.5
1889.....	10,009	65,020	173,193	2,652	17.3
1899.....	10,603	65,822	173,836	2,641	16.4
1904.....	12,948	70,246	184,536	2,637	14.3
1909.....	15,738	76,298	199,214	2,611	12.7
1914.....	13,098	63,189	162,080	2,565	12.4
1919.....	9,155	46,549	115,162	2,474	12.6
1921.....	8,752	41,361	100,838	2,438	11.5
1923.....	14,275	58,981	142,911	2,423	10.0
1925.....	15,388	58,050	138,275	2,382	9.0
1927.....	14,708	54,721	128,375	2,346	8.7
1929.....	12,581	47,771	110,351	2,310	8.8
1931.....	5,429	25,934	n.a.	n.a.	n.a.
1933.....	2,035	11,165	18,791	1,683	9.2
1935.....	3,426	17,466	33,133	1,897	9.7

\* The diversity of products in the brick and tile industry make it necessary to select some common unit of measurement, the unit selected being 1,000 common brick, into which the units of the other products are converted. This unit is called the common-brick equivalent. The conversion factors for 1919-1935 are: common brick, 1.000; face brick, 1.545; vitrified brick, 1.336; hollow building tile (per ton), 0.593; and drain tile (per ton), 0.687. For example, 1,000 face brick are worth 1,545 common-brick equivalents.

\* Employment is usually measured by the number of persons employed on a certain date, during a given week or month, or by the average number for the given year. However, man-hours, or total number of hours which each man works in a given year, furnish a better measure of the quantity of labor than does the average number of men employed.

N.A.—No data available.

**Tabla 6.1.2 Resumen de datos estadísticos de producción Estados Unidos de 1849-1935  
Fuente: Elaboración Propia**

A grandes rasgos se puede dividir en tres períodos:

**Desde 1849 a 1909**,<sup>3</sup> época de constante crecimiento de producción y empleo.

La fabricación en 1869 de 1000 ladrillos equivalentes (aproximadamente 3Ton de arcilla) requería 27 horas hombre, ya que se trataba de un proceso casi artesanal con moldeo a mano, secado a la intemperie, cocción en horno discontinuo y manutención manual. En las estadísticas de producción de 1889 la media de semanas trabajadas en un año era 32, lo que indica una alta dependencia del proceso a las condiciones meteorológicas. A partir de este momento la mecanización del proceso se irá produciendo de forma progresiva, lo que se comprueba revisando tres parámetros:

- ✓ la paulatina disminución de la repercusión de horas hombre necesarias para fabricar una tonelada de arcilla, de 27h.h. en 1869 a 12,7 en 1909.
- ✓ la reducción de la jornada laboral de 60h semanales en 1889 a 57,7 horas en 1909

<sup>3</sup>“Worker makes as many brick in 9 Hours as his father made in 27 hours”, Brick and Clay Record Nov. 1939)

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

- ✓ y el aumento continuado del ratio de semanas de trabajo anuales de 31,2 semanas en 1889, (alrededor de a 35 semanas de trabajo reales) a un ratio de 45 semanas al año en 1909 (una producción casi sin interrupciones).

Por otra parte una planta típica de producción en 1849 requería para su funcionamiento 11 trabajadores, la producción crece y en 1889 la media de trabajadores por planta asciende a 18.

La década de mayor mecanización de este período es la década entre 1899 a 1909, en la que el moldeo manual es prácticamente reemplazado por el moldeo mecánico. Se aumentó en esta década la producción en un 50% y la mano de obra tan solo en un 20%.

**De 1909 a 1929**<sup>4</sup> Durante veinte años se mantiene la progresiva mecanización de las plantas, con variaciones en la producción y en el empleo directamente relacionados.

En 1925<sup>5</sup> época de mayor producción, tras el gran auge inmobiliario en Estados Unidos que siguió a la primera Guerra Mundial, el proceso típico alcanzaba un grado de mecanización suficiente, a saber la extracción ya era mecánica, se utilizaban molinos de rulos para la preparación de arcillas, el moldeo se realizaba con primitivas extrusoras, el secado se realizaba a la intemperie, aunque pocos años después se iniciaría una rápida expansión de los sistemas de secado artificial, y la cocción se llevaba a cabo en hornos tipo Hoffman.

---

<sup>4</sup> “Labor can make more brick today with one hand than grand dad made using both hands” Brick and Clay record Feb. 1940

<sup>5</sup> Worker makes as many brick in 9 Hours as his father made in 27 hours”, Brick and Clay Record Nov. 1939

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

La jornada semanal sigue reduciéndose paulatinamente a 54 h en 1919 y a 51h en 1929, incrementándose el ratio de semanas trabajadas al año a 45,25 semanas (producción continua). En 1925 la media de trabajadores por planta era de 38 personas.

A partir de 1925 el ladrillo en Estados Unidos es desplazado por otros materiales y su producción caerá hasta 1932 hasta la quinta parte de lo que se produjo en 1925. Este duro ajuste repercutirá en toda la industria.

**De 1929 a 1940**<sup>6</sup> La disminución de la producción lleva a aparejado grandes cambios. La industria continua su progresiva modernización<sup>7</sup> no tanto con la incorporación de nuevas tecnologías, sino por la mejora de las existentes, es decir la sustitución del vapor por la electricidad como alimentación de los motores, mejoras en la resistencia y durabilidad de los materiales de los bienes de equipo y pequeñas mejoras en los procesos de transporte dentro de la fábrica. Aunque las mejora más significativas de este período se producen en la segunda mitad de 1925 con la paulatina sustitución de la amasadora y la extrusora, por una máquina compacta y partir de 1932 con la incorporación de bombas de vacío a los grupos combinados amasadora-extrusora existentes.

La brusca disminución de la producción incidió negativamente en la productividad; ya que para el funcionamiento de la mayoría de estas plantas industriales se requería un número mínimo de trabajadores con independencia de la cantidad producida.

---

<sup>6</sup> “Labor can make more brick today with one hand than grand dad made using both hands” Brick and Clay record Feb. 1940

<sup>7</sup> “Worker makes as many brick in 9 Hours as his father made in 27 hours”, Brick and Clay Record Nov. 1939

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

Se reduce en 1935 la jornada semanal a 40 horas y el computo medio de horas hombre trabajadas al año era de 1867h. (muy próximo al actual).

**Situación comparada entre la industria cerámica en la Sagra y la referencia mundial en 1940.**

Atendiendo a lo expuesto en capítulos anteriores, la diferencia entre la industria en ambas zonas geográficas era enorme habida cuenta que el proceso que se empezó a implantar en la Sagra después de la guerra española era cuasi artesanal y en que en Europa o Estados Unidos la fabricación era ya continua, según se puede comprobar en la tabla comparativa siguiente:

<b>Situación de la Industria ceramica en el año 1940</b>							
	<i>Extracción</i>	<i>Preparación</i>	<i>Amasado</i>	<i>Moldeo</i>	<i>Secado</i>	<i>Cocción</i>	<i>Manipulación</i>
<b>REFERENCIA MUNDIAL (EEUU)</b>	Mecánica	molino de rulos	grupo combi extrusora amasadora con bomba de vacio no incorporada		en un alto % artificial	horno hoffman	con carretillas motorizadas
<b>LA SAGRA Toledo</b>	Manual	sin preparación	semi - manual	Extrusora	Intem- perie	horno discontinuo	a carretillas

**Tabla 6.1.3 Tabla Resumen de la Situación comparada de la Industria cerámica en el año 1940 en La Sagra y en los países más avanzados**  
Fuente: Elaboración Propia

**6.2 En 2006.**

Para abordar la situación de la industria cerámica estructural en el año 2006, se analiza la evolución del otro gran polo de desarrollo mundial Centroeuropa, desde 1940 hasta ahora, habida cuenta de que la cerámica estructural fue desplazada por otros materiales en la construcción residencial, en los Estados Unidos.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA

En Alemania, Reino Unido y Francia durante la primera mitad del siglo XX se produjo la transformación de la industria cerámica estructural desde una fabricación artesanal a manufacturera de forma masiva y muy similar a lo descrito en el apartado anterior referido a los Estados Unidos.

Tras la segunda Guerra Mundial, el proceso se aceleró debido a las acuciantes necesidades de reconstrucción que seguían utilizando la cerámica estructural de forma intensiva.

Las grandes revoluciones tecnológicas que se produce a partir de 1940 en la industria mundial, son la universalización de la utilización de los hornos túnel y secaderos artificiales, primero en cámaras y después en secaderos tipo túnel para la cerámica estructural, que se dilata en el tiempo durante varias décadas, ya que se fueron reemplazando las antiguas instalaciones por otras más modernas, según se iban amortizando. La introducción del horno túnel con sus vagonetas de transporte de mercancías, junto con la mecanización de la salida de los ladrillos de la mesa de corte a las cámaras secado o secaderos durante la década de los 60-70 supone la casi automatización del proceso.

A partir de 1980, el centro de gravedad de la industria de la cerámica estructural se ha ido trasladando hacia el sur de Europa, primero a Italia y en la década de los 90 a España, no tan solo de sector de la producción, sino también del sector de los bienes de equipo. Este subsector tradicionalmente liderado por Alemania perdió su

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

hegemonía frente a Italia y siendo España en la actualidad autosuficiente en este campo<sup>8</sup>.

En general la industria cerámica europea, sobre todo en los países más avanzados, está inmersa en un deterioro global debido a: un aumento de los costes energéticos, un aumento del coste de las materias primas que importan en gran medida, las restricciones al comercio internacional, la mayor presión por el cuidado del medio ambiente y los problemas derivados de la salud laboral. Consecuencia de esta degradación es que en su conjunto ha reducido al 50% la mano de obra empleada (230.000 trabajadores)<sup>9</sup> en el continente.

Con un valor estimado de 27.000 M de € en 2500 empresas en toda Europa, el peso del sector cerámico español es muy importante ya que en 2006, representaba con 6000M de € un 22% del sector. Era España el principal productor de ladrillos con una producción de 27MTm/año la mayoría destinada al consumo nacional. En el otro gran segmento cerámico la fabricación de pavimentos cerámicos, el sector español se encuentra en competencia con el italiano, ya que aunque su producción en 2005 fue mayor 650Mm<sup>2</sup> frente a 580Mm<sup>2</sup> de Italia, su valor en el mercado fue inferior (3.815M€ frente a las ventas italianas de 5.334M€), resultado de que la mayoría de la producción italiana es de gres porcelánico frente a la producción española de este material que apenas llega al 30%.

---

<sup>8</sup> Regueiro, M; Sanchez, E. ; Criado, E. “Cerámica Industrial en España”. Boletín de la Sociedad española de la cerámica y el vidrio. VOL 39, Nº1. Feb 2000

<sup>9</sup> Criado, E. “Reflexiones sobre el futuro de la industria Europea de la cerámica”. Boletín de la Sociedad española de la cerámica y el vidrio. Nº1 Feb 2007



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

En el año 2006, año record de fabricación de productos cerámicos estructurales en España, la industria española del ladrillo se encontraba a la cabeza de la industria cerámica mundial. Con la crisis de la construcción que se inició en 2007 en España, la hegemonía española en cuanto a producción se ha perdido.

El centro de gravedad del sector cerámico mundial se está desplazando hacia China y Latinoamérica, zonas en pleno crecimiento del sector de la construcción e infraestructuras, favorecida por la disponibilidad en estos países de materias primas, mano de obra y energía más económicas.

En la tabla siguiente se resumen la situación comparativa de los distintos procesos de fabricación del sector cerámico en el 2006 en la Sagra y en la región geográfica de referencia a escala mundial con la industria tecnológicamente más avanzada:

<b>Situación de la Industria cerámica en el año 2006</b>						
	<i>Extracción</i>	<i>Preparación</i>	<i>Amasado-moldeo</i>	<i>Secado</i>	<i>Cocción</i>	<i>Manipulación</i>
<b>REFERENCIA MUNDIAL (Europa)</b>	mecánica , políticas de recuperación paisajísticas	específica para cada tipo de arcilla	grupo combi extrusora amasadora con bomba de vacío incorporada	secadero túnel, control de humedad temperatura en tiempo real	horno túnel, control humedad - temperatura en tiempo real	automatización completa, fabricación paletizada
<b>LA SAGRA Toledo</b>	mecánica , políticas de recuperación paisajísticas	específica para cada tipo de arcilla	grupo combi extrusora amasadora con bomba de vacío incorporada	secadero túnel, control de humedad temperatura en tiempo real	horno túnel, control humedad - temperatura en tiempo real	automatización completa, fabricación paletizada

**Tabla 6.2 Tabla Resumen de la Situación comparada de la Industria cerámica en el año 2006 en La Sagra y en los países más avanzados**

**Fuente: Elaboración Propia**

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO DE LA COMARCA DE LA SAGRA**

El brusco descenso de la demanda y por consiguiente de la producción en La Sagra, lleva aparejada la drástica disminución en inversiones en innovación y desarrollo, lo que en muy pocos años desbancará a la Sagra de la vanguardia en el sector de la cerámica estructural a nivel mundial.

No obstante si el sector cerámico español ha sido capaz de avanzar en los últimos 70 años desde una actividad prácticamente artesanal a una actividad industrial basada en la innovación, es seguro que seguirá planteando nuevas iniciativas para mantener su importancia dentro de la economía española.

## **7. Conclusiones.**

### ***7.1 Principales conclusiones***

La presente tesis se enmarca en las líneas de investigación del programa de Doctorado de Ingeniería de Construcción y Producción, y se refiere en concreto a la evolución de la industria ladrillera en la comarca de la Sagra desde 1940 hasta la actualidad. Para su redacción ha sido también preciso abordar de manera tangencial algunos temas de arqueología industrial.

Para establecer sí con la redacción de esta tesis se han logrado los objetivos previstos, se enumeran a continuación cada uno de ellos indicándose el capítulo en el que se han desarrollado. Así pues los objetivos que se plantearon al inicio de esta Tesis son:

El primero de ellos la tipificación de los procesos de fabricación de la arcilla cocida en el ámbito geográfico y temporal considerado que fue desarrollado en el capítulo 2. En ese mismo capítulo se abordó el segundo objetivo que es la clasificación de las distintas etapas en la fabricación de la arcilla cocida en este periodo.

La elaboración de la cronología de una fábrica tipo desde sus inicios alrededor de 1940 hasta el momento actual, utilizando como referencia las industrias del núcleo Cobeja/Pantoja, fue el tercer objetivo planteado y que ha sido abordado en el capítulo 5. En este mismo capítulo y para describir la situación real de la fabricación en la comarca en esta primera década del siglo

## **EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO COMARCA DE LA SAGRA**

XIX, se entendió conveniente lanzar una mirada al futuro inmediato y enumerar algunos de los retos a los que se enfrenta el sector tanto desde un punto de vista tecnológico como empresarial, y que deberán ser superados para mantener su nivel de competitividad.

Y el último objetivo de los inicialmente propuestos fue la constatación de la evolución de la industria ladrillera en la Sagra, comparándola con la situación de la industria en dos zonas diferentes: Centro-Europa y Estados Unidos, en dos momentos diferentes, en sus primeros balbuceos alrededor de 1940 y en el año 2006 momento de máxima producción, aspecto que ha sido abordado de forma transversal en todo el documento y con más detalle en capítulo 6.

Para acotar el alcance del estudio y previo a abordar cada uno de estos ítems, se estableció un capítulo de antecedentes, (capítulo 1) en el que se fijaron las definiciones necesarias, como son la metodología a seguir, las fuentes de información elegidas, el ámbito geográfico y económico de la comarca o la materia prima de la zona.

Aunque en la comarca de la Sagra se ha fabricado toda la gama de los productos de la industria de la cerámica estructural tradicionales (tejas y ladrillos), y sus derivados (bovedillas, termoarcilla o paneles de fachada), en este documento se ha analizado exclusivamente la fabricación de todas las variedades de ladrillo. Por ello se ha procedido a la descripción de los diferentes tipos de ladrillos, en cada uno de los períodos estudiados, enunciando a continuación los criterios de calidad exigidos por el mercado, y que han sido una de las causas de la evolución tecnológica de los procesos de fabricación, lo que ha sido recogido en el capítulo 4 de este documento.

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO COMARCA DE LA SAGRA

Así mismo durante su redacción, se juzgo que podría ser interesante localizar un indicador objetivo que cuantificase el aumento del grado de automatización de los procesos en el sector de la cerámica estructural. Se ha realizado un análisis teórico basado en estadísticas reales de los parámetros de producción en períodos concretos. Este estudio depende de cómo se medía la producción de las fábricas, es decir de las unidades de medida con que se elaboraron las estadísticas en el país y en el año estudiado; aunque no existe uniformidad en éstas, se ha logrado unificar, estableciendo equivalencias entre unidades de medida. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados como un indicador de la progresiva mecanización de la producción en todo el periodo analizado y han sido recogidos y analizados en el capítulo 3.

En resumen a los objetivos iniciales se han añadido otros que son necesarios para obtener una visión de la industria en la comarca, teniendo en cuenta tal y como se avanzó en el capítulo 1, que la intención de este documento no es la de realizar un tratado técnico exhaustivo de cada etapa (lo que requeriría muchas tesis más) sino la constatación de la evolución de la fabricación y el análisis de los factores que influyeron en ello. Así pues aparece un último objetivo que podría resumir a los anteriores: Intentar transmitir la sorprendente capacidad de adaptación y de crecimiento de este sector en la comarca, proporcionando herramientas que expliquen cuáles son los motivos por los que la industria de la cerámica en la Sagra ha conseguido ser una referencia mundial en apenas 70 años, partiendo de una situación prácticamente artesanal.

Por último recalcar que una visión global de estos últimos cien años, como la que se puede inferir tras la lectura de este trabajo, permite establecer ciclos en la vida de la industria, en los

que a una época de crecimiento estable y continuado, le sigue una crisis (depresión del 29, segunda guerra mundial a nivel mundial o la crisis de la construcción en España a principios de los 80) en las que la industria cerámica tras sufrir grandes ajustes, ha continuado su crecimiento. La crisis en la que se encuentra la cerámica estructura en España pondrá fin a una época de expansión desenfrenada, obligando al sector a autorregularse para abastecer a un mercado más responsable, lo que es de esperar que lleve a cabo con éxito a juzgar lo sucedido en las décadas anteriores.

## ***7.2 Aportaciones metodológicas***

Para el desarrollo del estudio de la evolución de un proceso de fabricación en concreto, en el momento de iniciar esta tesis, no existía un método universalmente aceptado en este sector. Se partió de lo que podría ser una monografía aplicada al ladrillo, (el elemento más representativo de la cerámica estructural), y a partir de esta estructura se fueron contrastando algunos datos, eliminando otros y buscando nuevos conceptos a desarrollar hasta obtener un documento completo, que cumpliera con los objetivos planteados.

Se ha utilizado en la redacción del documento fuentes de información muy diversas. Además de las aportaciones innegables de toda la bibliografía tradicional (tratados técnicos cerámicos), se han consultado artículos de revistas específicas de la industria cerámica y catálogos de diferentes fabricantes. De cada período estudiado se han seleccionado documentos originales o facsímiles, lo que ha permitido al haber respetado el lenguaje y el

## EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO COMARCA DE LA SAGRA

enfoque con el que fueron redactados, dar una visión lo más cercana posible de los conocimientos en cada década.

Durante la fase de búsqueda de información se localizó un libro<sup>1</sup> que abordaba de forma tangencial este tema, pero que estaba escrito desde la perspectiva de las ciencias sociales, y no desde un punto de vista técnico. No obstante la descripción cronológica del proceso de fabricación realizada en este texto, tras ser contrastada con algún fabricante de la zona, ha servido como punto de partida para establecer la evolución del proceso desde 1940 hasta 1980.

Estas mismas conversaciones han sido de vital importancia para añadir a las frías descripciones de los tratados de algunas anécdotas curiosas y muy ilustrativas sobre los modos de trabajo en décadas anteriores.

Se han realizado algunas visitas a fábricas en funcionamiento en la zona de Pantoja-Cobeja, en las que se ha cotejado la situación real tanto en el interior de las fábricas, como en las canteras adyacentes, incluso en un caso concreto se han tomado fotografías de una cantera abierta en el año 2003 en plena producción y años después en 2009 ya abandonada y en proceso de relleno selectivo.

---

<sup>1</sup> Cernuda Vergara, Begoña. "Industrialización rural: Cobeja de la Sagra Toledo 1985".

El documento así obtenido analiza de forma independientes conceptos tanto tradicionales (productividad), como de nuevo cuño (control de calidad, o ciclo de fabricación) extrayendo de cada fuente de información todo lo relacionado con ellos. Ha resultado algo complejo dar una continuidad de enfoque a algunos de los aspectos estudiados; quizás la mayor dificultad se ha concretado en la cuantificación del grado de automatización del proceso de fabricación, a través del parámetro cantidad de horas hombre empleadas por unidad de producto, ya que las estadísticas consultadas no son homogéneas, o la determinación de los ciclos de fabricación de los productos en diferentes momentos, a partir de la información reflejada en los documentos elegidos.

Se ha utilizado información en varios soportes acordes en cada caso a su etapa cronológica, a saber papel hasta finales de siglo XX, (utilizando revistas originales de la biblioteca de Instituto de la cerámica y el vidrio del CSIC, libros de la Biblioteca Nacional o libros comprados en tiendas de segunda mano) y para abordar el siglo XXI documentación publicada en la red.

### ***7.3 Nuevas líneas de investigación***

Una vez terminada esta tesis, se proponen entre las posibles líneas de investigación que pudiesen surgir de la misma las siguientes:

- ✓ La utilización de la estructura de este documento como base para futuros análisis de la evolución del proceso de fabricación de la arcilla cocida, en otras comarcas de tradición cerámica de interés de las provincias de Jaén, Valencia o Castellón.



**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO COMARCA DE LA SAGRA**

- ✓ Un enfoque similar de recuperación de memoria reciente, con las modificaciones necesarias podría ser empleado en el estudio de otros procesos de fabricación en la zona (como por ejemplo la fabricación de cementos y yesos en la Sagra), y que como éste han sufrido una cierta evolución en estas últimas décadas, arrastrados al igual que el cerámico por el gran auge de la construcción en estas últimas décadas.
- ✓ Podría también, resultar muy interesante incidir en un seguimiento del sector de la cerámica industrial en la Sagra, en los próximos diez años, ya que en esta década es probable que la industria se tenga que reinventar para sobrevivir, incidiendo en el fomento de las estrategias en I+D+i, que abaraten costes de fabricación, mejoren calidad de productos y se adapten a las exigencias de un mercado mucho más exigente y selectivo.
- ✓ Otra nueva vía de investigación podría ser el seguimiento de la eficiencia energética de la producción cerámica en general y en particular el seguimiento en estos próximos años de las plantas de cogeneración en funcionamiento, que con la reducción de la producción ladrillera, deberán adaptarse a las nuevas circunstancias.

## Bibliografía

1. Reverté, Pedro. "La Industria ladrillera". Ed. Reverté. Barcelona Año 1950
2. Marcos y Bausá, Ricardo. "Manual del albañil" (publicado en 1879). Edición facsímil. Editorial MAXTOR ISBN 84-9761-057-1
3. García López, M.; Vidal y Martí, J. "Manual completo de la Cerámica o fabricación de toda clase de objetos de Tierra cocida" Tomo I procedimientos y Tomo II Ladrilleras. (1926).
4. Rodríguez Rodríguez, Vicente. "La tierra en la Sagra Toledana: su evolución de los siglos XVI a XX". Diputación provincial de Toledo. Toledo. (1984). ISBN 84-505-0391-4
5. Rodríguez Rodríguez, Vicente. "La tierra en la Sagra Toledana: su evolución de los siglos XVI a XX". Diputación provincial de Toledo. Toledo. (1984). ISBN 84-505-0391-4
6. Cernuda Vergara, Begoña. "Industrialización Rural: Cobeja de la Sagra Toledo". Caja de ahorros de Toledo: Obra cultural. Cuenca. 1985. ISBN: 84-505-3255-8.
7. "How much labor to make 1000 bricks. A ton of tile—A ton of pipe". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1938*. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
8. "Reinforced Brick tunel costs less to build than concrete". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1938*. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
9. Garne, T.W. "Giving your clay the third Degree". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1938*. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.

10. Whitaker, L.R. "Having drying troubles?". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1938*. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
11. "Fourteen Men are making 70.000 Bricks per day". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1939*. Octubre 1939. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
12. "Dried Brick in two weeks now is done in 28 hours". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1939*. Octubre 1939. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
13. "Workers make as many bricks in 9 hours as his grandfather made in 27 hours". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1939*. Noviembre 1939. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
14. "Labor can make more brick today with one hand, than Grand dad made using both hands". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1940*. Febrero 1940. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
15. "Increase Brick storage space 25% without additional building in the plant". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1940*. Marzo 1940. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
16. "How can you determinate the amount of dust in the plant". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1940*. Abril 1940. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.
17. Dressler, Phillip. "Top-fired tunnel Kiln uses coal to burn Claywares Economically". Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1940*. Abril 1940. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC.

- 18.** “Breaking the bottleneck in brick handling with the industrial lift truck”. Artículo. *Brick and Clay Record Annual Review 1940*. Julio 1940. Fondos de la Biblioteca del Instituto de la cerámica y el vidrio CSIC
- 19.** Singer, F. ; Singer S.S. “Cerámica Industrial. Volumen III”, (1971). Editorial Urmo. Bilbao. Bl. 1514-1971.
- 20.** Clews, F.H. “Heavy Clay technology. British Ceramic Research Association, Stoke-on trent”. Inglaterra (1955)
- 21.** Boletines de Asociación española de fabricantes de ladrillos y tejas HISPALYT, desde 2006 a 2010. <http://www.hispalyt.es>
- 22.** Asociación española de Fabricantes de ladrillos y tejas HISPALYT. Estadísticas. Datos del sector 2008. <http://www.hispalyt.es/estadistica>
- 23.** Asociación española de Fabricantes de ladrillos y tejas HISPALYT”. Estudio sobre cambios tecnológicos y necesidades de formación en el sector de fabricación de ladrillos y tejas de arcilla cocida”. Ed. Gráficas Ruiz .DL 2001. Azuqueca de Henares. Guadalajara.
- 24.** Trevor I. Williams “Historia de la Tecnología desde 1900 hasta 1950”. Ed. Siglo XXI. Madrid (1982) ISBN 84-323-0282
- 25.** García Payá, Roberto. “La arqueología, la industria y la UPV”, Revista DYNA, monográfico Arqueología, historia y patrimonio culturales. 2003
- 26.** “Protección y conservación de la Arquitectura Industrial Madrileña” jornadas realizadas en el COIIM feb-mar2006.

- 27.** García Braña, Celestino y otros “La Arquitectura de la Industria ,1925-1965” registro de edificaciones y complejos industriales de España y Portugal. Fundación DO.CO.MO.MO Barcelona (2004).
- 28.** Barroso, Segundo; Ibáñez, Joaquín “Introducción al conocimiento de materiales” Cuadernos de la UNED, Madrid (2002). ISBN: 84-362-4651-9
- 29.** Publicación electrónica del Instituto geológico y minero de España. “Panorama minero, Informe monográfico sobre las arcillas” 2002.  
<http://www.igme.es/internet/publicaciones/panorama/arcilla.htm>
- 30.** Publicación electrónica Instituto geológico y minero de España. “Panorama minero” Informe monográfico sobre actividad de extracción de las arcillas publicado en Internet junio 2007.  
[http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm\\_junio07/ARCILLAS05.pdf](http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/pm_junio07/ARCILLAS05.pdf)
- 31.** Comisión Europea. “National Allocation Plans and decisions for 2008 to 2012”. European Commission Environment, Directorate General 2007, (30/06/08).  
[http://ec.europa.eu/environement/climat/emission/2nd\\_phase\\_ep.htm](http://ec.europa.eu/environement/climat/emission/2nd_phase_ep.htm).
- 32.** Güemes Gordo , Alfredo Ed. Lit , Shackelford, James , “Introducción a la ciencia de los materiales para ingenieros” Ed. Prentice Hall, 2005 ISBN 978-84-205-4451-9
- 33.** Jiménez Gregorio, F. “La Sagra toledana” Publicaciones del Instituto provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos. Serie IV. Temas Toledanos (2002). ISBN-84-95432-01-3.
- 34.** Malpesa Guerrero, José. “El ladrillo cara vista y el adoquín cerámico”. Cerámicas Malpesa edición digital. Bailen. Abril 2003.Publicación electrónica. SE 1398-2003. .

- 35.** Enciclopedia Universal Europeo Americana Espasa Calpe-TOMO XXIX de 1916  
M.111- 1958.
- 36.** Pardo, Miguel R. "La Industria de Castilla-La Mancha en el período de recuperación (1985-1991) Ed. Civitas. 1996. ISBN: 978-84-470-0680-9.
- 37.** Gaspar Tébar, Demetrio. "Arcillas y ladrillos". Instituto técnico de la construcción y el cemento. Madrid. Impreso en c. Bermejo.1951.
- 38.** Spinger, Karl. "Manual técnica ladrillera: la ladrillería por procedimientos modernos de trabajo". Ed, Reverté. Barcelona .1954.
- 39.** Viscarri, Agustín. "Manual práctico de fabricación de ladrillos y tejas". Ed. Santos. Barcelona .PM797-1960.
- 40.** "Ladrillos tejas". Revista de publicación mensual de 1952 a 1967.Madrid
- 41.** "Ladrillo cerámico : memoria presentada a la Comisión Nacional de Productividad Industrial por el Grupo de Industriales Fabricantes de ladrillos y tejas enviado a Estados Unidos" . [Madrid]: Comisión Nacional de Productividad Industrial, [1958]. M 12700-1958.
- 42.** Robuste, Eloy. "Técnica y Practica de la Industria ladrillera". Volumen 1, 2 y 3. Barcelona. CEAC. 1963.
- 43.** Academia Hutte de Berlín. "Manual del Ingeniero". Volumen 1 y 4. Ediciones Gustavo Gili. Buenos Aires. 1948.
- 44.** Kingery, W.D. "Ceramic fabrication processes". Ed. John Wiley&Sons Cop. Nueva York. 1958.
- 45.** Monesma, Eugenio. "El ladrillero de Alagón". Hueca Pyrene. P.V. 2007. Video disco documental. HU-341-2007.

- 46.** Ana Gessa-Perera y otros. "La planificación de la producción industrial y las emisiones de CO<sub>2</sub>". Revista DYNA. Marzo 2009
- 47.** "Estrategia de ahorro y Eficiencia energética en España de 2004-2012. Subsector Minerales no metálicos 5/11/03" Fuente Ministerio de Economía Secretaría de Estado de energía, desarrollo de la industria y de la pequeña y mediana empresa.  
<http://www.mityc.es/energía/desarrollo/EficienciaEnegetica/Estrategia/Documentos/Documentos%20sectoriales/sectorIndustrialminerales.pdf>
- 48.** I.D.A.E. "Plan de acción E4+ 2008–12 .Estrategia de ahorro y eficiencia energética"  
<http://www.idae.es/index.php/mod.publicaciones/mem.buscar/re/menu.73/regini.30>
- 49.** Junta de Castilla La Mancha. "Inventario EPER –2004. Emisión de contaminantes y contaminantes totales declarados y validados por la administración competente".  
<http://www.jccm.es/medioambiente/rvca/industrias.htm>
- 50.** Junta de Castilla la Mancha. "PRTR Castilla la Mancha 2009". Relación de centros productores cuyas emisiones superan el umbral de notificación.  
<http://www.jccm.es/medioambiente/rvca/ipcc/publieper.htm>
- 51.** Información de la Junta de Castilla La Mancha sobre política medioambiental.  
<http://www.pagina.jccm.es/medioambiente/rvca/ipcc/aai.htm>
- 52.** García Romero E. "Estudio mineralógico y estratigráfico de la arcilla y la facies centrales de la cuenca del Tajo". Universidad Complutense, (1988)
- 53.** Proyecto MIMAM del CSIC "Atlas comarcal de suelos. SEIS.net. Sistema Español de Información sobre suelos sobre Internet". <http://www.imas106.imasa.csic.es/mimam>

54. Ministerio de Medioambiente, medio rural y marino. Fondo español de garantía agraria (FEGA) “Sistema sig-pac. Identificación de parcelas agrícolas”.

<http://www.sigpac.iccm.es/visorsigpac/>

55. Elias, Xavier, “Tratamiento por vitrificación y valorización de los lodos depositados en el pantano de FLIX”. Ponencia.

[http://www.intersed.unican.es/Presentacion/Ponencias\\_IJornadas/Xavier\\_Elias.pdf](http://www.intersed.unican.es/Presentacion/Ponencias_IJornadas/Xavier_Elias.pdf)

56. Aranguren Ruiz, Pedro; Martínez de la Calle, Pilar. “Ordenación del territorio para la actividad de extracción de la materia prima de las pequeñas y medianas empresas de la industria de la construcción con la ayuda de un sistema de información geográfico”. Conferencia 1 Congreso regional de Andalucía. Andalucía en el umbral del Siglo XXI. Abril 1997.

57. Normas UNE publicadas por AENOR.

58. B.O.E. de 6 de junio de 2005. “Normas Armonizadas para la fabricación de piezas de albañilería. UNE EN771-1, 2, 3, 4 y 5”.

**UNE-EN 771-1:2003 Anexo C y A1:2006 Absorción de agua**

**UNE-EN 772-1:2002 Resistencia a la compresión**

**UNE-EN 772-3:1999 Volumen neto y porcentaje de huecos por pesada hidrostática**

**UNE-EN 772-5:2002 Contenido en sales solubles activas**

**UNE-EN 772-7:1999 Absorción de agua por inmersión en agua hirviendo**

**UNE-EN 772-11:2001 Tasa de absorción de agua inicial**

**UNE-EN 772-13:2001 Densidad absoluta seca y aparentemente seca**

**UNE-EN 772-16:2001, Dimensiones**

**UNE-EN 772-16:2001 Espesor de paredes**



**UNE-EN 772-16:2001 Profundidad de cavidades**

**UNE-EN 772-19:2001 Expansión por dilatación por humedad**

**UNE-EN 772-20:2001 Planeidad de las caras**

**59.** ENAC “Acreditación según la norma UNE –EN ISO/IEC 17025:2005 de laboratorio para ensayos de construcción para materiales cerámicos de arcilla cocida”.

**60.** “Pliego General de Condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88”

**61.** Lozano Gomez, Fernando. Artículo “Usos y tratamiento de la Arcilla en la Antigüedad”. Revista de Aparejadores de Sevilla.Nº55,

[http://www.coatse.es/revistaApa/lectura/numero\\_55/55\\_p72.html](http://www.coatse.es/revistaApa/lectura/numero_55/55_p72.html)

**62.** AITEMIN. Proyectos de Mejora, “Optimización del consumo energético de la industria cerámica por selección de Materias primas.”

<http://www.aitemin.es/index2.html>

**63.** AITEMIN Perez Agripino, “Investigación prenORMATIVA sobre áridos ” año 2004

<http://www.aitemin.es/index2.html>

**64.** AITEMIN Suso Jesús “Investigación de arcillas en Los Yébenes (Toledo)”, año 2003

<http://www.aitemin.es/index2.html>

**65.** AITEMIN Bueno Díaz, Jorge. Investigación de arcillas en La Sagra (Toledo), año 2005

<http://www.aitemin.es/index2.html>.

**66.** AITEMIN Javier Cerdeño, Agripino Perez “Viabilidad Técnica del uso de lodos en estaciones de tratamiento aguas potable en la fabricación de materiales cerámicos para la construcción” 2009.

<http://www.aitemin.es/index2.html>.

67. "Ceramic Industry" July 1923 "Refractories of highest quality". Fondos de la biblioteca del Instituto de la cerámica y el Vidrio del CSIC.
68. Comisión europea "Castilla-La Mancha en Europa". Informe situación actual.  
[http://ec.europa.eu/spain/pdf/castillalamancha\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/spain/pdf/castillalamancha_es.pdf)
69. Regueiro, M; Sánchez, E.; Criado, E. "Cerámica Industrial en España". Boletín de la Sociedad española de la cerámica y el vidrio. VOL 39, Nº1. Feb 2000
70. Criado, E. "Reflexiones sobre el futuro de la industria Europea de la cerámica". Boletín de la Sociedad española de la cerámica y el vidrio. Nº1 Feb 2007
71. Marín, Félix; Sánchez, M. Isabel y otros "Valorización del cascote cerámico como sustituto de materias primas para tejas de Hormigón", artículo.
72. Fundación laboral del cemento "Reciclado y valorización de residuos en la industria cementera en España". Instituto Cerdá. 2009.  
<http://www.fundacioncema.org/downloads/EstudioRV.pdf>
73. Portal PYME del MITYC. 2010. "Programa de Agrupaciones empresariales innovadoras". <http://www.ipyme.org/.ipyme.org/es-ES/SubvencionesAyudas/AEI/Paginas/AEINueva.aspx>
74. Acosta Echevarría, Anselmo. "Valorización de residuos como alternativa al vertido" Revista Añil Nº36. Publicación electrónica de la Biblioteca Virtual de Castilla la Mancha. [http://uclm.es/ceclm/b\\_virtual/revistas/anl/n36.htm](http://uclm.es/ceclm/b_virtual/revistas/anl/n36.htm)
75. Carrasco Galón, José. "El centro tecnológico de la arcilla cocida de Castilla La Mancha". Revista Añil Nº 9. Publicación electrónica del Centro de estudios de Castilla la Mancha. [http://uclm.es/ceclm/b\\_virtual/revistas/anl/n09.htm](http://uclm.es/ceclm/b_virtual/revistas/anl/n09.htm)

- 76.** “La industria ingresa más de 400 millones por la venta masiva de CO2”, El País  
RAFAEL MÉNDEZ - Madrid - 19/01/2009.
- 77.** Pagina web de la empresa Consorcio Minero de la Sagra S.L.  
<http://www.csmsagra.com>
- 78.** Cerámicas Hermanos Díaz Redondo (HDR). Información sobre proceso de fabricación actual, <http://www.hdr.es>
- 79.** Catalogo 2010 de Fabricante Español de quemadores de horno, Beralmar.  
<http://www.beralmar.com>
- 80.** Catalogo de Productos año 2009 de Talleres Felipe Verdes, Fabricante de maquinaria para el tratamiento de la arcilla desde 1908. <http://www.verdes.com>
- 81.** Libro virtual sobre el “Centenario Talleres Felipe Verdes 1908 a 2008”.  
<http://www.verdes.com>
- 82.** Hyspalit 2009. “Silensis”. Pagina de divulgación de Hispalyt sobre el cumplimiento del CTE de la fábrica de ladrillo. <http://www.silensis.es>
- 83.** Catalogo electrónico de Equiceramic S.A.; Edición de 2010.  
<http://www.equipceramic.com>
- 84.** Daniel Glyn. “Historia de la arqueología: de los anticuarios a V.Gordon, Childe”. Alianza Editorial (1992).
- 85.** Angus Buchanan. “Industrial Archeology in Britain”. Penguin books, Londres (1963)
- 86.** Keneth Hudson. “The archeology of industry “, London, 1976.
- 87.** Salvador Forner, “Arqueología Industrial”. Rev. Canelobre Instituto alicantino de cultura JGA ( 1989)

- 88.** Aracil Martí, Rafael; Cerdá Pérez, Manuel (col.); García Bonafé, Mario (col.); Ferrándiz Almodóvar, Delia (fot.). *Arqueología industrial de Alcoy*. Valencia: Foco-Berthe, 1985,
- 89.** Joseph Alabern i Valenti “Patrimonio y arqueología industrial: La experiencia en Cataluña”. *Revista DYNA* (2003), Monográfico Arqueología, historia y patrimonio culturales. 2003
- 90.** Palmer, Marilyn / Neaverson, Peter, *Industrial archaeology : principles and practice*, Routledge, London, 1998
- 91.** Fuentes Martínez, Ana Belén. “RSC, elaboración de memorias de sostenibilidad para pymes de cerámica estructural”. Armilla, Granada. Editorial Grontal, 2010. GR 25-2010.
- 92.** Jordán Vidal, Manuel Miguel. “Aplicación del residuo polvo de mármol en cerámica estructural”. Elche, Universitas Miguel Hernández, 2008. A 173-2008.
- 93.** Rico, Salustiano. “Fabricación de ladrillos, tejas y demás productos de tierra cocida”. Barcelona. Librería de Francisco Puig, 1928.
- 94.** Aybar Gállego, Manuel “La fabricación de ladrillos en la actualidad : descripción de la fábrica de ladrillos Valderrivas”. *Proyectos fin de carrera-Universidad Politécnica de Madrid*. E.T.S.I. Minas. 1935.
- 95.** Reverte, Pedro. “La industria ladrillera: moldeo manual y mecánico de ladrillos. Normas para el empleo de ladrillos en obras.” Buenos Aires. 1979. Ed. Reverte. Argentina.
- 96.** Cambell, James W.P. *Ladrillo: Historia Universal*, Barcelona, Blume 2004, ISBN:84-9801-013-6.

- 97.** Jurado Martín, José Antonio y otros. “La crisis de la industria cerámica estructural y los derechos de emisión: la importancia del presupuesto de emisiones de CO<sub>2</sub>”. 2008, Salvador de Bahía, ISBN 978-84-691-5667-4.
- 98.** Boletín económico ICE. “El sector de la cerámica estructural”. ICE Boletín nº 2923, 2007. ISSN 0214-8307.
- 99.** IMU. “España es el mayor productor de cerámica estructural de Europa”. Ingeniería Municipal nº 218, 2006. ISSN 0213-795X.
- 100.** Padrós, Pere Dámaso. “Pasado, presente y futuro de la cerámica estructural”. Técnica cerámica, nº 334, 2005. ISSN 0211-7290.
- 101.** Garés, Ricardo. “El sector cerámico: una visión tecnológica particular”. DYNA, ISSN 0012-7361. Volumen 73, 1998.
- 102.** E-Deusto. “Presente y futuro del sector cerámico”. E-Deusto: conocimiento para ir por delante. ISSN 1579-5934, nº 52, 2006.
- 103.** CIC. “Innovación e investigación aplicadas al sector cerámico. Tecnología cerámica al servicio del usuario”. CIC nº 471, 2010. ISSN 1576-118.

#### Entidades Contactadas

- 1.** Biblioteca del Instituto de la Cerámica y el Vidrio. CSIC. Camino de Valdelatas s/nº. Campus Universidad Autónoma (Cantoblanco) Madrid, 28049.
- 2.** Centro Tecnológico de la Arcilla Cocida de Castilla La Mancha. CTAC. C/ Río de Valdemarías s/n. Toledo

**EVOLUCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA ARCILLA COCIDA ESTRUCTURAL EN LA INDUSTRIA LADRILLERA DESDE 1940 HASTA LA ACTUALIDAD: CASO COMARCA DE LA SAGRA**

- 3.** Hyspalit. Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas. C/ Orense 10.  
Madrid
- 4.** Cerámicas La Paloma
- 5.** Empresa HDR (Hermanos Díaz Redondo S.A.) C/ Camino Barca s/nº bajo. 45291  
Cobeja , Toledo
- 6.** Centro de Ciencias Humanas y Sociales. Biblioteca "Tomás Navarro". CSIC.  
C/Albasanz 26. Madrid, 28037.
- 7.** Biblioteca General de la UNED de Madrid. Paseo Senda del Rey, 5. Ciudad  
Universitaria. Madrid 28040.
- 8.** Biblioteca Nacional. Sedes de Recoletos y Alcalá de Henares.